

# **BIOVITA**

## **Biodiversità e agroalimentare: strumenti per descrivere la realtà italiana**

**(D.M. 3684/7303/08 del 13/06/2008)**

**Coordinatore: dr Giuseppe Maiani**

**Sintesi dei Risultati  
Luglio 2008 - Giugno 2013**

## **Premessa**

L'obiettivo generale è stato quello di verificare se gli alimenti di origine vegetale (filiera ortofrutticola e olivo-oleica) e animale (filiera ittica e lattiero-casearia) a marchio di origine protetta e/o prodotti tipici tradizionali potessero avere caratteristiche intrinseche, sino ad ora non considerate, in grado di renderli comunque distinguibili e diversi da prodotti analoghi comuni. Questi elementi distintivi costituirebbero il valore aggiunto utile sia ai fini della loro promozione e commercializzazione e sia per il controllo e la protezione da tentativi di imitazione.

Il progetto di durata triennale, successivamente prorogato di 18 mesi, è stato avviato nella sua fase operativa nel giugno 2008 e terminerà a giugno 2013.

Il lavoro, organizzato in azioni verticali e orizzontali interconnesse tra loro, è stato indirizzato allo studio di prodotti a marchio di origine protetta e prodotti tipici tradizionali. Si sono inoltre indagate le valenze salutistiche di prodotti tipici, la relazione tra caratteristiche sensoriali e qualità percepita dai consumatori e l'influenza degli stili di vita sulle preferenze dei consumatori. Infine, sono stati presi in esame i fattori pre e post raccolta, le pratiche agricole utilizzate e le modalità di conduzione dell'allevamento.

Le competenze dei partecipanti operanti in diverse Università e Enti di Ricerca hanno consentito di approfondire aree tematiche di notevole interesse per diverse filiere di pregio per la realtà agroalimentare italiana.

## **PRODOTTI DI ORIGINE PROTETTA (WP. 1)**

### **Filiere: orticola, frutticola e olivo-oleica (WP 1.1)**

L'attività svolta nell'ambito di questa filiera ha riguardato i seguenti alimenti: Aglio (Rosso di Castelliri, Bianco Piacentino, Rosso di Sulmona, Rosso di Procono, coltivati in due diverse aree geografiche, Alvito e Viterbo, nei campi sperimentali della Facoltà di Agraria dell'Università di Viterbo); Radicchio (Rosso di Treviso, nelle sue cv *Precoce e Tardiva*, e di Castelfranco); Pistacchio di Bronte; Cicoria (Selvatica dell'area geografica di Viterbo e Commerciale coltivata nei campi sperimentali della Facoltà di Agraria dell'Università di Viterbo); Castagna (Calizzano e Murialdo); Fava Cottora; Pomodoro da mensa (cv Caramba, Nerina, Rebellion); Olive in salamoia (Nocellara del Belice, Nocellara Etnea e Giarraffa); Prugna (Selvatica e Commerciale della zona agricola di Narni); Succo di frutta da arance rosse (varietà Moro).

Particolare attenzione è stata rivolta alle produzioni tipiche, DOP, IGP e alle produzioni selvatiche attraverso indagini di natura chimico-nutrizionale, studio dell'influenza delle fasi post-raccolta sulla qualità nutrizionale e organolettica, analisi dell'impatto ambientale dalla raccolta al punto di vendita, in funzione della lunghezza e della complessità della filiera, ed esame dell'impatto economico di alcuni prodotti espressione di filiere locali. Infine sono stati effettuati sia studi di "funzionalità" mediante l'utilizzo di modelli cellulari, che studi su modelli animali (ratti) e in vivo sull'uomo, tramite supplementazione a breve termine.

**Caratterizzazione chimico-nutrizionale:** spesso gli alimenti che usufruiscono del marchio di origine protetta mancano di una caratterizzazione specifica, e ancora oggi vengono descritti utilizzando i dati medi di riferimento presenti sulle Tabelle di Composizione degli Alimenti per prodotti simili. Le finalità del Progetto si inseriscono dunque nella globalità dell'attuale contesto produttivo di alcuni dei prodotti DOP ed IGP Italiani (Radicchio di Treviso, Radicchio di Castelfranco, Pistacchio di Bronte), per offrire un approfondimento sugli *aspetti qualitativi e salutistici* relativi al profilo compositivo, alla presenza di molecole bioattive marcatori di qualità, alla capacità antiossidante ed al valore nutritivo globale, e sugli *aspetti agronomici* che ne caratterizzano la peculiarità rispetto a produzioni analoghe anche in termini di eventuali benefici

sulla salute e sull'ambiente. Lo studio pertanto è stato indirizzato proprio al superamento di questo gap, ovvero all'acquisizione di dati aggiornati specifici delle caratteristiche qualitative e nutrizionali degli IGP *Radicchio Rosso di Treviso* e *Radicchio di Castelfranco*, e del prodotto DOP, *Pistacchio di Bronte*. Oltre ad una attenta definizione del profilo compositivo specifico, è stata evidenziata l'influenza delle tecniche colturali adottate, delle condizioni pedo-climatiche e del genotipo sulla qualità globale dei prodotti.

**Prodotto selvatico verso prodotto coltivato:** l'attività è stata svolta nell'ambito del **WP 2.3** azione 2.3.3. L'obiettivo è stato quello di valutare la funzionalità degli alimenti mediante modelli in vitro (Capacità Antiossidante Totale) e ex vivo su cellule (WP 2.3). Sono stati studiati alimenti (cicoria commerciale coltivata nei campi sperimentali della Facoltà di Agraria dell'Università di Viterbo e prugna commerciale della zona agricola di Narni) e relativi parenti selvatici (cicoria selvatica dell'area agricola di Viterbo e prugna selvatica della zona agricola di Narni). La cicoria è stata analizzata come prodotto fresco, bollito e ripassato in padella per studiare le forme in cui l'alimento viene maggiormente consumato.

I risultati ottenuti mostrano che il prodotto orticolo selvatico (cicoria) ha una capacità antiossidante totale maggiore rispetto a quello coltivato. Si conferma l'influenza della cottura domestica sulla qualità nutrizionale degli alimenti e come ciascun alimento reagisca al trattamento termico a seconda della matrice. Nella frutta selvatica (prugna), la capacità antiossidante totale (analizzata con la metodica FRAP) e il contenuto in molecole bioattive quali vitamina C e pro-vitamine (carotenoidi) sono significativamente superiori rispetto all'alimento coltivato. I risultati descritti confermano l'influenza della cultivar sul contenuto di molecole bioattive e sulla capacità antiossidante totale. È inoltre confermata anche l'influenza delle diverse condizioni pedo-climatiche sul contenuto molecolare e sulla capacità antiossidante totale, che variano in maniera significativa a seconda della pratica agricola utilizzata.

**Tracciabilità, indicatori distintivi di tipicità (WP 5):** lo studio è stato effettuato mediante due tecniche d'indagine, una molecolare ed una chimica. La tecnica diagnostica molecolare applicata su tre varietà di olive (Nocellara del Belice, Nocellara Etnea e Giarrappa) permette di identificare il DNA genomico delle singole cultivar e quindi, nel prodotto fresco, l'origine geografica di provenienza. La metodologia utilizzata (primer IGP87-88 e AJ81006) è stata in grado di discriminare perfettamente la varietà Giarrappa dalle due varietà Nocellara senza invece discriminare queste due ultime cultivar tassonomicamente molto vicine, evidenziando la necessità di ricorrere a un maggior numero di microsatelliti per poter discriminare la varietà Belice da quella Etnea.

La spettroscopia di risonanza magnetica nucleare (NMR) è stata usata per l'approccio della "metabolomica" che in pratica permette l'individuazione di sostanze a basso peso molecolare, i.e. metaboliti, correlabili tramite analisi multivariata con la tipicità. Nel corso del progetto sono stati investigati i seguenti prodotti: succo di frutta, aglio, formaggio, radicchio, prugna e cicoria. Sui dati NMR acquisiti è stata effettuata un'analisi statistica multivariata, i.e. PLS-DA, che ha permesso di costruire un modello predittivo in grado di discriminare i campioni in base alla *cultivar* di appartenenza (e.g. aglio rosso vs aglio bianco) e alla zona di origine. Inoltre il modello PLS-DA costruito è riuscito a discriminare i campioni IGP da quelli non a marchio, come nel caso del radicchio. Relativamente a prugna e cicoria, sono stati condotti studi di metabolomica che hanno evidenziato differenze tra i campioni di cicoria commerciale e selvatica, anche se bollita o ripassata, mentre per le prugne le differenze osservate sono probabilmente riconducibili al genotipo e non al fenotipo.

## **Filiera lattiera Casearia (WP 1.2)**

L'attività svolta nell'ambito del settore lattiero-caseario ha permesso di aggiornare alcuni dati chimico-nutrizionali di formaggi DOP italiani e di studiare in modo approfondito anche alcuni formaggi DOP provenienti da Paesi Europei maggiormente commercializzati in Italia.

Sono stati aggiornati i dati chimico-nutrizionali relativi a formaggi DOP italiani quali lo Stelvio, l'Asiago Pressato, il Montasio, la Robiola di Roccaverano, Formaggio di Fossa, Piave Vecchio e il Puzzone di Moena oltre a Grana Padano e Parmigiano Reggiano, entrambi di diverse stagionature. Tra i formaggi DOP esteri sono stati studiati Emmentaler, Gruyere (Svizzera); Chabichou du Poitou, Crottin de Chavignol, Chaource, Camembert de Normandie, Époisses, Fourme d'Ambert, Langresse, Mont d'Or, Picodon, Reblochon de Savoie, Roquefort, Sainte-Maure de Touraine (Francia); Blue Stilton (Gran Bretagna); Feta (Grecia).

