



## **Risultati delle attività di ricerca e sperimentazione su prodotti agroalimentari tipici**



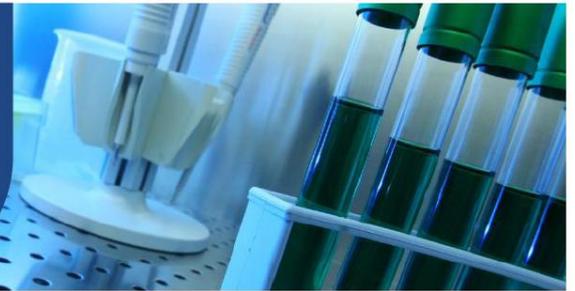
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



**SARDEGNA  
RICERCHE**

Parco Scientifico e Tecnologico della Sardegna

**PortoConte  
Ricerche**



## **I risultati principali dell’Azione Cluster Packaging Innovativo per i prodotti agroalimentari tipici**

## PREMESSA

Il Decreto Legislativo 22/97 (art. 35, lett. a), definisce **packaging** (o imballaggio) *“il prodotto, composto di materiali di qualsiasi natura, adibito a contenere e a proteggere determinate merci, dalle materie prime ai prodotti finiti, a consentire la loro manipolazione e la loro consegna dal produttore al consumatore o all'utilizzatore, e ad assicurare la loro presentazione, nonché gli articoli a perdere usati allo stesso scopo”*.

Benché non ci sia una definizione univoca per il termine packaging, è oramai accettato da tutti, che il termine non indica il solo imballaggio o confezione, ma un gruppo di operazioni necessarie per disporre gli alimenti per il trasporto, la distribuzione, la conservazione, la vendita e l'utilizzo finale.

La complessa operazione unitaria di porre un alimento in un contenitore che sia idoneo per la sua conservazione e distribuzione è una operazione centrale nel ciclo di preparazione e commercializzazione di ogni prodotto alimentare; una centralità legata al momento in cui essa interviene, tra la produzione e il consumo, ma anche all'importanza che essa riveste per gli operatori dell'industria alimentare, delle imprese di distribuzione e per i consumatori finali del prodotto confezionato.

Le funzioni cui deve assolvere il packaging sono:

**Contenimento:** la funzione di contenimento dell'alimento è, storicamente, la più antica ed oggi appare talmente scontata da risultare persino sottovalutata. Tuttavia essa è tutt'altro che banale e per alcuni prodotti alimentari, come per esempio i liquidi o i prodotti polverosi/granulari l'esigenza di contenimento è assolutamente imprescindibile. Questi non essendo dotati di una forma propria, al contrario dei solidi, hanno le maggiori *esigenze di contenimento* ed in qualsiasi fase del loro ciclo di produzione, stoccaggio e trasporto necessitano sempre e comunque di un idoneo e specifico contenitore.

**Protezione:** dal punto di vista del tecnologo alimentare, la confezione rappresenta soprattutto l'interfaccia tra il prodotto e l'ambiente quindi la funzione di protezione dell'alimento è, probabilmente, quella che più gli compete. Una protezione dell'alimento da intendere certamente nel modo più ampio possibile: una protezione dalle possibili sollecitazioni meccaniche e da tutte le possibili forme di contaminazione dall'esterno ed in relazione alle specifiche esigenze dell'alimento.

**Logistica:** una serie di obiettivi dell'operazione di confezionamento è riconducibile alla finalità logistica, cioè l'ottimizzazione dei flussi di merci e del valore economico che rappresentano. Non vi è dubbio che a queste finalità del packaging sia riservata da parte delle Aziende una attenzione del tutto particolare.

**Comunicazione:** l'imballaggio è stato definito il *“silent seller”* (venditore silenzioso), per sottolineare la valenza di *comunicazione* che è insita in qualsiasi forma di packaging e che viene esaltata dalla trasformazione dei sistemi di distribuzione commerciale in forme a *libero servizio* (self service). Forma, colore, apparenza di un imballaggio possono contribuire moltissimo al successo commerciale di un prodotto ed infatti nella progettazione e sviluppo di una nuova confezione sono sempre coinvolti, oltre ai tecnici del prodotto e della logistica, anche gli esperti di marketing e di comunicazione.

