



DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE ALIMENTARI E AMBIENTALI

CORSO DI LAUREA IN: SCIENZE E TECNOLOGIE ALIMENTARI

**VALORIZZAZIONE DEGLI SCARTI
DELL'INDUSTRIA VITIVINICOLA**

Valorization of residues from the wine sector

TIPO TESI: compilativa

Studente:
ELIGERT QAMA

Relatore:
PROF. DANIELE DUCA

ANNO ACCADEMICO 2022-2023
SESSIONE STRAORDINARIA (FEBBRAIO 2024)

Shumë faleminderit babi, mami dhe Kri për mbështetjen.

SOMMARIO

SOMMARIO	1
ELENCO DELLE TABELLE.....	3
ELENCO DELLE FIGURE	4
ACRONIMI E ABBREVIAZIONI	5
INTRODUZIONE E SCOPO DELLA TESI	1
CAPITOLO 1 : PRODUZIONE E MERCATO DEL VINO	2
1.1 Mercato del vino	3
1.2 Processo di produzione: dalla vite al vino in bottiglia	6
CAPITOLO 2 : SCARTI DEL VINO.....	9
CAPITOLO 3 : VALORIZZAZIONE DEGLI SCARTI IN OTTICA DI ECONOMIA CIRCOLARE IN CAMPO ALIMENTARE	12
3.1 Economia circolare	12
3.2 Alcuni esempi di applicazione dell'economia circolare in ambito alimentare	14
3.2.1 Esempio di applicazione: produzione di acquavite-grappa.....	14
3.2.2 Esempio di applicazione: Ingredienti degli integratori alimentari.....	17
3.2.3 Esempio di applicazione: Additivi naturali.....	20
3.2.4 Esempio di applicazione: Cosmetici	21
3.2.5 Esempio di applicazione: Disinfettanti	23
3.2.6 Esempio di applicazione: Alimentazione degli animali.....	24
3.2.7 Esempi di applicazioni in ambito alimentare nel futuro	25
CAPITOLO 4 : VALORIZZAZIONE DEGLI SCARTI IN OTTICA DI ECONOMIA CIRCOLARE IN CAMPO AMBIENTALE	27
4.1.1 Esempio di applicazione: Biocombustibile.....	27
4.1.2 Esempio di applicazione: Bioenergia.....	29
4.1.3 Esempi di applicazione: Compost.....	31
4.1.4 Esempio di applicazione: Fertilizzazione con acque reflue	32
4.1.5 Esempio di applicazione: Adsorbenti naturali	33

4.1.6 Esempi di applicazioni future	33
CONSIDERAZIONI	38
CONCLUSIONI	41
BIBLIOGRAFIA	44
SITOGRAFIA	54

ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 1: Stima delle quantità di scarti generati nell'anno 2022 in Italia prendendo in considerazione la produzione di vino (49.843.000 hl) e la superficie vitata (718.198 ha) nel medesimo anno (OIV, 2022).....	9
Tabella 2: Tabella riepilogativa dei prodotti ottenuti e ottenibili dall'industria vitivinicola su scala industriale nel territorio nazionale prendendo come riferimento le produzioni dell'azienda Caviro nell'anno 2022.	38
Tabella 3: Rappresentazione dettagliata delle applicazioni di ogni residuo della filiera vitivinicola.	43

ELENCO DELLE FIGURE

Figura 1: Ciclo vegetativo e riproduttivo della vite (Fregoni 2013, istruzione agraria online agraria.org, 2024).....	3
Figura 2: Superficie vitata nei principali paesi viticoli (FAO, Istituti nazionali di statistica, OIV, 2022).....	4
Figura 3: Produzione di vino (esclusi succhi e mosti) nei principali paesi (OIV, 2022, EC DG AGRI, FAO, istituti nazionali di statistica, stampa specializzata).....	5
Figura 4: diagramma di vinificazione.....	8
Figura 5: Modello di economia circolare (Parlamento Europeo, 2023).....	12
Figura 6: Produzione italiana di grappa 2000-2020, (Assodistil, 2011, Assodistil, 2022) modificato).....	16
Figura 7: Produzione dei distillati ed esempi di possibili valorizzazioni dei sottoprodotti.....	17
Figura 8: Integratori alimentari a base d'estratti d'uva (Life Extension, 2024; Farmacia Guacci, 2024; Cuorerbe, 2024).....	19
Figura 9: Rappresentazione schematica degli effetti dell'ε-viniferina nell'obesità e nelle alterazioni della salute correlate [38]......	20
Figura 10: Acido tartarico (enoadvance, 2024).....	21
Figura 11: Enocianina (enotecnica, 2024).....	21
Figura 12: Esempio di cosmetici a base d'estratti d'uva (Caudalie, 2024).....	23
Figura 13: Diagramma di flusso della produzione di etanolo.....	24
Figura 14: Valorizzazione della biomassa lignocellulosica generata dalla lavorazione del vino [12].....	28
Figura 15: Produzione globale di etanolo nel 2021 [57].....	29
Figura 16: Riepilogo dell'utilizzo dei sarmenti.....	30
Figura 17: Tradizionale pannello truciolare di legno (a sinistra) rispetto al pannello truciolare di vite (a destra) (Wong, Sherrell, & Hendrikse, 2020).....	36

ACRONIMI E ABBREVIAZIONI

ADI	Dose giornaliera ammissibile.
CHE	Riscaldamento convenzionale.
DL50	Dose letale 50.
EFSA	Autorità europea per la sicurezza alimentare
EPS	Poliestere espanso sinterizzato.
FAO	Organizzazione delle Nazioni Unite per l'agricoltura e l'alimentazione.
FDA	Food and drug administration.
GAE	Acido gallico equivalente.
GHG	Gas a effetto serra.
HVED	Scariche elettriche ad alta tensione.
IgA	Immunoglobuline A.
MAE	Estrazione assistita da microonde.
OH	Riscaldamento ohmico.
OIV	Organizzazione internazionale della vigna e del vino.
OMS	Organizzazione Mondiale della Sanità.
OPC	Proantocianidine oligomeriche
ORAC	Oxygen Radical Absorbance Capacity (Misura il potere antiossidante di ogni elemento).
PEFE	Estrazione con campo elettrico pulsato.
PHA	Poliidrossi alcanati.
PHBV	Poli (3-idrossibutirrato-3-idrossivalerato).
PLE	Estrazione con liquidi pressurizzati.

PSE	Estrazione con solvente pressurizzato.
PVC	Polivinilcloruro.
SLDE	Estrazione dinamica solido-liquido.
SFE	Estrazione con liquidi supercritici.
SHLE	Estrazione con liquidi surriscaldati.
SWE	Estrazione subcritica di acqua.
TPC	Contenuto fenolico totale.
UAE	Estrazione assistita da ultrasuoni.
VCRP	Programma di registrazione volontaria dei cosmetici.
VFA	Acidi grassi volatili.
VPR	Residuo di potatura della vite.

INTRODUZIONE E SCOPO DELLA TESI

Come ormai noto a tutti, il problema dell'inquinamento ambientale, dato dalla grande quantità di rifiuti generati ogni giorno è un problema che sta portando a modificazioni climatiche gravi e conseguenti modifiche della vegetazione, carenza di acqua, inquinamento atmosferico, microplastiche e altri impatti.

In questa tesi vengono riportate alcune proposte per contrastare in piccola parte questi effetti andando a diminuire lo smaltimento degli scarti derivanti dal settore dell'agricoltura. Nello specifico vengono analizzate le possibili soluzioni che possono essere attualmente applicate ai sottoprodotti dell'industria vitivinicola (essendo il vino una delle bevande consumate più frequentemente in Italia) e quelle che potranno essere applicate in un futuro non molto lontano se vengono risolte le attuali problematiche di sicurezza, progettazione e si raggiunge un effettivo risparmio economico-ambientale. Si passa dal convenzionale modello economico lineare - estrazione, produzione, consumo e smaltimento - ad un'ottica di economia circolare basata sul riutilizzo degli scarti per produrre nuovi prodotti e generare quindi meno rifiuti da smaltire.

Lo scopo di questo elaborato è andare ad individuare, mediante ricerche letterarie, quali sono i possibili utilizzi degli scarti della filiera vitivinicola, producendo così prodotti, sia di natura alimentare che non, ad alto valore aggiunto e ad una riduzione degli impatti ambientali associati.

In particolare, i sottoprodotti a cui si fa riferimento sono sarmenti, vinacce, fecce, vinaccioli ed acque reflue.

Capitolo 1: PRODUZIONE E MERCATO DEL VINO

La *Vitis vinifera*, conosciuta anche come vite europea, veniva coltivata in Europa già nell'epoca neolitica. Le prime testimonianze della sua coltivazione in Italia risalgono al decimo secolo a.C. Secondo Mc Govern ed altri [1] i primi documenti certi sulla coltivazione della vite e la produzione di vino risalgono alla fine del III millennio (2.300 a. C.), a partire da questo periodo le voci uva, uve essiccate, vino, sono sempre più numerose nei testi cuneiformi mesopotamici.

Oggi è diffusa in oltre quaranta paesi al mondo per la sua adattabilità al clima.

Le specie del genere *Vitis* appartengono alla famiglia delle *Vitaceae* o *Ampelidae*, a sua volta suddivisa nei due sottogeneri *Muscadinia* ed *Euvitis*. Nella sottofamiglia *Euvitis*, vi troviamo: viti americane, viti asiatiche orientali, viti euroasiatiche.

La *Vitis vinifera*, che da sola costituisce il gruppo delle viti euroasiatiche, include due sottospecie [2]:

- *Vitis vinifera silvestris* che comprende le viti selvatiche dell'Europa centrale e meridionale, dell'Asia occidentale e dell'Africa settentrionale;
- *Vitis vinifera sativa* che comprende le viti coltivate.

La vite coltivata è un arbusto dal tronco contorto e rivestito dal ritidoma della corteccia che si sfalda longitudinalmente; l'inclinazione della pianta e la sua struttura sono definite dalla forma di allevamento.

Il frutto è l'acino, una bacca con pochi semi (vinaccioli), portato da un corto pedicello; l'insieme degli acini costituisce un racemo, chiamato grappolo d'uva.

Nelle piante in produzione, annualmente la vite svolge un ciclo vegetativo e un ciclo riproduttivo (Figura 1) che porta alla formazione di frutti e semi.

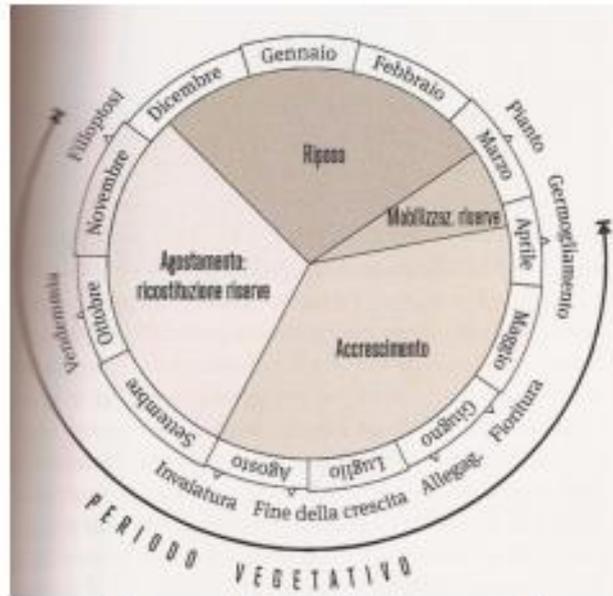


Figura 1: Ciclo vegetativo e riproduttivo della vite (Fregoni 2013, istruzione agraria online agraria.org, 2024).

1.1 Mercato del vino

Per secoli il vino ha avuto le caratteristiche di una commodity. Oggi, al contrario, si assiste ad una trasformazione della sua funzione d'uso, sempre più legata ad aspetti di piacere e socialità e meno attinente alla nutrizione.

Spesso il consumo di vino assume caratteristiche tali da accomunarlo ai beni di lusso e per questo si è verificato un aumento della domanda da parte dei consumatori di prodotti di qualità medio-alta (qualità intesa anche come origine e sicurezza alimentare).

In poche parole, stiamo assistendo al processo di evoluzione “dalla quantità alla qualità”, che è un approccio che sta diventando sempre più comune estendendosi anche ad altri prodotti alimentari.

Oggi, in Europa, la vite rappresenta una delle colture economicamente più rilevanti soprattutto per la produzione del vino.

L'Italia è particolarmente interessata dall'evoluzione dei mercati vitivinicoli, in quanto circa il 10% del suo fatturato proviene da questo settore, che con i suoi 10 miliardi di euro è secondo solo al settore lattiero-caseario [3].

L'Italia è il secondo paese produttore e consumatore, primo esportatore in quantità e secondo esportatore in valore a livello mondiale. Fra i prodotti agroalimentari, il vino è quello che

genera il più elevato flusso di esportazioni per cui è cruciale seguire l'evoluzione dei mercati esteri anche se circa tre quarti della produzione viene consumata in Italia.

Secondo i dati dell'Organizzazione Internazionale della Vite e del Vino (OIV), la superficie coltivata da vite nel mondo nel 2021 è di circa 7,3 milioni di ettari.

I paesi con la superficie vitata più grande sono la Spagna (circa 964.000 ettari, rappresenta il 13,2% della superficie vitata mondiale), seguita dalla Francia (circa 798.000 ettari, rappresenta il 10,9%), dall'Italia (circa 718.000 ettari, rappresenta il 9,8% della superficie vitata mondiale), dalla Turchia (419.000 ettari, 5,7%) e dall'Argentina (211.000 ettari, 2,9%). (Figura 2, Figura 3)

Inoltre, ci sono molti altri paesi che producono uve e vino, che hanno una superficie coltivata inferiore alle precedenti oppure paesi come la Cina, ad esempio, che ha una superficie vitata di circa 783.000 ettari e rappresenta il 10,7% della superficie vitata mondiale, ma la maggior parte delle sue uve sono utilizzate per la produzione di uva da tavola.

<i>mlta</i>	2017	2018	2019	2020	2021	21/20	2021
				Provv.	Prev.	% Var.	% mondiale
Spagna	968	972	966	961	964	0.4%	13.2%
Francia	788	792	794	796	798	0.2%	10.9%
Cina	760	779	781	783	783	0.0%	10.7%
Italia	699	705	714	719	718	0.0%	9.8%
Turchia	448	448	436	431	419	-2.7%	5.7%
USA	434	408	407	400	400	0.0%	5.5%
Argentina	222	218	215	215	211	-1.7%	2.9%
Cile	207	208	210	207	210	1.0%	2.9%
Portogallo	194	192	195	195	194	-0.2%	2.7%
Romania	191	191	191	190	189	-0.7%	2.6%
Iran	153	167	167	170	170	0.0%	2.3%
India	147	149	151	151	151	0.0%	2.1%
Australia	145	146	146	146	146	0.0%	2.0%
Moldova	151	147	143	140	138	-1.4%	1.9%
Sud Africa	130	130	129	128	126	-2.0%	1.7%
Uzbekistan	111	108	112	112	112	0.0%	1.5%
Grecia	106	108	109	109	109	0.0%	1.5%
Germania	103	103	103	103	103	0.2%	1.4%
Afghanistan	94	94	96	100	100	0.0%	1.4%
Russia	91	94	96	97	98	0.8%	1.3%
Brasile	84	82	81	80	81	0.2%	1.1%
Egitto	84	80	78	77	77	0.0%	1.1%
Algeria*	75	75	74	75	75	0.0%	1.0%
Bulgaria	65	67	67	66	66	0.0%	0.9%
Ungheria	68	69	68	65	64	-1.2%	0.9%
Altri paesi	811	809	826	831	826	-0.5%	11.3%
Tot mondiale	7329	7341	7357	7347	7328	-0.3%	100.0%

Figura 2: Superficie vitata nei principali paesi viticoli (FAO, Istituti nazionali di statistica, OIV, 2022).

<i>Mio hl</i>	2017	2018	2019	2020	2021	21/20	2021
				Provv.	Prev.	% Var.	% mondiale
Italia	42,5	54,8	47,5	49,1	50,2	2%	19,3%
Francia	36,4	49,2	42,2	46,7	37,6	-19%	14,5%
Spagna	32,5	44,9	33,7	40,9	35,3	-14%	13,6%
USA	24,5	26,1	25,6	22,8	24,1	6%	9,3%
Australia	13,7	12,7	12,0	10,9	14,2	30%	5,5%
Cile	9,5	12,9	11,9	10,3	13,4	30%	5,2%
Argentina	11,8	14,5	13,0	10,8	12,5	16%	4,8%
Sud Africa	10,8	9,5	9,7	10,4	10,6	2%	4,1%
Germania	7,5	10,3	8,2	8,4	8,0	-5%	3,1%
Portogallo	6,7	6,1	6,5	6,4	7,3	14%	2,8%
Cina	11,6	9,3	7,8	6,6	5,9	-10%	2,3%
Russia	4,5	4,3	4,6	4,4	4,5	2%	1,7%
Romania	4,3	5,1	3,8	3,8	4,5	16%	1,7%
Brasile	3,6	3,1	2,2	2,3	3,6	60%	1,4%
Nuova Zelanda	2,9	3,0	3,0	3,3	2,7	-19%	1,0%
Ungheria	2,9	3,6	2,7	2,9	2,6	-12%	1,0%
Austria	2,5	2,8	2,5	2,4	2,5	3%	0,9%
Grecia	2,6	2,2	2,4	2,3	2,4	6%	0,9%
Georgia	1,0	1,7	1,8	1,8	2,1	17%	0,8%
Moldova	1,8	1,9	1,5	0,9	1,1	20%	0,4%
Altri paesi	15,1	16,7	15,4	15,2	15,0	-1%	5,8%
Totale mondiale	249	295	258	263	260	-1%	100%

Figura 3: Produzione di vino (esclusi succhi e mosti) nei principali paesi (OIV, 2022, EC DG AGRI, FAO, istituti nazionali di statistica, stampa specializzata).

