



Filiera agroalimentare del gelso: frutto – foraggio – bachicoltura



UNIVERSITÀ
DI TORINO



Iniziativa finanziata dal Programma di Sviluppo Rurale 2014 – 2020 della Regione Piemonte (Misura 16.1 – Azione 2)

A cura di: Laura Gasco, Manuela Renna, Dario Donno, Gabriella Mellano, Ilaria Biasato, Carola Lussiana, Alessio Saviane, Chiara Bardini, Sergio Maria Teutonico



Sommario

Introduzione	3
Il progetto GELSO-NET	5
Le aziende partner del progetto:	11
Filiera foglia	15
Alimentazione conigli con diete a base di foglie di gelso	21
Baco da seta.....	31
Filiera frutto	41
La confettura di sorosi di gelso	43
Caratterizzazione confetture Agrimontana	51
Disseminazione	57
Le ricette dello Chef Sergio Maria Teutonico	65

Introduzione

Questo volume raccoglie i principali risultati di GELSO-NET, un progetto finanziato nell'ambito del Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020 della Regione Piemonte che intende valorizzare la gelsicoltura in un'ottica di filiera integrata tra arboricoltura intensiva, industria agroalimentare d'eccellenza, zootecnia di innovazione e gelsibachicoltura. Il volume, redatto nell'intento di fornire informazioni di dettaglio riguardanti gli attori coinvolti nel progetto nonché le principali ricadute derivanti dalle attività progettuali, ripercorre le diverse fasi di campo, laboratorio, interpretazione dati e divulgazione che hanno visto impegnati, per tre anni, una ventina di accademici (docenti, tecnici della ricerca e studenti/studentesse) e una decina di lavoratori e lavoratrici di aziende dell'industria primaria e secondaria site in territorio regionale, il cui sforzo comune è stato quello di dare nuova vita alla pianta del gelso in una chiave moderna e in un'ottica di economia circolare applicata al settore agro-industriale.

Il progetto GELSO-NET

Il progetto “**Filiera agroalimentare del gelso: frutto – foraggio – bachicoltura**” (**GELSO-NET**) è stato finanziato nell’ambito della misura 16.1 del Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020 della Regione Piemonte.

L’importo totale del progetto è stato pari a 784.244,66€, con un contributo pubblico concesso di 598.707,87€, di cui 258.162,83€ di quota FEASR (Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale).

In un’ottica di *Circular Agriculture*, l’obiettivo di **GELSO-NET** è stato quello di rilanciare la filiera agroindustriale del gelso da frutto e da foglia, in stretta connessione sia con la filiera agroalimentare per la produzione di confetture di sorosi, sia con la filiera zootecnica per l’allevamento di baco da seta e conigli.

Il progetto si prefiggeva una rivisitazione fortemente innovativa della filiera del gelso, in grado di concorrere allo sviluppo integrato e sostenibile del settore agroalimentare e di valorizzare gli innumerevoli servizi ecosistemici del gelso, secondo criteri di ordine socio-culturale e di convenienza economica.

Puntando sulla *sostenibilità* e l’*efficienza delle risorse* disponibili sul territorio regionale, **GELSO-NET** ha rivisitato con un approccio innovativo la coltura del gelso al fine di sviluppare, in stretta connessione tra loro, le seguenti filiere:

Filiere foglia e frutto. La produzione di frutti di gelso, che in passato rappresentava un’attività secondaria, costituisce un elemento innovativo su cui fondare l’intera filiera in chiave moderna. In questo progetto, la coltivazione del gelso da frutto (Figura 1) in impianti intensivi e secondo tecniche agronomiche moderne e sostenibili permette da un lato di produrre sorosi di qualità da destinare al mercato fresco e all’industria di trasformazione, dall’altro di alimentare adeguatamente, con gli scarti della potatura verde delle piante di gelso, le altre filiere del progetto (baco da seta e coniglio). Lo sviluppo di un’economia legata allo sfruttamento degli scarti colturali può essere un ottimo strumento per incoraggiare una nuova ruralità anche nel settore delle coltivazioni arboree: l’uso degli scarti di potatura rappresenta, infatti, un’opportunità per le aziende sempre più caratterizzate dall’attenzione alla multifunzionalità, alla diversificazione di prodotto e alla generazione di reddito integrato. L’uso di tecniche innovative di caratterizzazione dei sorosi (*fingerprinting* fitochimico) ha avuto lo scopo di valorizzare i frutti freschi di gelso e i prodotti da essi derivati come nuove fonti di molecole bioattive e sviluppare un efficace strumento per il controllo di qualità, per la tracciabilità e la standardizzazione

dell'intera filiera produttiva, con una conseguente valorizzazione del prodotto finale. La qualità dei sorosi è stata mantenuta grazie all'impiego di adeguati sistemi di conservazione, congelamento e/o essiccazione che permettono di destinare frutti con *shelf-life* ottimale al mercato fresco e frutti congelati o essiccati alle diverse **agroindustrie di trasformazione**, a seconda delle rispettive esigenze di materia prima.



Figura 1. Impianto di gelso (Az. Agr. Mauro Mellano) durante la raccolta dei sorosi.

Filiera baco da seta. In passato il gelso era coltivato, in Piemonte, per la produzione di foglie che costituivano alimento indispensabile per l'allevamento dei bachi da seta. La sericoltura, legata indissolubilmente alla coltivazione del gelso, ha contribuito a fornire benessere e sostentamento per molti anni e per innumerevoli famiglie. Con il termine gelsibachicoltura si indicano le attività di coltivazione della pianta di gelso e di allevamento del baco da seta, tra loro fortemente connesse, e che costituiscono le prime fasi del processo serico, ovvero di produzione della seta (Figura 2). In passato la provincia di Cuneo deteneva il primato nazionale nella produzione di bozzoli per l'industria serica. La gelsibachicoltura è stata abbandonata nei primi del Novecento ed è oggi poco rilevante in termini produttivi. Tuttavia, nel progetto **GELSO-NET**, la bachicoltura è stata gestita con tecniche moderne per cercare di consentire alle aziende agricole sia diversificazione produttiva sia reddito. L'impiego di foglie derivanti dalla potatura verde dei gelsi permette, infatti, di ridurre i costi di allevamento e di destinare i bachi a filiere sia classiche (seta nazionale) sia

più innovative (seta chirurgica, seta cardata, seta ad uso cosmetico) permettendone una adeguata e moderna valorizzazione.



Figura 2. Bachi da seta.

La notevole multifunzionalità del gelso, declinata in modo strettamente sinergico fra operatori di diversi settori, può creare un circuito virtuoso di pluri-filiera. Il valore aggiunto derivante dalla concretizzazione delle attività previste ha potenzialmente ricaduta sia sui produttori primari (azienda agricola) sia su un insieme più ampio di operatori e settori (industria tessile).

Filiera coniglio. L'Italia è il terzo produttore mondiale di conigli, dopo Cina e Spagna. Le aziende cunicole del Piemonte sono caratterizzate da un buon livello tecnologico e da dimensioni medio grandi (da 100 a 1000 fattrici). Sono presenti circa 70 allevamenti professionali localizzati in collina, in montagna o nei fondovalle alpini, in particolare nella provincia di Cuneo. Negli ultimi anni, a causa delle forti oscillazioni del prezzo di vendita della carne e dell'aumento del costo delle materie prime utilizzate nell'alimentazione degli animali, il settore è in forte sofferenza. Parallelamente, i produttori di gelso da frutta si trovano a dover smaltire elevate quantità di residui di potatura verde generati dal vigore dei gelseti, le cui foglie sono note per le loro peculiarità compositive, con particolare riferimento al tenore in fibra, acidi grassi polinsaturi e polifenoli. L'impiego innovativo degli scarti di potatura verde degli impianti intensivi delle piante di gelso per generare nuove materie prime all'interno di una filiera affermata come quella cunicola consente l'impiego e la valorizzazione dei principi nutritivi contenuti nelle foglie di gelso, esaltando il concetto di Economia Circolare, in accordo con la Direttiva Europea 2008/98/CE. Nello specifico, l'innovazione del progetto **GELSO-NET** è legata all'utilizzo di farina di foglie di gelso quale materia prima innovativa per la produzione di mangime per conigli, che consente non solo di valorizzare uno scarto di potatura (Economia Circolare – zero waste), ma anche di ridurre il costo della razione dei conigli e di ottenere una carne che meglio risponde alla sempre maggiore sensibilità del consumatore nei confronti della qualità nutraceutica dei prodotti di origine animale e della sostenibilità ambientale.

Il progetto **GELSO-NET** (Figura 3), di durata triennale (novembre 2020 – novembre 2023), ha visto come capofila l'Università degli Studi di Torino (UNITO) con il coinvolgimento di due dipartimenti: il Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA) e il Dipartimento di Scienze Veterinarie (DSV). Il team di UNITO, coordinato dalla Prof.ssa Laura Gasco, docente di Zoocolture presso il DISAFA e responsabile scientifico del progetto **GELSO-NET**, ha visto la stretta collaborazione di ricercatori e docenti afferenti ai due dipartimenti, tra cui il prof. Gabriele Beccaro, la prof.ssa Manuela Renna, il prof. Alberto Brugiapaglia, la dott.ssa Ilaria Biasato e il prof. Achille Schiavone. Si è trattato di una compagine multi-disciplinare, avente competenze in agronomia, nutrizione animale, scienze alimentari e veterinarie, con una comprovata esperienza nei settori della gelsicoltura, della coniglicoltura e dell'allevamento di insetti. A queste figure, si sono affiancati tecnici della ricerca (dott. Christian Caimi, Mauro Caviglione, dott. Dario Donno, Marco Doria, dott.ssa Carola Lussiana, Vanda Malfatto, la dott.ssa Maria Gabriella Mellano e Dario Sola), così come giovani dottorandi, laureandi e borsisti (dott.ssa Sara Bellezza Odon, dott. Gian Luca Cerutti, dott.ssa Letizia Colonna, dott.

Giovanni Gamba e dott. Alessandro Tomatis) che sono stati coinvolti in diverse attività pratiche in campo, in attività di laboratorio, nonché in alcuni eventi di divulgazione legati al progetto.

Le aziende partner del progetto:



L'eccellenza agroalimentare **Agrimontana S.p.A.** nasce nel 1972 nell'attuale sito di Borgo San Dalmazzo (CN), ai piedi dei castagneti, e prende il nome Agrimontana proprio per sottolineare il legame con il territorio e la montagna che la circonda. Inizialmente Agrimontana si occupava soprattutto della lavorazione della frutta candita, il prodotto simbolo era, ed è, il marrone candito e poi glassato. Negli anni sono state sviluppate anche la produzione di marmellate e confetture, oltre alle linee di ingredienti per la gelateria e la ristorazione. Nel 2006 Agrimontana ottiene il brevetto per l'originale ed esclusivo processo di canditura della frutta.



L'Azienda Agricola Mellano Mauro, avviata nel 1969 a Lagnasco (CN), si estende su una superficie di 32 ettari ad indirizzo frutticolo e vanta di competenze anche nel mantenimento della qualità dei frutti durante le fasi di conservazione e commercializzazione. L'azienda ha un forte legame con il consumatore, tanto che ha indirizzato il proprio orientamento verso tipologie di gestione a basso impatto ambientale, con una drastica riduzione nell'utilizzo di agrofarmaci, e oggi parte della produzione è biologica. Gli elevati standard qualitativi di processo e di prodotto, documentati da specifiche certificazioni (GLOBAL GAP, GRASP e Nature's Choice), sono perseguiti costantemente mediante l'applicazione di buone pratiche agricole e l'attenzione alle esigenze dei consumatori.