Sia i formaggi DOP italiani che esteri presentano delle differenze nella loro composizione e si può evidenziare che fattori quali il tipo di latte, la tecnologia di produzione e il grado di stagionatura concorrono in maniera determinate, a spiegare la variabilità dei dati analitici ottenuti. I risultati confermano la peculiarità e la particolarità che contraddistingue questi prodotti: i formaggi DOP, nonostante siano prodotti di eccellenza perché garantiti dalla presenza del marchio, non sono identici, esiste una diversità legata a fattori esterni (alimentazione del bestiame, stagionalità del prodotto, tecnica di produzione, stagionatura ecc.). Il marchio DOP garantisce la provenienza ma *non* la “standardizzazione” del prodotto. Questo rende particolarmente difficile la scelta da parte del consumatore: le informazioni presenti sulle etichette risultano spesso carenti e non permettono una conoscenza circostanziata della “*storia del prodotto*”.

Anche mediante l'applicazione di tecniche di analisi multivariata, si evidenzia l'elevata variabilità: tuttavia, suddividendo le categorie in formaggi vaccini e formaggi prodotti con latte di altre specie (capra, pecora o misto) sono state evidenziate differenze nel contenuto di *beta* carotene, che come è noto è presente solo nei prodotti vaccini. Il contenuto *beta* carotene potrebbe essere utilizzato, quindi, come “un indice” per verificare l'autenticità del prodotto. È stata verificata, in particolare, la presenza di valori anomali (outliers) nel *beta* carotene in due campioni di Feta dove è stata rilevata una piccola quantità di questa provitamina, nonostante il latte utilizzato per la produzione di questo formaggio non dovrebbe essere vaccino.

## **PRODOTTI TIPICI E TRADIZIONALI (WP.2)**

### **Filiera Ittica (WP 2.1)**

Nell'ambito del settore ittico è stato realizzato un ampio studio sui prodotti tipici (DOP) e prodotti alimentari tradizionali (PAT), freschi e trasformati, di varie regioni italiane.

Gli obiettivi della ricerca sono stati: a) realizzare un'ampia base conoscitiva delle produzioni ittiche tradizionali e tipiche, autoctone, fresche e trasformate delle varie regioni italiane; b) conoscere i loro ambienti di produzione, la filiera produttiva e la sostenibilità del processo produttivo; c) conoscere la loro storia ed il legame con il territorio; d) studiare la loro composizione chimico-nutrizionale ai fini di una eventuale valorizzazione.

La ricerca ha preso in considerazione alcune produzioni ittiche tipiche legate ad alcune Regioni d'Italia: Tinca Gobba dorata del Pianalto di Poirino DOP e Trota fresca e salmonata affumicata PAT per la Regione Piemonte; Agone e Missoltino PAT per la Regione Lombardia; Trota di San Daniele affumicata PAT per la Regione Friuli; Anguilla sfumata di Orbetello e filetto di Cefalo affumicato di Orbetello PAT per la Regione Toscana; Coregone ed Anguilla dei Laghi di Bracciano e Bolsena, Lattarino di Bracciano, Cefalo Calamita del Lago di Fondi PAT per la Regione Lazio; Anguilla della Laguna di Lesina per la Regione Puglia.

Su ciascuna specie ittica è stata studiata la composizione chimico-nutrizionale, in alcuni casi la presenza di pesticidi organoclorurati e PCBs. Alcune specie ittiche fresche sono state analizzate nelle differenti stagioni. Di ciascuna specie sono state prese informazioni sugli ambienti di produzione, la loro storia ed il legame con il territorio, la filiera produttiva e la sostenibilità del processo produttivo.

I principali risultati hanno evidenziato come questi prodotti, apprezzati dai consumatori per la loro tipicità, i sapori, il legame con il territorio, abbiano anche un valore nutrizionale elevato. Lo stesso discorso vale anche per i prodotti trasformati, le tecnologie di produzione infatti sono sempre più attente ad assicurare elevati standard igienici e di sicurezza ma anche a mantenere le caratteristiche nutrizionali dei prodotti di partenza. Ne è un esempio la trota salmonata affumicata, sia del Friuli che del Piemonte, la cui affumicatura infatti è del tipo “a freddo”, cioè avviene ad una temperatura inferiore ai 27°C. Il trattamento “mild” permette una conservabilità nel tempo più limitata, rispetto al processo di affumicatura effettuato in passato, ma nello stesso tempo permette la perfetta conservazione nutrizionale del prodotto. Dai risultati si evidenzia anche il ruolo determinante dell’acquacoltura, le cui tecniche di ripopolamento e allevamento, più evolute rispetto al passato, rappresentano uno strumento utile di conservazione e esaltazione della biodiversità, in particolare per specie e popolazioni minacciate o a rischio di estinzione (Tinca gobba dorata, Trota) che sono essenziali per la produzione di alimenti tipici considerati eccellenze del settore agroalimentare italiano.

### **Qualità Percepita e Prodotti Tipici. Influenza di alcuni fattori sulla consistenza della risposta edonistica del consumatore (WP 2.2)**

Obiettivo generale è stato quello di stimare l’influenza della qualità organolettica di un alimento tipico sulla risposta edonistica del consumatore italiano, rispetto a quella di alcune caratteristiche estrinseche che contribuiscono a modellarne l’immagine. E’ stato svolto uno screening nell’ambito delle produzioni agroalimentari italiane appartenenti alle filiere ortofrutticola e lattiero-casearia, per individuare prodotti inclusi nei circuiti DOP, IGP, STG, o presenti nell’Elenco Nazionale dei Prodotti Agroalimentari Tradizionali (D.M. del 18 luglio 2000).

Lo studio della capacità potenziale di esprimere una sufficiente diversità intrinseca inerente alle caratteristiche sensoriali, nell’ambito della filiera ortofrutticola è stato realizzato per l’oliva da tavola (utilizzando due varietà *Nocellara del Belice*, derivanti da due metodi di trasformazione differenti: sistemi “Sivigliano” e “al naturale”) nell’ambito della filiera lattiero-casearia per tre diversi formaggi (Pecorino Toscano DOP e Pecorino Sardo DOP, prodotti con latte pastorizzato, e Canestrato di Castel del Monte PAT dell’Abruzzo, presidio di Slow Food, caseificato a partire da latte crudo ed espressione di un comparto il cui mercato è limitato ad un ambito prevalentemente locale).

Per quanto concerne le olive da tavola, è stata studiata l’influenza di alcune variabili estrinseche (presenza/assenza del marchio DOP e provenienza nazionale/estera) ed intrinseche (qualità sensoriale), sul gradimento espresso dal consumatore. L’indagine condotta su un set che comprendeva 8 campioni di olive dalle varietà e metodi di trasformazione differenti, ha evidenziato che tali metodi di concia determinano profili sensoriali ben diversi nelle olive, specialmente per le caratteristiche visive, gustative e della texture.

Dal test di gradimento è emerso che le nitide differenze tra i profili sensoriali dei campioni non si sono tradotte in differenze così manifeste delle preferenze, sia nella condizione blind che in associazione a informazione, considerando l’intero campione di consumatori. Sono stati identificati 3 segmenti di consumatori che hanno esibito diverso grado di influenza dei fattori considerati sui responsi edonistici. I consumatori appartenenti al cluster 3 erano influenzati sia dalla presenza del marchio DOP che dalla provenienza nazionale del prodotto, mentre il metodo di trasformazione si è

dimostrato un fattore significativo per il gradimento espresso dai consumatori del cluster 2. I diversi fattori non hanno influito sui responsi dei consumatori del cluster 1. I diversi segmenti di consumatori sono stati infine descritti, sia in funzione delle caratteristiche demografiche, sia per le informazioni ricavate dal questionario somministrato.

Per quanto riguarda il grado di conoscenza dei distintivi europei di qualità, il marchio DOP è risultato più familiare ai consumatori rispetto a quello IGP.

Il gusto, il paese e l'etichetta sono risultati fattori ritenuti più importanti, sia per l'intero campione di consumatori che per i tre cluster. L'importanza del prezzo è risultata inoltre inferiore a quella del resto dei fattori. Conoscere l'area geografica di produzione della materia prima e/o di elaborazione di un prodotto alimentare è un'informazione che è stata ritenuta "importante" per il 29% dei soggetti intervistati, "molto importante" per il 47% e "estremamente importante" per il 18%.

In conclusione, il segmento di consumatori più influenzato dall'accostamento al prodotto, sia del marchio DOP che della nazionalità italiana, rappresentava solo un terzo dell'intero campione di consumatori ed era inoltre compensato da quello, più numeroso (42% del totale), per il quale l'influenza di tale marchio sembrava essere opposta. Il peso dei fattori considerati si è distribuito in maniera diversa nei consumatori, senza mostrare una relazione chiara con le caratteristiche demografiche degli stessi. Sono state congettrate due possibili spiegazioni:

il grado di conoscenza che possiede il consumatore sul marchio DOP è molto basso, malgrado siano passati quasi 20 anni di sforzi in tale direzione, tra mondo politico e sistema produttivo;

la modalità di rilevamento dell'informazione resta una situazione troppo innaturale che non consente al consumatore di esprimere realmente i meccanismi che presiedono alle sue preferenze.

