



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA VITA E DELL'AMBIENTE

Corso di Laurea triennale in Scienze Biologiche

**VALORIZZAZIONE DEI RIFIUTI AGRICOLI COME FONTE DI COMPOSTI FENOLICI ANTIOSSIDANTI NELL'AMBITO DI
UNA BIOECONOMIA CIRCOLARE E SOSTENIBILE**

**AGRICULTURE WASTE VALORISATION AS A SOURCE OF ANTIOXIDANT PHENOLIC COMPOUNDS WITHIN A
CIRCULAR AND SUSTAINABLE BIOECONOMY**

Tesi di Laurea di:
Marconi Sara

Docente referente :
Chiar.ma Prof. Tiziana Bacchetti

Sessione Autunnale (Ottobre) 2023

Anno accademico 2022/2023

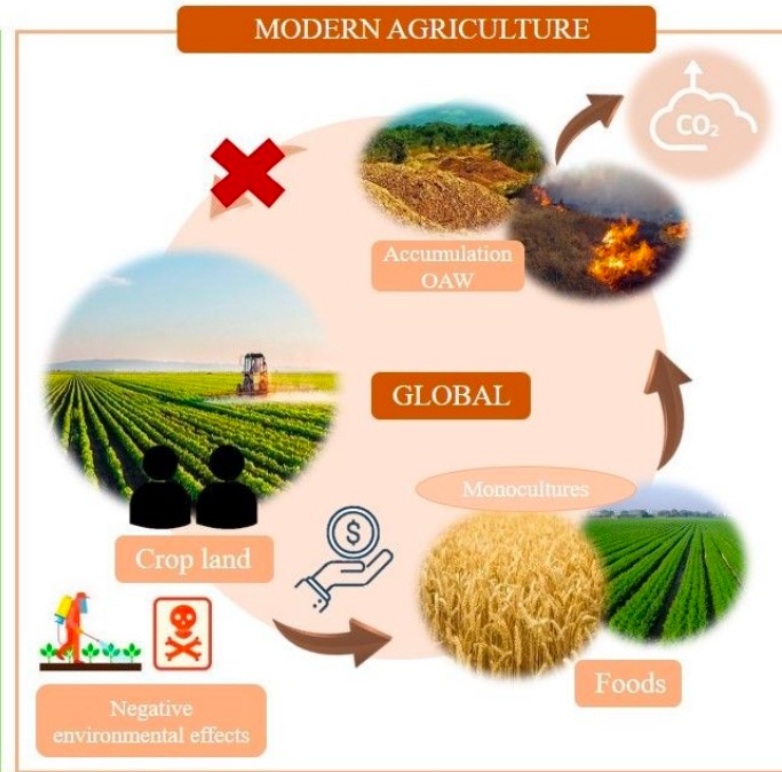
CONFRONTO TRA AGRICOLTURA DI SUSSISTENZA E AGRICOLTURA MODERNA

AGRICOLTURA DI SUSSISTENZA

Agricoltura basata sull'uso di piante disponibili e di risorse (suolo, acqua) in modo sostenibile, per garantire la sussistenza della comunità locale. In questo contesto non c'erano praticamente rifiuti, poiché i prodotti non sfruttati venivano utilizzati come fertilizzanti facilmente assorbibili dal suolo.



MODERN AGRICULTURE



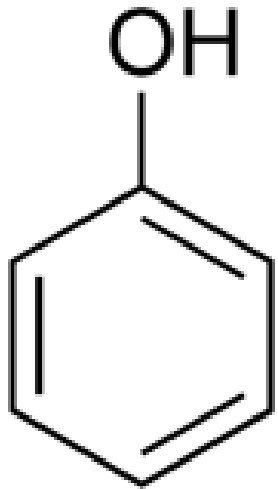
AGRICOLTURA MODERNA

lo scopo principale è quello di amplificare la redditività della produzione per essere in grado di soddisfare la domanda globale. Ha come conseguenza lo sfruttamento eccessivo delle risorse naturali (acqua, suolo, energia), applicando pesticidi e scegliendo le monocolture rispetto ad una produzione mista.