Il consumo mondiale di vino nel 2021 è stimato in 236.000.000 ettolitri, in crescita di 2.000.000 ettolitri (+0,7%) rispetto al 2020. I livelli di consumo individuale più elevati si concentrano nei paesi europei con una forte tradizione vitivinicola: Francia, Italia, e Germania, rispettivamente con 25,2, 24,2 e 19,8 milioni di ettolitri annuali. Italia e Francia sono anche i primi paesi consumatori in termini assoluti e consumano quasi un quarto del vino bevuto nel mondo.

Come dimostrano gli studi condotti da Pomarici [4], le grandi imprese si trovano avvantaggiate rispetto a quelle di dimensione inferiore, specie per i vini appartenenti a fasce di prezzo inferiori, dove i bassi margini rendono i differenziali di costo un elemento discriminante. Nei segmenti di qualità alta, è plausibile che le aziende di dimensione inferiore possano ancora rivestire un ruolo importante, grazie all'interesse dei consumatori verso prodotti ricercati e differenziati per qualità e origine.

1.2 Processo di produzione: dalla vite al vino in bottiglia

Il ciclo di vita del vino comprende diversi lavori in vigna e in cantina che devono essere eseguiti in modo corretto per garantire una produzione ottimale di uva e di vino. Di seguito sono elencati alcuni dei principali lavori che devono essere eseguiti [5]:

- 1 Coltivazione delle viti: le viti richiedono un'irrigazione regolare, la potatura, la pulizia, la concimazione e la gestione delle malattie e delle infestazioni di parassiti.
 - 1.1 L'irrigazione regolare
 - 1.2 Potatura: la potatura è un lavoro importante che viene eseguito per controllare la crescita della vite e per determinare la quantità e la qualità dell'uva. La potatura deve essere eseguita in modo tempestivo e accurato per garantire una buona produzione.
 - 1.2.1 Legatura: la legatura è il processo di attaccare i tralci della vite ai fili del supporto per controllare la crescita della vite e per evitare che i tralci si aggroviglino.
 - 1.2.2 Sbavatura: la sbavatura è il processo di rimozione dei germogli laterali che crescono dalla base dei rami principali per aiutare a concentrare l'energia della vite sulla produzione di uva di alta qualità.
 - 1.2.3 Sfogliatura: consiste nella rimozione delle foglie che coprono i grappoli d'uva per migliorare la maturazione dell'uva e prevenire le malattie.
 - 1.3 La concimazione: è un lavoro che viene eseguito per garantire che la vite riceva i nutrienti necessari per una buona crescita e per la produzione di uva di alta qualità.
- 2 Raccolta delle uve: La raccolta dell'uva, che può essere meccanica o manuale, deve essere eseguita in modo tempestivo per garantire la massima qualità dell'uva, ovvero per ottenere il migliore equilibrio tra zuccheri, acidi e aromi, (solitamente avviene in autunno durante la vendemmia).
 - 2.1 Potatura invernale: la potatura invernale viene eseguita dopo la raccolta dell'uva e serve a preparare la vite per la successiva stagione di crescita.
- 3 Selezione o cernita delle uve: le uve vengono selezionate per eliminare quelle danneggiate, immature o non conformi.
 - 3.1 Vinificazione: una volta raccolte le uve, vengono trasportate in cantina per la vinificazione. Le uve vengono pigiate, fermentate e lasciate invecchiare in botti di legno o in contenitori di acciaio inossidabile.

- 3.2 Diraspatura e pigiatura: le uve vengono diraspate e pigiate per rompere la buccia e liberare il mosto (il succo appena estratto) e i residui solidi (vinaccia).
- 3.3 Fermentazione: il mosto viene trasferito in contenitori (solitamente in acciaio inox o in legno) e lasciato a fermentare con l'aggiunta di lieviti. Durante la fermentazione, gli zuccheri presenti nel mosto si trasformano in alcol etilico e anidride carbonica.
- 4 Rimontaggio e follatura: il mosto viene rimontato, ovvero estratto dal fondo del contenitore e reinserito nella parte superiore, per favorire l'estrazione del colore e dei tannini presenti nella buccia delle uve. In alcuni casi, si effettua anche la follatura, ovvero la mescolanza del mosto con i residui solidi (vinaccia).
- 5 Pressatura: dopo la fermentazione, il vino viene pressato per estrarre il residuo solido (la vinaccia) e ottenere il vino chiarificato.
- 6 Affinamento: il vino viene trasferito in contenitori di acciaio, legno o cemento per l'affinamento, che può durare da alcuni mesi a diversi anni, a seconda del tipo di vino e del produttore. Durante l'affinamento, il vino si stabilizza e si arricchisce di aromi e sapori.
- 7 Assemblaggio: in alcuni casi, si effettua l'assemblaggio, ovvero la miscelazione di diversi vini per ottenere un prodotto finale con le caratteristiche desiderate.
- 8 Filtraggio: il vino viene filtrato per rimuovere eventuali residui solidi e per migliorare la chiarezza e la stabilità.
- 9 Imbottigliamento: il vino viene imbottigliato e tappato con un tappo di sughero o una capsula a vite. Dopo l'imbottigliamento, il vino può essere venduto immediatamente o lasciato invecchiare ulteriormente in bottiglia.
- 10 Etichettatura: le bottiglie di vino vengono etichettate con le informazioni sul produttore, il tipo di vino, l'annata, il contenuto alcolico e altre informazioni pertinenti.
- 11 Vendita e consumo: il vino viene venduto al consumatore finale, che può gustarlo da solo o in abbinamento a cibi specifici.

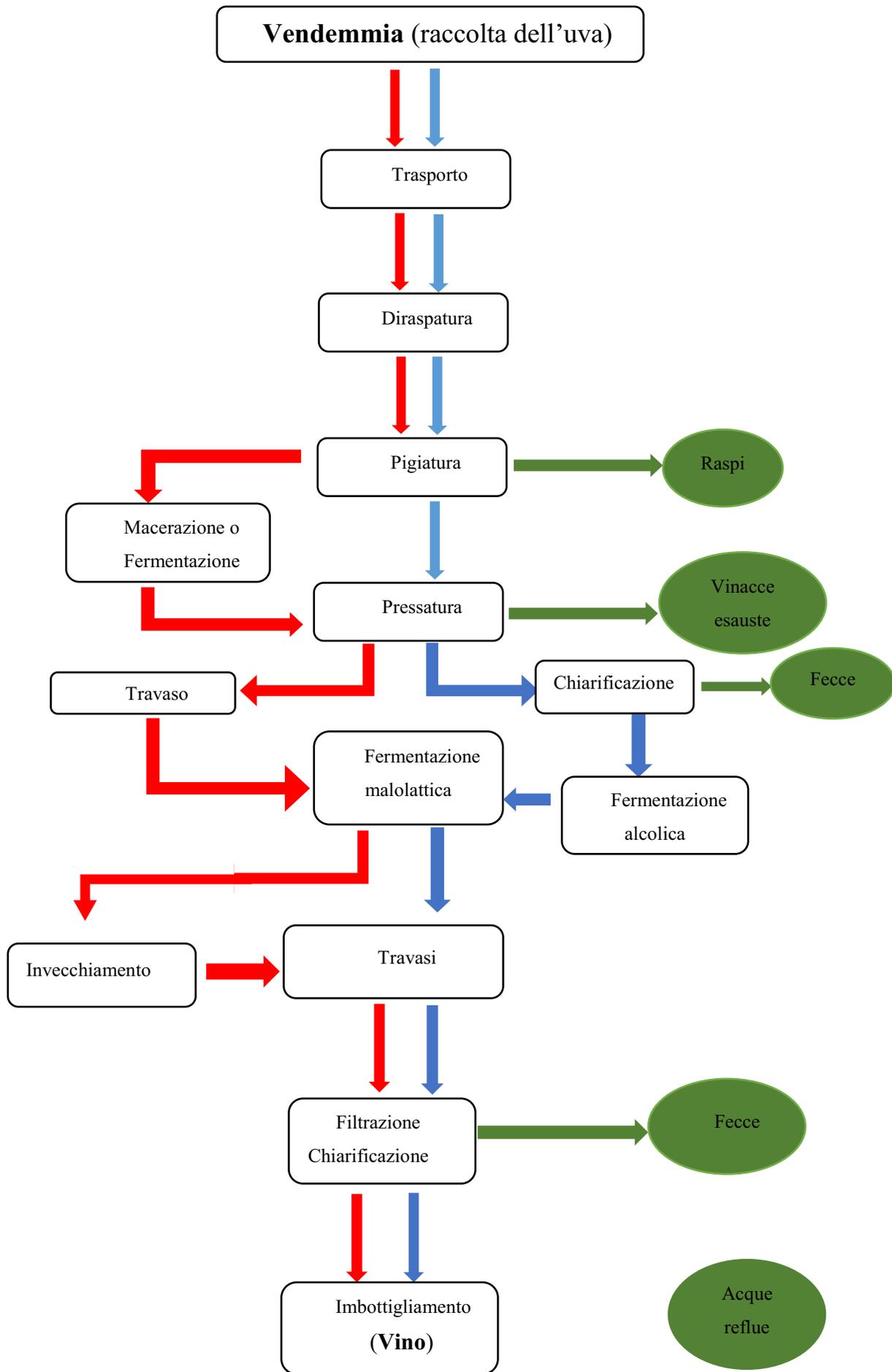


Figura 4: diagramma di vinificazione

Capitolo 2: SCARTI DEL VINO

Da un'indagine pubblicata da Creo ed altri [6] risulta che in media, per ogni ettolitro di vino, sono prodotti 20 kg di vinacce e 3,85 kg di raspi, in linea con i dati ANPA [7] e oltre 6,36 kg di fecce e solidi di chiarificazione (tal e quali).

Partendo da questi dati è facile intuire come l'industria del vino generi infatti enormi quantitativi di rifiuti ogni anno. Tra questi abbiamo vinacce, vinaccioli, raspi, foglie, fecce e reflui di cantina (Martina, 2020).

La Tabella 1 illustra un'elaborazione dei dati riportati dall'Organizzazione internazionale della vigna e del vino (OIV) relativi all'anno 2022, con il fine di stimare le quantità di scarti generati complessivamente in Italia nel medesimo anno:

Tabella 1: Stima delle quantità di scarti generati nell'anno 2022 in Italia prendendo in considerazione la produzione di vino (49.843.000 hl) e la superficie vitata (718.198 ha) nel medesimo anno (OIV, 2022).

Tipologia di residuo	Quantità ottenute	Stima quantità totale annue (migliaia di t)
<i>Sarmenti</i>	500 kg per ha di superficie vitata	359
<i>Vinacce:</i>	20 kg per hl di vino	997
<i>di cui bucce</i>	65%	648
<i>di cui vinaccioli</i>	20%	199
<i>Fecce + Fanghi</i>	6,36 kg per hl di vino	317
<i>Raspi</i>	3,85 kg per hl di vino	192

Durante la potatura delle viti si possono produrre diversi tipi di scarti, tra cui:

1. Rametti: i rametti sono i rami laterali della vite che vengono rimossi durante la potatura. Questi possono essere raccolti e utilizzati come combustibile per il fuoco o come materia organica per il compostaggio.

2. Foglie: le foglie che vengono rimosse durante la potatura possono essere utilizzate come fertilizzante di origine naturale per migliorare la fertilità del suolo.
3. Tralci: i tralci sono i rami principali della vite che vengono rimossi durante la potatura. Questi corrispondono al 93% degli scarti ottenuti in viticoltura, sono composti da cellulosa, emicellulose e lignina. Possono essere utilizzati come materiale per la produzione di cesti, oggetti artigianali o arredi.
4. Legno: il legno che viene rimosso durante la potatura può essere utilizzato come materiale per la produzione di mobili, oggetti artigianali o come combustibile.
5. Residui di potatura: i residui di potatura possono essere utilizzati come materia organica per il compostaggio o come fonte di biomassa per la produzione di energia. I volumi più consistenti sono quelli della potatura della vite, in quanto, ogni anno, un ettaro di vigneto produce da 0.5 a 5 tonnellate di sarmenti, a seconda del tipo di vite, dell'età della pianta e della procedura impiegata.

Durante la raccolta e processo di vinificazione delle uve si possono produrre diversi tipi di scarti, tra cui:

1. Raspi: i raspi sono gli steli che tengono insieme i grappoli di uva. Questi possono essere rimossi manualmente o attraverso un'apposita macchina durante la raccolta dell'uva. I raspi sono costituiti da composti lignocellulosici (22-47%), come cellulosa, emicellulose, tannini (6-7%); possono essere utilizzati come fertilizzante per il terreno o come fonte di fibra per l'industria cartaria.
2. Le bucce: le bucce sono la parte esterna dell'uva che viene rimossa durante la produzione del vino, possono essere utilizzate per la produzione di compost o come fonte di antiossidanti e polifenoli per l'industria alimentare e farmaceutica.
3. I semi: i semi possono essere rimossi dall'uva durante la produzione del vino o possono essere presenti all'interno dell'uva stessa.
I semi costituiscono il 5% dell'uva e si stima che la loro produzione mondiale si aggiri intorno ai 3 milioni di tonnellate. I semi sono costituiti da fibre, proteine, lipidi, carboidrati, minerali, composti polifenolici (tannini).
I semi possono essere utilizzati come fonte di olio di semi di uva in quanto è ricco di acidi grassi e antiossidanti.
4. Le foglie: le foglie possono essere raccolte insieme all'uva e successivamente rimosse per poter essere utilizzate come fertilizzante per il terreno o nell'alimentazione zootecnica.

5. Le vinacce: le vinacce sono substrati complessi composti da 30% da polisaccaridi neutri, 20% sostanze pectiche acide, 15% proantocianidine insolubili, lignina, proteine strutturali e fenoli.

Sono quei prodotti solidi rimanenti a seguito dell'estrazione del succo d'uva dopo la pressatura, sono costituiti da bucce (rappresentano circa la metà), semi e qualsiasi altro materiale solido.

Le stime dimostrano che dalla produzione di 6L di vino si generano 1kg di vinacce; generalizzando, nel mondo si producono circa 10-13 milioni di tonnellate di vinacce ogni anno.

6. Le fecce: le fecce sono scarti generati durante i processi di fermentazione e invecchiamento del vino; sono i residui che si formano sul fondo del recipiente dove viene conservato il vino dopo la sua fermentazione. In particolare, presentano una frazione solida costituita prevalentemente da microrganismi (lieviti e batteri), carboidrati insolubili, frazione di cellulosa ed emicellulosa, composti fenolici, lignina, proteine, metalli e sali organici e una frazione liquida ricca di etanolo e acidi organici (acido lattico, acido acetico).

Anche se questi materiali non sono considerati tossici, il loro elevato contenuto in materia organica e la loro composizione molecolare, contribuiscono ai potenziali problemi di inquinamento. Per questo motivo è importante adottare strategie di recupero e valorizzazione di tali scarti.

Capitolo 3: VALORIZZAZIONE DEGLI SCARTI IN OTTICA DI ECONOMIA CIRCOLARE IN CAMPO ALIMENTARE

3.1 Economia circolare

L'economia circolare promuove la condivisione, il prestito, il riutilizzo, la riparazione, il ricondizionamento e il riciclo dei materiali e prodotti esistenti per massimizzare la loro durata utile (Parlamento Europeo, 2023). Questo processo allunga il ciclo di vita dei prodotti, contribuendo significativamente a ridurre i rifiuti.

Al termine della loro funzione, i materiali vengono reintegrati, quando possibile, attraverso il riciclo, permettendo così di generare continuamente nuovi prodotti con un valore aggiunto.



Figura 5: Modello di economia circolare (Parlamento Europeo, 2023).

I principi dell'economia circolare contrastano con il convenzionale modello economico lineare, basato sul tradizionale ciclo di "estrazione, produzione, consumo e smaltimento", come illustrato nella Figura 5. Questo modello economico tradizionale dipende dalla disponibilità abbondante di materiali ed energia a basso costo e facilmente reperibili.

La pratica del riutilizzo e del riciclaggio dei prodotti comporterebbe una diminuzione nell'impiego delle risorse naturali, limiterebbe la degradazione del paesaggio e degli habitat, contribuirebbe a preservare la biodiversità e porterebbe ad una significativa riduzione delle emissioni annuali complessive di gas a effetto serra.

Conformemente ai dati forniti dall'Agenzia europea dell'ambiente, i processi industriali e l'utilizzo dei prodotti risultano responsabili del 9,10% delle emissioni di gas serra nell'Unione Europea, mentre la gestione dei rifiuti costituisce il 3,32%.

Considerando che si stima che oltre l'80% dell'impatto ambientale di un articolo si definisca durante il processo di progettazione, la creazione di prodotti con maggiore efficienza e sostenibilità fin dalla fase iniziale contribuirebbe alla riduzione del consumo di energia e risorse; anche il passaggio alla produzione di prodotti più durevoli, riutilizzabili, aggiornati e riparati comporterebbe una riduzione della quantità di rifiuti.

Queste considerazioni valgono anche per il settore vitivinicolo e per molti altri settori, poiché c'è una crescente consapevolezza della necessità di rivedere i sistemi di produzione al fine di renderli più sostenibili.

Con il termine "agricoltura sostenibile" si intende la capacità dei sistemi agricoli di contribuire a lungo termine al benessere generale della popolazione, producendo cibo, merci e servizi sufficienti, in modo economicamente efficiente e remunerativo, socialmente responsabile e rispettoso dell'ambiente [8].