Per quanto riguarda invece i formaggi ovin, è stato condotto un test edonistico prendendo in considerazione tre formaggi ovin tipici italiani, dalla stagionatura di circa 10 mesi, precedentemente selezionati da un set di campioni più ampio, con lo scopo di valutare l'effetto della loro performance sensoriale e dell'informazione relativa all'origine e al processo di elaborazione, sul gradimento atteso e percepito dal consumatore. Anche in questo caso il test è stato preceduto dalla determinazione dei profili sensoriali dei formaggi, nonché da un'indagine edonistica preliminare volta a rilevare, con linguaggio comune, non tecnico, le caratteristiche sensoriali più salienti per ognuno, da utilizzare nel rilevamento delle attese di gradimento.

Dal confronto dei profili sensoriali delle tre tipologie di formaggio, il Canestrato di Castel del Monte si differenziava principalmente per le caratteristiche visive, gustative, olfattive, nonché per la sensazione piccante più marcata, rispetto agli altri due. Le principali differenze tra questi riguardavano invece i descrittori della texture.

Dal test di gradimento sono emerse differenze significative nei responsi di gradimento dei formaggi solo dopo il relativo assaggio, sia nella condizione "blind", sia in presenza dell'informazione dell'etichetta. I profili di informazione associati ai tre formaggi non hanno determinato differenze significative tra i valori medi delle attese di gradimento, benché per il Canestrato di Castel del Monte sia stata riscontrata una minor frequenza del valore massimo ed una maggior frequenza del valore minimo della scala di gradimento. Attendendo proprio a questi parametri, nella situazione "in blind" lo stesso Canestrato di Castel del Monte ha ottenuto sia la maggior frequenza di valore minimo, sia quella di valore massimo, potendosi estrapolare che la sua performance sensoriale si addica bene a particolari segmenti di consumatori.

E' stato inoltre evinto che il fattore "formaggio", quindi la diversa performance sensoriale che caratterizzava ad ognuna delle tipologie, così come il fattore "situazione", avevano un'influenza altamente significativa sul "gradimento". Inoltre anche l'interazione tra ambedue i fattori è risultata significativa, il che significa che non è possibile stabilire un analogo trend di gradimento per i diversi formaggi nelle diverse situazioni.

Il gradimento espresso dai consumatori nei confronti del Pecorino Toscano è risultato elevato in tutti e tre le situazioni considerate, riscontrando inoltre un buon consenso nell'ambito del campione di consumatori. Per il Pecorino Sardo e per il Canestrato di Castel del Monte si è verificato invece un fenomeno di disconferma negativa. L'aspettativa di gradimento per il Canestrato di Castel del Monte, pur avendo un valore medio paragonabile a quello degli altri due formaggi, non ha riscontrato un analogo consenso. Nel caso del Pecorino Sardo si è potuto evidenziare un modello di assimilazione alle attese, quasi completa, poiché nella situazione "reale" l'informazione sembra aver giocato un ruolo determinante nel migliorare la qualità percepita, ottenendo un giudizio di gradimento medio significativamente superiore rispetto alla condizione in blind. Viceversa, le proprietà sensoriali più decise che caratterizzavano il Canestrato di Castel del Monte, e forse la sua minor notorietà, hanno messo in evidenza un modello di contrasto per questo formaggio.

### **Studi di applicabilità: relazioni e punti di contatto tra prodotti tipici e stato di nutrizione (WP 2.3.)**

Obiettivo è stato quello di promuovere la competitività del sistema agricolo attraverso la valorizzazione dei prodotti locali e di verificare se il consumo di alimenti tipici ha effetti positivi e preventivi su alcuni aspetti della salute del consumatore. L'attività è stata articolata in azioni e rivolta ad esaminare alcuni aspetti quali: **a)** indagine economica dei punti forti e dei punti deboli dei prodotti tipici ad economia locale e territoriale al fine di individuare specifiche strategie di sviluppo. Tale attività è stata svolta in convenzione con Università di Scienze Gastronomiche (CN), azione 2.3.1; **b)** Indagine conoscitiva sui consumi di alimenti tipici in alcune aree geografiche, azione 2.3.2; **c)** Caratterizzazione nutrizionale, valutazione della funzionalità degli alimenti selezionati tipici e non mediante modelli in vitro ed ex vivo, azione 2.3.3; **d)** Valutazione degli effetti biologici di diete a base di prodotti ortofrutticoli tipici in modelli animali. Tale attività è stata svolta in convenzione con Università "La Tuscia" di Viterbo, azione 2.3.4; **e)** Valutazione delle modifiche dello stato di nutrizione (stato antiossidante, stato infiammatorio, quadro lipidemico, composizione corporea) in un gruppo di soggetti sovrappeso/obesi in relazione al consumo di particolari gruppi di alimenti, azione 2.3.5.

#### **a) Indagine economica dei punti forti e deboli dei prodotti tipici ad economia locale (azione 2.3.1)**

L'Italia è caratterizzata da un alto numero di produzioni tipiche ad economia locale e territoriale, il cui punto debole oltre che nella piccola scala risiede nell'incapacità di strappare un prezzo sul mercato in grado di remunerare i costi aggiuntivi che normalmente queste produzioni si trovano ad affrontare. Per questo motivo abbiamo studiato se alcuni prodotti espressione di filiere locali, espressione di un modo alternativo di concepire la produzione agroalimentare capace di proporre un'attenzione particolare all'ambiente ed alle comunità rurali sono in grado di essere commercialmente competitive. Abbiamo studiato in particolare i costi di produzione e le possibilità di commercializzazione, per verificare se questo tipo di prodotti, possono avere un futuro vitale nel panorama dell'agroalimentare globale.

Tra i prodotti tipici ad economia locale e territoriale, sono stati presi in considerazione tre circoscrizioni territoriali (Nord Italia, Centro e Sud Italia) e tre filiere : a) ortofrutta (Castagna di Calizzano e Murialdo, Fava Cottora, Pistacchio di Bronte); b) lattiero-casearia (Formaggio Castelmagno d'alpeggio, Pecorino della montagna pistoiese e Formaggio ragusano con latte di vacca modicana); c) ittica (Anguilla marinata delle Valli di Comacchio, Bottarga della laguna di Orbetello e Alici di Menaica). La ricerca ha interessato produzioni a basso volume produttivo caratterizzate da una dimensione economica che si può definire locale e territoriale. Una parte significativa del lavoro è stato il confronto in loco con i produttori che ha permesso uno scambio di informazioni e di aggiornamento sulle attuali possibilità di commercializzazione di queste

produzioni. I dati raccolti mostrano un costo di produzione alto e poca competitività di marketing rispetto ai loro corrispettivi provenienti da una produzione agricola globalizzata. Un risultato particolarmente interessante è stato l'aver sottolineato come la sopravvivenza di questo tipo di produzioni passi attraverso l'utilizzo di canali di distribuzione alternativi e soprattutto attraverso il perseguimento della valorizzazione mediante contatti con la ristorazione e la gastronomia di qualità. Questa ricerca pone l'accento sulla possibilità di commercializzare i prodotti ad economia territoriale e locale attraverso canali alternativi in grado di garantire un prezzo adeguato a remunerare i fattori della produzione utilizzati e in cui il produttore agricolo non subisce condizionamenti eccessivi di tipo produttivo e gestionale.

Le ricadute di questa ricerca riguardano chi si occupa dell'indirizzo delle politiche agricole alimentari del nostro paese a vari livelli, soprattutto in un momento in cui la delocalizzazione delle imprese cresce giorno dopo giorno. Sostenere produzioni come quelle oggetto della ricerca che sono non delocalizzabili è un atto di indirizzo politico che va nel senso della protezione dell'occupazione e del reddito in diverse aree dell'Italia. La sopravvivenza di produzione la cui reputazione è molto elevata, garantisce la qualità dell'intero paniere di beni agroalimentari, anche di quelli che, grazie alle dimensioni produttive, possono accedere ai mercati d'esportazione. Se venissero a mancare quelle produzioni che nell'immaginario collettivo rappresentano il made in Italy per eccellenza, sarebbe un danno per tutto l'agroalimentare italiano. Un'ulteriore ricaduta coinvolge direttamente i produttori, i quali possono individuare i costi di produzione e indicazioni utili sui migliori canali distributivi per le loro produzioni. Avere a disposizione dei casi studi, infatti, può aiutare gli imprenditori a pianificare meglio le proprie scelte in fatto di commercializzazione.

#### **b) Indagine conoscitiva sui consumi di alimenti tipici, stili di vita e stato di nutrizione in alcune aree geografiche italiane (azione 2.3.2)**

Tale azione prevedeva la valutazione dei consumi alimentari di specifici gruppi di alimenti ad elevato contenuto di molecole bioattive e lo studio dello stato di nutrizione biochimico in un sottogruppo di popolazione in relazione all'alto consumo di tali gruppi di alimenti. L'attività è stata condotta in tre aree geografiche (Pavia per il Nord Italia, Arpino (FR), Latina e Roma per il Centro Italia e Messina e zone limitrofe per il Sud Italia) in cui sono stati selezionati circa 300 soggetti per area. A tutti i soggetti sono stati somministrati un questionario specifico di stile di vita (comprendente domande su esercizio fisico, fumo, consumo di alcool, insieme ai dati demografici) e di stato socio-economico ed un questionario semi-quantitativo di frequenza e consumi alimentari preparato ad *hoc*, suddiviso nei principali gruppi di alimenti (Cereali, Legumi, Verdure, Frutta, Carne, Pesce, Latte e derivati, Dolci, Oli e grassi) e rivolto anche al consumo di prodotti tipici locali, con particolare attenzione ad alimenti contenenti molecole bioattive e ricchi soprattutto in antocianine. Su un sottocampione di circa 100 soggetti per area geografica è stato studiato lo stato di nutrizione biochimico attraverso la valutazione dello stato antiossidante, stato infiammatorio, quadro lipidico.