L'Azienda Agricola Cunigranda di Perano Danilo nasce nel 2012 con un allevamento di 350 buchi parto sito in San Rocco di Bernezzo (CN), negli anni integrato con altri due siti produttivi, per arrivare, nel 2019, agli attuali 1420 buchi parto con circa 2000 fattrici in produzione. L'attività aziendale è a ciclo chiuso, con una produzione annua di circa 77.000 conigli da macello, la rimonta è interna e le tre sedi operative lavorano in banda unica, così da poter effettuare il tutto pieno – tutto vuoto e garantire elevati standard di pulizia delle strutture. L'allevamento ha un ritmo produttivo di media intensità, evitando così un eccessivo sfruttamento delle coniglie, ma contemporaneamente, garantendo buoni livelli produttivi tutto l'anno.

Azienda Agricola
Vallino Alessandro

L'Azienda Agricola Vallino Alessandro, con sede legale in Alessandria ed ubicata a Calamandrana (AT), nel paesaggio collinare delle Langhe, nasce nel febbraio 2016 in seguito all'insediamento di Alessandro Vallino in azienda in qualità di giovane agricoltore, su una superficie di famiglia di circa 1,60 ha. L'attività aziendale oggi è incentrata sulla coltivazione di erbe officinali e circa 1 ha di bambù gigante, in filiera con il Consorzio Bambù Italia.



L'Azienda Agricola Villa Villacolle di Fea Manuela nasce nel 2019 a Bene Vagienna (CN) dal desiderio di ritorno alla vita agreste della titolare e dalla voglia di mettere in atto progetti che da tempo nutriva. L'azienda agricola oggi si occupa della coltivazione di bambù gigante, ortaggi e, recentemente, anche di manutenzione del verde.



La Maurina Società Semplice Agricola nasce nel 2015 a Barge (CN), ai piedi del Monviso. Il nome "La Maurina" deriva dal luogo in cui si trovano la maggior parte delle colture ed era definito, negli atti notarili, "Beneficio Belmondo". Detto toponimo indica la felice posizione sia topografica che climatica dei terreni. L'azienda, a carattere familiare, gestisce 10 ha coltivati a piccoli frutti, nello specifico mirtilli e lamponi, nocciole e bambù.



Le aziende sono state supportate dallo studio associato **AStudio** che da oltre 15 anni è attivo nel settore della consulenza aziendale alle attività afferenti ai settori agricolo e forestale. Lo staff di AStudio opera in convenzione con il gruppo Centro di Assistenza Agricola Liberi Professionisti S.r.l., ed è in grado di fungere da intermediario tra l'azienda agricolo-forestale e la pubblica amministrazione. La sinergia delle diverse figure professionali operanti nel gruppo permette ad AStudio di affrontare a 360° le problematiche tecnico aziendali più comuni relative ai settori dell'agricoltura, dell'ambiente, dell'architettura e delle assicurazioni.

Il progetto GELSO-NET

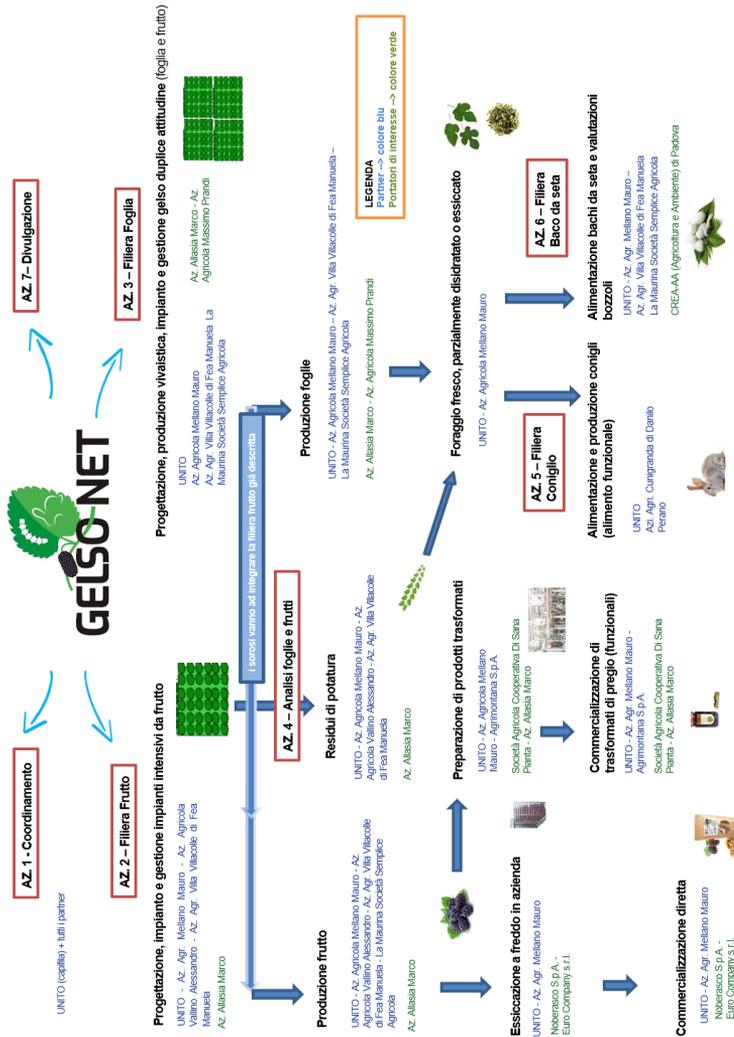


Figura 3. Il progetto Gelso-Net.

Filiera foglia

Per valutare la produzione di biomassa da gelseto, per uso alimentare nella razione dei conigli e da destinare alla bachicoltura, si è studiato come la produzione di foglie di gelso fosse influenzata da potature selettive nel corso della stagione vegetativa. La prova è stata effettuata nell'impianto dell'Az. Agr. Mellano Mauro a Lagnasco.

Nell'arco delle stagioni 2021 e 2022, sono state effettuate 3 potature (2 a luglio e 1 ad agosto) secondo lo schema sperimentale riportato di seguito (Figura 4), determinando così la quantità di biomassa fogliare prodotta dalle piante di gelso coltivate in un gelseto intensivo (Figura 5) e valutando l'incidenza di diverse epoche di potatura sulla resa in foglie di un gelseto intensivo.

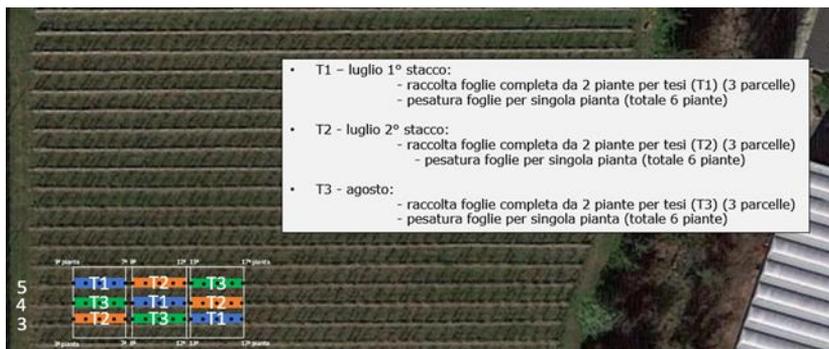


Figura 4. Schema sperimentale della prova di potatura. T1, T2 e T3 rappresentano le “tesi” della prova, ossia i diversi momenti di potatura. Per “stacco” si intende la potatura stessa.



Figura 5. Fasi della potatura e della raccolta di foglie per le prove sperimentali.

I valori di biomassa fogliare prodotti nel 2022 sono risultati inferiori nelle tesi T2 e T3 rispetto a quelli della precedente annata (Figura 6), probabilmente a causa della ridotta piovosità della stagione. Una singola pianta ha prodotto mediamente circa 9 kg di foglie, con una produzione di circa 5000 kg/ha.

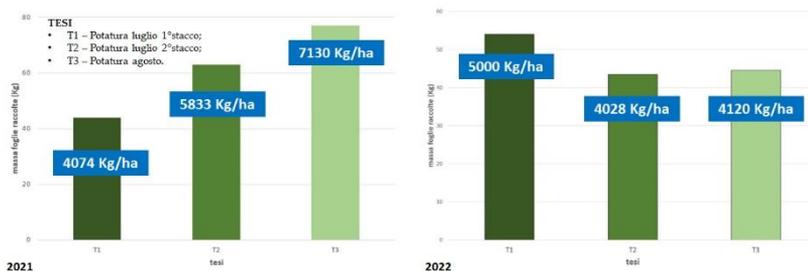


Figura 6. Valori di biomassa fogliare prodotta nelle due annate durante le tre potature.

Inoltre, nei due anni parte del materiale campionato è stato successivamente sottoposto anche ad analisi chimica, presso i laboratori del DISAFA, per valutare l'incidenza di diverse epoche di potatura sulla composizione polifenolica delle foglie.

Sono stati preparati estratti di foglie di gelso fresco (3 ripetizioni per ogni tesi) per l'identificazione e la quantificazione dei principali metaboliti secondari di interesse per il progetto. Un totale di 2 g di foglie fresche è stato sottoposto a macerazione per 48 h; successivamente i macerati sono stati filtrati, pressati mediante torchio manuale e filtrati nuovamente per essere poi conservati a 4°C e 95% U.R. fino al momento delle analisi. Sono state effettuate analisi di tipo spettrofotometrico: contenuto in polifenoli totali (TPC) mediante il metodo Folin-Ciocalteu ($\text{mg}_{\text{GAE}}/100$ g di peso fresco) e capacità antiossidante (AOC) mediante il metodo FRAP - Ferric Reducing Antioxidant Power ($\text{mmol Fe}^{2+}/\text{kg}$ di peso fresco). Sono state effettuate anche analisi di tipo cromatografico (cromatografia liquida ad alte prestazioni accoppiata a un rivelatore UV-Vis a serie di diodi) per la valutazione della composizione in metaboliti secondari (acidi cinnamici, flavonoli, acidi benzoici, catechine, antociani) e dell'apporto di ciascuno di essi al fitocomplesso totale. I risultati sono stati sottoposti ad analisi statistica (ANOVA e Tukey test; $P < 0,05$; $n=3$).

Come si può osservare nei grafici sotto riportati, non si sono osservate differenze statisticamente significative né tra le annate né tra le tesi all'interno della stessa stagione. In ogni caso, si possono osservare alcuni punti critici:

1. La stagione più secca ha portato alla produzione di una maggiore quantità di metaboliti secondari ($\text{TPC}_{2022} > \text{TPC}_{2021}$) per ogni tesi;
2. L'elevata deviazione standard nelle tesi può essere dovuta ad una minima influenza del filare di raccolta sulla produzione totale osservato in entrambe le annate. In progetti e prove future, si suggerisce di proseguire questo tipo di sperimentazione aumentando il numero di filari utilizzati.

Come si può osservare in Figura 7, il trend del contenuto in polifenoli totali è correlato a quello della capacità antiossidante (all'aumentare o al diminuire del primo corrisponde, rispettivamente, un aumento o una diminuzione della seconda). In ogni caso, il contenuto in vitamina C e altri composti antiossidanti può avere influenzato i valori di attività antiossidante, soprattutto per quanto riguarda la tesi T1 della stagione 2022. In questo caso, si può osservare infatti che AOC di T1_2022 sia maggiore rispetto a T2/T3_2022 nonostante il contenuto in polifenoli totali sia inferiore.