Non è semplice ridurre la quantità di rifiuti che si ottengono durante la produzione del vino, in quanto, molte pratiche si basano su processi tradizionali; perciò è necessario trovare un impiego a questi "rifiuti" generati. Un aspetto peculiare della viticoltura è la natura complessa del vino, che è un prodotto trasformato, che unisce la fase prettamente agricola, la produzione delle uve, a una fase di trattamento, la produzione di vino. Durante questa fase di trasformazione si devono applicare differenti principi della sostenibilità, come l'utilizzo moderato di additivi e la gestione dei sottoprodotti.

In particolare, l'industria vinicola genera annualmente immense quantità di rifiuti durante il processo di produzione. In un'ottica di sostenibilità ed economia circolare orientata allo zero spreco, negli ultimi anni sono state sviluppate nuove strategie per il loro recupero.

La maggior parte dei produttori di vino afferma di destinare i residui di vinificazione alla produzione di grappa tramite distillazione, mentre scarti come raspi, fecce e acque reflue vengono ancora trattati come rifiuti [6].

Tali scarti contengono molte molecole bioattive che possono essere recuperate ed utilizzate nei settori della nutraceutica e della cosmesi, mentre per la produzione di bioenergie sono

necessarie quantità di biomassa maggiori. Ciò consente di ridurre o quasi azzerare gli oneri di smaltimento dei rifiuti e dare un valore aggiunto alla coltura.

3.2 Alcuni esempi di applicazione dell'economia circolare in ambito alimentare

3.2.1 Esempio di applicazione: produzione di acquavite-grappa

Secondo alcune fonti (Bellone, 2023, [9], [10]), alcune ricerche archeologiche, come la Missione Archeologica Italiana del CNR nel 1998 a Pyrgos (isola di Cipro), hanno scoperto che le civiltà antiche conoscevano già la distillazione in quanto sono stati ritrovati degli alambicchi probabilmente di invenzione araba del VII secolo d.C.

Probabilmente, la distillazione veniva utilizzata principalmente per ottenere essenze medicinali e profumi, successive ricerche, secondo Baronio, (2011), confermano l'idea che i Romani usassero l'alambicco anche per distillare il vino oltre alla produzione di profumi, essenze, colori e sostanze pittoriche.

Ma solo intorno all'anno Mille iniziò la produzione di acquavite ponendo negli alambicchi il vino come materia prima, con il progredire degli anni e delle ricerche è stata inventata la colonna di distillazione, che consentiva la concentrazione dei liquidi alcolici in una sola distillazione. La colonna però, poteva operare solo su frammenti liquidi e non su sostanze solide, di conseguenza le vinacce venivano liscivate con acqua ed il vinello ottenuto veniva poi distillato.

La distillazione dei residui della lavorazione dell'uva appartiene dunque, secondo l'usanza, a un'economia povera, obbligata a utilizzare i sottoprodotti di qualità inferiore rispetto alle produzioni più pregiate e remunerative, le cui rendite spesso non giungevano alle dimore dei contadini, come il vino.

Poiché la produzione era maggiore del fabbisogno familiare e vi era una forte domanda extra-familiare, la grappa (acquavite) è stata oggetto di intensi scambi e si può considerare uno dei prodotti principali che hanno stimolato all'apertura dell'economia familiare al mercato.

Inizialmente in nessuna edizione compariva la parola grappa riferita ad una bevanda, mentre nel Lemmario della seconda metà dell'800 vi appariva la parola "acquavite" indicando la parte spiritosa del vino, o di qualsiasi liquore vinoso, che si ricava distillando, ma alquanto mescolata d'acqua.

Grappa, con il significato di distillato, si trova per la prima volta nel dizionario Vicentino-Italico di Luigi Pajello del 1896, perciò possiamo dire che la grappa nasce ufficialmente in Veneto verso la fine del 1800.

Secondo l'istituto nazionale che tutela la grappa (Istituto nazionale grappa, 2011), la grappa è un'acquavite unica in quanto è l'unica bevanda ad essere prodotta da una materia prima solida posta direttamente in alambicco.

In Italia, a differenza di molte altre nazioni, è difatti vietato produrre grappa a partire dalla lisciviazione delle vinacce con acqua, per poi andare a distillare i vinelli ottenuti in alambicco, anche se ciò riduce il rischio di cattive produzioni ed è un processo più economico. Come riportato anche da Guadagnini e Odello, (1989), l'impiego diretto della vinaccia è giustificato dal fatto che la buccia degli acini contiene la maggior parte degli aromi dell'uva e solo distillando direttamente la vinaccia si ha la possibilità di recuperarli nell'acquavite.

In linea generale, possiamo constatare che partendo da circa 100 kg di vinacce si possono ottenere mediamente 8 litri di grappa al 40%.

Per quanto riguarda la regolamentazione odierna la grappa è definita come un distillato ottenuto da vinacce (derivate da uve diverse o dallo stesso vitigno) fermentate, quindi imbevute di alcol, che vengono poi scaldate e da queste vengono separate le parti volatili, alcoliche e aromatiche. Queste ultime parti vengono poi condensate e ridistillate per ottenere un alcol che non deve essere inferiore a 37,5%, mentre il limite massimo di solito varia tra il 40% e il 60%.

Non è prevista l'aromatizzazione ma tuttavia è consentita l'aggiunta di piante aromatiche o loro parti, che però vanno obbligatoriamente riportati in etichetta.

Inoltre, il tenore di alcol metilico non deve essere superiore a 1.000 g/hl di alcol al 100% in volume in quanto è tossico e induce depressione del sistema nervoso centrale mentre i suoi metaboliti (formaldeide e acido formico) sono responsabili dei danni al nervo ottico e alla retina. La dose letale per un essere umano varia da 0,3 ad 1,0 g per kg di peso corporeo.

Nella produzione della grappa è consentito l'impiego di fecce liquide naturali di vino per un massimo di 25 kg ogni 100 kg di vinacce utilizzate per incrementare la resa in alcol (di 4-5% vol.) e ridurre il tasso totale di alcol metilico.

Attualmente, in Italia, meno del 30% della vinaccia viene utilizzata per la produzione di grappa mentre dalla restante parte si ricava alcol etilico.

In particolare, in Italia ci sono circa 130 produttori di grappa e in mancanza di dati certi provenienti da fonti ufficiali si stima che circa il 63% delle distillerie si trova nel nord-est, circa il 23% nord-ovest, poco più del 14% al centro-sud.

La maggior quota di distillerie produttrici di grappa si trova in Veneto con 45 unità, in Trentino con 38 e nel Piemonte con 24; in Toscana ed in Sicilia se ne contano rispettivamente 4 e 3.

Secondo alcuni dati fornitici da Assodistil (2011, 2022), come mostrato in Figura 6, nella produzione di grappa si sta verificando una progressiva diminuzione della sua produzione.



Figura 6: Produzione italiana di grappa 2000-2020, (Assodistil, 2011, Assodistil, 2022) modificato).

Durante il processo di distillazione vengono generati numerosi co-prodotti che possono essere riutilizzati nel ciclo di produzione (combustione e produzione di energia) o in altre attività quali produzione di mangimi, di fertilizzanti e di olio. Questo genera un mercato parallelo dei co-prodotti e può contribuire alla riduzione dei costi di produzione.

Tra i co-prodotti più rilevanti troviamo i vinaccioli: sono i semi contenuti nelle bacche d'uva e vengono trasformati dagli oleifici in olio di vinaccioli, utilizzato per estrarre i polifenoli, impiegato in prodotti cosmetici o utilizzato come base per produrre biodiesel, un biocarburante alternativo al gasolio fossile. Una volta estratti i componenti bioattivi, i vinaccioli, oramai poveri di sostanze, possono essere utilizzati come combustibile grazie al loro elevato potere calorifico ed il basso residuo in termini di ceneri (Assodistil, 2022).

Poi vi troviamo, ad esempio, la vinaccia esausta (bucce) che viene utilizzata come combustibile per la produzione di vapore all'interno dello stabilimento stesso, oppure per ricavare mangimi o biomassa.

Secondo Venturini, (1987), le vinacce esauste rappresentano il 12% della vinaccia non fermentata.

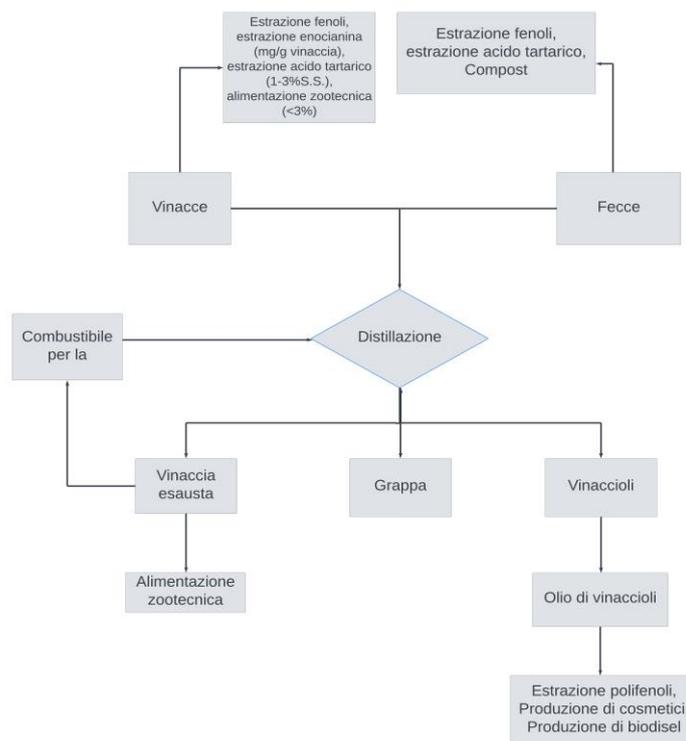


Figura 7: Produzione dei distillati ed esempi di possibili valorizzazioni dei sottoprodotti

3.2.2 Esempio di applicazione: Ingredienti degli integratori alimentari

Come riportato da Weseler [11], negli USA molti integratori alimentari sono a base di semi, estratto o polvere d'uva rossa per i loro effetti antiossidanti, ipoglicemizzanti e ipolipemizzanti. Invece in Europa vengono utilizzati da diversi decenni solo a scopi terapeutici, le proantocianidine oligomeriche da semi d'uva (OPC) sono spesso prescritte dai medici in dosi di 50-200 mg al giorno, come medicina complementare e non sostitutiva della medicina convenzionale.

In alcuni sottoprodotti ottenuti dalla cantina (semi, vinacce, sarmenti, ed altri), rimangono ancora quantità importanti di composti fenolici diventando quindi una fonte molto economica per l'estrazione di flavonoli. Gli estratti sono prevalentemente composti da sostanze fenoliche e volatili, inclusi gli stilbeni (come γ -viniferina, ϵ -viniferina, trans-resveratrolo e trans-piceide), i flavonoidi (catechina, epicatechina, vanillina, luteolina, esperidina, quercetina e apigenina), e gli acidi fenolici (acido caffeico, acido gallico, acido p-cumarico, acido ferulico e acido ellagico).

Secondo Jesus ed altri autori [12], sono state studiate molte tecnologie sostenibili per ottenere composti bioattivi, tra le tecnologie sperimentate troviamo: riscaldamento convenzionale (CHE), i metodi di estrazione assistita da microonde (MAE), estrazione assistita da ultrasuoni (UAE), estrazione con campo elettrico pulsato (PEFE) e trattamenti combinati (come SFE e PSE, idrolisi alcalina e idrolisi enzimatica assistita da pretrattamento con scariche elettriche ad alta tensione (HVED) e riscaldamento ohmico (OH)).

Il trattamento che ha ottenuto risultati migliori con un minor dispendio di energia è stato l'HVED, causando però un danno maggiore alla struttura cellulare del residuo di potatura della vite (VPR) trattato.

La resa più alta di contenuto fenolico totale (TPC) è di 34,5 mg/g di acido gallico equivalente (GAE), con purezza dell'89%.

Un approccio combinato che prevede l'utilizzo di scosse elettriche ad alta tensione prima dell'idrolisi enzimatica ha portato a un miglioramento della delignificazione e all'aumento della produzione di composti fenolici come l'acido ferulico e il resveratrolo.

I flavonoli sono degli antiossidanti, importanti per la cura di malattie umane molto diffuse come l'artrite, fungono da inibitori nei processi neoplastici (Alonso et al.,2002) e hanno un'intensa attività antinfiammatoria [13].

Grazie a queste proprietà benefiche questi sottoprodotti possono essere utilizzati come integratori alimentari e nella produzione di fitochimici.

Sul mercato sono disponibili prodotti che contengono una combinazione di estratti di tè verde, semi d'uva, rosmarino e origano, tra gli altri ingredienti. Alcuni di questi prodotti contengono quantità significative di composti fenolici come oligomeri proantocianidinici, monomeri polifenolici ed acidi organici, utilizzate per la protezione cellulare.

Alcuni autori [14], hanno studiato l'attività probiotica a livello gastrointestinale degli oligosaccaridi ottenuti dai residui di potatura (purificati al 99%).

I risultati indicano che durante la fermentazione in feci umane della miscela non digerita per 48 ore, si è constatato che circa l'80% degli oligosaccaridi veniva consumato e si è osservato un aumento del 14% nella popolazione di Bifidobacterium, evidenziando così un'attività prebiotica per la salute umana dimostrando resistenza alla digestione gastrointestinale.



Figura 8: Integratori alimentari a base d'estratti d'uva (Life Extension, 2024; Farmacia Guacci, 2024; Cuorerbe, 2024).

Un altro composto fenolico che esercita un'azione molto importante è l' ϵ -viniferina, un dimero del resveratrolo. Come riportato in molti studi [15], [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22], è presente in molte piante, tra le quali i generi: *Vitis*, *Caragana*, *Carex*, *Hopea*, *Paonia*. In Particolare, nella *Vitis vinifera* (vite) l' ϵ -viniferina può essere estratta da tralci (i quali solitamente vengono bruciati o interrati per apportare nutrienti al terreno), dalle vinacce (in quanto, le vinacce post-vinificazione, presentano circa 30-40% di composti fenolici) e dalle fecce.

Sebbene diversi studi scientifici, [23], [24], [25], [26], [27], [28], [29], [30], [31], [32], [33], [34], [35], [36], [37], affermino che questa molecola esplica un'azione promettente sulla gestione dell'obesità, sono necessarie ulteriori ricerche per identificare quali metaboliti sono coinvolti e la tossicità umana (DL50) al fine di includerli negli alimenti funzionali, nell'applicazione clinica e renderli disponibili nel mercato.

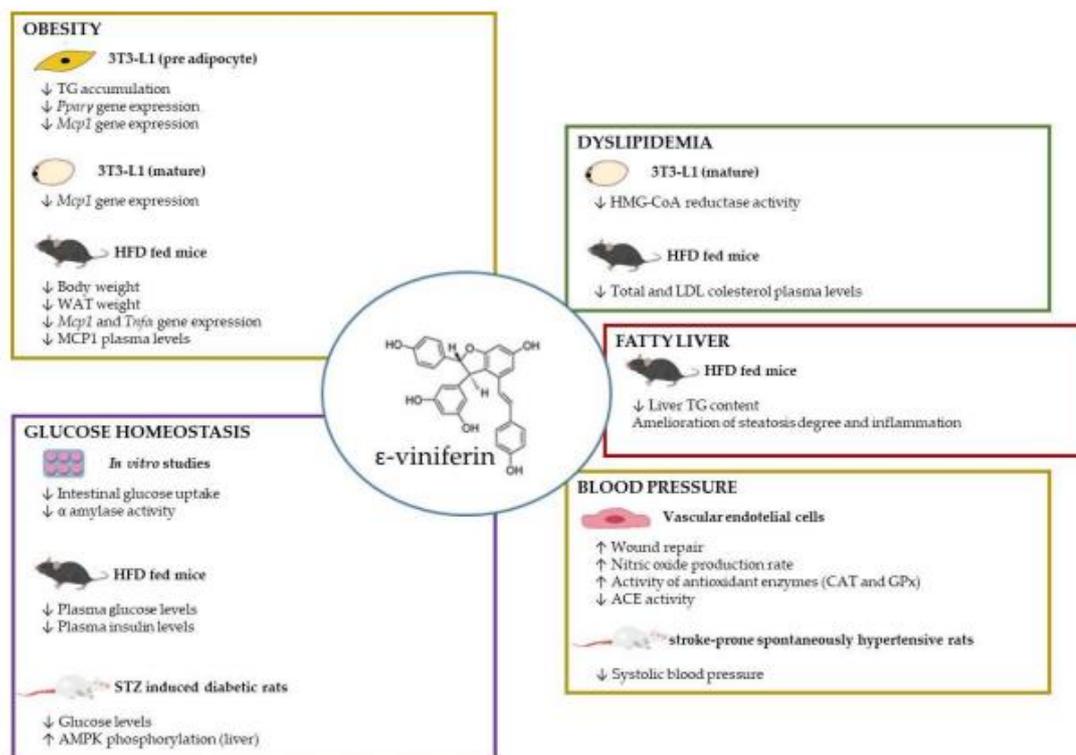


Figura 9: Rappresentazione schematica degli effetti dell'ε-viniferina nell'obesità e nelle alterazioni della salute correlate [38].

3.2.3 Esempio di applicazione: Additivi naturali

I prodotti enologici offrono un'alternativa molto interessante di antiossidanti naturali nell'industria alimentare e un'ampia gamma di additivi naturali come l'acido tartarico Figura 10 e l'enocianina (E163) Figura 11.

L'acido tartarico naturale si ottiene soprattutto dalle fecce e viene utilizzato negli alimenti per svolgere diverse azioni, tra le più importanti troviamo quella conservante, emulsionante nel pane, acidificante in enologia, come ingrediente nei biscotti, caramelle, marmellate e gelatine [39].

In base alla varietà dell'uva, alle condizioni climatiche, ai metodi di produzione e alle tecniche estrattive, si ottengono rese di acido tartarico di circa 1-3% sulla sostanza secca.