**Ecologica:** la progettazione di un contenitore è sempre più frequentemente intesa come un'opera di armonizzazione delle diverse funzioni e dei servizi dell'oggetto con l'intero suo ciclo di vita e con il contesto ambientale che gli è proprio. Si avverte l'esigenza di trasformarlo, dove necessario, da elemento di perturbazione a protagonista di un riequilibrio dell'ecosistema ambientale.

**Funzionale:** le espressioni *“Active Packaging”* o *“Imballaggio Funzionale”* indicano quelle soluzioni di Packaging nelle quali il materiale, il contenitore o una sua parte componente siano progettate per assolvere una funzione diversa e non tradizionalmente attribuita all'imballaggio: il suo ruolo più classico (strumento di contenimento e logistica, presentazione, generica protezione) passa in secondo piano mentre vengono ricercate ed enfatizzate funzioni specializzate, legate al controllo di quei fenomeni, di varia natura, che determinano la riduzione della qualità e del gradimento del prodotto confezionato. Tra le

soluzioni di *functional packaging* che si stanno affermando, per esempio, si trovano materiali in grado di assorbire l'ossigeno per evitare alterazioni microbiche o sensoriali, contenitori in grado di esercitare un'azione antimicrobica, materiali che rilasciano gradualmente sostanze aromatizzanti, imballaggi anatomici ed ammortizzanti.

## OBIETTIVO DEL PROGETTO

Le imprese, partecipanti al Programma Integrato di Innovazione: "Packaging Innovativo per i prodotti agroalimentari tipici", hanno manifestato l'esigenza di approfondire le conoscenze sui sistemi di confezionamento più appropriati ai loro prodotti, con l'obiettivo finale di incrementarne la *shelf life*, migliorare la qualità in fase di conservazione e, di conseguenza, poter affrontare mercati esterni all'isola. Pertanto l'obiettivo della sperimentazione è stata la stima e la messa punto di sistemi di conservazione atti a migliorare la *shelf life* dei prodotti aziendali scelti dalle imprese in accordo con Sardegna Ricerche e Porto Conte Ricerche.

## LE IMPRESE

Al programma hanno aderito 43 imprese elencate di seguito

	Impresa	Attività	Sede
1	Coop. MAIA	Apicoltura	Nuoro
2	SARDA AFFUMICATI	Lavorazione e conservazione prodotti ittici	Cagliari
3	SMERALDA	Lavorazione e conservazione prodotti ittici	Cagliari
4	DITTA MARIO MANCA	Produzione lattiero casearia	Thiesi
5	GALYDHA'	Produzione lattiero casearia	Villagrande
6	CASEIFICIO ARTIGIANO	Produzione lattiero casearia	Quartu S.E.
7	GHIRONI NATALE	Produzione lattiero casearia	Sassari
8	GOLDEN ACQUE	Produzione lattiero casearia	Sestu
9	FALCONI MICHELE	Produzione carciofi	Sassari
10	START 2002	Produzione conserve vegetali	Assemmini
11	TIU BOELE	Produzione gelati e sorbetti	Elmas
12	CORAD	Lavorazione carni	Elmas
13	EUROVINI	Lavorazione carni	Sassari
14	E.P. SUPERCARNI	Lavorazione carni	Cagliari
15	OLEIFICIO Coop. DI SASSARI	Produzione olio d'oliva	Sassari
16	PANIFICIO MURRU E LAI	Produzione pane carasau	Irgoli
17	PANIFICIO BATTACONE ANNA	Produzione pane carasau	Irgoli
18	ATI "COCCOI E MODDIZZOSU"	Produzione pane	Cagliari
19	PANIFICIO GIULIO BULLONI	Produzione pane carasau	Bitti
20	PANIFICIO MULA GRAZIANO	Produzione pane carasau	Oliena
21	LA BRICIOLA	Produzione pane carasau	Teti
22	PANIFICIO F.LLI CARTA	Produzione pane	Sedilo
23	SARDINIA FOOD	Produzione pane carasau	Fonni
24	COSPAT	Produzione pasta fresca	Ilbono
25	FLORE ANGELINA	Produzione pasta fresca	Orgosolo
26	ESCA DOLCIARIA	Prodotti dolciari da forno	Dorgali
27	DOSART PINNA	Prodotti dolciari da forno	Ozieri
28	CAPAGEL	Prodotti dolciari da forno	Cagliari
29	TRE JANAS	Prodotti dolciari da forno	Sassari