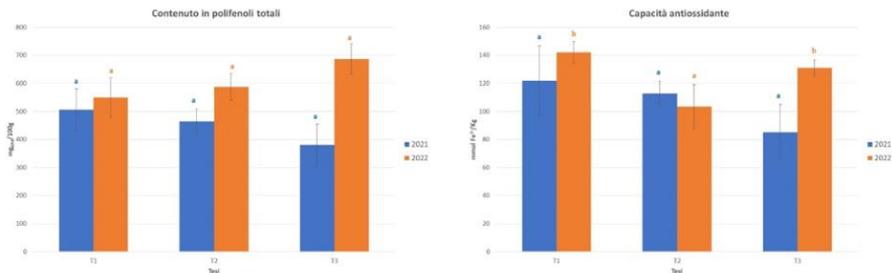


Figura 7. Contenuto in polifenoli totale e capacità antiossidante dei campioni di foglie analizzati. I risultati sono espressi come valore medio \pm deviazione standard di ogni campione ($n=3$). Differenti lettere per ogni campione indicano differenze significative per $P < 0,05$.

Per quanto riguarda la valutazione dei singoli composti, rispetto alla raccolta del 2021, il contenuto in acidi cinnamici è risultato maggiore, mentre si è evidenziato un minore contenuto in catechine. Simili i valori di flavonoli e acidi benzoici. In tabella I sono riportati i range compositivi delle classi fitochimiche considerate (mg/100 g di peso fresco - FW).

Tabella I. Range compositivi delle tre diverse tesi (media dei valori 2021-2022).

	Acidi cinnamici (mg/100 g FW)	Flavonoli (mg/100 g FW)	Acidi benzoici (mg/100 g FW)	Catechine (mg/100 g FW)	Antociani (mg _{C3G} /100 g FW)
Tesi 1	100-200	50-150	20-50	130-230	30-70
Tesi 2	120-250	70-120	10-20	20-110	30-60
Tesi 3	150-200	60-80	50-110	220-330	20-60

Nella Figura 8, si riporta invece il contributo di ogni classe bioattiva al fitocomplesso totale. Le tesi 1 e 3 presentano una composizione percentuale molto simile con la prevalenza di catechine (30-40% del totale) seguita da acidi cinnamici e flavonoli, mentre la tesi 2 è caratterizzata principalmente da acidi cinnamici (più del 40%) e flavonoli (circa il 20% del totale). Acidi benzoici ed antociani presentano livelli bassi (intorno al 10%) in tutte e 3 le tesi.

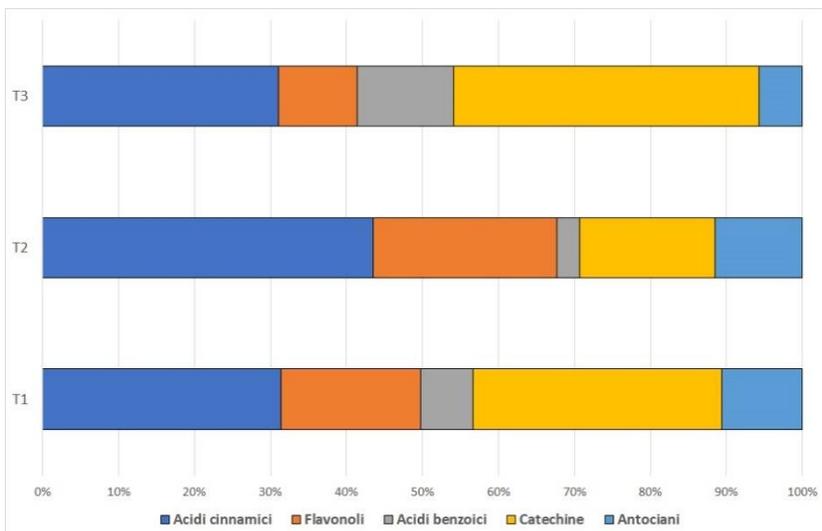


Figura 8. Contributo di ogni classe polifenolica al contenuto totale in composti bioattivi.

Alimentazione conigli con diete a base di foglie di gelso

L'idea di valorizzare le foglie di gelso attraverso l'alimentazione dei conigli è nata da una specifica richiesta dell'allevatore Danilo Perano (Az. Agr. Cunigranda) di differenziare il suo prodotto ed esitare sul mercato una carne di coniglio ottenuta con materie prime regionali e aventi una etichetta di maggiore sostenibilità, oltre alla possibilità di ottenere un miglioramento della qualità della carne (arricchimento in acidi grassi polinsaturi della serie n-3) ed una riduzione del costo razione.

Il progetto ha visto lo svolgimento di un totale di **7 prove di alimentazione** in azienda. Dal momento che tutte le prove hanno condotto a risultati analoghi, si riportano, nel dettaglio, i dati ottenuti durante l'ultima prova condotta.

Nel dettaglio, 480 conigli da carne (ibridi Hycole x Grimaud), presso l'Azienda Cunigranda di Danilo Perano, a Centallo (CN). I conigli, aventi 45 giorni di vita, sono stati distribuiti a gruppi di otto in gabbie arricchite all'interno di un capannone (Figura 9).



Figura 9. Conigli all'interno delle gabbie.

Le condizioni ambientali del locale (temperatura e fotoperiodo) sono state periodicamente monitorate. Gli animali sono stati suddivisi in due gruppi: C

(controllo) e G (gelso). I gruppi sono stati creati in modo da ottenere un peso medio simile per entrambe le diete (Figura 10).



Figura 10. Pesata dei conigli all'inizio della prova.

Trenta gabbie sono state etichettate e numerate progressivamente con la lettera C, per indicare la dieta controllo, e altre trenta con la lettera G, per indicare la dieta con il gelso (Figura 11). Lo stesso procedimento è stato eseguito per i bidoni contenenti i due differenti mangimi utilizzati in fase di finissaggio. Entrambi i gruppi nel periodo di svezzamento e di accrescimento sono stati alimentati con il medesimo mangime. Il mangime e l'acqua sono stati somministrati a volontà, sfruttando mangiatoie collettive e abbeveratoi a goccia.



Figura 11. Distribuzione dei conigli all'interno delle gabbie.

I conigli sono stati alimentati con tre diverse diete, nel corso del loro ciclo produttivo, in funzione della loro età, come riportato nella Tabella 2.

Tabella 2. Diete somministrate ai conigli durante il loro ciclo produttivo.

	Fase di alimentazione		
	Fino a 45 giorni di vita	Da 46 a 63 giorni di vita	Da 64 a 82 giorni di vita
Mangime	Svezamento	Accrescimento	Finissaggio (C o G)

C: mangime controllo; G: mangime contenente 10% di farina di foglie di gelso.

La dieta di accrescimento è stata fornita da Progeo Mangimi e somministrata ai conigli fino a 63 giorni di vita.

Al fine di preparare le diete di finissaggio, dopo confronto con il prof. G. Xiccato (Università di Padova), il mangime di finissaggio (Progeo Mangimi) comunemente utilizzato dall'allevatore è stato sfarinato presso il mangimificio dell'Azienda Sperimentale Tetto Frati del DISAFA (Carmagnola). Sono quindi state preparate le due diete (formulate per essere isoproteiche, isolipidiche e isoenergetiche) utilizzando 85% del mangime Progeo e 15% di altre materie prime:

- Dieta finissaggio di controllo (C): 85% mangime standard (Progeo Mangimi), 8% farina di erba medica e 7% farina di orzo;
- Dieta finissaggio contenente farina di gelso (G): 85% mangime standard (Progeo Mangimi), 4% farina di orzo, 1% farina di soia e 10% farina di foglie di gelso

(ottenuta da foglie di gelso raccolte e sottoposte a processo di essiccazione e macinatura – Figura 12).

Le due diete sono state nuovamente pellettate e somministrate ai conigli per trentasette giorni, a partire dal sessantaquattresimo giorno di vita, fino al giorno precedente la macellazione.



Figura 12. Foglie di gelso essiccate e successivamente macinate.

Al termine della prova, 60 animali (1/gabbia) sono stati selezionati sulla base del peso medio della gabbia e macellati secondo la normativa vigente.

Una volta macellati, sono state eseguite le pesate della carcassa calda e del pacchetto gastro intestinale. Le carcasse sono state stoccate in cella climatica a + 4°C per 24 ore. Una volta raffreddate, sono state pesate (peso della carcassa fredda) e, successivamente, sono stati rimossi gli organi interni. In particolare, sono stati pesati: il fegato, i reni, la corata, la testa e nuovamente la carcassa. Quest'ultima è stata porzionata, prelevando sia il muscolo *Longissimus thoracis et lumborum* (LTL) sinistro e destro, che la coscia sinistra. Inoltre, sono stati pesati i lombi destri per le successive analisi fisiche.

Una volta ottenute le pesate, sono state calcolate le performance di macellazione. In primo luogo, è stata valutata la resa al macello. Successivamente, è stato valutato il peso relativo degli organi, relativamente al peso della carcassa calda, fredda o di riferimento.

Il colore della carne è stato valutato sulle cosce sinistre e sui lombi sinistri, utilizzando il colorimetro. Tale strumento elettronico è stato posizionato sulla parte

craniale, mediale e caudale di ogni campione, replicando la misura per tre volte. È stato così registrato il valore di L^* (luminosità), a^* (rosso) e b^* (giallo). Sulle stesse aree, è stato misurato il pH. La sonda del pH-metro è stata inserita nel cuore della carne, attendendo alcuni secondi prima di registrare i valori apparsi sul display dello strumento. Le restanti analisi fisiche (perdite da scongelamento, perdite da cottura e forza di taglio) sono state eseguite sui lombi destri. Le analisi chimiche (sostanza secca, ceneri, proteina grezza, estratto etereo e profilo in acidi grassi) sono state, infine, eseguite sui lombi e sulle cosce sinistre.

I dati raccolti durante la prova sperimentale sono stati sottoposti ad analisi statistica mediante il software IBM SPSS 28.0. La normalità dei dati è stata valutata attraverso il test Shapiro-Wilk. In seguito, è stato applicato il test t di Student. In particolare, sono stati considerati significativi i valori di $P < 0,05$.

Risultati principali

Per quanto concerne le prestazioni di crescita, il consumo medio giornaliero di mangime nella fase di finissaggio è risultato estremamente inferiore ($P < 0,001$) nei conigli appartenenti al gruppo controllo. Una differenza significativa è stata osservata anche per il consumo medio giornaliero di mangime complessivo. Il gruppo controllo ha, infatti, ottenuto dei valori altamente inferiori ($P < 0,01$) rispetto al gruppo gelso (Figura 13).

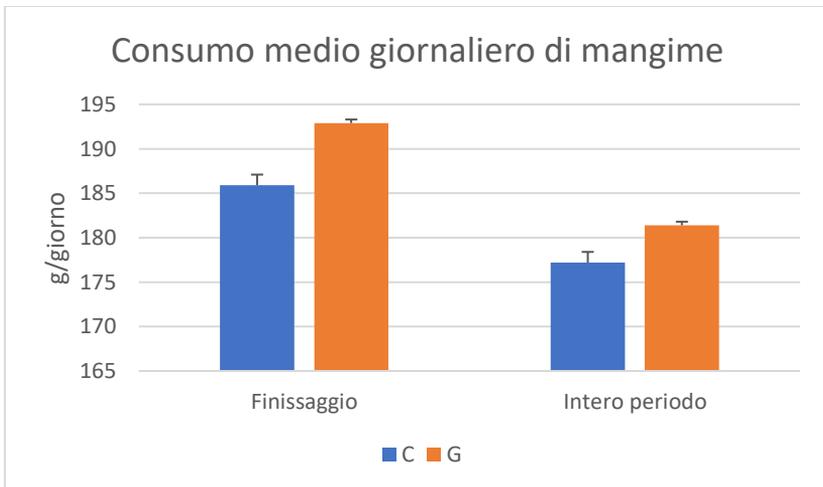


Figura 13. Consumo medio giornaliero di mangime.

Inoltre, l'indice di conversione alimentare nella fase di finissaggio è risultato significativamente maggiore nei conigli appartenenti al gruppo gelso ($P < 0,05$; Figura 14). Il peso corporeo e l'accrescimento medio giornaliero non hanno, invece, mostrato differenze significative ($P > 0,05$).