Secondo Assodistil (Assodistil, 2022), nel 2022 l'Italia si è classificata come primo produttore mondiale di acido tartarico naturale con circa 23.000 t pari ai 2/3 dell'intera produzione mondiale.

L'enocianina (E163), è un pigmento naturale che deriva dagli antociani presenti nella buccia dell'uva. Attualmente è presente nella lista positiva dei coloranti che possono essere utilizzati nella preparazione degli alimenti (bevande, marmellate, caramelle, gelati e prodotti



Figura 10: Acido tartarico (enoadvance, 2024).



Figura 11: Enocianina (enotecnica, 2024).

farmaceutici) in quanto l’Autorità europea per la sicurezza alimentare (EFSA) lo ha ritenuto sicuro.

In base alle tecniche estrattive utilizzate si ottengono rese in ordini di mg/g di sostanza secca. Secondo la valutazione del Comitato congiunto FAO/OMS sugli additivi alimentari, la dose giornaliera ammissibile (ADI) di estratto di buccia d'uva è 0-2,5 mg/kg di peso corporeo (World Health Organization (WHO), 2009).

Recentemente, Gil Cortiella ed altri [40] hanno impiegato fibre provenienti dalle vinacce del vitigno “Cabernet Sauvignon” (*Vitis vinifera*) come additivi per il processo di maturazione dei vini rossi (rese di fibra circa 20-30% per peso secco delle vinacce). Gli autori hanno enfatizzato che questa procedura potrebbe costituire una valida risorsa per i produttori di vino al fine di ottenere materiale da parete cellulare dall’uva non fermentata, attraverso il riutilizzo degli scarti della cantina, anziché impiegare uva fresca di valore commerciale elevato.

3.2.4 Esempio di applicazione: Cosmetici

Alcuni principali sottoprodotti dell’uva tra cui le bucce, i semi, le foglie e i raspi, sono stati utilizzati nella formulazione di nuovi prodotti cosmetici. In conformità al Regolamento UE 1223/2009 (Eur-lex, 2009), il termine "prodotto cosmetico", assume il significato di "qualsiasi sostanza o miscela destinata a entrare in contatto con le superfici esterne del corpo umano, come l'epidermide, il sistema pilifero, le unghie, le labbra e gli organi genitali esterni, o con i denti e le mucose del cavo orale. Tale contatto deve avvenire esclusivamente o principalmente con l'obiettivo di detergerli, profumarli, modificarne l'aspetto, proteggerli, mantenerli in buono stato o correggere gli odori corporei" [41].

Come riportato nell'International Cosmetic Ingredient Dictionary and Handbook, l'estratto di semi di *Vitis Vinifera* (uva) funziona come agente anticarie, agente antiforfora, agente antifungino, agente antimicrobico, antiossidante, agente aromatizzante, agente per l'igiene orale, farmaco per la salute orale, agente di protezione solare ed altri [42].

In particolare, dai semi d'uva vengono estratti soprattutto i polifenoli, più specificatamente gli oligomeri proantocianidinici, in quanto si sono rivelati molto interessanti nei cosmetici per le loro proprietà benefiche per la salute della pelle collegate alla riduzione dei danni causati dai raggi UV e alla riduzione dell'invecchiamento precoce.

Secondo studi condotti da alcuni autori [43] anche l'acido linoleico (che rappresenta circa il 70-75% dell'olio di semi d'uva), se applicato nei prodotti per la cura del viso, mostra effetti antiinfiammatori e anti-tietà.

Inoltre, questi studi sono stati avvalorati con delle prove significative effettuate dall' American Academy of Dermatology [44].

I prodotti contenenti ingredienti derivati dalla *Vitis Vinifera* (uva) possono essere applicati sulla zona degli occhi o sulle mucose e potrebbero essere ingeriti accidentalmente. In quanto, se inalate accidentalmente le particelle hanno dimensioni tali da fermarsi nelle regioni nasofaringee e toraciche senza arrivare ai polmoni, quindi non causano problemi gravi, [45].

Purtroppo, in passato non sono state effettuate molte ricerche in merito alle possibili applicazioni degli estratti dei sottoprodotti vitivinicoli nei prodotti cosmetici, in quanto le ricerche si sono concentrate sui miglioramenti delle tecniche estrattive (sia in termini di risparmio economico che di riduzione dell'utilizzo di solventi nocivi per l'uomo/ ambiente).

Nonostante attualmente la ricerca si concentri sulla valorizzazione degli scarti enologici per scopi cosmetici, al momento solo alcuni marchi, tra cui Caudalié, Uva Frescas, Douro SkinCare, DC Dermoteca Cosmetics, Merlot Natural Grape Seed Skin Care, e BioAroma Natural Products, offrono prodotti con composti estratti dall'uva.

Secondo i dati del Programma di Registrazione Volontaria dei Cosmetici (Voluntary Cosmetic Registration Program, VCRP) raccolti dalla Food and Drug Administration (FDA) nel 2011, si osserva che l'estratto di semi di *Vitis Vinifera* (uva) è impiegato in 463 formulazioni cosmetiche, l'estratto della frutta è presente in 219 formulazioni cosmetiche, mentre l'estratto delle foglie è utilizzato in 78 formulazioni cosmetiche [46].

In particolare, i prodotti cosmetici attualmente presenti sul mercato in quantità maggiori includono creme solari, peeling viso con olio di semi d'uva prodotti per la cura della pelle, creme anti-tietà per gli occhi, creme idratanti anti-tietà, siero viso per il trattamento delle macchie scure, creme da giorno o da notte e kit scrub alla vinaccia.

L'ultimo contiene sansa riciclata (29%) che aiuta la riparazione delle cellule della pelle umana. Nonostante questi vantaggi, come riportato anche da Soto ed altri autori [47], negli scarti delle cantine possono essere presenti metalli pesanti e residui di pesticidi, quindi prima di essere utilizzati per la preparazione di cosmetici bisogna rimuovere tali sostanze.

In linea generale, dai sottoprodotti della lavorazione dell'uva, possono essere estratti diversi composti bioattivi, ma soltanto alcuni di essi sono stati oggetto di studi approfonditi e inclusi in formulazioni cosmetiche o prodotti farmaceutici.

Attualmente, gli ingredienti dell'uva sono incorporati nelle formulazioni cosmetiche come antiossidanti e/o coloranti (ad esempio, polvere di succo d'uva) in quanto, le preoccupazioni legate alla sicurezza, alla capacità di penetrare la pelle e al rilascio dell'efficacia rappresentano aspetti cruciali nello sviluppo di nuovi prodotti cosmetici che impiegano sottoprodotti agroindustriali.



Figura 12: Esempio di cosmetici a base d'estratti d'uva (Caudalie, 2024).

3.2.5 Esempio di applicazione: Disinfettanti

Durante il periodo di Covid-19 in Italia (ed altre parti del mondo) si è evidenziata fin dall'inizio la difficoltà nel reperire prodotti a base di alcol necessari per la pulizia e disinfezione di ambienti, oggetti e mani.

Un esempio virtuoso è rappresentato dall'azienda Caviro (Nomisma, Caviro, 2020), la più grande produttrice di vino in Italia, che, vista la situazione critica e l'aumento della domanda di alcol ad uso igienizzante, sia ad uso ospedaliero che domestico, le è stata concessa dall'Agenzia delle Dogane l'autorizzazione per la vendita di piccoli quantitativi.

L'azienda, seguendo le linee guida tracciate dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), ha organizzato la produzione di un igienizzante per le mani totalmente sostenibile, poiché l'alcol utilizzato proviene interamente da fonti agricole (vinacce, sarmenti ed altri) ed i contenitori sono 100% riciclabili.

In particolare il prodotto a cui si fa riferimento è l'alcol etilico di origine biologica o bioetanolo.

Il bioetanolo spesso è ottenuto dalla fermentazione di biomasse come vinacce, sarmenti, altri residui della lavorazione dell'uva, mais, canna da zucchero o altri vegetali. Come illustrato anche in Figura 13, il bioetanolo per essere utilizzato per scopi di disinfezione, e quindi essere efficace contro gli agenti patogeni, deve avere una concentrazione di almeno il 60-70%.

Per quanto concerne la sua produzione, alcuni studiosi [48] hanno impiegato pretrattamenti basati sull'idrolisi alcalina, seguita da idrolisi enzimatica e fermentazione di tali residui per ottenere glucosio, utilizzato come fonte di carbonio per la sintesi di bioetanolo.

I risultati evidenziano che il tempo di reazione e la concentrazione di NaOH incidono sulla risposta, e la massima resa di glucosio (202 g di glucosio/kg di VPR) è stata conseguita con l'uso di NaOH al 2,5% per 40 minuti a 120 °C.

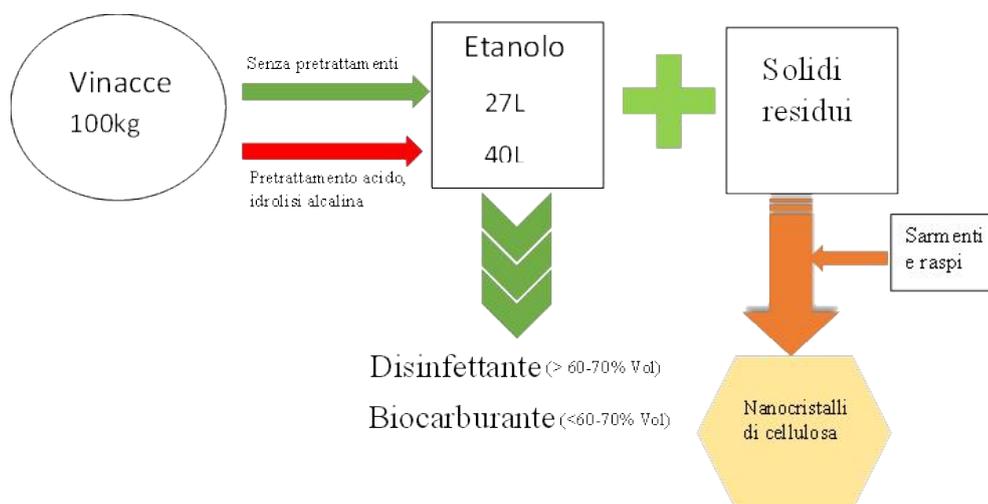


Figura 13: Diagramma di flusso della produzione di etanolo

3.2.6 Esempio di applicazione: Alimentazione degli animali

Negli ultimi anni si calcola che solo il 3% delle vinacce prodotte sia utilizzato come parte dell'alimentazione degli animali [49], [50].

In generale la vinaccia è povera in energia metabolizzabile per chilogrammo di materia secca se comparata a formulati commerciali specifici per l'alimentazione animale, ma è conveniente

utilizzarle in quanto si ha un risparmio dei costi dovuti allo smaltimento dei rifiuti enologici e risparmio nei costi di mangime.

Poiché la vinaccia è acida, è relativamente facile insilarla e la tecnica più adoperata consiste nell'insilamento in sacchi di polietilene sigillati, il quale inoltre riduce i composti fenolici migliorandone la qualità nutrizionale [51], [52].

A titolo di esempio, uno studio [53], ha dimostrato che, sebbene l'inclusione di semi d'uva nella dieta dei suini non abbia avuto nessun effetto sulle loro prestazioni complessive, ha comportato una riduzione della produzione di citochine infiammatorie nel fegato dei suini (determinato dalla soppressione dell'espressione delle molecole regolatrici NF-Kb e Nrf2). Inoltre, l'aggiunta di pannelli di semi d'uva durante la fase finale della dieta ha portato a una significativa riduzione del colesterolo (-9,05%) ed a un aumento dei livelli di IgA (+49,90%) nel plasma. Somministrare le vinacce fermentate nella dieta dei suini durante la fase di ingrasso ne ha determinato un aumento del contenuto in acidi grassi polinsaturi nel tessuto adiposo sottocutaneo, ha ridotto la perossidazione lipidica e ha migliorato la stabilità del colore della carne.

Per concludere, è stato segnalato che l'aggiunta di vinacce alle diete destinate ai polli da carne ha portato ad un aumento delle risposte immunitarie e ha contribuito a ridurre il costo del mangime per ogni kg di peso vivo (K. Ebrahimzadeh, Navidshad, Farhoomand e Mirzaei, 2018).

I risultati di questa ricerca suggeriscono che l'inclusione di vinacce e sansa nelle diete, fino al 10%, non hanno un impatto negativo sulle prestazioni dei polli da carne, ma invece ne migliorano le risposte antiossidanti e immunitarie.

3.2.7 Esempi di applicazioni in ambito alimentare nel futuro

I sottoprodotti derivanti dalla cantina sono stati valutati in studi in vitro e in vivo, nonché su vari prodotti alimentari quali carne bovina, pollo, maiale, lattughe, zuppe, e grazie al loro notevole contenuto bioattivo si sono dimostrati in grado di agire in modo efficace contro una serie di batteri di origine alimentare quali: *B. cereus*, *C. jejuni*, *E. coli*, *L. monocytogenes*, *S. enterica*, tossina Shiga, ocratossina A. Come riportato anche da Friedman [54] sono però necessarie ulteriori ricerche per affinare le pratiche di sicurezza alimentare e valutare l'efficacia del vino e dei suoi sottoprodotti nel trattamento di infezioni sia animali che umane. Inoltre, la fibra di raspi e bucce potrebbe essere utilizzata come additivo alimentare per migliorare la consistenza e la struttura di prodotti come pane, biscotti e pasta.

In particolare, alcuni autori [55] hanno provato ad utilizzare l'estratto acquoso delle vinacce nella produzione di pasta fresca ed essiccata e ne sono stati valutati il contenuto totale di fenoli e flavonoidi, l'attività antiossidante, la qualità della cottura e l'accettabilità sensoriale.

Per lo studio, la vinaccia composta da bucce, vinaccioli e raspi, è stata fornita da un'azienda locale di Foggia (Sud Italia), durante la vendemmia 2014 e la tecnica di estrazione utilizzata per estrarre i polifenoli dalle vinacce è stata l'estrazione assistita da ultrasuoni (UAE).

La pasta è stata prodotta utilizzando una miscela di semola di grano duro ed estratto acquoso di vinacce invece della semplice acqua.

I risultati hanno mostrato che la pasta arricchita con vinacce ha un contenuto totale di fenoli e flavonoidi significativamente più alto rispetto ai campioni di controllo, ha mostrato un'attività antiossidante più elevata, una maggior resistenza alla cottura ed ha ottenuto un punteggio più alto in termini di accettabilità sensoriale rispetto ai campioni di controllo.

In questo modo è possibile affrontare i problemi ambientali e soddisfare allo stesso tempo la domanda dei consumatori per prodotti alimentari di riconosciuta qualità.

In generale, la maggior parte degli studi sui sottoprodotti si concentrano sulle condizioni di ottimizzazione dell'estrazione per ottenere potenziali composti bioattivi, ma le applicazioni delle sostanze estratte agli alimenti sono molto scarse in quanto richiedono tempistiche di lavorazione maggiore, reperibilità dei sottoprodotti non costante (in quanto la produzione di uva e suoi sottoprodotti è stagionale) ed un maggior costo di produzione (il consumatore non sempre è disposto a spendere più del solito per un alimento leggermente più sostenibile).

Capitolo 4: VALORIZZAZIONE DEGLI SCARTI IN OTTICA DI ECONOMIA CIRCOLARE IN CAMPO AMBIENTALE

4.1.1 Esempio di applicazione: Biocombustibile

Attraverso gli impianti di digestione anaerobica, che sfruttano sottoprodotti dell'industria enologica, reflui liquidi e palabili (prodotti dall'azienda stessa e/o conferitegli da altre aziende limitrofe) è stata resa possibile la realizzazione del biogas e biometano avanzato (biocarburante per autotrazione). Il biogas prodotto è in grado di garantire l'autosufficienza degli impianti grazie alla produzione di energia rinnovabile e all'ottimizzazione dell'efficienza degli impianti, in quanto questi producono contemporaneamente energia elettrica ed energia termica.

In particolare, come dimostrato dalle fonti dell'azienda Caviro, nel 2019 l'azienda ad esempio ha prodotto 9 milioni di m³ di biometano destinato all'autotrazione grazie a due impianti con tecnologia a membrane che purificano il biogas separando il metano dall'anidride carbonica. La componente metanica contenuta nel biometano è superiore al 97%, invece la CO₂ viene catturata, liquefatta attraverso l'azione del freddo e destinata al mercato alimentare come alternativa alla CO₂ di origine minerale. In questo modo la CO₂ non viene emessa riducendo l'impatto ambientale (Caviro garantisce la produzione di circa 7000 t/anno di CO₂ liquefatta). L'utilizzo del biocarburante a bassissime emissioni è certificato sostenibile secondo lo schema nazionale del DM 14/11/2019.

Per quanto riguarda i residui della digestione anaerobica, fanghi e ammendanti, questi diventano materia prima per la produzione di fertilizzanti naturali.

All'atto pratico, prendendo come esempio le aziende Caviro ed Enomondo nell'anno 2019, queste hanno processato 555000 tonnellate di scarti provenienti per il 25% dalla filiera vitivinicola, 49% agroalimentare e 26% potature e sovvalli, ricavando 196000 tonnellate di prodotti di cui alcuni riutilizzabili dall'industria (35%), fertilizzanti naturali (56%) e inerti per l'industria (9%). Allo smaltimento finale vengono inviate solo 3900 tonnellate (meno dell'1% dei materiali di entrata) e questo significa che il 99% dei prodotti di scarto della filiera vitivinicola sono stati processati per generare nuovi prodotti. Tutto ciò può essere considerato pressoché come un ciclo infinito che si autoalimenta.