30	<b>MURGIA SALVATORE</b>	Prodotti dolciari da forno	Pula
31	<b>LA FORNERIA</b>	Prodotti dolciari da forno	Pula
32	<b>CONTIS</b>	Prodotti dolciari da forno	Sanluri
33	<b>SASCHI</b>	Prodotti dolciari da forno	Quartu S.E.
34	<b>NUOVA DULCIS</b>	Prodotti dolciari da forno	Cagliari
35	<b>COLUMBU ANNA</b>	Prodotti dolciari da forno	Ollolai
36	<b>ADOLSAR</b>	Prodotti dolciari da forno	Quartu S.E.
37	<b>CAMBONI GIOVANNICA</b>	Prodotti dolciari da forno	Nuoro
38	<b>SABORES ANTIGOS</b>	Prodotti dolciari da forno	Belvì
39	<b>VIRMO PRODOTTI TIPICI</b>	Prodotti dolciari da forno	Cagliari
40	<b>TIPICO</b>	Prodotti dolciari da forno	Fonni
41	<b>FRANCA CURRELI</b>	Prodotti dolciari da forno	Gavoi
42	<b>ANTICHI SAPORI DI OSIDDA</b>	Prodotti dolciari da forno	Osidda
43	<b>ARPRA</b>	Produzione torrone e cioccolato	Elmas

## ATTIVITÀ EFFETTUATE

### Individuazione dei sottocluster

Essendo la problematica legata al confezionamento e all'estensione della *shelf life* comune a più filiere del settore agroalimentare e avendo partecipato numerose imprese di vari settori si è reso necessario, per poter proseguire la sperimentazione, riunire le imprese in base o alla filiera di appartenenza o alla problematica evidenziata dalle stesse.

In seguito ai contatti telefonici e alle riunioni con le imprese, in accordo con Sardegna Ricerche, sono stati creati dei sottocluster e per ognuno di essi sono state indicate le relative problematiche e i prodotti oggetto dello studio sperimentale. Si riporta di seguito la tabella riassuntiva:

	Sottocluster	n. imprese	Problematica comune
1	Lattiero caseario	3	Migliorare la shelf life dei formaggi freschi
2	Lavorazione carne	3	Aumentare la shelf life del prodotto trasformato/porzionato
3	Prodotti panetteria	9	Mantenere l'alta qualità nel tempo e aumentare la shelf life
4	Prodotti dolciari	14	Migliorare le performance del sistema prodotto/confezione
5	Pasta fresca	3	Allungare la shelf life dei prodotti
6	Prodotti ittici	2	Stabilizzare il prodotto bottarga
7	Prodotti vari	9	Stabilizzazione dei prodotti
	<b>TOTALE</b>	<b>43</b>	

### Analisi del processo produttivo

Secondo quanto previsto nel piano operativo la seconda fase del progetto prevedeva che, per ogni impresa appartenente al sottocluster, fosse preparata una scheda-questionario necessaria ad acquisire le informazioni sul processo produttivo attuato per il/i prodotto/i oggetto di sperimentazione. Le schede compilate dalle imprese sono state elaborate da Porto Conte Ricerche e Sardegna Ricerche.