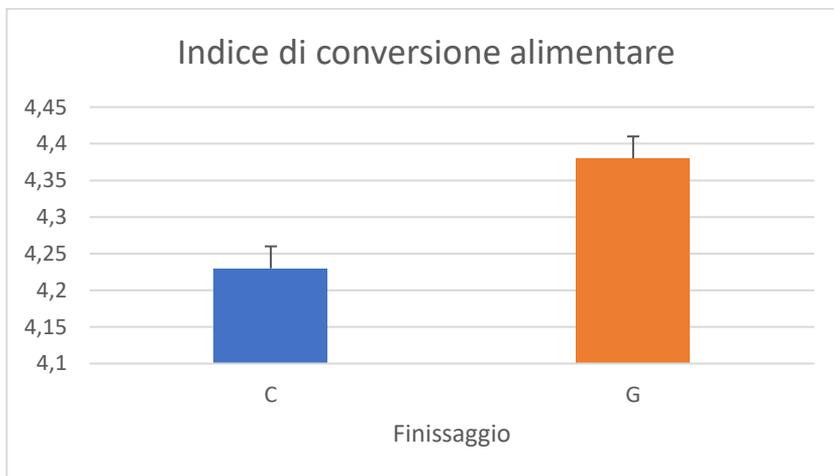


Figura 14. Indice di conversione alimentare.

Per quanto concerne le caratteristiche della carcassa, i due gruppi non hanno mostrato differenze statisticamente significative per la maggior parte dei parametri analizzati ($P > 0,05$), ad eccezione del peso del fegato relativo alla carcassa fredda e alla carcassa di riferimento. In entrambi i casi, è risultato, infatti, inferiore nei conigli appartenenti al gruppo gelso ($P < 0,05$; Figura 15).

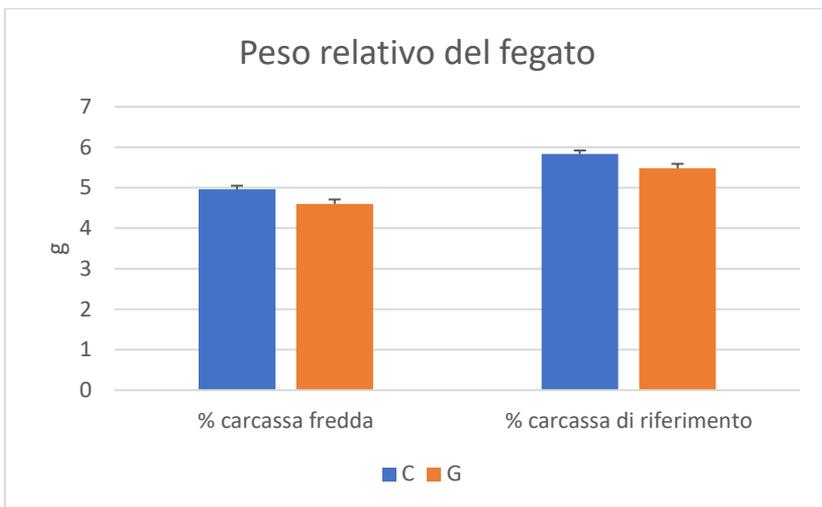


Figura 15. Peso relativo del fegato.

Relativamente alla qualità fisica della carne, le perdite da scongelamento e da cottura, così come la forza di taglio, non hanno evidenziato differenze statisticamente significative tra i due gruppi di animali ($P > 0,05$). L'unico parametro in cui è stata osservata una differenza statisticamente significativa è l'indice del giallo (b^*), risultato maggiore nei lombi del gruppo controllo ($P < 0,05$; Figura 16).

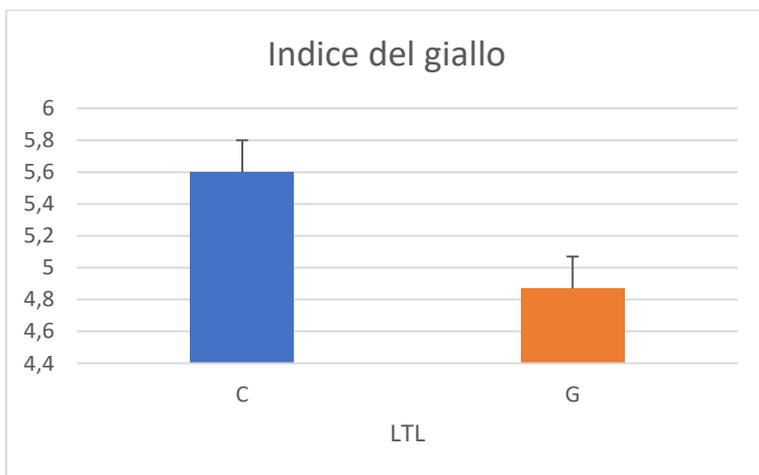


Figura 16. Colore della carne.

La composizione centesimale dei lombi e delle cosce è risultata, complessivamente, inalterata dall'utilizzo della farina di gelso ($P > 0,05$), ad eccezione dell'estratto etereo dei lombi e la sostanza secca delle cosce, i quali hanno evidenziato contenuti maggiori nel gruppo controllo ($P < 0,05$; Figura 17).

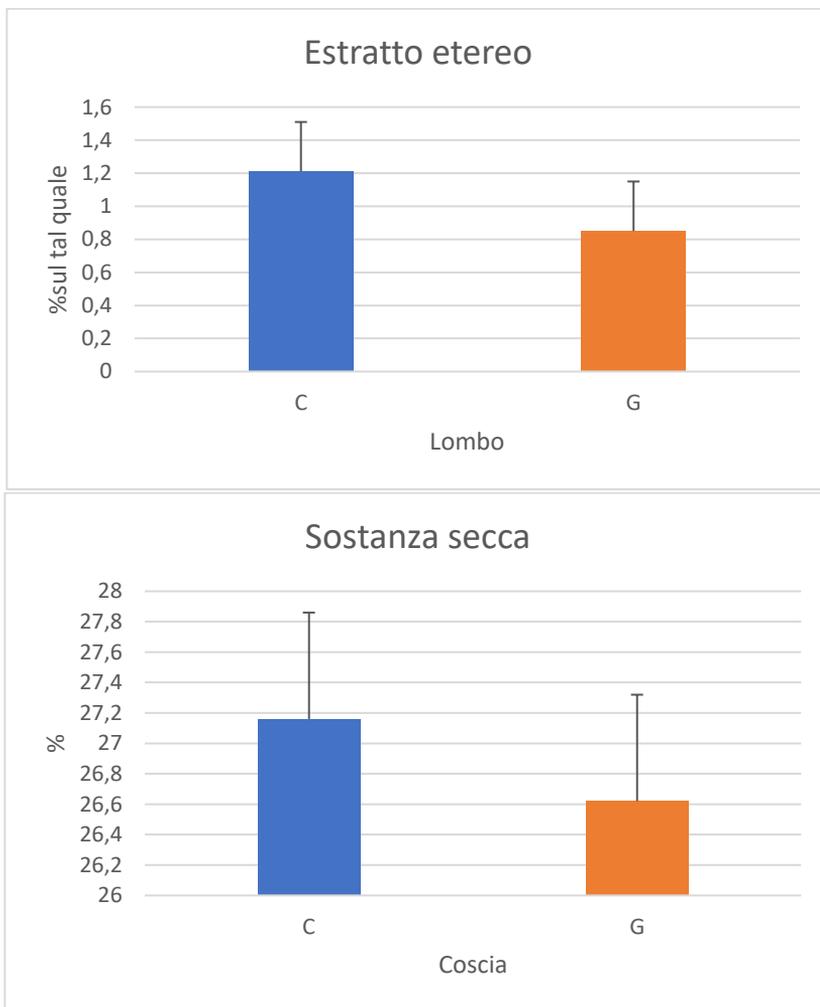


Figura 17. Contenuto lipidico del lombo e sostanza secca della coscia.

Per quanto riguarda, infine, il profilo acido della carne, nei lombi i due gruppi non hanno mostrato differenze statisticamente significative in relazione alla maggioranza degli acidi grassi rilevati ($P > 0,05$), ad eccezione dell'acido arachico (C20:0), la cui proporzione sul totale degli acidi grassi rilevati è risultata significativamente inferiore nel gruppo gelso ($P < 0,05$; Figura 18).

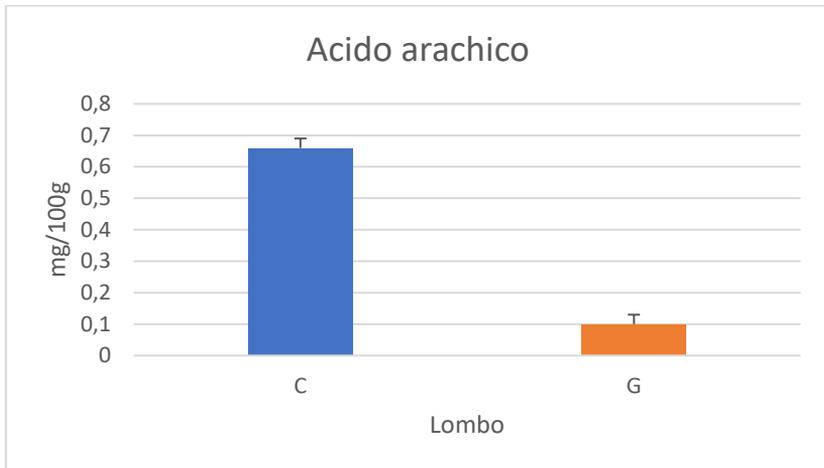


Figura 18. Contenuto in acido arachico della carne.

Nelle cosce, invece, gli acidi grassi che hanno presentato delle differenze statisticamente significative tra i due gruppi sono stati l'acido stearico (C18:0) e l'acido α -linolenico (C18:3 n-3). In particolare, le cosce del gruppo controllo presentavano una maggiore quantità di C18:0 e una minore quantità di C18:3 n-3 ($P < 0,05$; Figura 19) rispetto al gruppo gelso. Inoltre, il contenuto totale di acidi grassi polinsaturi della serie n-3 (PUFA n-3), rappresentati prevalentemente dall'acido α -linolenico, è risultato significativamente maggiore nel gruppo alimentato con il mangime contenente la farina di gelso, mentre il rapporto tra gli acidi grassi polinsaturi totali delle serie n-6 ed n-3 (n-6/n-3) è risultato, di conseguenza, minore ($P < 0,05$; Figura 20). Si ricorda come, uno degli obiettivi del progetto, era di esitare sul mercato un prodotto arricchito in acidi grassi polinsaturi della serie n-3.

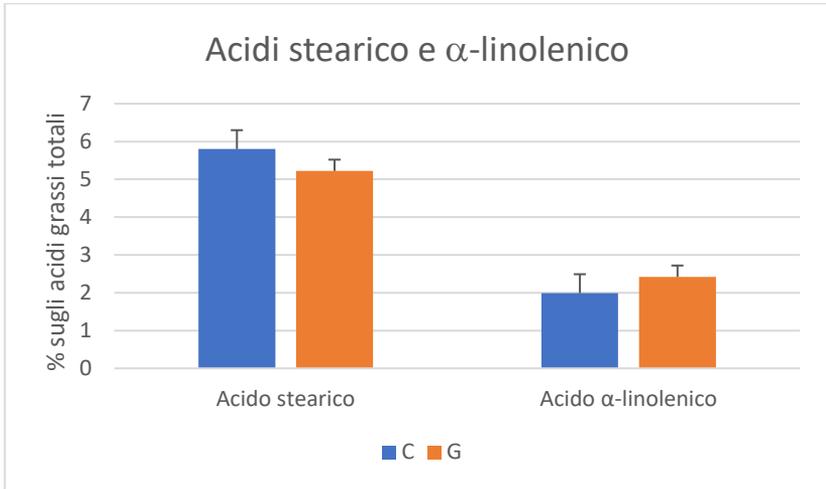


Figura 19. Contenuto in acido stearico e α -linolenico della coscia.