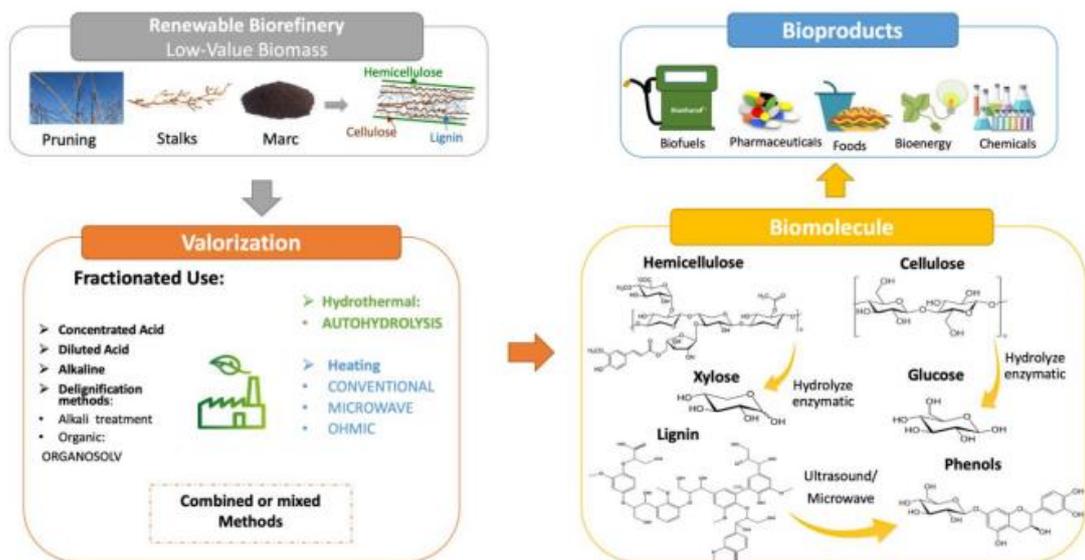


Figura 14: Valorizzazione della biomassa lignocellulosica generata dalla lavorazione del vino [12].

Tra i biocarburanti più utilizzati nell'autotrazione troviamo il bioetanolo. Solitamente il bioetanolo impiegato nell'autotrazione presenta una concentrazione inferiore al 60%.

Alcuni autori [14], [56] hanno proposto di convertire la cellulosa presente nei sarmenti in glucosio e successiva fermentazione per produrre etanolo, con rendimenti che possono superare i 270 litri per tonnellata di etanolo. In alternativa, è possibile aumentare il rendimento delle vinacce (persino a superare i 400 litri per tonnellata di etanolo) sottoponendole a un pretrattamento acido seguito da un'idrolisi enzimatica.

I residui solidi risultanti dal processo di fermentazione, ricchi di lignina, possono essere soggetti a pirolisi per essere trasformati in biochar.

Il bioetanolo solitamente viene aggiunto alla benzina in quantità del 10% per migliorarne la carburazione.

Come riportato da Renewable Fuels Association [57] e in Figura 15, la produzione globale di etanolo combustibile nel 2021 ammonta a circa 103 milioni di m³, e più della metà sono prodotti dagli Stati Uniti.

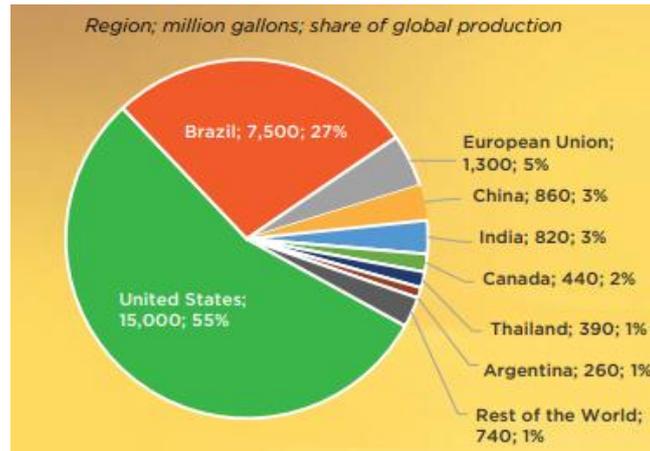


Figura 15: Produzione globale di etanolo nel 2021 [57].

4.1.2 Esempio di applicazione: Bioenergia

Per le potature della vite, una soluzione ampiamente adottata ai giorni nostri è la valorizzazione energetica. La biomassa di sarmenti (residui di potatura) può alimentare centrali termoelettriche per fornire energia verde ai processi della cantina e contribuire ad abbattere i costi, generando reddito accessorio nella gestione delle attività di filiera.

Secondo diverse sperimentazioni il processo di vinificazione comporta un elevato consumo di energia elettrica per la refrigerazione (circa il 90% dei consumi totali di una cantina) e per far fronte a questa problematica e valorizzare i residui di potatura invernale si è pensato di utilizzare questi residui come biocombustibili per la produzione del calore necessario per alimentare il gruppo frigorifero ad assorbimento.

Secondo Guidetti ed altri autori [58], [59] attualmente i residui di potatura vengono eliminati attraverso la trinciatura e il successivo interrimento, costituendo così un costo di gestione. La realizzazione di questo processo innovativo permetterebbe quindi sia un notevole risparmio energetico sia la valorizzazione di una biomassa, quindi un risparmio sui costi di smaltimento. È stato anche pensato di effettuare la raccolta e la successiva vendita come biocombustibile ma è risultato economicamente svantaggioso in quanto le operazioni meccaniche determinano un costo di produzione superiore al valore di mercato. Quindi possiamo dire che la realizzazione di queste filiere agro-energetiche basate sui residui di potatura è vincolata alla loro immediata trasformazione e alla valorizzazione dell'energia prodotta.

Normalmente la refrigerazione avviene per mezzo di un gruppo frigorifero munito di compressore che, pur avendo prestazioni adeguate alle esigenze, è energivoro. Il frigorifero ad assorbimento è più complesso di quello a compressione in quanto il sistema, per il suo

funzionamento, utilizza calore fornito da una fonte calda; l'energia termica può derivare da un bruciatore oppure da un sistema di recupero (ad olio diatermico, acqua o vapore).

Il frigorifero ad assorbimento impiega una miscela binaria di fluidi, ad esempio una soluzione di acqua e bromuro di litio ($H_2O-BrLi$) oppure ammoniaca e acqua ($NH_3 - H_2O$); la prima delle due sostanze della miscela si comporta come fluido refrigerante e la seconda come solvente. I vantaggi principali di una macchina frigorifera di questo genere rispetto a una tradizionale (a compressore) sono essenzialmente dovuti alla possibilità di sottrarre calore durante le fasi del processo produttivo utilizzando energia termica spesso di scarto al posto di quella elettrica e al mancato impiego di refrigeranti di sintesi.

Per quanto riguarda la vinificazione e per il soddisfacimento del fabbisogno in freddo, principalmente destinato a ridurre la temperatura delle vasche con il mosto in fermentazione, viene utilizzato un gruppo frigorifero tradizionale.

Inoltre, come illustrato da alcuni studiosi [60], tale filiera consentirebbe anche una riduzione delle emissioni di gas serra (GHG) di circa 53,3t CO_2 equivalente rispetto alla filiera tradizionale che utilizza energia prodotta con combustibili fossili classificandola quindi più sostenibile da un punto di vista ambientale permettendo di ridurre del 90% circa le emissioni di GHG correlate alla produzione di energia termica ed energia frigorifera.

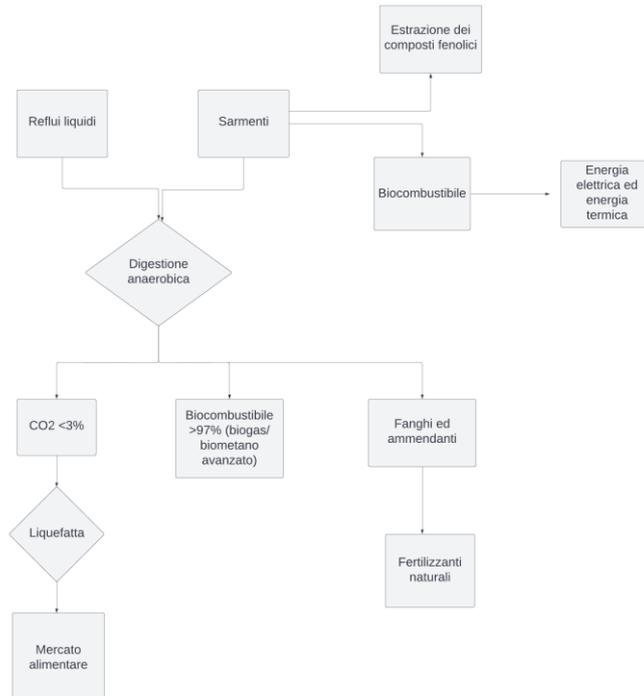


Figura 16: Riepilogo dell'utilizzo dei sarmenti

4.1.3 Esempi di applicazione: Compost

Il continuo aumento della domanda e dei costi della torba, utilizzata come substrato in orticoltura, hanno portato alla ricerca di compost di alta qualità a basso costo derivante da rifiuti organici come gli scarti delle cantine [61].

Alcuni autori, [62], [63], [64], [65], [66], [67], hanno proposto di utilizzare le fecce di vinificazione congiuntamente ad altri substrati, quali vinacce o potature di tralci di vite, per produrre substrati di crescita per le piante (compost, terriccio) in quanto ne aumentano le percentuali di sostanza organica, i livelli di nutrienti (fornendo un'azione di fertilizzazione lenta e duratura), la biomassa microbica e migliora le proprietà fisiche del suolo (aerazione, capacità di ritenzione idrica, ed altre).

Ad esempio, Diaz ed altri [66], hanno scoperto che aggiungendo anche la borlanda (residuo del processo di fermentazione e distillazione di materiali contenenti zuccheri, come barbabietola e canna da zucchero, vinacce, patate e cereali) questa influenza sia positivamente che negativamente il compostaggio e le quantità ideali per migliorare lo sviluppo del substrato sono quelle moderate (tra il 10% e il 20%).

Paradelo ed altri [65], hanno scoperto che substrati ottimali si raggiungono miscelando le vinacce idrolizzate e le fecce di vinificazioni in rapporti equi-molari (1:1) in quanto in presenza di 5g di CaCO₃ in 100g di vinacce idrolizzate, il pH delle miscele è salito da 5,1-6,7 a 7,1-8,1, le concentrazioni di sale e di carbonio idrosolubile sono diminuite e la fitotossicità rilevata nelle fecce e nelle vinacce iniziali è scomparsa in tutte le miscele testate.

Alcuni studi [68], hanno indicato l' idoneità del compost derivato dagli scarti della cantina per la concimazione di una coltivazione di pomodori, altri [69] hanno ipotizzato e constatato che si possono utilizzare i tralci di vite, i raspi e le vinacce per ottenere un substrato di alta qualità e a basso costo (economicamente e ambientalmente sostenibile e vantaggioso) per la coltivazione del fungo commestibile più diffuso, l'*Agaricus bisporus*, comunemente chiamato champignon.

In un articolo [70] alcuni autori (Lasaridi et al.,2000; Ribererau Gayon & Peybaud,1982; Vez,1993 e Dellas,2000), hanno riportato che il compost derivato dalla buccia di uva pressata ha prodotto uno dei compost di migliore qualità sia in termini di caratteristiche fisicochimiche che di valore agronomico; in particolare è consigliato per l'applicazione nei vigneti perché il substrato umidificato facilita l'incorporazione e migliora la capacità di ritenzione idrica del suolo, l'azoto viene rilasciato gradualmente (molto importante nei suoli eccessivamente azotati) e presenta valori moderati di potassio (è un fattore di qualità nei vini).

Altri studi, [71], [72], [73], hanno ipotizzato di produrre il vermi-compostaggio grazie alla capacità del lombrico *Eisenia Andrei* di compostare vari rifiuti di cantina quali: vinacce esauste, biossidi di borlanda, pannelli di feccia e sarmenti di vite, ottenendo un prodotto agricolo pregiato.

In particolare, il vermi-compostaggio ha migliorato il valore agronomico degli scarti della cantina riducendo il rapporto C/N, la conduttività e la fitotossicità, mentre sono aumentati i materiali umici, il contenuto di nutrienti ed il pH in generale.

Infine, Le Duy & Boa, (1982); Saha & Zeikus, (1989) ed Israidelis et al., (1998) propongono di utilizzare gli estratti di acqua calda della polpa e della buccia dell'uva per fungere da buon substrato per la produzione di pullulano, un polisaccaride importante prodotto dal fungo simile al lievito *Aureobasidium Pullulans*. Viene utilizzato come ingrediente a basso contenuto calorico negli alimenti, come addensante a causa della sua bassa permeabilità all'ossigeno, come agente di imballaggio, come agente microincapsulante per aromi e spezie e nei fertilizzanti come potenziatore della solubilità in acqua.

Nell'industria farmaceutica viene utilizzato per prevenire l'ossidazione delle compresse e come agente legante.

4.1.4 Esempio di applicazione: Fertilizzazione con acque reflue

In generale, i reflui enologici sono scarti a basso valore costituiti dalle sostanze contenute nell'uva (acini, raspi, semi, polpa), dai prodotti residui dei processi di vinificazione (lieviti, microrganismi, zuccheri, alcol etilico ed altri) e dalle sostanze che intervengono durante la lavorazione del vino (carbone attivo, coadiuvanti di filtrazione, tensioattivi impiegati nei lavaggi ed altri).

Come evidenziato da Bonari E. et al., (Enrico, Laura, & Nicola, 2024) in base al tipo di vino prodotto, alle modalità di lavorazione adottate e alle dimensioni aziendali, le caratteristiche quanti-qualitative dei reflui vinicoli sono risultate estremamente variabili.

Purtroppo ad oggi non sono presenti ricerche che trattino le tecnologie sviluppate per un'adeguata valorizzazione di tali scarti ad eccezione dello spargimento in campo (azione fertilizzante). In particolare, l'utilizzo di tali residui deve rispettare le procedure descritte nell'articolo 38 del D.lgs. 152/1999, ovvero la somministrazione dei reflui al terreno è ammessa solo se questi sono in grado di svolgere azione irrigua, fertilizzante o ammendante.

4.1.5 Esempio di applicazione: Adsorbenti naturali

Alcuni autori [74], hanno scoperto che la vinaccia può essere utilizzata come adsorbente naturale metallico, in particolare per cadmio e piombo, nel trattamento degli effluenti.

Invece, come mostrato nella review di Devesa-Rey [70] gli autori Villaescusa et al., (2004), e Yuan-shen et al., (2004) hanno dimostrato che anche i fanghi di scarico delle cantine sono un efficace adsorbente di metalli pesanti da soluzioni acquose.

L'adsorbimento del metallo consiste in meccanismi che differiscono quantitativamente e qualitativamente a seconda dell'origine e specie metallica in soluzione, ed è efficace solo a pH basico, in quanto a pH acido in soluzione c'è una maggior concentrazione di ioni H^+ che competono con i cationi metallici.

4.1.6 Esempi di applicazioni future

Le tecnologie innovative di seguito riportate al momento non sono diffuse sul mercato ma, se verranno fatti investimenti dedicati, dagli impianti pilota si potrebbero sviluppare quelli industriali.

4.1.6.1 Produzione di bioplastiche

Attualmente si stanno svolgendo molti studi per ridurre l'impronta di carbonio, i rischi di inquinamento e le emissioni di gas serra causate dall'uso di polimeri convenzionali in quanto la maggior parte di questi materiali plastici vengono utilizzati per applicazioni usa e getta, ovvero prodotti che vengono scartati entro un anno o meno dal loro acquisto [75], aumentando il problema dell'inquinamento e alla limitata possibilità di riciclare le plastiche prodotte, in parte dovuta alla non completa separazione dei materiali [76].

Per contrastare questi effetti negativi i consumatori stanno utilizzando sempre di più gli imballaggi biodegradabili.

Ad oggi, tra i materiali plastici di imballaggio degli alimenti più utilizzati troviamo il poliestere espanso (EPS), in quanto grazie alla sua versatilità e alla sua struttura cellulare fornisce bassa densità, elevata resistenza agli urti ed elevato isolamento termico.

Questo materiale però non è in linea con le norme sulla riduzione degli inquinanti ambientali in quanto, se smaltito in modo errato, necessita di un lungo lasso di tempo per la sua completa degradazione [77], [78].

Per far fronte a questa problematica, cercando un prodotto che sostituisca l'EPS, alcuni autori [79], [80], [81], [82], [83], [84], [85], [86] attraverso i loro studi hanno dimostrato che anche

le schiume ottenute dall'amido nativo presentano caratteristiche simili all'EPS, ma ulteriori ricerche hanno dimostrato che l'elevata affinità dell'amido con l'acqua (presente all'interno degli alimenti) rendono questo tipo di materiale impraticabile per l'imballaggio alimentare. Altre ricerche, [81], [87], [88], [89], hanno proposto di aggiungere alla matrice polimerica i residui derivanti dalle lavorazioni agroindustriali (ricchi di fibre lignocellulosiche) per migliorare le proprietà delle schiume di amido, un esempio di tali biopolimeri sono i raspi d'uva.

In particolare, Spigno ed altri autori [90], [91], [92] hanno valutato e comparato la biodegradabilità e la potenziale applicazione delle schiume incorporate con raspi d'uva *Cabernet Sauvignon*, per il confezionamento di alimenti a basso contenuto di umidità, come la zuppa inglese, con le schiume termoplastiche a base di amido di manioca ed i vassoi in EPS. Da tali studi è emerso che la morfologia (porosità) della schiuma può influenzare anche la sua permeabilità ai gas e la sua velocità di degradazione (più è aperta la struttura cellulare più veloce è l'attacco dei microrganismi e quindi la degradazione); in particolare, la schiuma con raspi d'uva ha una porosità maggiore (87%), seguita dalla schiuma di amido di manioca (84%) ed infine dalle vaschette in EPS (60%). In seguito però, con il proseguire degli studi, è stato dimostrato che, nonostante sia l'alimento che l'imballaggio non abbiano mostrato sviluppo microbico, le schiume termoplastiche (sia con che senza aggiunta di raspi), a differenza dei campioni di EPS, hanno presentato deformazioni visibili e differenze significative nel contenuto di umidità.