1. **Obiettivi:** avere un quadro completo, per ogni azienda, del processo produttivo, dei sistemi di confezionamento impiegati, dei tempi di *shelf life* dei prodotti.
2. **Risultati attesi:** individuazione delle problematiche, messa a punto delle procedure sperimentali correttive, individuazione delle aziende/prodotto campione con le quali attuare la sperimentazione

Di seguito riportiamo i risultati dell'indagine aggregati per ciascun sottocluster.

#### Lattiero caseario

La problematica principale evidenziata dalle imprese appartenenti al settore è la necessità di diversificare la produzione inserendo nuovi prodotti freschi. Tali prodotti (prodotti ancora in fase sperimentale) pur mantenuti a basse temperature manifestano uno sviluppo superficiale di lieviti e muffe. È stato quindi messo a punto un piano sperimentale che prevede prove di confezionamento utilizzando diverse tecnologie, quali l'atmosfera modificata, il *coating* attivo, il sottovuoto.

#### Prodotti di panetteria

Il cluster dei prodotti di panetteria è costituito da aziende che producono diverse tipologie di pane.

Le problematiche di alcuni di questi prodotti ed i loro processi produttivi sono oramai noti, mentre sono meno note le problematiche dei prodotti quali pane guttiau e snack fritti, per tale motivo è stato deciso di effettuare le sperimentazioni sui tali prodotti.

La problematica principale riguarda l'irrancidimento dell'olio, il quale causa sapori e odori anomali nel pane, riscontrabile in tempi diversi nelle tre diverse aziende. Per poter studiare il problema è stato messo a punto un programma che prevede prima la messa a punto, in laboratorio, di un sistema di irrancidimento accelerato del pane guttiau per poi proseguire con prove di panificazione in azienda con l'impiego di una sostanza naturale antiossidante, addizionata all'olio extra vergine d'oliva, e prove di confezionamento con l'impiego del film plastico.

### **Prodotti dolciari**

Vista la molteplicità dei prodotti aziendali è stato concordato con le imprese appartenenti al presente sottocluster di lavorare su due tipologie di prodotto: gli amaretti e i savoiardi.

In sede di analisi del processo si è evidenziato che la problematica principale per l'**amaretto** è quella dell'indurimento, mentre per il **savoiaro** è stata riportata la perdita di umidità, lo sviluppo di muffe, l'influenza della luce e della temperatura di conservazione.

È stato quindi messo a punto un piano sperimentale per gli amaretti che prevedeva prove preliminari da effettuarsi presso l'impianto forno pilota, e di passare, solo successivamente a prove in azienda. A tale scopo sono state individuate 2 imprese in cui effettuare le sperimentazioni.

Per quanto riguarda i savoiardi è stato messo a punto un piano sperimentale che prevede di effettuare prove di produzione e confezionamento direttamente in azienda. A tale scopo è stata individuata un'unica azienda.

### **Lavorazione carne**

Le imprese appartenenti al settore hanno manifestato l'esigenza di estendere la *shelf life* dei seguenti prodotti:

- Hamburger
- Sanguinaccio di maiale
- Trippa bovina

In base alle caratteristiche del prodotto e alle esigenze aziendali per ciascun prodotto è stato messo a punto il seguente piano sperimentale: per l'**hamburger** il confezionamento del prodotto in atmosfera modificata (con l'impiego di Ossigeno e Anidride Carbonica) ed in atmosfera modificata (Azoto e Anidride Carbonica) più assorbitori di ossigeno; per il **sanguinaccio** è stata suggerita una modifica di processo che prevedeva un processo di pastorizzazione, effettuato all'interno di una busta sottovuoto, successivamente alla sua preparazione; per la **trippa** invece è stata suggerita la sua aspersione con una soluzione antimicrobica prima del confezionamento e successivamente interventi sul packaging.

### **Prodotti Ittici**

Dai questionari sottoposti alle imprese emerge che la problematica principale riguarda l'imbrunimento sia della **bottarga** confezionata intera (baffe) che di quella grattugiata e la formazione di concrezioni biancastre, facilmente confuse con muffe, sulla superficie del prodotto confezionato.