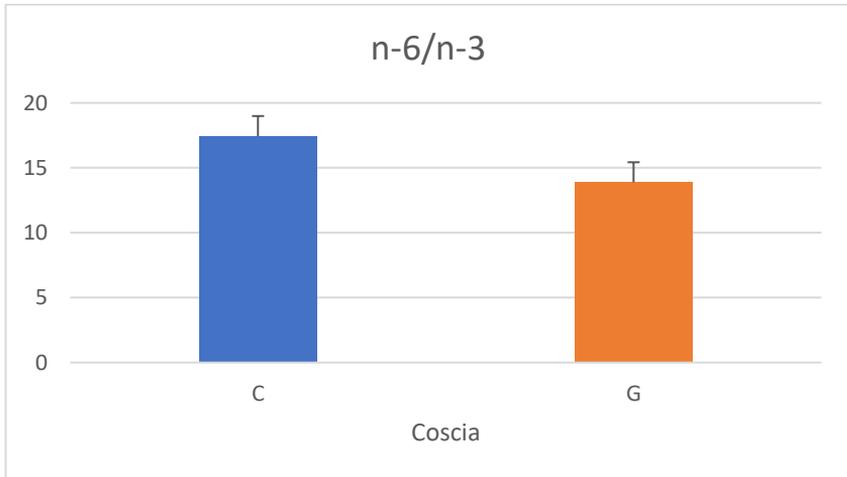


Figura 20. Rapporto tra acidi grassi polinsaturi delle serie n-6 ed n-3 nella coscia.

Baco da seta

Nell'ambito del progetto **GELSO-NET** erano previste diverse attività finalizzate alla valorizzazione di una filiera agroalimentare avente come protagonista il gelso (*Morus* spp). La coltivazione di questo genere di piante ed in particolare di alcune specie come *M. alba*, che sono ancora molto diffuse in diverse regioni d'Italia, era storicamente associata all'attività gelsi-bachicola, un tempo molto fiorente in diverse regioni del territorio nazionale. Le piante del genere *Morus* hanno un elevato potenziale come foraggio ad elevato tenore proteico, come fonte di principi attivi a diverso uso, come piante da frutto ed anche come piante ornamentali, solo per citare alcuni possibili campi di applicazione. La diffusione sul territorio, unitamente ai motivi appena descritti, hanno spinto i Dipartimenti DISAFA e DSV ad implementare il progetto **GELSO-NET** con l'intento di valorizzare la foglia di gelso e gli altri prodotti della pianta abbinando a tale attività anche degli allevamenti pilota di baco da seta con il coinvolgimento di tre aziende agricole (Villa Villacolle, La Maurina e Mellano Mauro) in cui sono stati allevati i bachi da seta (*Bombyx mori*) fino al completamento del loro ciclo larvale che culmina con la filatura del bozzolo. La messa in atto di questa parte del progetto è stata possibile grazie al coinvolgimento del Centro Agricoltura e Ambiente del CREA (Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria; CREA-AA), ed in particolare del Laboratorio di bachicoltura di Padova. Quest'ultimo ha, infatti, avviato già da tempo diverse azioni per tentare di reintrodurre in Italia, partendo dal Veneto, una nuova filiera della seta. Proprio per questo, nell'ambito di **GELSO-NET** si è pensato di "copiare" l'approccio utilizzato in Veneto sfruttando l'esperienza accumulata durante il progetto Serinnovation (PSR Veneto, Misura I6; www.serinnovation.it) nel corso degli ultimi anni. La filiera della seta è, infatti, piuttosto articolata, comprendendo una parte agricola ed una industriale; mentre la parte agricola è stata totalmente delocalizzata in paesi con un basso costo del lavoro, la parte industriale – almeno per la sua parte finale – è sempre rimasta attiva a livello nazionale trovando nel distretto serico di Como la sua massima espressione. La parte centrale della filiera, dove avviene il passaggio dal comparto agricolo a quello industriale, ha accusato una notevole perdita di *know-how*, mentre per la parte agricola, che parte dall'allevamento dell'animale e arriva fino alla produzione del bozzolo fresco, risorse genetiche e tecniche di allevamento sono state mantenute presso il Laboratorio di bachicoltura di Padova.

La parte agricola della filiera prevede che, in spazi adeguati a mantenere un minimo controllo sulle condizioni ambientali (temperatura, umidità e ventilazione), si possa allevare il baco da seta che è un animale dipendente dalle cure dell'uomo per la sua sopravvivenza e totalmente incapace di sopravvivere in ambiente. Il suo allevamento, come attività agricola, ha natura di reddito integrativo ed è attività fortemente stagionale potendo essere praticata, in climi temperati, solo durante la stagione vegetativa del gelso e durante i periodi in cui le temperature ambientali consentono uno sviluppo ottimale dell'animale ed una resa produttiva soddisfacente. *Bombyx mori* è, infatti, una specie monofaga che si nutre unicamente di gelso o di alimenti "artificiali" basati su di esso, ed è questo il motivo per cui la presenza sul territorio di piante di *Morus* è da intendersi come una testimonianza di una passata vocazione territoriale verso questa attività agricola. Il CREA-AA di Padova ha come *mission* il mantenimento di una collezione di razze di baco da seta e una collezione varietale di gelsi dal momento che la coltivazione degli uni è sempre stata legata all'allevamento delle altre. Partendo dalle razze conservate in purezza al CREA-AA, mediante incroci mirati, si producono degli ibridi che vengono utilizzati sia in ambiti sperimentali per applicazioni tecnico-scientifiche sia in ambito agricolo visto l'aumentato vigore garantito dall'incrocio delle razze pure (fenomeno dell'eterosi). Il ciclo biologico del baco da seta è caratterizzato da quattro fasi ben distinguibili come sempre avviene per gli insetti olometaboli (cioè a metamorfosi completa): l'uovo, che rappresenta la fase svernante al cui interno troviamo l'embrione, lo stadio giovanile larvale, la pupa o crisalide e l'adulto che è costituito da una falena. Gli adulti sono lo stadio sessualmente maturo e garantiscono la continuità della specie poiché, in seguito all'accoppiamento, depongono le uova che vengono conservate fino all'allevamento successivo. Lo stadio giovanile è distinto in cinque età larvali scandite da quattro mute in cui l'animale cambia il proprio esoscheletro per poter aumentare di dimensioni e raggiungere la taglia che gli permetterà di affrontare la filatura del bozzolo ed iniziare il processo di trasformazione in pupa e poi in adulto. Le risorse energetiche accumulate sono, infatti, fondamentali poiché gli stadi successivi a quello giovanile non si nutrono più ma sfruttano unicamente quanto immagazzinato nei tessuti grassi per completare il ciclo biologico. Delle cinque età larvali, le prime tre sono quelle più delicate poiché richiedono un più accurato controllo delle condizioni ambientali per assicurare la salubrità degli allevamenti. Per questo, si è deciso di adottare la stessa strategia usata in Serinnovation, proponendo una filiera cooperativa in cui lo svezzamento dei bachi (età larvali I-III) è stato fatto presso il CREA-AA di Padova, mentre la parte finale dell'allevamento è stata fatta presso le aziende coinvolte nel progetto **GELSO-NET**. Questo permette, inoltre, di efficientare le risorse quando i bachi sono piccoli e richiedono un contenuto impegno in termini di spazio e foglia consumata,

garantendo al contempo uno svezzamento fatto da personale esperto. Una volta iniziata la IV età, i bachi sono stati trasportati (Figura 21) e consegnati (Figura 22) alle tre aziende agricole coinvolte nel progetto **GELSO-NET** per la parte di allevamento che richiede maggiore disponibilità di spazio ed è caratterizzata da un consumo di foglia con andamento esponenziale e quantitativamente molto più rilevante.



Figura 21. Trasporto dei bachi presso una delle aziende coinvolte nel progetto GELSO-NET. Come si può vedere dall'immagine, durante il tragitto le larve hanno totalmente consumato il pasto somministrato prima della partenza e la lettiera è praticamente inesistente. È possibile notare la foglia fresca data all'arrivo che costituirà il secondo pasto di giornata su un totale di tre.



Figura 22. Il momento della consegna dei bachi da parte del CREA-AA all'azienda agricola La Maurina. Agli animali è abbinata una scheda di allevamento in cui sono riportate le varie date di completamento dei singoli stadi larvali e delle mute. Le larve sono state consegnate al IV e penultimo stadio.

La durata attiva del IV stadio, in cui bisogna fornire al baco tre pasti giornalieri di foglia fresca, è di circa 5 giorni in condizioni ideali di temperatura e umidità e con un'alimentazione ottimale. È inoltre fondamentale che la foglia venga somministrata asciutta, poiché la presenza di acqua sulla pagina fogliare (pioggia o rugiada) è il principale fattore di rischio per la poliedrosi nucleare che è una malattia virale causa delle perdite più rilevanti nella filiera gelsi-bachicola. Terminata la fase di alimentazione attiva, il baco inizia la muta tra il IV ed il V stadio ed è stato compito dell'allevatore individuare correttamente questo momento per sospendere l'alimentazione, poiché durante la muta le larve cessano di alimentarsi (Figura 23). La sospensione dei pasti permette di abbassare l'umidità nella lettiera ed evita di intralciare il completamento della muta. Il residuo dei pasti precedenti si sarà nel frattempo seccato e sarà quindi poco attrattivo per le larve precocemente mutate che, non nutrendosene, non inizieranno lo sviluppo effettivo dell'ultimo stadio larvale. La fase di digiuno dura all'incirca 48 ore e, non appena la totalità degli animali ha completato la muta, si può riprendere l'alimentazione permettendo al lotto di avere uno sviluppo sincrono ed omogeneo in modo da arrivare alla filatura del bozzolo in maniera simultanea.



Figura 23. Larve di poliibrido in muta tra il IV ed il V stadio. Si possono notare i residui di foglie secche avanzate dai pasti precedenti e le esuvie delle larve che hanno già completato la muta (freccia rossa). L'appartenenza della larva al IV o al V stadio viene determinata sulla base delle dimensioni del capo dell'animale; la punta della freccia rossa indica una larva al V stadio (capo di grandi dimensioni) mentre quella gialla una ancora in muta. In questo momento dell'allevamento l'alimentazione va interrotta per garantire un corretto completamento della muta.

Per la V ed ultima età si è scelto di allevare le larve con il metodo del “pezzone friulano” che consiste nella somministrazione dei pasti dando direttamente le foglie ancora attaccate ai ricacci di gelso aventi la crescita dell'anno precedente anziché le foglie spiccate dal ramo (Figura 24). Questo consente un notevole risparmio di lavoro e migliori condizioni di allevamento. I rami vengono, infatti, disposti perpendicolarmente rispetto al pasto precedente, creando una sorta di reticolo tridimensionale che crescerà in altezza e lascerà circolare un flusso d'aria che garantirà migliori condizioni sanitarie limitando la fermentazione della lettiera e la formazione di muffe.



Figura 24. L'alimentazione delle larve al V stadio con il metodo del "pezzone friulano". Nell'immagine a sinistra si vedono le larve prima della somministrazione del pasto e in quella di destra dopo che sono stati aggiunti i nuovi rami con le foglie fresche. Al progredire dello sviluppo, il pezzone crescerà in altezza garantendo sempre foglia fresca e buone condizioni sanitarie.