Possiamo concludere quindi che le schiume di amido di manioca incorporate di raspi d'uva possono essere una buona soluzione come imballaggio per alimenti poco umidi e che sono necessari ulteriori studi e ricerche per estendere la loro applicazione.

Altre aziende, come ad esempio l'azienda Caviro, stanno svolgendo ricerche per mettere a punto un sistema per la produzione di bioplastiche a partire dai fanghi di depurazione e vinacce (oltre ad altri scarti). L'azienda, nel settembre del 2019, affermava di aver messo in esercizio il primo impianto prototipo BPLAST-demo per la produzione di un polimero plastico, il PHA da testare all'interno del progetto europeo BBE USABLE PACKAGING (Circular Bio-based Europe Joint Undertaking, 2024) per produrre un packaging rinnovabile e biodegradabile da poter reimpiegare nella filiera del vino.

Come riportato da Cuccurullo G. (Giuliana, 2017), il PHA di origine organica attualmente è ottenuto per la maggior parte dagli zuccheri della lavorazione del mais; tuttavia, si stima che

dalla vinaccia de-alcolata ed autoclavata la produzione di PHA annuale si aggirerebbe intorno alle 30000 t.

Un attuale impianto pilota prevede la macinazione dei tralci di vite utilizzando il frazionamento a secco per produrre particelle fini da utilizzare come riempitivi nei composti plastici a base di PHBV (Poli (3-idrossibutirrato-3-idrossivalerato)) per accelerare la cinetica di biodegradazione di tali prodotti.

Dalle misurazioni della cristallinità e osservazioni al microscopio elettronico a scansione è emerso che minore è il contenuto in polifenoli dei residui utilizzati come riempitivo più rapida è la degradazione del prodotto finale.

Alcune aziende stanno già utilizzando gli scarti della viticoltura per produrre imballaggi eco-sostenibili, ad esempio sacchetti per la spesa e vaschette per alimenti. Tuttavia l'utilizzo di questi materiali è ancora limitato in quanto ci sono ancora molte sfide da superare come, ad esempio, la garanzia della sicurezza alimentare, la standardizzazione delle materie prime ed i costi di produzione.

4.1.6.2 *Produzione di materiali con inclusioni di residui biologici*

Alcuni autori definiscono questi materiali innovativi con inclusioni di residui biologici "eco-alleggeriti".

Tra i progetti in stato avanzato per lo sviluppo di questi materiali innovativi, vi troviamo: quelli che prevedono la miscelazione di fecce e raspi (opportunitamente trattati) con argilla e successiva cottura per ottenere materiali ceramici eco-alleggeriti (portati avanti dal laboratorio SITEIA.PARMA); quelli che prevedono la macinazione a vari gradi di finezza di raspi e vinaccioli, per essere utilizzati nella realizzazione di lastre di finto legno come top per arredo interno, fornendo materiali facilmente lavorabili e gradevoli esteticamente [58]; altri che prevedono l'incorporazione di trucioli di vite nella realizzazione dei pannelli truciolari utilizzati in edilizia per il loro basso costo ed effetto isolante.

In particolare, quest'ultimo progetto è stato portato avanti da alcuni ricercatori dell'università di Melbourne (Australia). Come riportato da Wong M. et al. (Wong, Sherrell, & Hendrikse, 2020), tali ricercatori stanno effettuando delle prove per sostituire in piccola parte (10%) i trucioli di legno tenero con i trucioli di vite nella realizzazione dei pannelli truciolari.



Figura 17: Tradizionale pannello truciolare di legno (a sinistra) rispetto al pannello truciolare di vite (a destra) (Wong, Sherrell, & Hendrikse, 2020).

Dagli studi effettuati è emerso che aggiungendo anche solo il 10% di trucioli di vite (sarmenti macinati) alla classica formulazione dei pannelli truciolari, come mostrato anche in Figura 17, questi rientrano negli standard di resistenza e durabilità senza modificare il processo esistente.

Anche se, a colpo d'occhio, il 10% può sembrare un numero relativamente basso, a livello globale di produzione di pannelli truciolari, significherebbe diminuire la domanda di legno tenero di almeno decine di migliaia di tonnellate all'anno e, di conseguenza, ridurre i costi della materia prima e del prodotto finito, salvaguardando allo stesso tempo l'ambiente (in quanto si ha anche una minor quantità di scarti agricoli da smaltire).

Inoltre, come riportato dai medesimi autori (Wong, Sherrell, & Hendrikse, 2020), le prospettive future a lungo termine sono quelle di sostituire al 100% (o quasi) i classici pannelli truciolari a base di legno tenero con pannelli a base di trucioli di vite.

In accordo con quanto evidenziato in questo elaborato, il progetto SOSTINNOVI ha dimostrato che la filiera vitivinicola offre numerosi spunti per chiudere i cicli e realizzare un'autentica economia circolare, attraverso il recupero di sostanze utili in altre filiere produttive, o all'interno del ciclo di produzione del vino.

4.1.6.3 Produzione di pellet

Il pellet è un biocombustibile solido di dimensioni piccole ed omogenee ottenute dalla trasformazione sia fisica che chimica della materia lignocellulosica utilizzando la pressione meccanica.

Il pellet è un combustibile che sta riscontrando sempre più successo per gli impianti di riscaldamento di piccole e medie dimensioni in quanto risulta facile da maneggiare, trasportare e immagazzinare grazie alle dimensioni uniformi, all'elevata densità e al basso contenuto di umidità.

Ad oggi sul mercato ci sono molti pellet derivanti dalle lavorazioni di diversi tipi di legno (faggio, abete, pino, melo, ciliegio ed altri). Poiché il legno è una materia prima utilizzata anche per altre industrie, come ad esempio per le industrie produttrici di pannelli truciolari (che costituisce un'importante settore di punta), è necessario cercare materie prime alternative che possano essere introdotte nel mercato del pellet e una possibile fonte possono essere i sarmenti di vite e sughero.

Secondo alcuni studi [58], [93], [94], [95], sono richiesti dei consumi di energia per effettuare la macinazione dei sarmenti a differenza dei residui di sughero industriale e della segatura di pino (materiali attualmente utilizzati per la produzione di pellet) che si presentano già nelle dimensioni adeguate potendo così risparmiare questa quota di energia.

Oltre agli oneri energetici bisogna tener conto dei limiti imposti dalle normative che regolano la produzione e distribuzione di pellet a livello comunitario ed extracomunitario.

Secondo prove effettuate da Mediavilla ed altri [96] emerge che i pellet ottenuti con tralci di vite generano l'accumulo e la formazione di scorie nel bruciatore, provocando una scarsa qualità della combustione ed eccessive manutenzioni straordinarie. Aggiungendo i residui di sughero industriale al pellet di sarmenti d'uva si è verificata una notevole riduzione degli accumuli di cenere e scorie ed una riduzione delle emissioni di monossido di carbonio anche se con contemporaneo aumento delle emissioni di ossido di azoto (in quanto sono entrambi materiali ricchi in azoto).

In particolare è risultato che il pellet formato da 70% residui di sughero e 30% sarmenti di vite si può considerare idoneo sia per il processo di pellettizzazione che per quello di combustione.

Secondo uno studio condotto da Giorio ed altri [97], i gas emessi durante la combustione presentano valori inferiori ai limiti richiesti dalla normativa europea, presentando però dimensioni del particolato superiori al limite stabilito. Tuttavia, a differenza delle caldaie a livello domestico, le attuali caldaie di grandi e medie dimensioni dispongono di filtri specifici che impediscono il rilascio di particolato nell'ambiente.

In sintesi, i pellet di sarmenti di vite secondo questo studio possono essere utilizzati soltanto in caldaie di grandi e medie dimensioni e non per l'uso domestico.

CONSIDERAZIONI

Nella Tabella 2, in base alle informazioni acquisite durante lo studio sulla valorizzazione dei sottoprodotti vitivinicoli, si presenta un riassunto di ciò che è stato evidenziato nei capitoli precedenti. In particolare, emerge che la maggioranza dei sottoprodotti viene principalmente impiegata come base per la generazione di biocarburanti, bioenergia, compost e produzione di distillati.

Tabella 2: Tabella riepilogativa dei prodotti ottenuti e ottenibili dall'industria vitivinicola su scala industriale nel territorio nazionale prendendo come riferimento le produzioni dell'azienda Caviro nell'anno 2022.

Campo di applicazione degli scarti vitivinicoli	Tipo di prodotto ottenuto	Quantità prodotte espresse su scala industriale
Valorizzazioni in campo energetico	Biogas Biometano Bioetanolo Pellet	Grande Media Piccola Scala non dichiarata
Valorizzazioni in campo alimentare	Acquaviti Integratori alimentari Arricchimento degli alimenti Additivi alimentari naturali Alimentazione zootecnica	Medio - piccola Piccola Ricerca e sviluppo Piccola Media
Valorizzazioni per applicazioni superficiali	Cosmetici Disinfettanti	Piccola Scala non dichiarata
Valorizzazioni in campo ambientale	Compost e fertilizzanti Materiali eco-alleggeriti Bio-plastiche Pannelli truciolari	Grande Ricerca e sviluppo Ricerca e sviluppo Ricerca e sviluppo

Nonostante ciò, data l'alta qualità di tali sottoprodotti, specialmente per quanto riguarda la componente bioattiva, diverse ricerche stanno attualmente mirando ad ottimizzare l'estrazione dei composti bioattivi ed esplorare l'impiego di tali sottoprodotti anche per la produzione di biomateriali.

Particolare interesse è stato suscitato dalle molteplici applicazioni dei polifenoli, in quanto si ritrovano in quantità maggiori rispetto agli altri composti e in quasi tutti i sottoprodotti vitivinicoli.

Nello specifico, le problematiche relative all'estrazione ed utilizzo dei composti fenolici sono legate alla raccolta e trasporto dei residui vitivinicoli dalle piccole aziende agricole alle bioraffinerie (aziende di trasformazione), in quanto necessitano di una complessa gestione delle raccolte, delle relative trasformazioni (massimizzazione delle rese, utilizzo di solventi sintetici, ai quali si può parzialmente rimediare utilizzando solventi naturali) e ulteriori problematiche sono legate al costo economico. Per questi motivi l'estrazione di composti fenolici e simili può essere effettuata esclusivamente (o quasi) nei centri specializzati situati entro un raggio ragionevolmente vicino alle aziende che garantiscono una produzione adeguata di tali "residui" con costi logistici contenuti.

Anche la produzione di alcol etilico utilizzato come disinfettante ottenuto da scarti vitivinicoli ha riscontrato una elevata richiesta di domanda soprattutto a livello ospedaliero in quanto, nel 2019 si è verificato un incremento della sua domanda dovuta alla pandemia Covid-19.

Alcuni sottoprodotti quali vinacce, vinaccioli, bucce e raspi stanno trovando sempre più applicazione come additivi naturali impiegati nella formulazione degli alimenti.

In campo cosmetico e farmaceutico, gli estratti di tali residui vengono attualmente utilizzati in piccola parte nei formulati di cui si ha la massima certezza di innocuità.

Le attuali ricerche in questo ambito si stanno concentrando nello sviluppo di nuovi prodotti e nel garantire la loro sicurezza d'uso e si prevede che nel futuro questi sottoprodotti occupino un'importante posizione all'interno del mercato farmaceutico e cosmetico.

La conversione in bioenergia dei sottoprodotti esaminati si configura come una delle realtà in via di consolidamento. Attualmente in Italia sono operativi oltre 1200 impianti dedicati alla produzione di biogas che utilizzano sottoprodotti di lavorazione, spesso in combinazione con reflui zootecnici (Consorzio italiano BIO-GAS, 2020). Tra le diverse opzioni disponibili per la gestione e valorizzazione di vinacce, fecce e tralci scartati, la digestione anaerobica finalizzata alla produzione di biogas si presenta come una delle soluzioni attualmente più efficaci e praticabili. Questo approccio risulta particolarmente vantaggioso poiché, non solo

offre una destinazione utile ai residui del processo di lavorazione, ma genera anche bioenergia che può essere impiegata all'interno della stessa azienda di trasformazione. In questo modo si contribuisce non solo a ottimizzare l'utilizzo delle risorse, ma anche a ridurre l'impatto ambientale associato al processo di lavorazione della materia prima.

Un'altra applicazione molto utilizzata è la produzione di compost, il quale risulta ottimale per molte applicazioni e in particolare può essere reintegrato nella vigna in quanto esercita un'azione fertilizzante lenta e duratura e migliora le proprietà fisiche del suolo quali aerazione e ritenzione idrica.

Per quanto riguarda le aziende più isolate e di dimensioni ridotte, queste possono destinare tali scarti alla produzione di acquavite o grappa, produzione di compost (fino ai limiti imposti dalle normative in vigore) e somministrazione agli animali presenti in azienda.

Le recenti ricerche stanno studiando le possibili applicazioni delle fibre ottenute dai sottoprodotti vitivinicoli per proteggere l'alimento dalle alterazioni e deterioramento causato dalla proliferazione dei microrganismi patogeni/alteranti (azione conservante) o per migliorare la consistenza di determinati alimenti, garantendo la sicurezza d'uso e l'accettabilità sensoriale.

È stato proposto l'utilizzo di tralci e vinacce per la produzione di pellet, ma attualmente sembra possibile utilizzarlo solamente in miscela con altri materiali e in caldaie di dimensioni medie e grandi in quanto sono le uniche ad essere dotate di filtri specifici in grado di trattenere il particolato generato durante la combustione. Per renderlo disponibile a livello domestico è opportuno sviluppare sistemi in grado di trattenere il particolato anche nei dispositivi piccoli e possibilmente aumentare le percentuali di biomassa vitivinicola utilizzata nella miscela in esame.

A livello sperimentale attualmente si sta esplorando la possibilità di produrre materiali eco-alleggeriti e superfici solide (Solid Surface) utilizzando fecce e raspi d'uva.

Inoltre, si stanno conducendo studi sulla potenziale utilizzazione di fanghi di depurazione e tralci di vite per la creazione di imballaggi alimentari primari (a contatto diretto con l'alimento), che devono rispettare standard ecologici ed essere completamente degradabili. Questa forma di valorizzazione sta guadagnando sempre più rilevanza nella ricerca scientifica, poiché si cerca di sostituire in larga parte i materiali plastici comunemente impiegati nella produzione di posate usa e getta con biomateriali. Tale tendenza è in linea con il divieto ufficiale dell'uso di plastica monouso, introdotto dalla direttiva SUP 2019/904 della Comunità europea. L'obiettivo è quindi sviluppare alternative sostenibili e biodegradabili per ridurre l'impatto ambientale legato all'uso di materiali plastici.

CONCLUSIONI

L'industria vitivinicola registra un aumento progressivo delle proprie produzioni di anno in anno, generando contemporaneamente un aumento dei rifiuti e delle tonnellate di scarti che attualmente non vengono adeguatamente riutilizzati. Questa situazione si traduce in un impatto ambientale significativo, costituendo una problematica rilevante a livello nazionale ed internazionale. Gli scarti derivati dai processi di lavorazione delle uve rappresentano una fonte preziosa di molecole bioattive che possono trovare applicazioni in vari settori, non solo alimentare, ma anche energetico, farmaceutico e cosmetico, come illustrato in Tabella 3. Pertanto, valorizzare questi scarti non solo promuoverebbe una gestione più sostenibile, ma aprirebbe prospettive di vantaggio ambientale alle industrie coinvolte, riducendo l'inquinamento e i rischi ambientali e offrendo opportunità di reclamo in etichetta.

La crescente necessità di sfruttare questi scarti ha portato allo sviluppo di tecnologie innovative per l'estrazione di molecole bioattive. A fianco dei metodi estrattivi tradizionali, sono stati introdotti i cosiddetti metodi 'green'. Sebbene rappresentino un'alternativa che, in molti casi, consentirebbe rese simili o addirittura superiori con un impatto ambientale probabilmente inferiore rispetto ai metodi convenzionali, è necessario condurre ulteriori studi e ricerche per aumentare la sicurezza dei prodotti recuperati dai rifiuti alimentari e giustificare il processo di riciclaggio sia dal punto di vista tecnologico che ambientale ed ottimizzare la loro implementazione su scala industriale, garantendo un processo di scale-up economicamente e ambientalmente sostenibile.

In particolare, la bioconversione della biomassa lignocellulosica in biocarburanti mediante uno schema di bioraffineria è uno dei potenziali approcci per una crescita sostenibile basata su un utilizzo adeguato delle fonti rinnovabili che sta riscontrando sempre più successo, a differenza della produzione di acquavite, che a livello industriale si sta producendo sempre meno.

Altre metodologie che venivano già utilizzate e che continuano ad esserlo sono la produzione di compost e mangimi (in minor parte).

È stato proposto di utilizzare le fibre degli scarti vitivinicoli per produrre materiali d'imballaggio ed utensili plastici usa e getta totalmente biodegradabili, superfici solide per l'arredo e materiali eco-alleggeriti (come, ad esempio, la ceramica alleggerita) ma questi non

sono ancora in commercio in quanto sono necessarie ulteriori ricerche per apprendere a pieno la loro sicurezza d'uso ed applicabilità.

Tabella 3: Rappresentazione dettagliata delle applicazioni di ogni residuo della filiera vitivinicola.