I risultati hanno evidenziato una più elevata prevalenza di obesità al Sud Italia rispetto al Centro Italia e Nord Italia, mentre la prevalenza del sovrappeso è del 27%, 32% e 28% rispettivamente per Sud, Centro e Nord Italia. Nel Nord e Centro Italia la percentuale di soggetti con licenza media è simile, al Sud Italia la percentuale di persone con licenza media aumenta ed allo stesso tempo diminuisce la popolazione in possesso di diploma o laurea. La percentuale di fumatori e consumatori di alcool è maggiore al Nord e Centro Italia. In merito alla pratica di esercizio fisico si osservano differenze significative tra i centri. L'analisi delle frequenze di consumo di alimenti ha evidenziato come i consumi relativi ai gruppi di alimenti (pesce, carne, uova, oli e grassi e bevande analcoliche) non differiscono in maniera sostanziale tra le tre aree geografiche, mentre moderate differenze si sono osservate per il consumo di cereali, dolci, bevande analcoliche con antocianine e vino. Infine, in generale il consumo di frutta e verdura è maggiore nella popolazione che vive al Sud



Italia. Allo stesso modo la percentuale di soggetti che dichiara di consumare quotidianamente frutta e verdura ricchi di antocianine è maggiore al Sud rispetto sia al Nord che al Centro Italia.

La relazione tra consumi alimentari e stato di nutrizione su un sub campione di 301 volontari di ambo i sessi non ha evidenziato differenze significative nell'indice di massa corporea, stile di vita e consumi alimentari, sebbene si osservi una tendenza alla diminuzione del grasso corporeo nel gruppo di soggetti con più alto consumo di alimenti contenenti antocianine, più che con il consumo di frutta e verdura in generale. Da un punto di vista biochimico, le differenze osservate nello stato di nutrizione sono principalmente attribuibili a differenze significative tra i due sessi. In conclusione i risultati evidenziano come moderate differenze nello stile di vita e abitudini alimentari nei tre centri oggetto della presente indagine, possano influenzare in parte lo stato di salute; pur mancando significative correlazioni tra consumo di alimenti contenenti antocianine e stato di nutrizione, una più bassa percentuale di grasso corporeo e maggiori valori di capacità antiossidante totale sembrano essere associati ad un più alto consumo di alimenti ricchi di antocianine più che al consumo di frutta e verdura.

**c) Caratterizzazione nutrizionale, valutazione della funzionalità degli alimenti selezionati tipici e non, mediante modelli in vitro ed ex vivo. Studi di funzionalità: modelli in vitro (azione 2.3.3)**

L'effetto dei bio-composti polifenolici estratti da due varietà di orticole, Radicchio precoce di Treviso e Radicchio di Castelfranco (vegetali a marchio IGP) sono stati studiati su linee cellulari di adenocarcinoma del colon denominate Caco-2. Le Caco-2 sono modelli cellulari con la caratteristica, sia morfologica che funzionale, di simulare *in vitro* l'assorbimento intestinale che avviene normalmente *in vivo*. I risultati ottenuti hanno dimostrato che le molecole antiossidanti che compongono i due estratti alle concentrazioni fino a 17 µg/ml sembrano non penetrare all'interno della cellula e quindi in base teorica, potrebbero avere un effetto antiossidante in grado di contrastare un eventuale danno ossidativo subito dal monostrato cellulare Caco-2 agendo a livello esogeno, mentre a concentrazioni superiori a 17 µg/ml mostravano un effetto proossidante, evidenziato sia dalla variazione della resistenza trans epiteliale del monostrato colturale che dall'analisi istopatologica indicante una notevole necrosi cellulare.

Il ruolo delle antocianine sullo stato di nutrizione e nella regolazione del peso corporeo è stato studiato utilizzando sia modelli animali (azione 2.3.4) sia uno studio pilota in vivo sull'uomo con supplementazione a breve termine di una spremuta di arance rosse (cv Moro) (azione 2.3.5).

**d) Valutazione degli effetti biologici di diete a base di prodotti ortofrutticoli tipici. Studi di funzionalità: modelli animali (azione 2.3.4)**

Obiettivo è stato quello di studiare gli effetti sull'infiammazione e sullo stato ossidativo della spremuta di arance rosse, un alimento particolarmente ricco di antociani, su un modello animale geneticamente obeso. Per lo studio è stato utilizzato il succo proveniente da arance rosse di Sicilia (cv Moro) e somministrato agli animali diluito 1/1 con acqua. Il modello sperimentale ha previsto l'uso di ratti del tipo Zucker fatty (fa/fa), definiti ratti pesanti, affetti da sindrome metabolica (insulino resistenza, dislipidemia e obesità genetica) e di ratti Zucker (fa/+), definiti leggeri (lean rats), usati come controllo. I risultati dimostrano come la supplementazione di succo d'arancia rossa, per un periodo sperimentale di 6 settimane, sia in grado di migliorare alcuni parametri dell'infiammazione (TNF- $\alpha$ , IL-6 e CRP) e dello stress ossidativo in ratti affetti da sindrome metabolica. Nonostante l'utilizzo di una dieta ricca in grassi, atta ad aggravare ancora di più il quadro patologico intrinseco dei ratti Zucker, il trattamento ha anche avuto un effetto protettivo dall'aumento di peso specificatamente nei ratti obesi, mentre nei controlli lean o negli obesi abbeverati ad acqua, sebbene assumessero le stesse calorie giornaliere, l'effetto preventivo nei confronti dell'aumento di peso non è stato osservato. Per quanto riguarda invece i valori della concentrazione dei trigliceridi, del colesterolo totale, della sua frazione HDL, del rapporto

LDL/VLDL, e dei livelli di leptina e di adiponectina non sono stati registrati dei cambiamenti significativi a seguito della supplementazione dietetica con succo d'arancia, anche se la tendenza sembra essere quella verso il miglioramento del quadro lipidemico e delle adiponectine suggerendo che tempi più lunghi di sperimentazione potrebbero portare ad un miglioramento anche di questi parametri. La concentrazione dell'insulina nel plasma ha inoltre dimostrato che il succo di arancia rossa non altera tale parametro. In conclusione, i risultati, dimostrano come il succo d'arancia rossa spremuta fresca, grazie alla sua naturale composizione e senza alcuna manipolazione aggiuntiva, possa essere utilizzato come alimento funzionale per l'attenuazione dei parametri infiammatori e ossidativi legati alla sindrome metabolica.

**e) Valutazione delle modifiche dello stato di nutrizione (stato antiossidante, stato infiammatorio, quadro lipidemico, composizione corporea) in un gruppo di soggetti sovrappeso/obesi in relazione al consumo di succo di arance rosse. Studi di funzionalità: studio di supplementazione sull'uomo a breve termine (azione 2.3.5)**

L'obiettivo principale è stato quello di determinare se gli alimenti freschi ricchi di antocianine avessero un effetto sul peso corporeo e sui parametri clinici e nutrizionali in soggetti obesi (quadro antiossidante, lipidemico, stato ormonale e vitamine A ed E). Sulla base di specifici criteri di inclusione, 14 donne obese (IMC compreso tra 30 e 40 kg/m<sup>2</sup>) sono state arruolate in uno studio pilota che ha previsto l'assunzione di 500 ml/die di succo di arancia rossa, suddivisa in due somministrazioni (250ml). Lo studio ha avuto una durata di 12 settimane e la fase sperimentale è stata completata da 11 soggetti.

Il consumo giornaliero di 500 ml di succo d'arancia non ha avuto effetti significativi sul peso corporeo, mentre si è osservata una diminuzione significativa del colesterolo totale e del colesterolo LDL. Si è riscontrato, inoltre, un incremento dell'insulina a 90 giorni rispetto al baseline e un aumento della vitamina A e una diminuzione della vitamina E al follow-up. I risultati di questo studio pilota confermano gli effetti benefici di una dieta ricca di antociani sulla riduzione del colesterolo totale e di colesterolo LDL, ma sono necessarie ulteriori ricerche per chiarire se questi composti naturali possano contribuire a migliorare i disturbi correlati all'eccesso ponderale nell'uomo.

### **FATTORI PRE E POST RACCOLTA (WP. 3)**

Come è noto la qualità nutrizionale di un alimento è influenzata oltre che da fattori pre-raccolta quali tipo di cultivar, pratiche agricole e condizioni pedo-climatiche anche da fattori post raccolta come le condizioni di trattamento tecnologico, quali conservazione e trasporto.

Nello specifico l'obiettivo è stato quello di valutare:

**a) la qualità nutrizionale di tre varietà di olive sottoposte a differente trattamento tecnologico:** gli alimenti testati sono state tre varietà di olive (Nocellara del Belice, Nocellara Etnea e Giarraffa) per valutare se e in che misura la diversa tecnica di deamarizzazione (metodo Sivigliano e metodo Castelvetro), influenzi la presenza di composti bioattivi ad azione antiossidante nel prodotto finito. I risultati hanno dimostrato che i processi di deamarizzazione determinano un chiaro abbattimento dei composti ad azione antiossidante. Tuttavia, questo abbattimento può essere contenuto applicando le tecniche di deamarizzazione cosiddette "al naturale", che, provocando l'addolcimento del frutto e fermentazione senza l'uso della soda, ma idrolizzando l'uropeina attraverso l'azione combinata di una  $\beta$ -glucosidasi e pH acido sono risultate in grado di preservare in quantità maggiore i composti fenolici ancora presenti nel prodotto finito in quantità superiore rispetto al metodo Sivigliano e rispetto al metodo di Castelvetro.