Dopo circa 8 giorni di alimentazione attiva, le larve saranno giunte a maturazione ed è stato compito degli allevatori riconoscere i segnali dell'imminente filatura del bozzolo per posizionare sulle lettiere i supporti di plastica che facilitano la produzione di bozzoli di qualità (Figura 25). La filatura del bozzolo da parte dell'animale viene completata nell'arco di circa 3-4 giorni considerando il tempo che individualmente ogni baco impiega e un leggero sfalsamento nell'inizio del processo che è inevitabile ci sia all'interno di un lotto anche se viene allevato correttamente e mantenuto sincrono con il meccanismo dell'interruzione dell'alimentazione alle mute tra le cinque età larvali che compongono la parte giovanile del ciclo biologico.



Figura 25. Raggere in plastica con bozzoli di poliibrido appena formati. Le raggere vengono posizionate sopra le lettiere quando i bachi sono pronti per la “salita al bosco” o filatura del bozzolo. In questo momento le larve manifesteranno un comportamento ormonalmente indotto che le porterà a cercare di arrampicarsi verso l’alto in cerca di un supporto adatto per ancorarsi ed iniziare la filatura del bozzolo.

Una volta che i bozzoli sono formati, si devono attendere alcuni giorni (circa 10 dalla “salita al bosco”) prima di poterli rimuovere dalle raggere per permettere alla larva di trasformarsi in pupa e maturare in modo che l’esoscheletro appena formato non si danneggi con la manipolazione dei bozzoli.

Questo farebbe infatti uscire emolinfa dal corpo dell’insetto che, macchiando la corteccia serica, ne abbasserebbe la qualità. Una volta rimossi dai supporti di plastica, i bozzoli sono stati essiccati presso i laboratori dell’Università di Torino (Figura 26) e spediti al CREA-AA di Padova per una valutazione dei principali parametri produttivi.



Figura 26. Essiccazione dei bozzoli prodotti nell'ambito di GELSO-NET. I bozzoli freschi vengono disposti su strato sottile per favorire l'evaporazione dell'acqua che generano quando esposti al calore. L'essiccazione viene eseguita in circolazione forzata d'aria calda a temperature decrescenti e comprese tra gli 80 ed i 60 °C.

In generale, le caratteristiche dei bozzoli ottenuti sono leggermente inferiori a quelle ottimali per una destinazione d'uso di tipo tessile, anche se vale la pena ricordare che gli standard qualitativi richiesti dalle lavorazioni dell'industria di questo settore sono quelle più restrittive in assoluto quando si vuole produrre un filato di altissima qualità. In generale, la produzione ottenuta ha dimostrato una discreta qualità generale (bozzoli di forma regolare, buona pezzatura, privi di macchie rilevanti) anche se la limitata filabilità suggerisce di impiegarli in settori applicativi in cui quest'ultimo parametro non è fondamentale come, ad esempio, la cosmesi o il settore biomedico in cui normalmente le proteine della seta vengono estratte con metodi chimici che non prevedono il filo come materiale di partenza.

Per una valutazione del campione di bozzoli testato si può fare riferimento ai dati riassunti nella Tabella 3, in cui sono riportati il peso fresco del bozzolo, il peso della sola corteccia serica, la resa percentuale in seta e la lunghezza della bava dipanabile (ossia il filo che si riesce ad ottenere dalla trattura del bozzolo) con le relative misure di dispersione.

Tabella 3. Sommario dei principali dati produttivi (media \pm deviazione standard) dei bozzoli ottenuti dagli allevamenti effettuati nell'ambito del progetto GELSO-NET.

Parametro	
PB (g)	1,653 \pm 0,318
PC (g)	0,341 \pm 0,066
Resa (%)	21,05 \pm 3,03
Bava dipanabile (m)	858 \pm 75

PB: peso del bozzolo; PC peso della corteccia serica; resa %: $(PC/PB) \times 100$; bava dipanabile: lunghezza del filo di seta ottenuto dalla filatura individuale dei bozzoli.

Filiera frutto

Il forte interesse di consumatori e industria rende necessario applicare sistemi di controllo per garantire la tracciabilità delle materie prime (frutti freschi) e dei prodotti commerciali da essi derivati (frutti essiccati e confetture), valutandone la qualità.

I frutti freschi (cultivar Kokuso) raccolti nell'Az. Agr. Mauro Mellano nelle stagioni 2021 e 2022 sono stati valutati dal punto di vista qualitativo; in particolare, sono stati considerati i seguenti parametri:

- pezzatura (mm) e peso dei singoli frutti (g) alla raccolta mediante calibro e bilancia digitali;
- contenuto in solidi solubili (°Brix) con rifrattometro digitale;
- acidità titolabile (meq/L) e pH mediante titolatore automatico potenziometrico.

I risultati ottenuti in questo progetto presentano valori simili a quelli riportati in precedenti lavori sulla stessa cultivar:

- Peso = $3,77 \pm 0,81$ g;
- Dimensioni = $(12,75 \pm 1,54$ mm) x $(28,78 \pm 4,30$ mm);
- Solidi solubili totali = $18,23 \pm 0,37$ °Brix;
- Acidità titolabile = $27,53 \pm 0,82$ meq/L;
- pH = $5,96 \pm 0,10$.

Come per le foglie, anche per i frutti sono stati valutati il contenuto in polifenoli totali e la capacità antiossidante (Figura 27) sia in riferimento alla materia prima fresca sia in riferimento al prodotto essiccato (essiccazione a freddo). I risultati sono stati sottoposti ad analisi statistica (ANOVA e Tukey test; $P < 0,05$; $n=3$). Entrambi i campioni hanno presentato un elevato contenuto in polifenoli totali con una buona capacità antiossidante, che rende i sorosi una fonte di composti bioattivi di ottimo livello.

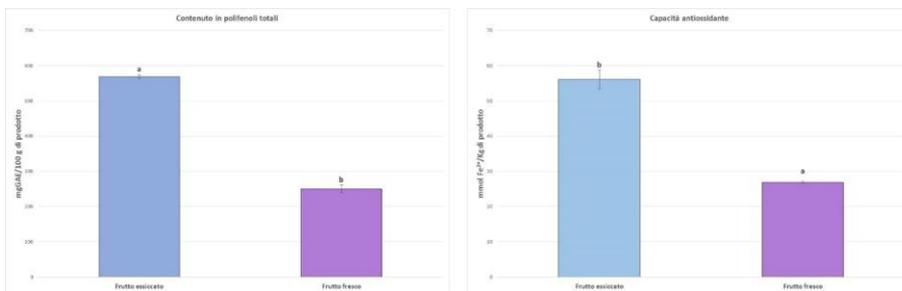


Figura 27. Contenuto in polifenoli totali e capacità antiossidante dei campioni analizzati. I risultati sono espressi come valore medio \pm deviazione standard di ogni campione ($n=3$). Differenti lettere per ogni campione indicano differenze significative per $P < 0,05$.

Dal punto di vista della caratterizzazione dei singoli metaboliti secondari, ottenuta per via cromatografica, i frutti freschi sono risultati ricchi soprattutto in flavonoli, mentre i frutti essiccati presentavano ottimi livelli di acidi cinnamici e catechine, classi costituite da molecole più termoresistenti al processo di essiccazione a freddo rispetto ai flavonoli (Figura 28). I risultati sono espressi come valore medio \pm deviazione standard ($n=3$). C3G = cyanidin-3-O-glucoside.

Frutto fresco



Acidi cinnamici = $45,41 \pm 0,67$ mg/100 g
 Flavonoli = $113,06 \pm 16,80$ mg/100 g
 Acidi benzoici = $21,28 \pm 2,68$ mg/100 g
 Catechine = $41,04 \pm 2,24$ mg/100 g

Antociani = $77,56 \pm 9,72$ mg_{C3G}/100 g

Frutto essiccato



Acidi cinnamici = $123,52 \pm 9,07$ mg/100 g
 Flavonoli = $13,11 \pm 1,19$ mg/100 g
 Acidi benzoici = $15,46 \pm 0,98$ mg/100 g
 Catechine = $71,19 \pm 4,02$ mg/100 g

Antociani = $163,38 \pm 14,29$ mg_{C3G}/100 g

Figura 28. Range compositivi di frutti freschi ed essiccati.

La confettura di sorosi di gelso

Materia prima

La materia prima selezionata per la produzione della *Confettura extra di more di gelso Agrimontana* è la *Purea di gelso pastorizzata* prodotta dall'azienda *DISANAPIANTA S.C.A.R.L.*, realizzata a partire dai frutti coltivati presso l'*Az. Agr. Mellano Mauro*.

In particolare, il terreno di coltivazione è sito nel Comune di Saluzzo e la varietà selezionata è la *Kokuso 20/21* (Figura 29).



Figura 29. Impianto di more di gelso presso l'*Az. Agr. Mellano Mauro*.

La purea di gelso pastorizzata è stata selezionata a seguito di valutazioni interne ed è quindi stata approvata in quanto ritenuta idonea per le sue caratteristiche.

Il processo produttivo di tale semilavorato prevede innanzitutto il controllo della frutta, l'accurato lavaggio e la cernita.

A seguire, si procede con una scottatura (*blanching*) associata ad una frangitura meccanica che permette di ammorbidire la polpa sino a raggiungere la consistenza idonea per la successiva filtrazione e di disattivare, attraverso le temperature raggiunte, gli enzimi ad azione litica ed ossidativa presenti naturalmente nei frutti stessi.

La passatura è un'operazione unicamente meccanica che prevede, mediante pale rotanti, il convogliamento dei frutti contro un setaccio circolare che permette il passaggio della polpa edibile e la separazione di semi, piccoli e bucce.

Il prodotto viene successivamente termizzato in macchine sottovuoto, in modo da ottenere una pulizia microbiologica nel rispetto della qualità organolettica e nutrizionale.

Si ottiene, quindi, una purea dal colore mattone, caratterizzata da una leggera granulosità (Figura 30).



Figura 30. Purea di gelso pastorizzata.

La purea ha le seguenti caratteristiche chimiche: °Brix = 14 ± 3 ; pH < 4,4 - che vengono verificate in fase di accettazione.

Processo produttivo confettura

Il processo di produzione della *Confettura extra di more di gelso agrimontana* prevede innanzitutto il carico della frutta nel cuocitore, in cui avviene lo scongelamento degli ingredienti surgelati (succo di limone), una breve cottura e la miscelazione degli stessi.

Si procede quindi con l'aggiunta dello zucchero di canna, al termine del quale avviene il trasferimento della massa nella *boule* di concentrazione (Figura 31).



Figura 31. Boule di concentrazione.

La tecnica del sottovuoto rende possibile l'estrazione dell'acqua in eccesso mantenendo temperature basse (circa 60°C) in modo tale da preservare le caratteristiche organolettiche del frutto fresco.

Si aggiunge quindi la soluzione di pectina correttamente idratata, che consentirà di ottenere la consistenza ideale del prodotto finito. Infine, viene aggiunto il succo concentrato di sambuco con l'obiettivo di migliorare il colore e quindi l'estetica della confettura.

Per poter definire il prodotto conforme, e quindi poter procedere al confezionamento, è necessario verificare in linea:

- Consistenza, mediante consistometro di Bostwick (Figura 32)



Figura 32. Consistometro.

- °Brix, mediante rifrattometro (Figura 33)



Figura 33. Rifrattometro ottico.

Verificata la conformità ai target prestabiliti, la confettura viene riscaldata e confezionata in vasi di vetro 314 ml, chiusi con apposite capsule.

I vasi subiscono, infine, il ciclo di pastorizzazione.

La confettura ha colorazione tendente al rossastro e consistenza spalmabile (Figura 34).



Figura 34. Confettura extra di more di gelso Agrimontana.

Etichettatura

L'etichettatura del prodotto è frutto della collaborazione tra i reparti Qualità/R&S, Marketing e Acquisti, che definiscono le informazioni legali, gli elementi grafici ed i materiali.