Per attenuare la variazione di colore è stato messo a punto un protocollo sperimentale che prevede il confezionamento del prodotto con diverse tipologie di film plastico e diversi materiali (vetro e polistirene).

Per le concrezioni sono state allestite analisi di risonanza magnetica nucleare e di proteomica, per identificarne la natura chimica e/o biologica.

## ATTIVITÀ SPERIMENTALI PER SINGOLO PRODOTTO

### FORMAGGIO DI CAPRA

Durante la prima parte del progetto si è stabilito di focalizzare l'attenzione sullo stracchino, un formaggio fresco da latte di capra, ancora in fase di sperimentazione e non ancora commercializzato. Il formaggio, dopo una prima fase di maturazione a 9°C, viene confezionato incartandolo con un foglio di carta ed un film plastico esterno, quindi viene posto in un vassoio di polistirolo che ne contiene 4 pezzi. Il prodotto mantenuto a temperatura di 4°C ha una *shelf life* di 25 giorni. La problematica è data dallo sviluppo di microrganismi sulla superficie del formaggio.

#### Attività sperimentali

Obiettivo del lavoro era quello di mettere a punto una tecnologia di confezionamento idonea a prolungare la *shelf life* del formaggio prodotto con latte di capra. Sono state effettuate prove di confezionamento utilizzando tecnologie tradizionali, quali quella dell'atmosfera protettiva, e tecnologie innovative, con l'impiego di assorbitori di ossigeno e rivestimento edibile con chitosano. Le tesi sperimentali sono state le seguenti:

1. Formaggio stracchino confezionato in azienda con l'incarto (tesi di controllo).
2. Formaggio stracchino confezionato in atmosfera protettiva (MAP) con 30% CO<sub>2</sub> e 70% N<sub>2</sub>.
3. Formaggio stracchino confezionato in atmosfera protettiva (MAP) con 50% CO<sub>2</sub> e 50% N<sub>2</sub>.
4. Formaggio stracchino rivestito di chitosano (*Edible Coating*), confezionato con l'incarto aziendale.
5. Formaggio stracchino confezionato in vaschetta con assorbitori di ossigeno.

I campioni di formaggio sono stati prodotti e confezionati in azienda secondo la tecnologia utilizzata dall'impresa. I campioni sono stati trasportati a Porto Conte Ricerche e conservati a 4°C per tutta la durata della sperimentazione. I campioni in MAP e quelli con gli assorbitori di ossigeno sono stati confezionati in vaschette di polistirolo espanso estruso, laminato con film multistrato barriera ai gas. Le vaschette sono state sigillate con un film barriera laminato a base EVOH con strato esterno PET, strato interno saldante a base PE trattato AntiFog.

Il rivestimento con chitosano è stato effettuato immergendo il formaggio in una soluzione di chitosano, preparata sciogliendo il 4% di chitosano in una soluzione di acido acetico all'1%. Il formaggio è stato quindi lasciato ad asciugare in un incubatore refrigerato a 4°C per 2 ore circa, quindi è stato incartato con l'incarto originale e conservato a 4°C.

I campioni sono stati analizzati subito dopo il confezionamento e a 15, 30, 40 e 50 giorni di conservazione. Sono state eseguite analisi microbiologiche per: carica batterica totale, ricerca di *Pseudomonas*, lieviti e muffe, coliformi totali, batteri lattici, micrococchi e stafilococchi.

Sui formaggi sono state eseguite analisi per la determinazione di attività dell'acqua (*Aw*), pH (metodo potenziometrico), umidità (RH%), grasso, azoto totale e solubile (metodo Kjeldahl), struttura, caratteristiche sensoriali.

#### Risultati

Le analisi effettuate sul formaggio prima del confezionamento hanno evidenziato un valore di *a<sub>w</sub>* pari a 0,981, una umidità del 59,5%, un pH di 5,05, una percentuale di grasso del 24,2 %.