**b) le variazioni della qualità organolettica e nutrizionale di pomodoro fresco da mensa di diverse cultivar, in funzione della lunghezza e della complessità della filiera stessa:** in questi

ultimi anni si sta assistendo al forte sviluppo di sistemi di distribuzione e vendita diretta dal produttore al consumatore, o che prevedono un numero minimo di passaggi e stanno diventando comuni dizioni come “filiera corta” o “prodotti a chilometro zero”. In questo contesto, risulta essere di interesse poter stabilire se e in che misura la qualità di prodotti ortofrutticoli freschi sottoposti, dopo la raccolta, a condizioni di filiera “corta” sia differente da quella di prodotti analoghi sottoposti a condizioni di filiera “lunga” considerando, in quest’ultimo caso, sia condizioni comunemente adottate nella pratica della distribuzione dello specifico prodotto nel nostro paese, sia quelle ottimali raccomandate dai protocolli commerciali. I risultati ottenuti suggeriscono come notevoli differenze possano essere osservate in alcuni attributi della qualità associati al profilo sensoriale di prodotti freschi tra frutti (pomodori) sottoposti a filiere di distribuzione di diversa lunghezza, o a condizioni raccomandate dai protocolli di conservazione commerciale. I risultati raccolti possono costituire il punto di partenza per ulteriori approfondimenti volti a chiarire in quale misura gli effetti osservati possano essere estesi ad altre varietà e tipologie di pomodori, e se e in quale misura essi possano riflettersi in differenze sensoriali percepibili in grado di influenzare le preferenze dei consumatori.

**c) rilevanza del contributo della distribuzione sull’impatto ambientale della filiera globale di produzione/distribuzione del pomodoro da mensa, attraverso il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> determinate dalle modalità di trasporto e dalle condizioni di magazzinaggio impiegati:**

L’impronta ecologica di un determinato bene è data dalla quantità totale di emissioni di gas a effetto serra (espresso in kg di CO<sub>2</sub>) legate a ogni fase della sua produzione, del suo processamento, trasporto e vendita, ed è quindi legata a molteplici fattori il cui impatto ambientale dipende da un lato dai metodi produttivi adottati e, dall’altro, dall’organizzazione aziendale e dall’efficienza energetica produttiva in ogni punto della filiera. L’obiettivo è stato quello di valutare le potenziali emissioni di CO<sub>2</sub> legate al trasporto di prodotti alimentari freschi in funzione delle diverse condizioni di distribuzione (lunghezza della filiera, modalità di trasporto). L’analisi ha evidenziato che la semplice lunghezza della filiera, pur essendo l’aspetto predominante, non è il solo fattore determinante delle emissioni totali di CO<sub>2</sub> legate al trasporto: l’ottimizzazione della dimensione dei mezzi di trasporto e la diversa frammentazione dei punti di distribuzione possono avere infatti una influenza significativa sul risultato finale. Il chilometro zero inteso in senso stretto, ad esempio, necessiterebbe la movimentazione di un elevato numero di veicoli che, pur avendo singolarmente basse emissioni, determinerebbero un impatto ambientale estremamente elevato. Un ulteriore aspetto di grande rilevanza emerso riguarda l’efficienza del sistema di refrigerazione dei mezzi di trasporto. E’ quindi facile ipotizzare che sarebbe più ecologicamente sostenibile una filiera di media lunghezza con trasporti fatti su mezzi adeguati, piuttosto che una filiera anche molto corta ma con trasporti fatti con mezzi obsoleti. In conclusione, i risultati ottenuti mettono quindi in evidenza l’importanza della lunghezza della filiera di distribuzione per poter contenere le emissioni di gas serra, e come queste siano fortemente condizionate dall’uso di mezzi di trasporto adeguati ed efficienti, e dalla razionalizzazione della rete dei trasporti, limitando al massimo la frammentazione, riducendo quanto più possibile quindi il numero di veicoli movimentati.

**PRATICHE DI ALLEVAMENTO (WP. 4)**

Nell’ambito del WP 4.1 “**Prodotti lattiero caseari vaccini e di diverse specie animali come alimenti naturalmente funzionali** (U.O. exINRAN) sono state studiate molecole “minori” o “funzionali” con un’attività biologica particolare, ovvero con una potenziale ricaduta positiva sulla salute del consumatore. Il WP 4.2 “**Esaltazione delle proprietà nutrizionali native del latte e messa a punto di tecnologie per la loro conservazione e valorizzazione** (U.O. Dipartimento di Scienze Mediche Veterinarie, Alma Mater Studiorum, Università di Bologna) ha testato l’effetto

dell'alimentazione delle vacche sulla composizione e qualità del latte prodotto e ulteriori modifiche che si realizzano durante il processo di trasformazione.

### **1. Prodotti lattiero caseari vaccini e di diverse specie animali come alimenti naturalmente funzionali (INRAN, WP 4.1)**

L'attività svolta dal UO INRAN WP 4.1 si articola in due linee di ricerca: **la prima linea** "Studio della qualità nutrizionale e funzionale del latte non di marca e confronto con il latte "di marca" ed a riguardo i seguenti alimenti: a) Latte vaccino a Marchio Commerciale e a Marchio Industriale; b) Yogurt vaccino a Marchio Commerciale e a Marchio Industriale; c) Panna da cucina UHT e Burro vaccino a Marchio Commerciale e a Marchio Industriale. **La seconda linea** "Caratterizzazione chimico-nutrizionale di latte e derivati di altre specie animali e loro valorizzazione in termini di qualità nutrizionale e funzionale" riporta i risultati relativi al latte di capra, yogurt di capra e burro di capra.

#### **Prima linea: Studio della qualità nutrizionale e funzionale del latte non di marca e confronto con il latte "di marca"**

L'attività svolta nell'ambito di questa filiera ha riguardato i seguenti alimenti: Latte vaccino Intero e Parzialmente Scremato con caratteristiche merceologiche diverse (Fresco Pastorizzato, Fresco Pastorizzato di Alta Qualità, Microfiltrato e UHT); Latte di capra Intero e Parzialmente Scremato; Yogurt vaccino: intero "bianco" o "naturale, vaccino aggiunto di zucchero; Yogurt di capra; Burro: vaccino, di capra, di bufala; Panna da cucina UHT.

Infine, l'esigenza di approfondire le conoscenze sul latte a marchio commerciale nasce dal fatto che i consumatori sono attratti dalla possibilità di comprare il latte della grande distribuzione (a marchio commerciale) a prezzi più contenuti. A fronte di questo costante aumento delle vendite di questi prodotti, la conoscenza scientifica di questi prodotti non è così approfondita.

#### **a) Prodotti a *Marchio Commerciale e Industriale*: indagine chimico-nutrizionale sul Latte vaccino**

E' stato realizzato uno studio chimico-nutrizionale di confronto tra Latte vaccino (Intero e Parzialmente Scremato - Pastorizzato, Microfiltrato e UHT) commercializzato con il Marchio Commerciale e le stesse tipologie di latte a Marchio Industriale.

I risultati ottenuti dimostrano che: a) le differenze tra latte vaccino a Marchio Commerciale e Industriale sono relative ad alcuni componenti della frazione dell'insaponificabile, ma sembrerebbero legate maggiormente a parametri ambientali e di stagionalità e/o ai trattamenti tecnologici applicati al latte. Inoltre i risultati confermano che più è importante e severo il trattamento termico applicato al latte (UHT > Microfiltrazione > Pastorizzazione Alta Qualità) maggiore sarà il Grado di Isomerizzazione del Retinolo; b) sono state individuate differenze tra il latte vaccino a Marchio Commerciale e Industriale per il contenuto di alcuni minerali, come calcio e fosforo; c) il contenuto di colina nei campioni studiati non differisce in base al Marchio Commerciale o Industriale e al grado di scrematura del latte, ma nell'ambito dei diversi trattamenti tecnologici applicati (UHT vs Microfiltrato e Fresco Pastorizzato di Alta Qualità); d) il lattulosio, presente solo nel latte UHT, mostra differenze significative sia nel latte Intero Commerciale che Industriale: pertanto il latte a Marchio Industriale potrebbe essere stato sottoposto a temperature di processo più controllate rispetto a quello a Marchio Commerciale.

In questo studio si è potuto osservare, limitatamente ai composti analizzati, uno standard qualitativo competitivo tra il latte Commerciale o Industriale: le maggiori differenze riscontrate sarebbero dovute a variazioni di parametri ambientali e di stagionalità del latte o alle tecnologie di produzione (grado di scrematura o intensità di trattamento termico applicato) e non a peculiarità dovute al "marchio".

### **b) Prodotti lattiero-caseari a marchio commerciale e industriale: yogurt**

Yogurt a Marchio Commerciale a confronto con gli stessi prodotti a Marchio Industriale sono stati confrontati mediante uno studio chimico-nutrizionale. Negli Yogurt a Marchio Industriale si ritrovano contenuti significativamente maggiori solo a carico del lattosio, del sodio e del potassio. Non si riscontrano differenze significative tra i due gruppi di Yogurt per il contenuto in macronutrienti, calcio, fosforo, magnesio, composti della frazione insaponificabile (colesterolo, alfa tocoferolo, beta carotene e isomeri del retinolo) e nel valore dei due indici di prodotto e di processo (GIR e GPA).