Considerando le caratteristiche uniche del frutto ed il legame con il territorio, è stato scelto di inserire il prodotto nella gamma *l crus*, confetture che volgono ad esaltare peculiarità organolettiche, varietà e territorialità.

L'impostazione grafica dell'etichetta è quindi stata definita in linea con le etichette già esistenti della gamma *l crus*.

L'illustrazione è stata definita in modo tale da essere rappresentativa del frutto in natura.

Per quanto riguarda il materiale privilegiamo, ove possibile, etichette in carta certificata FSC (*Forest Stewardship Council*) o prodotta con materiali *Tree Free* con conseguente impatto forestale zero.

L'etichettatura si compone di due elementi: fronte (Figura 35) e retro (Figura 36).



Figura 35. Etichetta fronte.



Figura 36. Etichetta retro.

Per valorizzare e comunicare in modo più efficace la collaborazione con la Regione Piemonte, è stato realizzato un pendaglio, elemento aggiuntivo rispetto ai canoni aziendali, che riporta i loghi istituzionali, il logo specifico del progetto ed un QRcode che permette di accedere alla *home page* del sito web del progetto <https://gelsonet.it>, consentendo l'illustrazione dettagliata del progetto (Figure 37, 38 e 39).



Figura 37. Pendaglio fronte.



Figura 38. Pendaglio - pagine centrali.



Figura 39. Pendaglio retro.

La Figura 40 riporta la foto del prodotto finito.



Figura 40. Confettura extra di more di gelso Agrimontana I crus.

Caratterizzazione confetture Agrimontana

Ulteriori analisi, svolte presso i laboratori del DISAFA, si sono concentrate sui principali parametri di valutazione delle proprietà nutraceutiche ed antiossidanti delle confetture a base di more di gelso prodotte mediante differenti protocolli e conferite direttamente dall'Azienda Agrimontana:

- Campione G0: confettura prodotta a partire da materiale congelato;
- Campione G1: purea di gelso con passatura 1 mm a cui il fornitore ha aggiunto 1 g/kg di acido citrico (T max di lavorazione 83°C; il prodotto ha subito pastorizzazione);
- Campione G2: purea di gelso con passatura 1 mm a cui il fornitore ha aggiunto 1 g/kg di acido citrico (T max di lavorazione 20°C; il prodotto non ha subito pastorizzazione);
- Campione G3: purea di gelso con passatura 1 mm a cui il fornitore ha aggiunto 1 g/kg di acido citrico (T max di lavorazione 83°C; il prodotto non ha subito pastorizzazione);
- Campione G4: stessa materia prima prevista nel campione G1, ma con aggiunta di succo concentrato di sambuco.

Sono state effettuate analisi di tipo spettrofotometrico (contenuto in polifenoli totali – TPC, contenuto in antociani totali – TAC, e attività antiossidante - AOC) e cromatografiche (polifenoli, vitamina C). I risultati sono stati sottoposti ad analisi statistica (ANOVA e Tukey test; $P < 0,05$, $n=3$). È stata inoltre effettuata un'analisi statistica multivariata (*Principal Component Analysis*, PCA) per determinare eventuali correlazioni tra i campioni analizzati e tra essi e le variabili considerate (TPC, TAC, AOC e marker fitochimici quantificati nelle confetture).

Per tutti e tre i parametri nutraceutici considerati (TPC, AOC e TAC), non sono state ottenute differenze statisticamente significative tra i campioni G1, G2 e G3, evidenziando come la temperatura massima di lavorazione e la presenza/assenza di pastorizzazione non siano stati aspetti determinanti nella definizione delle proprietà nutraceutiche dei prodotti analizzati. Il campione G0, prodotto a partire da materiale congelato, ha mostrato valori intermedi rispetto alle confetture sopracitate e il campione G4, ma in ogni caso essi sono risultati dello stesso ordine di grandezza dei campioni G1, G2 e G3. Infine, differenze statisticamente significative sono state

riscontrate nel campione G4 rispetto ai prodotti G1, G2 e G3, probabilmente in relazione all'aggiunta di succo concentrato di sambuco (Tabella 4).

Tabella 4. Contenuto in polifenoli totali, capacità antiossidante e contenuto in antociani totali per i diversi campioni analizzati (n=3).

campione	TPC			AOC			TAC		
	media	DS	Tukey test	media	DS	Tukey test	media	DS	Tukey test
	mgGAE/100 g di prodotto		(P < 0.05)	mmol Fe ²⁺ /Kg di prodotto		(P < 0.05)	mgC3G/100 g di prodotto		(P < 0.05)
G0	88.77	7.99	ab	11.24	1.47	ab	6.18	2.14	ab
G1	81.38	7.14	a	7.62	0.44	a	4.78	1.59	a
G2	79.70	0.46	a	8.16	0.48	a	3.82	1.08	a
G3	74.62	7.02	a	10.93	2.59	a	4.95	1.86	a
G4	103.33	3.26	b	14.97	0.91	b	10.20	2.60	b

GAE: equivalenti di acido gallico
 C3G: equivalenti di cianidin 3-O-glucoside
 DS: deviazione standard

Le diverse lettere in tabella corrispondono a gruppi di dati con differenze statistiche significative per $P < 0,05$.

Sia nel caso di TPC, TAC e AOC sia per quanto riguarda il contenuto di singole molecole antiossidanti, i valori di decremento nelle confetture rispetto ai valori sulla materia prima fresca sono in linea con quanto riportato in studi simili (perdita di circa il 60-90% del contenuto iniziale).

Per quanto riguarda la composizione in molecole polifenoliche (acidi cinnamici, acidi benzoici, flavonoli, catechine), i risultati mostrano quantitativi che variano da un minimo di 0,1-0,5 mg/100 g di prodotto per acido caffeico e acido gallico fino a un massimo di 3-5 mg/100 g di prodotto per acido clorogenico e acido ellagico. Le catechine presentano valori compresi tra 1 e 2 mg/100 g di prodotto, come anche gli acidi cumarico e ferulico (Tabella 5).

In generale, i livelli di queste molecole sono risultati inferiori rispetto a quelli dei frutti freschi, probabilmente in conseguenza alla loro degradazione durante i processi tecnologici di preparazione delle confetture. Il dato è confermato anche confrontando i valori ottenuti con quelli riportati in letteratura relativi alla materia prima originaria (stessa cultivar e stessa origine).

Per lo stesso motivo, anche nel caso della vitamina C, i livelli nei campioni di confetture sono risultati inferiori (<1 mg/100 g di prodotto) rispetto a quelli relativi a frutti freschi della stessa origine e cultivar, dato confermato anche in letteratura (circa 3 mg/100 g di peso fresco).

Tabella 5. *Fingerprint* delle molecole antiossidanti.

Composto bioattivo	campione	media	DS
vitamina C	G0	0,32	0,07
	G1	0,39	0,07
	G2	0,15	0,02
	G3	0,08	0,03
	G4	0,71	0,04
acido caffeico	G0	n.d.	/
	G1	0,28	0,03
	G2	0,19	0,02
	G3	0,24	0,02
	G4	0,27	0,01
acido clorogenico	G0	n.d.	/
	G1	n.d.	/
	G2	n.d.	/
	G3	n.d.	/
	G4	4,89	0,06
acido cumarico	G0	2,22	0,04
	G1	2,00	0,02
	G2	2,03	0,02
	G3	1,92	0,07
	G4	1,89	0,06
acido ferulico	G0	n.d.	/
	G1	n.d.	/
	G2	n.d.	/
	G3	n.d.	/
	G4	1,67	0,11
acido ellagico	G0	2,83	0,05
	G1	3,12	0,06
	G2	3,76	0,12
	G3	3,55	0,02
	G4	2,78	0,29
acido gallico	G0	0,13	0,05
	G1	0,04	0,04
	G2	0,05	0,03
	G3	0,42	0,01
	G4	0,21	0,03
catechina	G0	2,17	0,14
	G1	1,23	0,13
	G2	1,32	0,16
	G3	0,81	0,11
	G4	0,63	0,09
epicatechina	G0	1,76	0,07
	G1	1,46	0,11
	G2	1,66	0,10
	G3	1,36	0,12
	G4	1,15	0,08

I dati sono espressi come mg/100 g di prodotto. DS: deviazione standard; n.d.: non determinato.

Di seguito si riportano *score plot* e *loading plot* derivanti dalla PCA eseguita sui campioni di confetture analizzate. Le variabili di origine erano costituite dai valori di TPC, TAC e AOC insieme ai quantitativi delle molecole antiossidanti identificate nei campioni. Sono state utilizzate le prime due componenti principali (n=3; 80,0% della varianza totale, PC1 con 53,5% e PC2 con 26,5%). Lo *score plot* (Figura 41) ha confermato quanto già evidenziato dall'analisi statistica univariata effettuata sui dati relativi alle proprietà nutraceutiche delle confetture. Sono stati osservati, infatti, 3 gruppi statistici: (i) G0, (ii) G1+G2+G3 e infine (iii) G4, mostrando ulteriormente come pastorizzazione e temperatura massima di lavorazione non siano stati aspetti discriminanti nel diversificare le confetture prodotte.

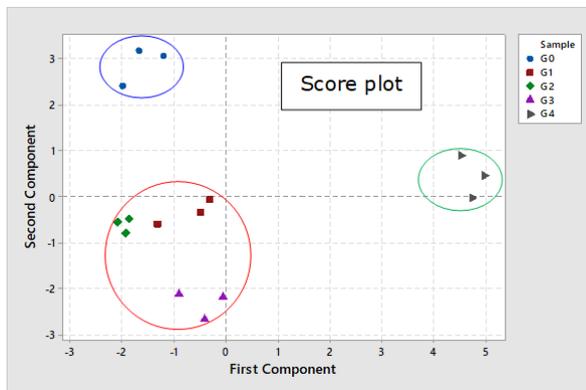


Figura 41. Score plot delle confetture analizzate.

La presenza di succo concentrato di sambuco ha evidenziato, invece, una parziale modifica delle proprietà nutraceutiche delle confetture (aumento dei livelli di polifenoli, antociani e vitamina C con conseguente maggiore capacità antiossidante), aspetto confermato anche dal *loading plot* delle variabili considerate (Figura 42).

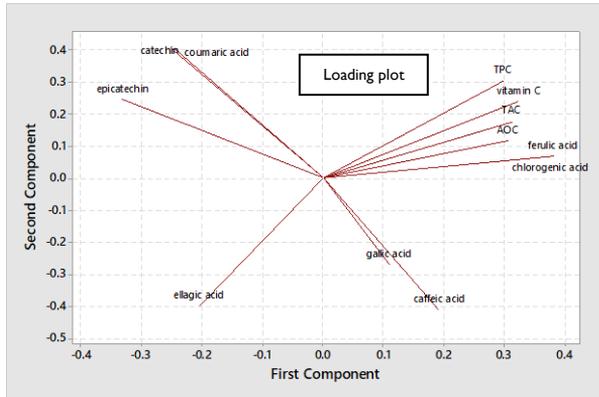


Figura 42. Loading plot delle confetture analizzate.

Le confetture prodotte da Agrimontana a partire dai sorosi dell'Az. Agr. Mellano Mauro (intermediario: *DISANAPIANTA*) hanno presentato interessanti proprietà nutraceutiche a prescindere dal tipo di protocollo utilizzato per la loro produzione. Acidi fenolici e catechine sono risultate le classi di composti con concentrazioni più elevate. La vitamina C è stata rilevata in tracce. Il campione G4 (confettura di gelso con aggiunta di succo concentrato di sambuco) è risultato statisticamente differente dalle confetture G1, G2 e G3 sia nel caso di analisi statistica univariata che multivariata, presentando concentrazioni maggiori di composti antiossidanti.