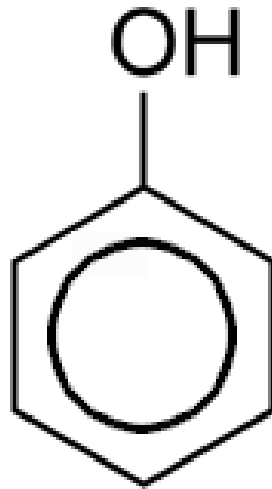
RIFIUTI AGRICOLI ORGANICI : uno dei svantaggi dell'**agricoltura moderna**. Frutta e verdura scartata, bucce, avanzi di frutta, ecc. Generalmente questi residui finiscono per accumularsi in modo incontrollabile, causando diversi problemi ambientali nelle aree di accumulo dove vengono bruciati (grandi quantità di perossido di azoto, metano, anidride solforosa, fumo).



COMPOSTI FENOLICI



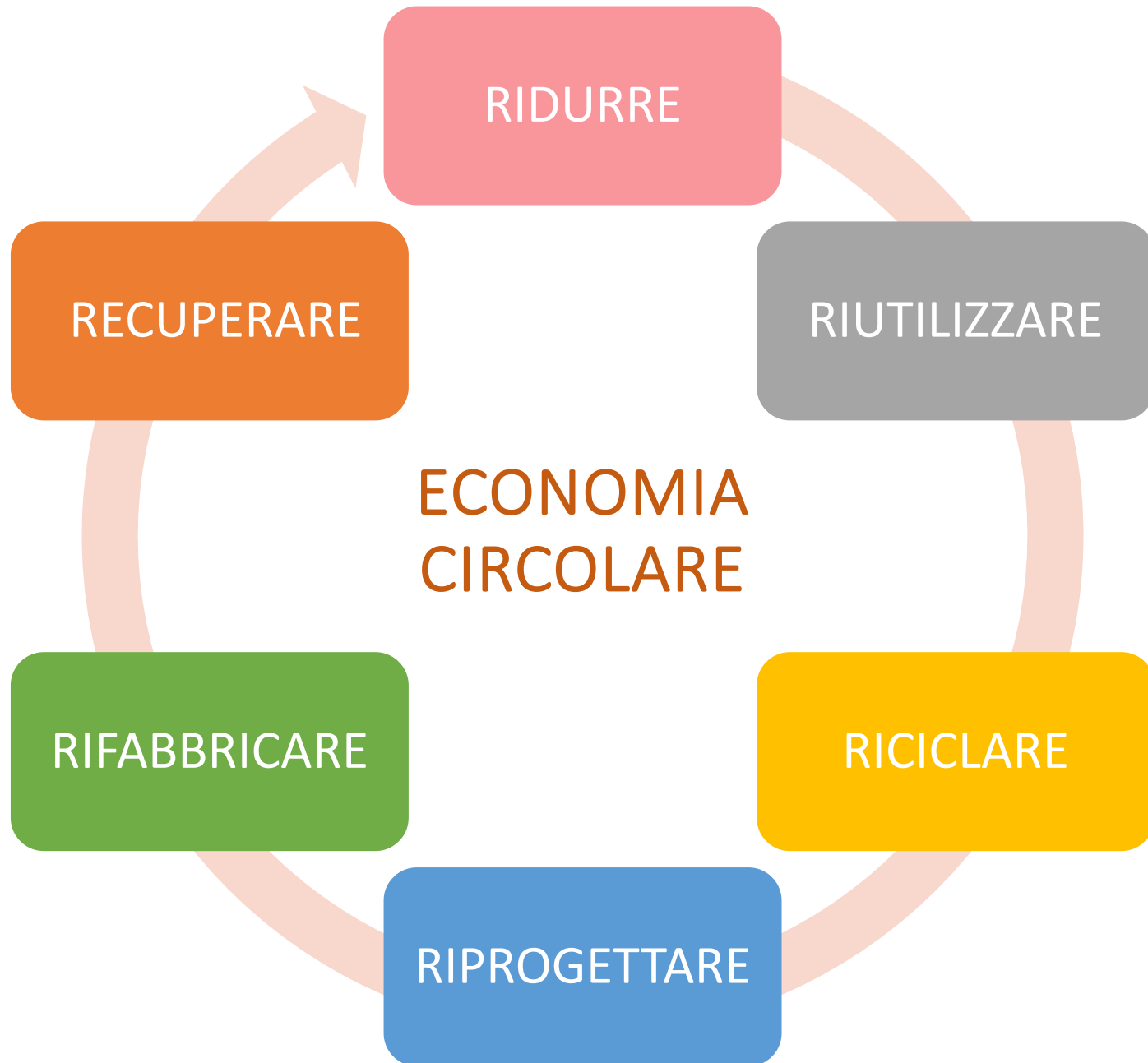
or



Grande gruppo di **metaboliti secondari** generati da tutte le piante in risposta ai molteplici stimoli che ricevono dall'ambiente per adattarsi.