	Fanghi	Fecce	Vinacce	Raspi	Sarmenti
<i>Applicazioni attuali</i>	Biometano e CO ₂	Acido tartarico	Acquavite	Fertilizzanti	Bioetanoio
	Fertilizzanti naturali	Acquavite	Biodiesel	Fibra per l'industria cartaria	Combustibile Pellet (caldaie medie e grandi)
	Compost (per produzione pullulano)	Compost	Alcol etilico (carburante/ disinfettante)	Alimentazione zootecnica	Compost
	Adsorbenti metallici		Integratori alimentari	Compost	
			Cosmetici		
			Compost		
			Alimentazione zootecnica		
			Estrazione delle fibre		
			Adsorbenti		
			...		
<i>Applicazioni future</i>	Bioplastiche *	Materiali ceramici eco-alleggeriti **	Pasta arricchita in polifenoli **	Materiali ceramici eco-alleggeriti **	Bioplastiche * Pellet a livello domestico **
			Lastre di finto legno per arredo**	Lastre di finto legno per arredo**	Pannelli truciolari **
				Pannelli truciolari **	

* = Impianto pilota

** = In stadio di ricerca e sviluppo

BIBLIOGRAFIA

- [1] P. E. MC GOVERN and R. MICHEL, 'The analytical and archaeological challenge of detecting ancient wine: two case studies from the ancient near East', in *The origins and ancient history of wine*, 2003, 1996, pp. 80–89.
- [2] R. Buono and G. Vallariello, 'Introduzione e diffusione della vite (*Vitis vinifera* L.) in Italia', *Delpinoa*, vol. 44, pp. 39–51, 2002.
- [3] Federalimentare, 'La "Via Italiana" alla prevenzione dell'obesità', 2007. Accessed: Oct. 08, 2023. [Online]. Available: <http://www.federalimentare.it/StilidiVitaCorretti/Posizioni.html>
- [4] E. Pomarici, 'Il mercato mondiale del vino: tendenze, scenario competitivo e dualismo tra vecchio e nuovo mondo', [http:// www.centroportici.unina.it](http://www.centroportici.unina.it).
- [5] C. Creo, G. Ansanelli, P. Buttol, and C. Chiavetta, *uso efficiente delle risorse nelle imprese vitivinicole*. 2018. Accessed: Oct. 06, 2023. [Online]. Available: 978-88-8286-371-5
- [6] C. Creo *et al.*, *Uso efficiente delle risorse nelle imprese vitivinicole*, ENEA. 2018, 2018.
- [7] ANPA, *i rifiuti del comparto agroalimentare*. 2002, 2001.
- [8] united nation environmental programme, *Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth*. 2011, 2011.
- [9] C. Da Porto, 'Grappa: production, sensory properties and market development', *Alcoholic Beverages*, pp. 299–314, Jan. 2012, doi: 10.1533/9780857095176.3.299.
- [10] C. Mayr Marangon, M. De Rosso, R. Carraro, and R. Flamini, 'Changes in volatile compounds of grape pomace distillate (Italian grappa) during one-year ageing in oak and cherry barrels', *Food Chem*, vol. 344, p. 128658, May 2021, doi: 10.1016/J.FOODCHEM.2020.128658.
- [11] A. R. Weseler and A. Bast, 'Masquelier's grape seed extract: from basic flavonoid research to a well-characterized food supplement with health benefits', *Nutr J*, vol. 16, no. 1, p. 5, Dec. 2017, doi: 10.1186/s12937-016-0218-1.

- [12] M. Jesus, A. Romani, F. Mata, and L. Domingues, 'Current Options in the Valorisation of Vine Pruning Residue for the Production of Biofuels, Biopolymers, Antioxidants, and Bio-Composites following the Concept of Biorefinery: A Review', *Polymers (Basel)*, vol. 14, no. 9, p. 1640, Apr. 2022, doi: 10.3390/polym14091640.
- [13] A. Miyake, N. P. Friedman, M. J. Emerson, A. H. Witzki, A. Howerter, and T. D. Wager, 'The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex "Frontal Lobe" Tasks: A Latent Variable Analysis', *Cogn Psychol*, vol. 41, no. 1, pp. 49–100, Aug. 2000, doi: 10.1006/cogp.1999.0734.
- [14] I. Dávila, B. Gullón, J. Labidi, and P. Gullón, 'Multiproduct biorefinery from vine shoots: Bio-ethanol and lignin production', *Renew Energy*, vol. 142, pp. 612–623, Nov. 2019, doi: 10.1016/j.renene.2019.04.131.
- [15] P. Goufo, R. K. Singh, and I. Cortez, 'A Reference List of Phenolic Compounds (Including Stilbenes) in Grapevine (*Vitis vinifera* L.) Roots, Woods, Canes, Stems, and Leaves', *Antioxidants*, vol. 9, no. 5, p. 398, May 2020, doi: 10.3390/antiox9050398.
- [16] M. Zwingelstein, M. Draye, J.-L. Besombes, C. Piot, and G. Chatel, 'Viticulural wood waste as a source of polyphenols of interest: Opportunities and perspectives through conventional and emerging extraction methods', *Waste Management*, vol. 102, pp. 782–794, Feb. 2020, doi: 10.1016/j.wasman.2019.11.034.
- [17] P. Tapia-Quirós *et al.*, 'Recovery of Polyphenols from Agri-Food By-Products: The Olive Oil and Winery Industries Cases', *Foods*, vol. 11, no. 3, p. 362, Jan. 2022, doi: 10.3390/foods11030362.
- [18] R. F. Guerrero, J. Valls-Fonayet, T. Richard, and E. Cantos-Villar, 'A rapid quantification of stilbene content in wine by ultra-high pressure liquid chromatography – Mass spectrometry', *Food Control*, vol. 108, p. 106821, Feb. 2020, doi: 10.1016/j.foodcont.2019.106821.
- [19] M. Noviello, A. F. Caputi, G. Squeo, V. M. Paradiso, G. Gambacorta, and F. Caponio, 'Vine Shoots as a Source of Trans-Resveratrol and ϵ -Viniferin: A Study of 23 Italian Varieties', *Foods*, vol. 11, no. 4, p. 553, Feb. 2022, doi: 10.3390/foods11040553.
- [20] R. Nie *et al.*, 'Identification and characterisation of bioactive compounds from the seed kernels and hulls of *Paeonia lactiflora* Pall by UPLC-QTOF-MS', *Food Research International*, vol. 139, p. 109916, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.foodres.2020.109916.
- [21] J. Gabaston *et al.*, 'Wood and roots of major grapevine cultivars and rootstocks: A comparative analysis of stilbenes by UHPLC-DAD-MS/MS and NMR',

- Phytochemical Analysis*, vol. 30, no. 3, pp. 320–331, May 2019, doi: 10.1002/pca.2815.
- [22] T. Tanaka, T. Ito, K. Nakaya, M. Iinuma, and S. Riswan, ‘Oligostilbenoids in stem bark of *Vatica rassak*’, *Phytochemistry*, vol. 54, no. 1, pp. 63–69, May 2000, doi: 10.1016/S0031-9422(00)00026-1.
- [23] R. Liu, Y. Zhang, X. Yao, Q. Wu, M. Wei, and Z. Yan, ‘ ϵ -Viniferin, a promising natural oligostilbene, ameliorates hyperglycemia and hyperlipidemia by activating AMPK *in vivo*’, *Food Funct*, vol. 11, no. 11, pp. 10084–10093, 2020, doi: 10.1039/D0FO01932A.
- [24] M. Anna Malinowska *et al.*, ‘Grape Cane Extracts as Multifunctional Rejuvenating Cosmetic Ingredient: Evaluation of Sirtuin Activity, Tyrosinase Inhibition and Bioavailability Potential’, *Molecules*, vol. 25, no. 9, p. 2203, May 2020, doi: 10.3390/molecules25092203.
- [25] M. Noviello, A. F. Caputi, G. Squeo, V. M. Paradiso, G. Gambacorta, and F. Caponio, ‘Vine Shoots as a Source of Trans-Resveratrol and ϵ -Viniferin: A Study of 23 Italian Varieties’, *Foods*, vol. 11, no. 4, p. 553, Feb. 2022, doi: 10.3390/foods11040553.
- [26] L. M. Mattio *et al.*, ‘Synthesis and Antimicrobial Activity of δ -Viniferin Analogues and Isosteres’, *Molecules*, vol. 26, no. 24, p. 7594, Dec. 2021, doi: 10.3390/molecules26247594.
- [27] I. Aja, M. B. Ruiz-Larrea, A. Courtois, S. Krisa, T. Richard, and J.-I. Ruiz-Sanz, ‘Screening of Natural Stilbene Oligomers from *Vitis vinifera* for Anticancer Activity on Human Hepatocellular Carcinoma Cells’, *Antioxidants*, vol. 9, no. 6, p. 469, Jun. 2020, doi: 10.3390/antiox9060469.
- [28] R. Liu, Y. Zhang, X. Yao, Q. Wu, M. Wei, and Z. Yan, ‘ ϵ -Viniferin, a promising natural oligostilbene, ameliorates hyperglycemia and hyperlipidemia by activating AMPK *in vivo*’, *Food Funct*, vol. 11, no. 11, pp. 10084–10093, 2020, doi: 10.1039/D0FO01932A.
- [29] P. Goufo, R. K. Singh, and I. Cortez, ‘A Reference List of Phenolic Compounds (Including Stilbenes) in Grapevine (*Vitis vinifera* L.) Roots, Woods, Canes, Stems, and Leaves’, *Antioxidants*, vol. 9, no. 5, p. 398, May 2020, doi: 10.3390/antiox9050398.
- [30] C. Roat and M. Saraf, ‘ISOLATION AND CHARACTERIZATION OF t-RESVERATROL AND α -VINIFERIN, A BIOACTIVE SECONDARY METABOLITE OF AN ENDOPHYTIC FUNGUS *ASPERGILLUS STELLIFER*

- AB4, FROM VITIS VINIFERA’, *Journal of microbiology, biotechnology and food sciences*, vol. 9, no. 4, pp. 708–713, Feb. 2020, doi: 10.15414/jmbfs.2020.9.4.708-713.
- [31] C. Lambert *et al.*, ‘Optimize, Modulate, and Scale-up Resveratrol and Resveratrol Dimers Bioproduction in *Vitis labrusca* L. Cell Suspension from Flasks to 20 L Bioreactor’, *Plants*, vol. 8, no. 12, p. 567, Dec. 2019, doi: 10.3390/plants8120567.
- [32] P. Sasikumar *et al.*, ‘Isolation and characterization of resveratrol oligomers from the stem bark of *Hopea ponga* (Dennst.) Mabb. And their antidiabetic effect by modulation of digestive enzymes, protein glycation and glucose uptake in L6 myocytes’, *J Ethnopharmacol*, vol. 236, pp. 196–204, May 2019, doi: 10.1016/j.jep.2019.01.046.
- [33] N. M. Saad, M. Sekar, S. H. Gan, P. T. Lum, J. Vaijanathappa, and S. Ravi, ‘Resveratrol: Latest Scientific Evidences of its Chemical, Biological Activities and Therapeutic Potentials’, *Pharmacognosy Journal*, vol. 12, no. 6s, pp. 1779–1791, Nov. 2020, doi: 10.5530/pj.2020.12.240.
- [34] Y. Cho *et al.*, ‘A novel role for α -viniferin in suppressing angiogenesis by blocking the $\text{VEGFR} -2/ \text{p70}^{\text{S6K}}$ signaling pathway’, *Phytotherapy Research*, vol. 34, no. 10, pp. 2697–2705, Oct. 2020, doi: 10.1002/ptr.6706.
- [35] Y. Shi *et al.*, ‘Inhibitors of BRD4 protein from the roots of *Astilbe grandis* stapf ex E.H. Wilson’, *Nat Prod Res*, vol. 35, no. 12, pp. 2044–2050, Jun. 2021, doi: 10.1080/14786419.2019.1655414.
- [36] L. M. Mattio *et al.*, ‘Inhibition of Pancreatic α -amylase by Resveratrol Derivatives: Biological Activity and Molecular Modelling Evidence for Cooperativity between Viniferin Enantiomers’, *Molecules*, vol. 24, no. 18, p. 3225, Sep. 2019, doi: 10.3390/molecules24183225.
- [37] Y. Fan *et al.*, ‘Pharmacokinetic and bioavailability studies of α -viniferin after intravenous and oral administration to rats’, *J Pharm Biomed Anal*, vol. 188, p. 113376, Sep. 2020, doi: 10.1016/j.jpba.2020.113376.
- [38] S. Gómez-Zorita *et al.*, ‘Beneficial Effects of ϵ -Viniferin on Obesity and Related Health Alterations’, *Nutrients*, vol. 15, no. 4, p. 928, Feb. 2023, doi: 10.3390/nu15040928.
- [39] J. Smith and L. Hong-Shum, Eds., *Food Additives Data Book*. Wiley, 2003. doi: 10.1002/9780470995327.
- [40] M. Gil Cortiella, C. Úbeda, R. del Barrio-Galán, and A. Peña-Neira, ‘Impact of berry size at harvest on red wine composition: a winemaker’s approach’, *J Sci Food Agric*, vol. 100, no. 2, pp. 836–845, Jan. 2020, doi: 10.1002/jsfa.10095.

- [41] Parlamento Europeo and Consiglio Europeo, 'REGULATION (EC) No 1223/2009 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 30 November 2009 on cosmetic products', *Official Journal of the European Union*, pp. 59–209, Dec. 2009.
- [42] H. P. Breslawec, T. E. Gottschalck, and Personal Care Products Council, 'International Cosmetic Ingredient Dictionary and Handbook;INCI name monographs I-S, Volume 2', vol. 2, Personal Care Products Council, 2012.
- [43] C. Da Porto, E. Porretto, and D. Decorti, 'Comparison of ultrasound-assisted extraction with conventional extraction methods of oil and polyphenols from grape (*Vitis vinifera* L.) seeds', *Ultrason Sonochem*, vol. 20, no. 4, pp. 1076–1080, Jul. 2013, doi: 10.1016/j.ultsonch.2012.12.002.
- [44] LETAWE, BOONE, and PIÉRARD, 'Digital image analysis of the effect of topically applied linoleic acid on acne microcomedones', *Clin Exp Dermatol*, vol. 23, no. 2, pp. 56–58, Mar. 1998, doi: 10.1046/j.1365-2230.1998.00315.x.
- [45] M. A. Nunes, F. Rodrigues, and M. B. P. P. Oliveira, 'Grape Processing By-Products as Active Ingredients for Cosmetic Proposes', in *Handbook of Grape Processing By-Products*, Elsevier, 2017, pp. 267–292. doi: 10.1016/B978-0-12-809870-7.00011-9.
- [46] FDA, 'Food and Drug Administration (FDA). Frequency of use of cosmetic ingredients', FDA database.
- [47] M. Soto, E. Falqué, and H. Domínguez, 'Relevance of Natural Phenolics from Grape and Derivative Products in the Formulation of Cosmetics', *Cosmetics*, vol. 2, no. 3, pp. 259–276, Aug. 2015, doi: 10.3390/cosmetics2030259.
- [48] C. Buratti, M. Barbanera, and E. Lascaro, 'Ethanol production from vineyard pruning residues with steam explosion pretreatment', *Environ Prog Sustain Energy*, vol. 34, no. 3, pp. 802–809, May 2015, doi: 10.1002/ep.12043.
- [49] A. Brenes, A. Viveros, S. Chamorro, and I. Arija, 'Use of polyphenol-rich grape by-products in monogastric nutrition. A review', *Anim Feed Sci Technol*, vol. 211, pp. 1–17, Jan. 2016, doi: 10.1016/j.anifeedsci.2015.09.016.
- [50] K. Dwyer, F. Hosseinian, and M. Rod, 'The Market Potential of Grape Waste Alternatives', *J Food Res*, vol. 3, no. 2, p. 91, Mar. 2014, doi: 10.5539/jfr.v3n2p91.
- [51] G. B., 'Les aliments du bétail sous les tropiques', *FAO, Division de Production et Santé Animale, Roma, Italy*, 1982.
- [52] Y. Zheng *et al.*, 'Ensilage and Bioconversion of Grape Pomace into Fuel Ethanol', *J Agric Food Chem*, vol. 60, no. 44, pp. 11128–11134, Nov. 2012, doi: 10.1021/jf303509v.

- [53] I. Taranu *et al.*, ‘Assessment of the effect of grape seed cake inclusion in the diet of healthy fattening-finishing pigs’, *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*, vol. 102, no. 1, Feb. 2018, doi: 10.1111/jpn.12697.
- [54] M. Friedman, ‘Antibacterial, Antiviral, and Antifungal Properties of Wines and Winery Byproducts in Relation to Their Flavonoid Content’, *J Agric Food Chem*, vol. 62, no. 26, pp. 6025–6042, Jul. 2014, doi: 10.1021/jf501266s.
- [55] V. Marinelli, L. Padalino, D. Nardiello, M. A. Del Nobile, and A. Conte, ‘New Approach to Enrich Pasta with Polyphenols from Grape Marc’, *J Chem*, vol. 2015, pp. 1–8, 2015, doi: 10.1155/2015/734578.
- [56] M. S. Jesus, A. Romani, Z. Genisheva, J. A. Teixeira, and L. Domingues, ‘Integral valorization of vine pruning residue by sequential autohydrolysis stages’, *J Clean Prod*, vol. 168, pp. 74–86, Dec. 2017, doi: 10.1016/j.jclepro.2017.08.230.
- [57] Renewable fuels association, *Zeroing in on new opportunities, 2022 Ethanol industry outlook*. 2022, 2022. Accessed: Jan. 10, 2024. [Online]. Available: <https://d35t1syewk4d42.cloudfront.net/file/2145/RFA%202022%20Outlook.pdf>
- [58] Quadri Lorenzo, ‘Scarti di potatura in vigneto? Non chiamateli rifiuti’, *AgroNotizie*, Oct. 2023.
- [59] R. Guidetti, G. Blandini, and G. Manetto, ‘L’analisi energetica come indicatore di processo nel settore enologico’, in *L’ingegneria agraria per lo sviluppo sostenibile dell’area mediterranea*, GeoGeografica., 2005, 2005.
- [60] AA. VV., ‘Sustainability requirements for the use of solid and gaseous biomass sources in electricity’, 2010.
- [61] P. Caricasole, M. R. Provenzano, P. G. Hatcher, and N. Senesi, ‘Evolution of organic matter during composting of different organic wastes assessed by CPMAS 13C NMR spectroscopy’, *Waste Management*, vol. 31, no. 3, pp. 411–415, Mar. 2011, doi: 10.1016/j.wasman.2010.09.020.
- [62] M. A. Bustamante, C. Paredes, J. Morales, A. M. Mayoral, and R. Moral, ‘Study of the composting process of winery and distillery wastes using multivariate techniques’, *Bioresour Technol*, vol. 100, no. 20, pp. 4766–4772, Oct. 2009, doi: 10.1016/j.biortech.2009.04.033.
- [63] M. A. Bustamante, D. Said-Pullicino, C. Paredes, J. A. Cecilia, and R. Moral, ‘Influences of winery-distillery waste compost stability and soil type on soil carbon dynamics in amended soils’, *Waste Management*, vol. 30, no. 10, pp. 1966–1975, Oct. 2010, doi: 10.1016/J.WASMAN.2010.03.012.