Disseminazione

Le attività di campo e ricerca sono state affiancate da una intensa attività di disseminazione, ampiamente documentata sul sito web del progetto (<https://gelsonet.it>; Figura 43).



Figura 43. Home page del sito di progetto.

Tra le attività di disseminazione, grande successo è stato riscontrato il 7 giugno 2023 per lo Show Cooking (Figura 44) diretto dallo chef Sergio Maria Teutonico. L'evento si è svolto presso la scuola di cucina "La Palestra del Cibo" a Torino (Figura 45), ed ha avuto come tema culinario di base il progetto **GELSO-NET** in tutte le sue sfaccettature.



Figura 44. Brochure dello Show Cooking.



Figura 45. Lo chef Sergio Maria Teutonico.

Gli ingredienti utilizzati (sorosi freschi di gelso, conigli, confettura di sorosi di gelso) sono stati forniti dai partner di progetto: Azienda Agricola Mellano Mauro, Azienda Agricola Cunigranda di Perano Danilo e Agrimontana S.p.A.

All'ingresso presso "La Palestra del Cibo", i partecipanti (circa 40) hanno ricevuto una borsa contenente volantini esplicativi del progetto, così come un grembiule da cucina con il logo del progetto (Figura 46). Tutti i partecipanti sono stati invitati ad indossare il grembiule durante l'evento (Figura 47).



Figura 46. Grembiule appositamente creato per l'evento.



Figura 47. Partecipanti all'evento.

La prof.ssa Laura Gasco ha spiegato la struttura e gli obiettivi del progetto (Figura 48). La parola è poi passata allo chef Sergio Maria Teutonico, il quale ha introdotto i piatti che sarebbe andato a preparare (Figura 49). Nello specifico, lo chef ha spiegato e mostrato ai partecipanti come preparare alcuni piatti della tradizione Piemontese, da lui rivisitati al fine di avere come ingredienti protagonisti i sorosi di gelso ed i conigli (alimentati con il mangime contenente foglie essiccate di gelso): Crocchette di coniglio dal cuore di gelso, Tonno di coniglio, Rollata di coniglio alle erbe con glassa di more gelso, Torta di gelsi con frolla alle nocciole.



Figura 48. La prof.ssa Laura Gasco presenta il progetto nell'ambito dello Show Cooking.



Figura 49. Preparazione delle ricette da parte dello chef Sergio Maria Teutonico.

Al termine della preparazione dei piatti, è stato preparato un buffet (Figura 50) dove gli ospiti hanno potuto degustare i piatti preparati precedentemente dallo chef e dai suoi collaboratori, così come altre prelibatezze sempre a base di coniglio e/o di sorosi di gelso (Figura 51): paté di fegatini di coniglio su crostini, formaggio blu di Lanzo accompagnato da confettura di gelso (Figura 52), panna cotta con confettura di gelso, mousse di gelsi e yogurt con salsa alla menta (Figura 53). Il tutto accompagnato da sangria bianca o rossa con sorosi di gelso freschi e acque aromatizzate.



Figura 50. Buffet con i piatti preparati dallo chef Sergio Maria Teutonico.



Figura 51. Torta di gelsi con frolla alle nocciole.



Figura 52. Confettura di gelso Agrimontana come accompagnamento a formaggio blu di Lanzo.



Figura 53. Mousse di gelsi e yogurt con salsa alla menta.

Conclusa la degustazione, ai partecipanti all'evento sono stati consegnati dei sacchetti contenenti sorosi di gelso essiccati e bozzoli di bachi da seta (prodotti dall'Az. Agr. Mellano Mauro) come omaggio dell'evento (Figura 54).



Figura 54. Omaggio dell'evento.

Infine, lo chef Sergio Maria Teutonico ha inviato a tutti i partecipanti un ricettario con le ricette da lui studiate e preparate appositamente per tale evento divulgativo, che vengono qui di seguito riportate.

Le ricette dello Chef Sergio Maria Teutonico

Crocchette di Coniglio dal cuore di Gelso

Ingredienti

500 g di polpa di coniglio, 150 g di patate lesse, 200 g di more gelso, 1 uovo, pane grattugiato, origano, salvia, farina 00, sale, pepe, olio per friggere.

Come fare

Lessare per 40 minuti il coniglio in acqua appena salata e aromatizzata con alcune foglie di salvia.

Appena il coniglio è pronto, lasciarlo intiepidire per poi spolparlo con cura.

Tritare al coltello le carni del coniglio regolando in ultimo di sale e di pepe.

Con uno schiacciapatate ricavare una purea dalle patate lesse che si unirà alla carne di coniglio aggiungendo anche un pizzico di origano e l'uovo.

Formare un impasto non troppo sodo che dovrà raffreddarsi completamente.

Lavare e asciugare le more gelso.

Formare con l'impasto di coniglio e patate delle polpette grandi come una noce, praticarvi un incavo nel centro che riempirete con una mora gelso.

Richiudere l'impasto riformando la polpetta che sarà panata nel pane grattugiato.

Scaldare in una padella l'olio portando a 180° C.

Friggere le crocchette poche alla volta facendole dorare per bene.

Scolarle su carta da cucina e poi servirle ben calde.

Tonno di coniglio

Ingredienti

1 coniglio intero media grandezza, 1 cipolla, 2 coste di sedano, 1 carota, prezzemolo, erbe aromatiche a piacere (fresche o secche), salvia, aglio, pepe in grani, olio extravergine d'oliva, sale q.b.

Come fare

Lessare il coniglio in un brodo vegetale, precedentemente preparato con sedano, porro, carota e cipolla (steccata con chiodo di garofano), prezzemolo, salvia, rosmarino, timo, basilico, mezzo cucchiaino di pepe nero; a cottura ultimata lasciarlo raffreddare nello stesso brodo di cottura, poi disossarlo con cura.

In una terrina disporre a strati la carne di coniglio, gli spicchi d'aglio interi, le foglie di salvia ed irrorare con olio di oliva extravergine.

Coprire, mettere in frigorifero per 12 h circa, avendo cura di aggiungere dell'olio perché viene assorbito con facilità dalla carne.

Rollata di coniglio alle erbe con glassa di More di Gelso

Ingredienti

Per la rollata di coniglio: 1 coniglio disossato, aglio, maggiorana, rosmarino, timo, sale, pepe, olio extravergine di oliva.

Per la glassa di More Gelso: 500 g di more gelso, 150 g di vino rosso, 300 g di brodo di coniglio, 1 spicchio d'aglio tritato, 1 rametto di rosmarino, 20 g di amido di mais, sale, pepe.

Come fare

Il Coniglio: lavare con cura il coniglio quindi condirne l'interno con un trito di tutte le erbe aromatiche e l'aglio.

Salare e pepare.

Legare il coniglio avvolgendolo nel senso della lunghezza e legarlo con uno spago da cucina.

Disporre il coniglio su di un foglio di carta di alluminio e poi su di esso disporre un altro foglio di alluminio sigillando i bordi formando così una camera "stagna".

Infornare a 160°C per 90 minuti.

A cottura ultimata lasciare intiepidire prima di porzionare il coniglio e cospargerlo di glassa.

La glassa: in una casseruola unire tutti gli ingredienti lasciando che cuociano a fuoco medio.

Mescolare di tanto in tanto facendo sì che le more gelso si frantumino.

Proseguire a cuocere la glassa fino a che il liquido di cottura non sarà ridotto di due terzi.

Passare al setaccio la glassa prima di utilizzarla.

Torta di Gelsi con frolla alle nocciole

Ingredienti

Per la frolla: 400 g farina 00, 100 g di farina di nocciole, 250 g burro, 200 g zucchero, 1 uovo, 1 pizzico di sale.

Per il ripieno: 200 g gelsi, 300 g di composta di gelsi, 200 g farina di riso o farina 00, 100 g zucchero normale o di canna.

Come fare

Formare la classica fontana con la farina e la farina di nocciole, aggiungere il burro a temperatura ambiente, lo zucchero, l'uovo ed il pizzico di sale.

Impastare delicatamente con la punta delle dita le uova il burro e lo zucchero senza coinvolgere la farina.

Quando tutto sarà amalgamato impastare con gli ingredienti coinvolgendo anche la farina fino ad ottenere una palla liscia e compatta.

Stendere la pasta frolla a formare un panetto e fare riposare in frigo almeno un'ora.

Prendere 2/3 di frolla, stenderla con il mattarello e mettere in uno stampo per crostata.

Stendere quindi la restante frolla che useremo come coperchio.

Mischiare bene la frutta a pezzetti, lo zucchero e la farina di riso.

Mettere la frutta nello stampo della crostata ricoperto di pasta frolla e livellare per bene. Ricoprire con il secondo disco di frolla e sigillare i bordi.

Con l'aiuto di una forchetta, bucare la superficie della crostata.

Infornare in forno caldo a 180°C e cuocere per 45 minuti circa.

Sfornare, far raffreddare e servire.

Mousse di Gelsi e Yogurt con salsa alla Menta

Ingredienti

Per la mousse di gelsi: 600 g gelsi, 500 g panna da montare, 300 g yogurt, 200 g zucchero, 5 fogli di gelatina alimentare

Per la salsa alla menta: 500 g Yogurt naturale, 150 g sciroppo menta oppure menta fresca, 150 g miele

Come fare

Per la mousse: pulire e lavare la frutta. In una padella sciogliere lo zucchero con un cucchiaio di acqua e una piccola parte di gelsi.

Frullare e filtrare al colino cinese, incorporare al composto caldo la gelatina alimentare precedentemente ammorbidita in acqua fredda.

Frullare le restanti more e passare anche esse al colino, unirle al primo composto di gelsi ed incorporarvi lo yogurt, in ultimo unire la panna precedentemente semi montata.

Porre in un contenitore e far riposare in frigorifero per 4 ore.

Per la salsa: amalgamare tutti gli ingredienti in una bastardella e far raffreddare in frigorifero.

Panna cotta alle More di Gelso

Ingredienti

400 g di More Gelso, 600 g di panna fresca, 150 g di zucchero di canna, 100 g di zucchero semolato (70 g + 30g), 1 noce di burro, 9 g di colla di pesce (5 fogli), qualche goccia di estratto di vaniglia (oppure polvere di Vaniglia), qualche Mora Gelso per decorare.

Come fare

Lavare accuratamente le More Gelso e radunarle in una casseruola, unire 30 g di zucchero e cuocere per circa 15 minuti a fuoco vivace.

Passare le more al mixer e poi filtrare il composto ottenuto attraverso un colino per raffinarlo e metterne da parte 1/3.

In una ciotola ammorbidire la colla di pesce in acqua fredda.

Nel frattempo, in una casseruola, portare ad ebollizione la panna con qualche goccia di estratto di vaniglia, quindi spegnere il fuoco, incorporare la colla di pesce strizzata e mescolare fino a discioglierla.

Unire quindi la polpa di More Gelso, ottenendo così un composto omogeneo.

Trasferire la panna cotta nei bicchieri di servizio, coprire con pellicola e far raffreddare a temperatura ambiente; trasferire quindi in frigorifero a rassodare per almeno 4-5 ore.

Preparate la salsa alle More Gelso: Raccogliete in una padella la polpa di More Gelso tenuta da parte, aggiungete lo zucchero (70 g) e il burro.

Cuocere a fuoco dolce fino a che lo zucchero non sarà sciolto completamente.

Lasciare raffreddare e conservare in frigo fino al momento del servizio.

Al momento di servire, distribuire un paio di cucchiaini di salsa di More Gelso in ogni bicchiere, livellando la superficie con il dorso del cucchiaino.



REGIONE
PIEMONTE



mipaaf
Ministero delle
politiche agricole
alimentari e forestali



**PSR 2014-2020 - Regione Piemonte - Operazione 16.1.1
Progetto GELSO-NET, domanda n.20201144100**