In generale tutti i dati ottenuti confermano che nello yogurt esiste un rapporto molare ottimale tra calcio e fosforo e una porzione di 125g di Yogurt garantisce in media la copertura del 20% del fabbisogno raccomandato di calcio e del 17% di fosforo in un individuo adulto, secondo i livelli raccomandati per la popolazione italiana. Inoltre, il ridotto contenuto di sodio dello yogurt lo rende un alimento equilibrato, in quanto una porzione contribuisce solo per il 10% al raggiungimento del livello minimo di assunzione di questo elemento.

Infine, in alcuni campioni di Yogurt sia a Marchio Commerciale che Industriale è stata riscontrata la presenza di lattulosio, molecola indice di trattamento termico elevato del latte di partenza, ma anche in grado di svolgere un'azione prebiotica.

### **c) Prodotti lattiero-caseari a marchio commerciale e industriale: panna da cucina e burro**

Sono stati confrontati campioni a Marchio Commerciale e Industriale di Panna da cucina UHT (grasso  $\geq 20\%$ ) per contenuto in macronutrienti, calcio, fosforo, potassio, sodio e magnesio, colesterolo e alcune vitamine liposolubili e di Burro vaccino per contenuto di acqua e componenti della frazione insaponificabile.

Il confronto tra Panna UHT a Marchio Commerciale e Industriale ha evidenziato differenze significative per calcio e potassio, che sono risultati meno abbondanti nella panna a Marchio Commerciale. Non sono state evidenziate differenze per l'alfa tocoferolo e colesterolo, mentre il trans retinolo è risultato superiore nelle panne a Marchio Commerciale.

I campioni di Burro vaccino, a Marchio Commerciale e Industriale rientrano nel limite legale di contenuto di acqua ( $\leq 16\%$  previsto dal Regolamento CE/2001). L'importanza di questa determinazione deriva dal fatto che un eccesso di acqua può dipendere, in generale, da una introduzione volontaria o da difetti di preparazione.

Il confronto tra Burro a Marchio Commerciale e Industriale, effettuato per alcuni costituenti della frazione insaponificabile quali vitamina E (alfa tocoferolo), vitamina A (nelle forme isomeriche del 13cis e trans retinolo e del beta carotene) e colesterolo, non ha evidenziato differenze significative tra le due tipologie di prodotto.

Nei due gruppi di burro erano presenti anche campioni provenienti dal nord Europa, dove è molto diffuso l'uso del pascolo per l'allevamento del bestiame. Questi campioni (sia a Marchio Commerciale che Industriale) sono risultati contenere maggiori quantità di alfa tocoferolo e beta carotene rispetto ai campioni di burro italiano: dimostrazione di come in tutti i prodotti lattiero-caseari, diversi fattori ambientali (stagionalità, pratiche di allevamento), genetici e fisiologici (razza, stato di lattazione) possono influenzare il contenuto dei nutrienti presenti nel prodotto finale.

### **Seconda linea: Caratterizzazione chimico-nutrizionale di latte e derivati di altre specie animali e loro valorizzazione in termini di qualità nutrizionale e funzionale.**

Il latte di capra utilizzato più per la produzione di formaggi che per il consumo diretto, è stato studiato perché l'aumentato numero di persone allergiche alle proteine del latte vaccino ne ha favorito una diffusione sempre maggiore.

Il latte di capra (UHT intero e parzialmente scremato, Alto Pastorizzato intero e Pastorizzato), lo yogurt di capra (intero con probiotici) e il burro di capra sono stati studiati per le caratteristiche

nutrizionali e funzionali mediante l'analisi di alfa-tocoferolo, isomeri del retinolo, colesterolo, sodio, calcio e fosforo, lattosio, lattulosio e colina.

Il latte di capra contiene in media 4,4 g di lattosio/100g, molecola che si concentra ulteriormente nei campioni di yogurt (5,9g/100g). Si ritrovano anche discrete quantità del suo isomero, il lattulosio, presente sia nel latte di capra a lunga conservazione UHT, ma anche in quello Pastorizzato e Alto Pastorizzato, mentre è assente nello yogurt.

I sali minerali hanno evidenziato una elevata variabilità. Sia nel latte di capra che nello yogurt il rapporto molare Ca/P è risultato essere lievemente inferiore al rapporto molare Ca/P dei prodotti vaccini. Tra le molecole funzionali la colina è presente in minore quantità nel latte di capra rispetto al latte vaccino indipendentemente dal tipo di trattamento o grado di scrematura applicato al prodotto. Nello yogurt di capra il contenuto di colesterolo è paragonabile a quello dello yogurt vaccino, mentre nel burro di capra si ritrova un maggior contenuto di colesterolo rispetto a quello vaccino.

Tra i composti della frazione insaponificabile, alfa-tocoferolo e trans-retinolo risultano minori nel burro di capra rispetto al burro vaccino, mentre è presente una maggiore quantità dell'isomero 13cis del retinolo.

In conclusione, in tutti i campioni lattiero-caseari di origine caprina, oggetto di questo studio, si rileva la mancanza del beta-carotene: la sua assenza rappresenta un indice di genuinità del prodotto a tutela e garanzia del consumatore.

## **2) Esaltazione delle proprietà nutrizionali native del latte e messa a punto di tecnologie per la loro conservazione e valorizzazione (Dipartimento di Scienze Mediche Veterinarie, Alma Mater Studiorum, Università di Bologna, WP 4.2)**

Gli alimenti di origine animale, se prodotti con determinate strategie, possono essere arricchiti in nutrienti utili per la salute del consumatore; questi alimenti vengono generalmente chiamati "funzionali". Abbinati ad uno stile di vita sano, gli alimenti funzionali possono dare un contributo concreto alla salute e al benessere del consumatore.

Le moderne tecnologie industriali utilizzabili in campo lattiero-caseario offrono l'opportunità di isolare, concentrare o modificare questi composti, rendendone possibile il loro utilizzo nella preparazione di "alimenti funzionali" e di supplementi dietetici. Le aree di massimo significato in questo settore sono rappresentate dalle proteine del latte, dal lattosio e dai suoi derivati, e dalle componenti della materia grassa del latte. "L'arricchimento" del latte di nutrienti di particolare interesse per il consumatore moderno, si dovrebbe perseguire prevalentemente attraverso la modificazione delle diete fornite alle bovine privilegiando l'impiego di foraggi e mangimi che possano condizionare positivamente il loro stato di benessere e, al contempo, il profilo qualitativo del latte e dei suoi derivati.

Alla possibilità di modificare la frazione lipidica del latte è rivolto un forte interesse che supera le motivazioni legate all'influenza che essa esercita sulle caratteristiche tecnologiche ed organolettiche. In particolare si è rivolta grande attenzione alla possibilità di arricchimento in omega 3 e ancor più in alcuni isomeri dell'acido linoleico (CLA), che in natura sono unicamente presenti nel latte e nelle carni fornite dai ruminanti e che offrono sostanziali vantaggi nutrizionali all'uomo. Poco o nulla si è invece fatto relativamente alle componenti in minerali (escludendo il calcio probabilmente) e vitaminiche di cui il latte è naturalmente ben dotato se la dieta delle bovine è adeguatamente integrata.

I principali scopi delle ricerche svolte sono stati quelli di: a) individuare e mettere a punto le strategie nutrizionali per arricchire naturalmente in CLA, Omega3 e B<sub>12</sub> il latte prodotto da bovine allevate secondo gli usuali sistemi del nostro Paese; b) mettere a punto le metodiche di determinazione della vitamina B<sub>12</sub>; c) valutare il contenuto degli stessi nutrienti sul latte dopo il

trattamento termico e la trasformazione in diversi formaggi.

Le metodologie per attuare le attività di ricerca proposte hanno previsto: studi relativi all'arricchimento di nutrienti del latte attraverso diverse strategie alimentari delle bovine; ricerche sugli effetti di diversi trattamenti e processi di trasformazione sul profilo microbiologico del latte e sul suo contenuto in CLA e vitamina B<sub>12</sub> e minerali; determinazione del CLA e degli acidi grassi totali e determinazione della vitamina B<sub>12</sub>.

I risultati ottenuti hanno evidenziato la possibilità di aumentare significativamente il contenuto di CLA del latte modificando il profilo lipidico delle razioni; in particolare i risultati di maggior interesse si sono ottenuti attraverso l'impiego di semi di lino, semi di soia integrale, olii di lino e di pesce stabilizzati per microincapsulazione in acidi grassi saturi. Le diverse ricerche realizzate hanno consentito di individuare i livelli di integrazione che debbono tener conto delle caratteristiche nutrizionali e dietetiche delle razioni di base per evitare che ad un arricchimento in CLA e Omega 3 del latte si associno indesiderate flessioni dei titoli lipidici; in particolare debbono essere tenuti in debita considerazione i seguenti parametri:

- gli apporti complessivi di foraggi debbono rappresentare non meno del 45% della sostanza secca consumata dalle bovine;

- il livello di insaturazione della razione non deve essere eccessivamente elevato per evitare la caduta dei titoli di grasso del latte che ne potrebbero determinare uno scadimento qualitativo inaccettabile;

- la produzione di latti caratterizzati da un profilo lipidico "funzionale" appare più difficilmente realizzabile nelle stagioni estive stante la maggiore difficoltà di soddisfare i fabbisogni nutrizionali delle bovine e le più gravose condizioni ambientali di allevamento per lo stress da caldo;

- gli apporti di acidi grassi saturi (in particolare di acido stearico) può divenire un fattore limitante la possibilità di mantenere elevati titoli lipidici modificandone, al contempo, il profilo in acidi grassi.