Il contenuto dipende dalla specie, dai vari fattori biotici (batteri, ecc) e abiotici (luogo, stagione dell'anno, ecc).

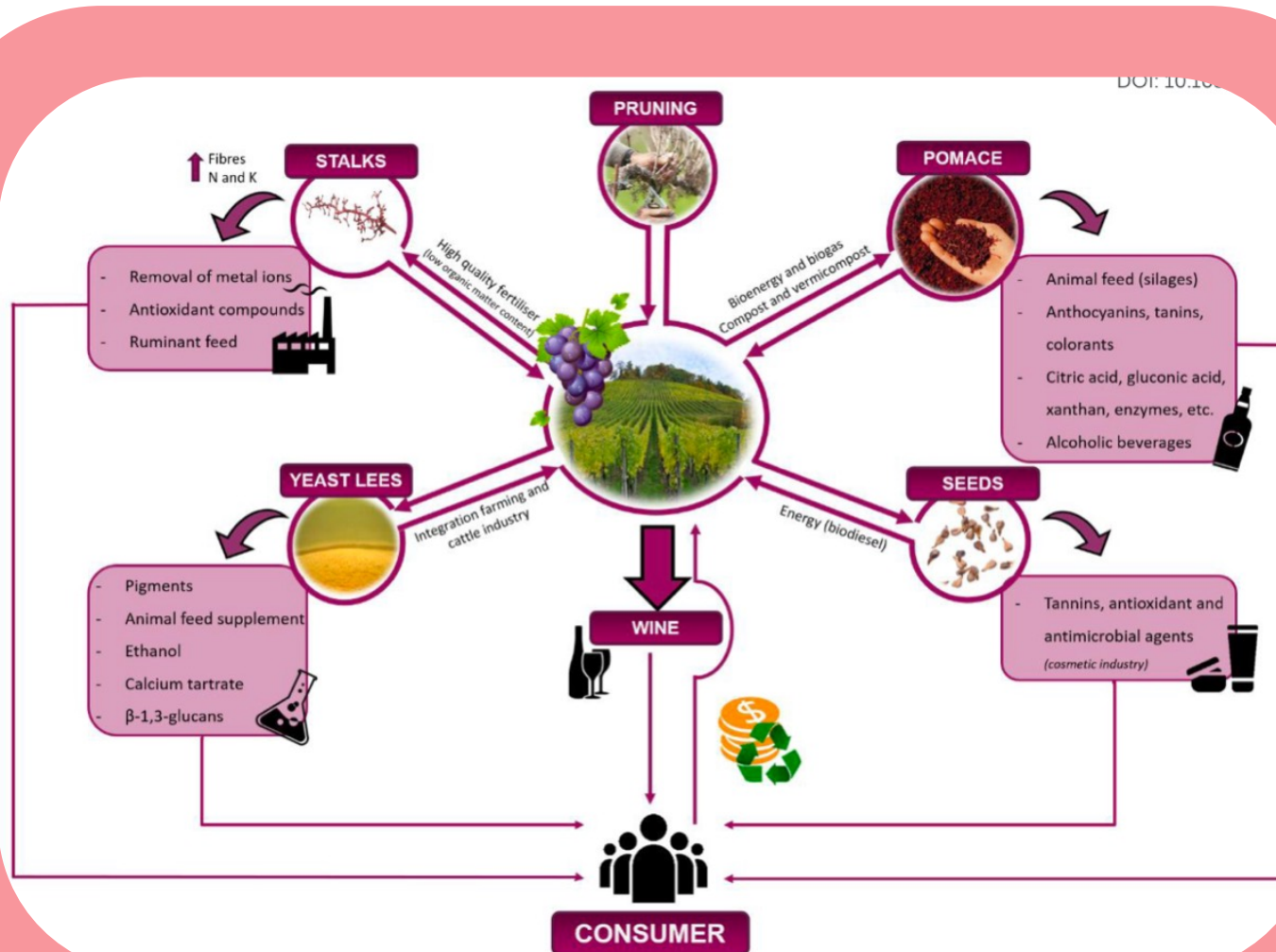
- **Funzione Protettiva** : proprietà antiossidanti e antimicrobiche.
- **Bioattività benefiche per la salute umana** : attività antitumorale, antinfiammatoria, protezione dai raggi UV.
- **Salute animale** : usati come sostituenti per gli antibiotici.
- **Conservanti** : attività antiossidanti e antimicrobiche.
- **Aromi** : migliorare le caratteristiche organolettiche degli alimenti.
- **Coloranti** : utilizzati come pigmenti.
- **Proprietà profilattiche** : prevengono il verificarsi di patologie cardiovascolari, disturbi metabolici, tumori, degenerazione neurologica.