- [64] M. A. Bustamante *et al.*, 'Co-composting of distillery and winery wastes with sewage sludge', *Water Science and Technology*, vol. 56, no. 2, pp. 187–192, Jul. 2007, doi: 10.2166/wst.2007.488.
- [65] R. Paradelo, A. B. Moldes, and M. T. Barral, 'Utilization of a Factorial Design To Study the Composting of Hydrolyzed Grape Marc and Vinification Lees', *J Agric Food Chem*, vol. 58, no. 5, pp. 3085–3092, Mar. 2010, doi: 10.1021/jf9037584.
- [66] M. J. Diaz, E. Madejón, F. López, R. López, and F. Cabrera, 'Optimization of the rate vinasse/grape marc for co-composting process', *Process Biochemistry*, vol. 37, no. 10, pp. 1143–1150, May 2002, doi: 10.1016/S0032-9592(01)00327-2.
- [67] M. J. Fernández-Gómez, E. Romero, and R. Nogales, 'Feasibility of vermicomposting for vegetable greenhouse waste recycling', *Bioresour Technol*, vol. 101, no. 24, pp. 9654–9660, Dec. 2010, doi: 10.1016/j.biortech.2010.07.109.
- [68] S. García-Martínez *et al.*, 'Use of composts derived from winery wastes in tomato crop', *Commun Soil Sci Plant Anal*, vol. 40, no. 1–6, pp. 445–452, Jan. 2009, doi: 10.1080/00103620802695099.
- [69] A. Pardo, M. A. Perona, and J. Pardo, 'Indoor composting of vine by-products to produce substrates for mushroom cultivation', *Spanish Journal of Agricultural Research*, vol. 5, no. 3, p. 417, Sep. 2007, doi: 10.5424/sjar/2007053-260.
- [70] R. Devesa-Rey, X. Vecino, J. L. Varela-Alende, M. T. Barral, J. M. Cruz, and A. B. Moldes, 'Valorization of winery waste vs. the costs of not recycling', *Waste Management*, vol. 31, no. 11, pp. 2327–2335, Nov. 2011, doi: 10.1016/j.wasman.2011.06.001.
- [71] R. NOGALES, C. CIFUENTES, and E. BENÍTEZ, 'Vermicomposting of Winery Wastes: A Laboratory Study', *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, vol. 40, no. 4, pp. 659–673, Jul. 2005, doi: 10.1081/PFC-200061595.
- [72] M. Gómez-Brandón, C. Lazcano, M. Lores, and J. Domínguez, 'Short-term stabilization of grape marc through earthworms', *J Hazard Mater*, vol. 187, no. 1–3, pp. 291–295, Mar. 2011, doi: 10.1016/j.jhazmat.2011.01.011.
- [73] M. Vincelas-Akpa and M. Loquet, 'Organic matter transformations in lignocellulosic waste products composted or vermicomposted (*eisenia fetida andrei*): Chemical analysis and ¹³C CPMAS NMR spectroscopy', *Soil Biol Biochem*, vol. 29, no. 3–4, pp. 751–758, Mar. 1997, doi: 10.1016/S0038-0717(96)00201-5.
- [74] N. V. Farinella, G. D. Matos, E. L. Lehmann, and M. A. Z. Arruda, 'Grape bagasse as an alternative natural adsorbent of cadmium and lead for effluent treatment', *J Hazard*

- Mater*, vol. 154, no. 1–3, pp. 1007–1012, Jun. 2008, doi: 10.1016/J.JHAZMAT.2007.11.005.
- [75] E. J. North and R. U. Halden, ‘Plastics and environmental health: the road ahead’, *Rev Environ Health*, vol. 28, no. 1, pp. 1–8, Jan. 2013, doi: 10.1515/reveh-2012-0030.
- [76] K. Marsh and B. Bugusu, ‘Food Packaging—Roles, Materials, and Environmental Issues’, *J Food Sci*, vol. 72, no. 3, Apr. 2007, doi: 10.1111/j.1750-3841.2007.00301.x.
- [77] B. F. Bergel, L. M. da Luz, and R. M. C. Santana, ‘Comparative study of the influence of chitosan as coating of thermoplastic starch foam from potato, cassava and corn starch’, *Prog Org Coat*, vol. 106, pp. 27–32, May 2017, doi: 10.1016/j.porgcoat.2017.02.010.
- [78] H. S., H. K., S. A., and C. M.: ‘The value of resource efficiency in the food industry: A waste minimisation project in East Anglia, UK.’, *J Clean Prod*, pp. 503–510, 2004.
- [79] K. Kaewtatip, C. Chiarathanakrit, and S.-A. Riyajan, ‘The effects of egg shell and shrimp shell on the properties of baked starch foam’, *Powder Technol*, vol. 335, pp. 354–359, Jul. 2018, doi: 10.1016/j.powtec.2018.05.030.
- [80] C. Chiarathanakrit, S.-A. Riyajan, and K. Kaewtatip, ‘Transforming fish scale waste into an efficient filler for starch foam’, *Carbohydr Polym*, vol. 188, pp. 48–53, May 2018, doi: 10.1016/j.carbpol.2018.01.101.
- [81] C. M. Machado, P. Benelli, and I. C. Tessaro, ‘Sesame cake incorporation on cassava starch foams for packaging use’, *Ind Crops Prod*, vol. 102, pp. 115–121, Aug. 2017, doi: 10.1016/j.indcrop.2017.03.007.
- [82] W. Sanhawong, P. Banhalee, S. Boonsang, and S. Kaewpirom, ‘Effect of concentrated natural rubber latex on the properties and degradation behavior of cotton-fiber-reinforced cassava starch biofoam’, *Ind Crops Prod*, vol. 108, pp. 756–766, Dec. 2017, doi: 10.1016/j.indcrop.2017.07.046.
- [83] E. de M. Teixeira, ‘Utilização de amido de mandioca na preparação de novos materiais termoplásticos’, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007. doi: 10.11606/T.75.2007.tde-25102007-164338.
- [84] M. Mariotti, C. Alamprese, M. A. Pagani, and M. Lucisano, ‘Effect of puffing on ultrastructure and physical characteristics of cereal grains and flours’, *J Cereal Sci*, vol. 43, no. 1, pp. 47–56, Jan. 2006, doi: 10.1016/j.jcs.2005.06.007.
- [85] G. M. Glenn *et al.*, ‘Heat Expanded Starch-Based Compositions’, *J Agric Food Chem*, vol. 55, no. 10, pp. 3936–3943, May 2007, doi: 10.1021/jf0630163.

- [86] M. J. E. C. van der Maarel, B. van der Veen, J. C. M. Uitdehaag, H. Leemhuis, and L. Dijkhuizen, 'Properties and applications of starch-converting enzymes of the α -amylase family', *J Biotechnol*, vol. 94, no. 2, pp. 137–155, Mar. 2002, doi: 10.1016/S0168-1656(01)00407-2.
- [87] S. Mali, F. Debiagi, M. V. E. Grossmann, and F. Yamashita, 'Starch, sugarcane bagasse fibre, and polyvinyl alcohol effects on extruded foam properties: A mixture design approach', *Ind Crops Prod*, vol. 32, no. 3, pp. 353–359, Nov. 2010, doi: 10.1016/j.indcrop.2010.05.014.
- [88] P. R. Salgado, V. C. Schmidt, S. E. Molina Ortiz, A. N. Mauri, and J. B. Laurindo, 'Biodegradable foams based on cassava starch, sunflower proteins and cellulose fibers obtained by a baking process', *J Food Eng*, vol. 85, no. 3, pp. 435–443, Apr. 2008, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2007.08.005.
- [89] A. E. S. Vercelheze, A. L. M. Oliveira, M. I. Rezende, C. M. O. Muller, F. Yamashita, and S. Mali, 'Physical Properties, Photo- and Bio-degradation of Baked Foams Based on Cassava Starch, Sugarcane Bagasse Fibers and Montmorillonite', *J Polym Environ*, vol. 21, no. 1, pp. 266–274, Mar. 2013, doi: 10.1007/s10924-012-0455-0.
- [90] G. Spigno, T. Pizzorno, and D. M. De Faveri, 'Cellulose and hemicelluloses recovery from grape stalks', *Bioresour Technol*, vol. 99, no. 10, pp. 4329–4337, Jul. 2008, doi: 10.1016/j.biortech.2007.08.044.
- [91] J. V. Garcia-Perez, M. A. García-Alvarado, J. A. Carcel, and A. Mulet, 'Extraction kinetics modeling of antioxidants from grape stalk (*Vitis vinifera* var. Bobal): Influence of drying conditions', *J Food Eng*, vol. 101, no. 1, pp. 49–58, Nov. 2010, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2010.06.008.
- [92] I. K., K. S., and N. M., *Porous materials: Process technology and applications*. 2013.
- [93] I. Obernberger and G. Thek, 'Physical characterisation and chemical composition of densified biomass fuels with regard to their combustion behaviour', *Biomass Bioenergy*, vol. 27, no. 6, pp. 653–669, Dec. 2004, doi: 10.1016/j.biombioe.2003.07.006.
- [94] F. Fiedler, 'The state of the art of small-scale pellet-based heating systems and relevant regulations in Sweden, Austria and Germany', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 8, no. 3, pp. 201–221, Jun. 2004, doi: 10.1016/j.rser.2003.11.002.
- [95] I. Mediavilla, M. J. Fernández, and L. S. Esteban, 'Optimization of pelletisation and combustion in a boiler of 17.5 kWth for vine shoots and industrial cork residue', *Fuel*

- Processing Technology*, vol. 90, no. 4, pp. 621–628, Apr. 2009, doi: 10.1016/j.fuproc.2008.12.009.
- [96] I. Mediavilla, M. J. Fernández, and L. S. Esteban, ‘Optimization of pelletisation and combustion in a boiler of 17.5 kWth for vine shoots and industrial cork residue’, *Fuel Processing Technology*, vol. 90, no. 4, pp. 621–628, Apr. 2009, doi: 10.1016/j.fuproc.2008.12.009.
- [97] C. Giorio *et al.*, ‘Sustainability of using vineyard pruning residues as an energy source: Combustion performances and environmental impact’, *Fuel*, vol. 243, pp. 371–380, May 2019, doi: 10.1016/j.fuel.2019.01.128.

SITOGRAFIA

- Assodistil. (2011). *CRESCITA DELL'EXPORT ITALIANO DI ALCOLI E ACQUAVITI*. Tratto il giorno 12 1, 2023 da <https://www.beverfood.com/assodistil-2011-crescita-export-italiano-alcoli-acquaviti-wd5405/>
- AssoDistil. (2020). *Dati di produzione anno 2020*. Tratto il giorno 01 2024 da https://assodistil.it/wp-content/uploads/2021/06/AssoDistil_bilancio_2020.pdf
- Assodistil. (2022). *Report sostenibilità 2022*. Tratto il giorno 11 30, 2023 da https://assodistil.it/wp-content/uploads/2023/06/Report_sostenibilita_2022.pdf
- Bellone, C. (2023, 10). *La grappa nel canale della Grande Distribuzione*. Tratto il giorno 2023 da https://www.research.unipd.it/bitstream/11577/3422936/1/La_grappa_nel_canale_della_Grande_Distribuzione_Bellone_Claudia.pdf
- Caudalie. (2024). *La Crema Anti-età Globale*. Tratto il giorno 12 2023 da https://it.caudalie.com/p/355?mtm_campaign=19976032448&mtm_source=google&mtm_medium=cpc&gad_source=1&gclid=Cj0KCQiAsvWrBhC0ARIsAO4E6f-VaL
- Circular Bio-based Europe Joint Undertaking. (2024). *Circular bio-based Europe*. Tratto il giorno 01 28, 2024 da <https://www.cbe.europa.eu/projects/usable-packaging>
- Consorzio italiano BIO-GAS. (2020). *Biogas 2020 25.000 green jobs per l'agricoltura italiana*. Tratto il giorno 11 28, 2023 da https://www.consorziobiogas.it/wp-content/uploads/2016/12/POSITION-PAPER-BIOGAS-2020_-2-0-V0.pdf
- Cuorerbe. (2024). *Vite Rossa 90 capsule*. Tratto il giorno 12 30, 23 da https://www.cuorerbe.it/prodotto/vite-rossa-90-capsule/?gad=1&gclid=Cj0KCQjw-pyqBhDmARIsAKd9XIP1_cLKJYoiGqeVXTznGlefBPNK3oYsD-WSZaU0DjKdJSNjeBFmcv0aAt7bEALw_wcB
- ENEA. (2018). In *Uso efficiente delle risorse nelle imprese vitivinicole*. Laboratorio tecnografico ENEA – Centro Ricerche Frascati.

- enoadvance. (2024). *Acido tartarico laboratorio enologico toscano*. Tratto il giorno 01 2024 da <https://www.enoadvance.com/product-page/acido-tartarico>
- enotecnica. (2024). *Enocianina liquida enotecnica*. Tratto il giorno 01 2024 da <https://enotecnica.it/negozi/ENOCIANINA-LIQUIDA-1-kg-p356210019>
- Enrico, B., Laura, E., & Nicola, S. (2024). *Acque reflue derivanti da attività di vinificazione*. Tratto il giorno 01 27, 2024 da <https://www.iris.sssup.it/retrieve/dd9e0b31-be6b-709e-e053-3705fe0a83fd/capitolo5%20copia.pdf>
- Eur-lex. (2009). *REGOLAMENTO (CE) n. 1223/2009 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO*. Tratto il giorno 01 2024 da <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R1223&rid=1>
- Farmacia Guacci. (2024). *Fluxovas - Integratore alimentare per il benessere cardiovascolare - 30 compresse*. Tratto il giorno 12 30, 23 da <https://farmaciaguacci.it/fluxovas-30-cpr>
- Giuliana, C. (2017, 03). *Produzione di biopolimeri da fanghi di depurazione mediante processi ibridi termochimici-biologici*. Tratto il giorno 01 2024 da https://amslaurea.unibo.it/15529/1/tesi%20giuliana%2006_03.pdf
- Istituto nazionale grappa. (2011). *Archive 2001*. (Istituto nazionale grappa) Tratto il giorno 12 1, 2023 da <https://www.consorziograppapiemontebarlo.it/archive/all/2011>
- istruzione agraria online agraria.org. (2024, 01). *Ciclo annuale della vite- viticoltura- coltivazione della vite*. Tratto da <https://www.agraria.org/viticultura-enologia/ciclo-annuale.htm>
- K. Ebrahimzadeh, S., Navidshad, B., Farhoomand, P., & Mirzaei, F. (2018). *Effects of exogenous tannase enzyme on growth performance, antioxidant status, immune response, gut morphology and intestinal microflora of chicks fed grape pomace*. (South African Journal of Animal Science) Tratto il giorno 11 26, 2023 da <http://www.scielo.org.za/pdf/sajas/v48n1/02.pdf>
- Life Extension. (2024). *Optimized Resveratrol Elite*. Tratto il giorno 12 30, 23 da <https://www.lifeextension.com/vitamins-supplements/item02230/optimized-resveratrol>
- Martina, A. (2020). *Trasformare gli scarti del vino in risorse*. Tratto il giorno 2023 da 1. <https://www.scienzintasca.it/wine-waste-trasformare-gli-scarti-del-vino-in-risorse-e-possibile/>

- Nomisma, Caviro. (2020). *Bilancio di sostenibilità gruppo Caviro* . (Agra Editrice srl) Tratto il giorno 11 29, 2023 da <https://www.caviro.com/wp-content/uploads/2021/03/Caviro-Bilancio-Sostenibilita-2020-1.pdf>
- OIV. (2022). *Nota di congiuntura*. Tratto da <https://www.oiv.int/public/medias/8785/it-nota-aprile-2022.pdf>
- Parlamento Europeo. (2023). *Economia circolare: definizione, importanza e vantaggi*. Tratto il giorno 2023 da https://www.europarl.europa.eu/news/it/headlines/economy/20151201STO05603/economia-circolare-definizione-importanza-e-vantaggi?at_campaign=20234-Economy&at_medium=Google_Ads&at_platform=Search&at_creation=DSA&at_goal=TR_G&at_audience=&at_topic=Circular_Ec
- Wong, M., Sherrell, P., & Hendrikse, S. (2020, 09 28). *FROM GRAPEVINE WASTE TO A SUSTAINABLE BUILDING MATERIAL*. (University of Melbourne) Tratto il giorno 01 03, 2024 da <https://pursuit.unimelb.edu.au/articles/from-grapevine-waste-to-a-sustainable-building-material>
- World Health Organization (WHO). (2009). *The International Programme on Chemical Safety (IPCS). Evaluations of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food* . (World Health Organization (WHO)) Tratto il giorno 11 26, 2023 da <http://apps.who.int/ipsc/database/evaluations/chemical.aspx?chemID=1445>