Nel corso delle ricerche, in tutti i gruppi di animali cui è stata modificata la razione alimentare, i contenuti di acido rumenico e omega 3 sono risultati più elevati ed è stato possibile iniziare la definizione di un modello previsionale di arricchimento in funzione delle caratteristiche delle razioni. Il supplemento di acido stearico ha consentito inoltre di limitare la flessione del titolo di grasso del latte.

Relativamente alle modificazioni dei livelli di vitamina B<sub>12</sub> nel latte, i dati emersi dallo studio effettuato hanno evidenziato che non si verifica una cinetica di accumulo durante i supplementi, dato in linea con la natura idrofila della vitamina B<sub>12</sub> stessa, anche se si è osservato un aumento di concentrazione di B<sub>12</sub> dopo 4 settimane di integrazione. I dati ottenuti suggeriscono la necessità di ripetere l'esperienza considerando un maggiore numero di animali e un periodo di osservazione più esteso prima dell'inizio dell'integrazione alimentare; la estrema variabilità di risposta individuale delle bovine indica la necessità di approfondire gli studi per meglio definire i fattori in grado di influenzare il contenuto di vitamina B<sub>12</sub> nel latte delle vacche; la disponibilità di un metodo analitico affidabile, messo a punto nel corso del progetto, rappresenta lo strumento indispensabile per questi approfondimenti

Lo studio dell'influenza dei trattamenti termici e dei processi di trasformazione sul contenuto in acidi grassi dei prodotti trasformati hanno prodotto risultati in linea con quanto riportato in letteratura; in particolare i vari trattamenti studiati non hanno influenzato il contenuto di CLA che quindi dipende esclusivamente dalla dotazione del latte prodotto alla stalla; rimane inoltre pressoché invariato il rapporto CLA/acido vaccenico (1/3).

Dai risultati ottenuti dagli studi relativi alla stabilità e ripartizione della vitamina B<sub>12</sub> nei prodotti caseari, il dato più interessante è quello relativo ai livelli di vitamina B<sub>12</sub> reperiti nel siero spurgo e nella ricotta; in questi prodotti infatti, si è registrata una concentrazione di circa 10 volte superiore rispetto a quella del latte di partenza; per contro le concentrazioni nella cagliata, nella caciotta e

nella mozzarella sono risultate inferiori rispetto alle attese. Essendo nota l'affinità della vitamina B<sub>12</sub> per alcune proteine, questi dati porterebbero a supporre che vi sia una specifica affinità per le sieroproteine che sono i costituenti principali della ricotta. Il siero di latte e la scotta sono risultati sottoprodotti della caseificazione che potrebbero trovare un'interessante valorizzazione per il contenuto in cobalamina più concentrata rispetto ai lattici di partenza.

I dosaggi nei prodotti finiti e nel siero residuo hanno evidenziato una presenza di vitamina di B<sub>12</sub> nettamente superiore rispetto ai quantitativi iniziali; indicando un probabile incremento legato alla sintesi derivante dall'attività dei microrganismi batterici che agirebbero come attori di un possibile arricchimento dei prodotti caseari indipendentemente dal latte di partenza.

La caratterizzazione del processo produttivo della mozzarella ha evidenziato come il siero innesto naturale sia la componente che apporta la quasi totalità dei batteri lattici presenti nel prodotto; questi aumentano in maniera considerevole durante le fasi di maturazione della cagliata, arrivando a valori superiori agli 8 Log UFC/g nella cagliata a fine maturazione mentre la fase di filatura del prodotto riduce significativamente le conte di tutte le popolazioni. I principali batteri lattici isolati dal siero innesto naturale risultano tutti appartenenti alla specie *Lactobacillus fermentum* i quali sono poi risultati produttori di batteriocine con attività inibitoria nei confronti dei principali microrganismi patogeni.

La caratterizzazione del processo produttivo della caciotta ha evidenziato nella forma a 24 ore dalla produzione, un notevole aumento delle Enterobacteriaceae rispetto alla cagliata a fine maturazione. Le Enterobacteriaceae continuano a mantenersi elevate per tutta la durata della prova e oltre la contaminazione. L'osservazione ha indotto ad approfondire e valutare la presenza di microrganismi patogeni nel latte crudo e la circolazione dei patogeni nelle aziende zootecniche di produzione mediante campionamento di latte e filtri degli impianti di mungitura.

I risultati hanno evidenziato che il 48.1% di aziende sottoposte a indagine ha evidenziato la presenza di almeno un potenziale patogeno nel latte il che avvalorava l'utilità della pastorizzazione per la commercializzazione del latte.

In conclusione si può affermare che attraverso opportune modulazioni degli apporti lipidici delle diete è possibile innalzare i contenuti di CLA e acidi grassi della serie Omega 3 senza che la percentuale di grasso subisca flessioni incompatibili con la produzione di latte ad alta qualità.

I risultati ottenuti, nell'insieme, lasciano intravedere la possibilità di produrre (con molte attenzioni e, probabilmente, maggiori costi da parte degli allevatori) lattici che presentano contemporaneamente più modificazioni positive (50% in più di CLA e Omega 3, aumento dell'acido stearico e riduzione del palmitato e del miristico); ciò induce a riflettere sulla possibilità di produrre un latte con un profilo lipidico polifunzionale.

I vari trattamenti termici non influiscono sul contenuto di CLA che quindi dipenderebbe direttamente dal contenuto del latte di partenza. Rimane inoltre pressoché invariato il rapporto CLA/acido vaccenico (1/3).

Il metodo sviluppato per la valutazione della Vitamina B<sub>12</sub> appare sensibile e veloce e il dato più interessante riguarda il livello di B<sub>12</sub> rilevato nel siero spurgo e nella ricotta in cui si assiste a una concentrazione di circa 10 volte superiore a quella del latte di partenza. Di contro cala la concentrazione nella cagliata, nella caciotta e nella mozzarella.

#### **BANCA DATI DI COMPOSIZIONE. Dati specifici per conoscere e valorizzare le qualità nutrizionali dei prodotti alimentari (WP. 6)**

Come è noto le Tabelle di composizione degli alimenti forniscono informazioni sulla composizione chimico-nutrizionale degli alimenti mostrando il contenuto medio in macro e micronutrienti e il loro valore energetico. L'importanza di questo strumento è fondamentale in quanto permette di valutare sia a livello individuale che di gruppo di popolazione l'adeguatezza della dieta in macro e micro



nutrienti e la relazione tra tipologia di alimentazione e stile di vita, informando il consumatore e aiutandolo a fare scelte salutistiche con maggiore consapevolezza.

Nell'ottica di produrre, gestire ed armonizzare la qualità dei dati di composizione degli alimenti, obiettivi principali sono stati: a) raccogliere, selezionare ed archiviare informazioni e dati relativi ai prodotti oggetto di studio; b) produrre dati specifici sulla composizione in nutrienti dei prodotti oggetto di studio, supportando le analisi delle diverse U.O. e completandone la caratterizzazione nutrizionale; c) in collaborazione con gli altri gruppi di ricerca e con il territorio di produzione, studiare eventuali variabili utili a pianificare le campionature dei prodotti in esame e catalogare le informazioni complessive sui vari aspetti (agronomici, culturali, legislativi, economici) che potranno arricchire le caratteristiche nutrizionali del Database finale (DB); d) realizzare schede specifiche per ogni prodotto studiato, contenenti gli indici di tipicità dei nostri prodotti tradizionali; e) sviluppare nuovi sistemi di diffusione per rendere più accessibili e fruibili i dati di composizione con finalità informativa ed educativa (CD, sito interattivo).

L'attività svolta ha riguardato il completamento della caratterizzazione della Pizza Margherita Napoletana IGP, l'integrazione di alcuni studi specifici svolti su 2 tipologie di Olive in salamoia (la Nocellara e la Giarraffa), sul Pomodoro Nerina (2 stati di maturazione), su 3 tipi di Radicchio IGP (Treviso tardivo, Treviso precoce, Castelfranco) e sul Pistacchio di Bronte DOP, con lo scopo di avere un profilo nutrizionale completo, adatto alla realizzazione del prototipo della BD.

La conoscenza delle problematiche legate allo sviluppo di una Banca Dati di composizione degli alimenti e la raccolta, l'armonizzazione e la presentazione dei dati chimico-nutrizionali di alcuni prodotti tradizionali italiani ha portato a sviluppare una Banca Dati ad hoc. Questo strumento è stato realizzato infatti proprio con lo scopo di diffondere in modo complementare sia i dati riguardanti le produzioni tipiche locali legate più strettamente al territorio (a marchio e non), sia le caratteristiche e peculiarità nutrizionali specifiche. Per ogni prodotto è stata realizzata una "Scheda Info" contenente le indicazioni relative agli aspetti agronomici, culturali, legislativi ed economici, ed una "Scheda Nutrienti" comprendente la caratterizzazione nutrizionale ed in particolare i parametri chimici che ne valorizzano la qualità.