La natura è basata su dei **cicli biologici**.

Il concetto di **economia circolare** si basa proprio su questo, ossia andare a creare dei cicli produttivi chiusi, riducendo il consumo di energia, e nei quali i prodotti mantengono il loro valore aggiunto più a lungo, questo perchè le risorse restano all'interno del ciclo di produzione per essere riutilizzate più volte, riducendo così la produzione di rifiuti agricoli organici.

ECONOMIA CIRCOLARE APPLICATA AI RESIDUI DELL'INDUSTRIA VINICOLA



Il vino viene prodotto da ormai 8,000 anni, e il suo processo di produzione è stato ormai affinato.

La sua lunga storia ha permesso agli agricoltori di esplorare e comprendere i vari sottoprodotti della produzione vinicola.

Pertanto, i principali residui derivanti dall'industria (raspi, lieviti, potature, semi, vinacce) trovano diversi usi e applicazioni (cioè materie prime, fertilizzanti, compost, ecc.)

Questo modello è solo un esempio di come un'economia circolare può essere applicata nei processi industriali e come i rifiuti agricoli possono essere riciclati in modo redditizio, nel rispetto dell'ambiente.

VANTAGGI DELL'INTEGRAZIONE DEI COMPOSTI FENOLICI NELLA DIETA

View Article Online
DOI: 10.1039/D0FO00000A

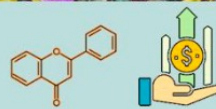
BENEFITS OF ADDING PC INTO DIET

CONSUMER'S
TRENDS



HEALTH AND DIET
CONCERN, NATURAL AND
BENEFICIAL PRODUCTS
CHOICE
↑
↓
SYNTHETIC ADDITIVES
ELECTION

OBTAINING OF
VALUE-ADDED AND
FUNCTIONAL
PRODUCTS



FUTURE PERSPECTIVES



FURTHER RESEARCH
ABOUT DOSAGE
AND BIOAVAILABILITY



Negli ultimi anni, l'interesse per la dieta umana è cresciuto da quando è stato dimostrato che seguire una corretta alimentazione può prevenire diverse malattie non trasmissibili (obesità, cancro, diabete).

Per avere una **dieta equilibrata**:

- 1) Regolare apporto/spesa calorica : garantire livello di energia ottimale per le funzioni vitali e per un corretto sviluppo.
- 2) Regolare assunzione :
 - Macronutrienti : lipidi, carboidrati, proteine.
 - Micronutrienti : vitamine, minerali, fibre.
 - Nutrienti non essenziali : comprende i **composti fenolici**, per trarre profitto si consiglia un'assunzione giornaliera di 900 mg, di conseguenza un'ulteriore aggiunta come integratori nella dieta è totalmente raccomandata.

METODI DI ESTRAZIONE, CONCENTRAZIONE E PURIFICAZIONE PER IL RECUPERO DEI PC

Il recupero dei composti fenolici dai rifiuti agricoli può essere riassunto in **3 fasi**: pretrattamento, estrazione e purificazione.

1) PRETRATTAMENTO

Nella maggior parte delle procedure di estrazione, questa fase comporta un trattamento termico che implica il riscaldamento del campione. Tuttavia, va notato che in alcuni casi, non è possibile eseguire questo passaggio poiché i composti di interesse andrebbero persi.