## **Conclusioni Generali**

I risultati ottenuti:

- forniscono una fotografia della qualità nutrizionale e degli aspetti salutistici dei prodotti studiati e contribuiscono a dare ai consumatori una maggiore consapevolezza sulla qualità intesa come valore aggiunto dei prodotti ottenuti nei differenti sistemi di produzione agricola e di allevamento;
- sostengono e valorizzano i prodotti tipici e l'economia locale e territoriale come quelle oggetto della ricerca che sono non delocalizzabili; un atto che va nel senso della protezione dell'occupazione e del reddito in diverse aree dell'Italia;
- forniscono conoscenze inerenti alla comprensione della relazione esistente tra le qualità sensoriali e le preferenze edonistiche dei consumatori contribuendo a definire il peso che i consumatori attribuiscono a fattori quali l'origine, il marchio, il sistema di trasformazione, quindi a delineare, in modo più robusto, la qualità percepita per i prodotti agro-alimentari e loro derivati studiati;
- definendo le relazioni tra le preferenze edonistiche ed i profili socioculturali e demografici dei consumatori, consentono la segmentazione degli stessi e l'individuazione di specifici target di utilizzatori;
- permettono di individuare in ciascun alimento molecole utilizzabili come markers di tracciabilità;
- dimostrano che attraverso opportune modulazioni delle condizioni di allevamento, "alimentazione delle mucche" è possibile innalzare i contenuti di CLA e acidi grassi della serie Omega 3 senza che la percentuale di grasso subisca flessioni incompatibili con la produzione di latte ad alta qualità;

- dimostrano che le caratteristiche chimico-nutrizionali dei prodotti di origine protetta, tipici, tradizionali e locali del sistema agro alimentare italiano sono la risultante di ogni singolo momento della filiera pre e post raccolta “dal campo” al “ consumatore”;
- permettono la costruzione di una Banca Dati che consenta tra gli altri usi, anche quello di valutare la dieta di gruppi di popolazione studiata, avvalendosi dei dati derivanti dai consumi alimentari e dalla composizione chimico-nutrizionale di prodotti ortofrutticoli, ittici e lattiero-caseari; questa BD permette l’aggiornamento delle Tabelle di composizione degli alimenti dell’ex-INRAN;
- confermano l’effetto protettivo della dieta sulla salute del consumatore dipendente oltre che da fattori pre e post raccolta, dalle abitudini alimentari e dallo stile di vita;
- possono essere utili per la valorizzazione e per favorire il posizionamento dei prodotti sul mercato nazionale ed internazionale;
- permettono di delineare ulteriori spazi e pianificare azioni di intervento per la valorizzazione e mantenimento della biodiversità dei prodotti agro-alimentari italiani non solo per il consumo interno ma anche per la loro diffusione sul mercato estero.

### **Ricadute e Benefici**

Obiettivo prioritario del progetto strategico “BIOVITA” è stato quello di valorizzare la biodiversità di alcuni prodotti dell’agroalimentare italiano. Oggi come è noto i prodotti “di nicchia o locali” del comparto agro-alimentare si trovano in forte competizione di mercato con gli equivalenti provenienti da produzioni globalizzate i cui costi di marketing sono nettamente inferiori. Le conoscenze e i risultati derivanti da questo progetto possono non solo valorizzare i nostri prodotti ma anche avere le seguenti ricadute:

#### **Impatto ambientale:**

La ricerca non interferisce con l’equilibrio naturale degli eco-sistemi, anzi la diffusione dell’agricoltura in territori svantaggiati consentirà quindi di ottenere quelle esternalità che da sempre sono fornite dal settore agricolo, con particolare riferimento alla tutela della flora e della fauna ed al mantenimento degli assetti idro-geologici del territorio. Inoltre, la tendenza verso un tipo di agricoltura "eco-compatibile" in un’ottica di sviluppo rurale-economico pone come obiettivo la salvaguardia dell’ambiente e delle risorse non rinnovabili, obiettivo divenuto prioritario rispetto ad altri. In particolare, per gli operatori contributi e informazioni di come sia realmente importante la lunghezza della filiera per poter contenere le emissioni di gas serra, e come questa sia strettamente condizionata dall’uso di mezzi di trasporto adeguati ed efficienti, e dalla razionalizzazione della rete dei trasporti, limitando al massimo la frammentazione, riducendo quanto più possibile quindi il numero di veicoli movimentati.

#### **Benefici economici:**

Il consolidamento di queste colture rappresenta un rilevante elemento di stabilità per l’economia agricola delle aree interessate. I risultati del progetto, fornendo indicazioni specifiche descrittive della qualità dei prodotti, potrebbero portare ad una crescita della competitività delle produzioni attraverso una migliore qualificazione dell’IGP/DOP; tutto ciò contribuirà alla comprensione del valore e del ruolo dei fattori che realmente determinano la competitività dei prodotti di origine protetta.

Per quanto concerne le produzioni locali, i risultati forniscono, da un lato, un importante contributo alle iniziative di valorizzazione, promozione e diversificazione delle destinazioni d’uso delle produzioni, dall’altro potranno rappresentare un punto di partenza per la valorizzazione e lo sviluppo delle produzioni locali, con indubbi vantaggi di tipo economico e sociale, in particolare:

- per le Istituzioni che si occupano di indirizzo delle politiche agricole alimentari del nostro paese a vari livelli, soprattutto in un momento in cui la delocalizzazione delle imprese cresce giorno dopo giorno;

- per il marketing di promozione e valorizzazione dei prodotti tradizionali studiati, come aiuto nell'impostazione di campagne pubblicitarie e divulgative volte all'espansione e delocalizzazione del mercato;
- per la sopravvivenza di produzioni la cui reputazione molto elevata garantisce all'intero paniere di beni agroalimentari qualità ed accesso ai mercati d'esportazione. Se venissero a mancare quelle produzioni che nell'immaginario collettivo rappresentano il made in Italy per eccellenza, sarebbe un danno per tutto l'agroalimentare italiano;
- promozione e la valorizzazione dei prodotti locali, per la tutela della biodiversità dell'ambiente oltre che della tradizione agroalimentare, con risvolti importanti a livello alimentare, occupazionale, turistico ricreativo e commerciale.

### **Impatto sociale:**

La ricerca descritta in questo progetto contribuirà all'obiettivo di una maggiore valorizzazione del sistema agro-alimentare italiano. In aggiunta, occorre considerare che i territori dove vengono attuate produzioni locali, sono territori marginali, dove viene attuata un'agricoltura di sussistenza. In questi territori la presenza di attività umane è la premessa indispensabile per ottenere una agricoltura multi-funzionale. L'aumentata domanda di prodotti ad elevato valore aggiunto può essere alla base dell'instaurarsi di un circolo virtuoso domanda-offerta-attività produttive ad alto beneficio sociale ed economico. Inoltre, le informazioni relative all'influenza dei fattori colturali sulle caratteristiche qualitative e nutrizionali dei prodotti studiati potranno essere utili agli operatori per ottimizzare gli schemi di produzione al fine di incrementare la qualità, in particolare:

- l'identificazione dei fattori, intrinseci e/o estrinseci ai prodotti, rilevanti nel guidare la preferenza dei consumatori, fornisce elementi, utili ai produttori e operatori di filiera, per orientare il miglioramento qualitativo delle loro produzioni. Ad esempio, produttori lattiero-caseari con opportune modulazioni degli apporti dietetici potranno produrre un latte ad alta qualità con un profilo lipidico polifunzionale innalzando i contenuti di CLA e acidi grassi della serie Omega 3;
- l'identificazione di variabili del sistema produttivo con maggiore influenza sulla qualità globale del prodotto. L'esempio principale è l'aver messo in luce l'influenza della modalità di coltivazione sull'accumulo di nitrati nelle foglie del Radicchio Rosso di Treviso, informazione importante non solo per l'impatto sulla salute ma anche perché potrebbe costituire un modello per miglioramenti delle colture di altri tipi di coltivazioni orticole;
- i risultati della simulazione condotta per la lunghezza della filiera mettono a conoscenza sia produttori agricoli che operatori del settore di conservazione come notevoli differenze possano essere osservate in alcuni attributi importanti associati al profilo sensoriale tra frutti sottoposti a filiere di distribuzione di diversa lunghezza o a condizioni raccomandate dai protocolli di conservazione commerciale;

La disponibilità ai consumatori di prodotti di buona qualità nutrizionale ed organolettica è uno strumento importante per promuovere a livello sociale un'attenzione verso il consumo dei prodotti studiati, fondamentale per il raggiungimento di una corretta alimentazione. Per quanto concerne la filiera-lattiero-casearia e ittica, si mette in evidenza la forte necessità di fornire al consumatore maggiori indicazioni che caratterizzino il prodotto. Etichette in grado di fornire maggiori dettagli (quali ad esempio l'inizio stagionatura, il tipo di caglio, provenienza dei prodotti, allevamento) potrebbero consigliare il consumatore ad una scelta più consapevole. Per quanto concerne i prodotti locali i risultati ottenuti contribuiranno ad una maggiore valorizzazione del sistema agro-alimentare italiano.

Per quanto concerne i consumatori, i dati raccolti nell'ambito dei consumi alimentari consentono di valutare quale sia il profilo di dieta e conseguentemente il consumo di prodotti locali, tipici e tradizionali.

Inoltre, i consumatori hanno bisogno di avere informazioni sui determinanti della qualità dell'alimento e della dieta nella sua globalità, legate alla quantità nativa di macro e micro-nutrienti, di molecole bioattive e dell'influenza dei trattamenti post produzione come il trasporto, stoccaggio e trattamenti domestici come tipo di cottura. Questi aspetti devono essere considerati alla luce dell'importanza della "funzionalità" di alcuni alimenti in relazione al minor rischio di malattie degenerative.

I dati sperimentali verranno utilizzati per l'aggiornamento delle Tabelle di composizione degli alimenti e raccolti in tre diverse monografie, che rappresenteranno uno strumento utile per gli operatori in campo dietetico e agro-alimentare e per il consumatore.