2) ESTRAZIONE

- **MACERAZIONE** : estrazione assistita dal calore.
- **SALI** : i cationi, forniti dalla presenza di sali nelle fasi acquose, competono con i composti fenolici per la solvatazione di molecole d'acqua che ne riducono l'idratazione, promuovendo il loro legame con i solventi utilizzati per la loro estrazione.
- **ESTRAZIONE ASSISTITA DA MICROONDE (MAE)** : si basa sui cambiamenti della struttura cellulare dovuti a onde elettromagnetiche in un intervallo da 300 MHz a 300 GHz. La temperatura e la pressione altamente confinate possono causare la migrazione selettiva dei componenti bersaglio dalla matrice al solvente.
- **ESTRAZIONE ASSISTITA DA ULTRASUONI (UAE)** : la gamma di frequenza applicata, compresa tra 20kHz e 100MHz, provoca la rottura delle membrane cellulari, permettendo la penetrazione del solvente, questo porta al rilascio dei composti fenolici nella matrice.
- **ESTRAZIONE A FLUIDO SUPERCRITICO (SFE)** : consiste nell'applicare pressioni e temperature al di sopra del punto critico, permettendo al fluido di comportarsi come un liquido e un gas contemporaneamente, per migliorare l'estrazione.
- **ESTRAZIONE LIQUIDA PRESSURIZZATA (PLE)** : funziona sotto azoto ad alta pressione e temperatura, il che aiuta la rapida penetrazione del solvente di estrazione nelle cellule vegetali e impedisce la degradazione dei composti fenolici.
- **ELETTROPORAZIONE (CAMPO ELETTRICO PULSATO, PEF)**
- **SCARICHE ELETTRICHE AD ALTA TENSIONE (HVED)** : si basa su un processo fisico-chimico che avviene quando le scariche elettriche incontrano l'acqua.

3) CONCENTRAZIONE E PURIFICAZIONE

- **DISTILLAZIONE**
- **MEMBRANE FILTRANTI** : MICROFILTRAZIONE E ULTRAFILTRAZIONE.
- **CROMATOGRAFIA A PARTIZIONE CENTRIFUGA** : consente di separare i composti fenolici sulla base della struttura chimica.

POTENZIALI APPLICAZIONI DEI COMPOSTI FENOLICI

APPLICAZIONI TERAPEUTICHE

- **ANTIOSSIDANTE** : eliminazione dei radicali liberi mediante la donazione di un protone di un gruppo ossidrilico attaccato all'anello aromatico, prevenendo così alti livelli di ROS e l'ossidazione di biomolecole sensibili come proteine o lipidi.
- **ANTINFIAMMATORIA** : azione inibitoria dei recettori di membrana, interferendo con la sintesi di enzimi pro-infiammatori.
- **CARDIOPROTEZIONE** : l'attività antiossidante abbassa i livelli circolanti di ROS, riducendo il tasso di ossidazione delle LDL (lipoproteine a bassa densità), che porterebbe all'aggregazione dei macrofagi sulla parete vascolare producendo aterosclerosi.
- **ANTITUMORALI** : proprietà antiossidanti e antinfiammatorie consentono la rimozione dei ROS, prevenendo potenziali danni al DNA o la liberazione di mediatori pro-infiammatori, possono inoltre indurre selettivamente l'apoptosi delle cellule cancerose.

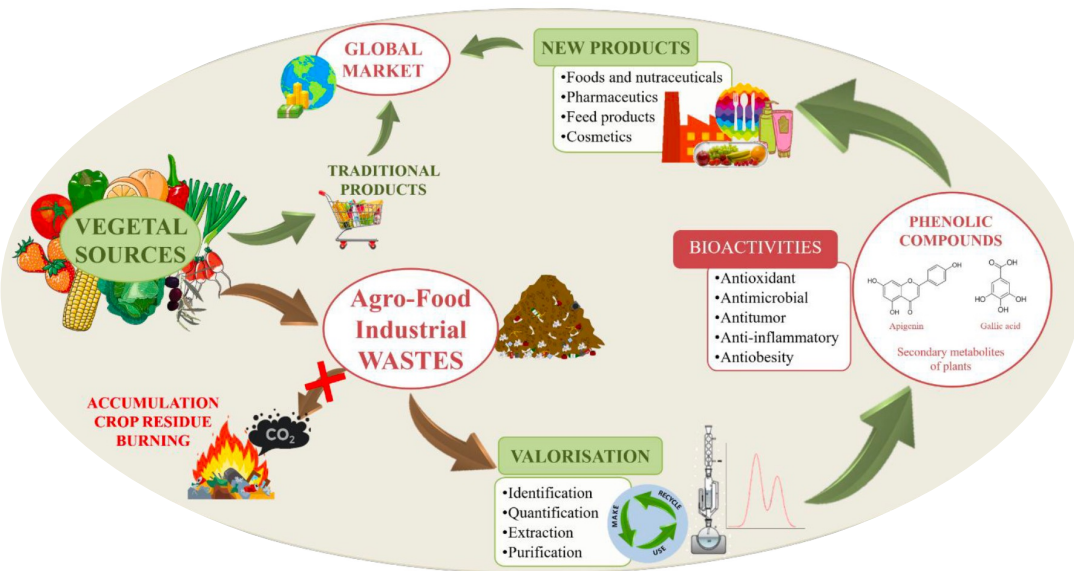
ADDITIVI PER ALIMENTI E MANGIMI

- **ADDITTIVI ALIMENTARI** : indispensabili per estendere notevolmente la data di scadenza degli alimenti, evitando alterazioni di sapore, odore o consistenza, oltre a rendere più sicura la consumazione per periodi più lunghi.
- **MANGIMI PER ANIMALI** : permettono di prevenire molte malattie che colpiscono il bestiame in tutto il mondo, e forniscono loro uno stato di salute migliore durante la loro vita.

ALTRE APPLICAZIONI

- **COSMETICI** : l'aggiunta alle formulazioni cosmetiche sembra migliorare lo stato ossidativo del tessuto cutaneo e aumentare la resistenza della pelle contro i danni delle radiazioni UV, prevenendo l'invecchiamento biologico.
- **PESTICIDI NATURALI** : sono già presenti nelle piante come agenti difensivi contro i patogeni, hanno inoltre proprietà antimicrobica.

CONCLUSIONE



- Il passaggio da un'agricoltura di sussistenza ad un'agricoltura moderna con produzione lineare e su larga scala, ha portato alla generazione di una grande quantità di **rifiuti agricoli organici**, che si accumulano nelle discariche e causano un grande impatto ambientale.



- I **composti fenolici** sono naturalmente presenti nelle piante, e ad essi sono associate proprietà bioattive benefiche per la salute, come capacità antiossidante, antinfiammatoria, antitumorale o cardioprotettiva.



- Sono state discusse diverse **tecniche estrattive** per il recupero dei composti fenolici a partire dagli scarti dell'industria agroalimentare, in modo da contribuire ad un'economia circolare e sostenibile.



- I composti fenolici possono avere diverse **applicazioni**, come alimenti funzionali, additivi per mangimi, cosmetici, pesticidi naturali.

RIASSUNTO ESTESO

La globalizzazione del pianeta, la crescita della popolazione e la conseguente necessità di produrre grandi quantità di cibo, e la priorità dei benefici economici individuali rispetto alla salute ambientale, sono fattori che hanno contribuito allo sviluppo di un'agricoltura moderna a produzione lineare. A differenza dell'**agricoltura tradizionale**, che si basava su modelli di sostenibilità circolari, **l'agricoltura moderna** produce attualmente tonnellate di rifiuti che si accumulano nelle discariche, invece di essere reintrodotti nella catena di produzione con un nuovo scopo. Tuttavia, questi residui dell'agricoltura sono ricchi di composti bioattivi, compresi i **composti fenolici** (metaboliti secondari che si trovano naturalmente nelle piante, che mostrano capacità antiossidanti, antinfiammatorie, cardioprotettive e antitumorali). Dal recupero di composti fenolici funzionali si possono ottenere prodotti che possono essere reinseriti nell'economia come nuova materia prima. Il riutilizzo di questi composti non solo conta su numerose **applicazioni**, come additivi alimentari e mangimi, alimenti funzionali, nutraceutici, cosmeceutici, ecc., ma rappresenta anche una misura favorevole per l'ambiente, mentre si traduce nell'ottenimento di prodotti a valore aggiunto. Questo articolo riassume tutti questi aspetti che portano al recupero dei composti fenolici dai rifiuti agricoli generati nelle industrie agroalimentari e le loro potenziali applicazioni all'interno di una bioeconomia circolare e sostenibile.