Il campione di controllo già a 30 giorni di conservazione presentava una crescita di *Pseudomonas* e di lieviti visibili ad occhio nudo sulla superficie del formaggio (figura 1).



**Figura 1** - Formaggio di controllo dopo 30 giorni di conservazione a 4°C

Per le altre tesi invece si è evidenziato che nei formaggi confezionati in MAP, c'è stato un minor sviluppo della microflora, soprattutto di quella anticasearia (figura 2). L'atmosfera protettiva non ha influenzato lo sviluppo di batteri lattici, mentre ha controllato lo sviluppo di micrococchi e stafilococchi.



**Figura 2** – Formaggio confezionato in MAP dopo 50 giorni di conservazione a 4°C

Le prove di *edible coating* hanno dimostrato che il chitosano non è stato in grado di controllare lo sviluppo microbico e dopo 30 giorni il formaggio perdeva i requisiti igienico sanitari.

Nel formaggio confezionato con assorbitori di ossigeno vi è stata una diminuzione delle cariche microbiche fino a 50 giorni di conservazione, soprattutto per quanto riguarda *Pseudomonas* e lieviti.

Dopo 20 e 40 giorni di conservazione i formaggi appartenenti alle diversi tesi, controllo, MAP, chitosano ed *edible coating*, sono stati sottoposti ad analisi sensoriale. Il formaggio è stato sottoposto al giudizio di 32 assaggiatori non addestrati. I risultati dell'analisi indicano che il campione preferito è quello conservato in MAP 50:50. Dalle risposte fornite emerge che il campione veniva preferito soprattutto per il gusto, che risultava più acidulo e fresco rispetto agli altri campioni.

Riassumendo i risultati della sperimentazione sono:

	Confezionamento				
	Controllo	MAP 30:70	MAP 50:50	Edible coating	Assorbitori ossigeno
Shelf life (gg)	25	50	50	30	50
Valutazione sensoriale (20 gg)		X	X		
Valutazione sensoriale (40 gg)			X		

## GUTTIAU



Il pane Carasau aggiunto di olio di oliva e sale, quindi messo in forno a temperature  $> 350^{\circ}\text{C}$  diventa pane Guttiau. Il problema principale che limita la *shelf life* del prodotto è la comparsa di *off-flavours* legati alla ossidazione dei grassi dell'olio. L'induzione delle reazioni di ossidazione (irrancidimento) sono innescate da diversi fattori quali la elevata temperatura di cottura, l'esposizione all'aria e alla luce. Una volta innescata, la reazione di ossidazione porta alla progressiva formazione di composti denominati perossidi, che successivamente danno origine a composti responsabili del "odore di

rancido". Il packaging del prodotto viene attualmente realizzato con film stretch, il quale non costituisce alcuna barriera all'ingresso di ossigeno e luce nella confezione.

### Attività sperimentale

Sono state sperimentate diverse soluzioni di packaging per contenere il problema dell'irrancidimento.

In particolare, sono stati testati un film plastico con proprietà di barriera ai gas e ai raggi u.v., un packaging in film di alluminio, e l'uso di antiossidanti commerciali, quali Herbalox®, estratto concentrato di rosmarino, e una miscela di isomeri di tocoferoli (vitamina E), indicati dai produttori come efficaci nel contenere i fenomeni di irrancidimento nei prodotti da forno. Gli antiossidanti sono stati testati sul prodotto così come è confezionato dalle aziende, e in combinazione con i sistemi di packaging scelti.

L'efficacia dei sistemi adottati nel contenere l'irrancidimento è stata valutata mediante analisi dei perossidi, prodotti primari dell'ossidazione, analisi gascromatografiche per monitorare i composti di ossidazione secondaria responsabili degli *off-flavours*, e dei composti finali dell'ossidazione (TBARS o sostanze che reagiscono con l'acido tiobarbiturico).

I campioni sono stati stoccati in condizioni ambientali forzate (temperatura:  $30^{\circ}\text{C}$ , illuminazione: 20.000 lux) per accelerare le reazioni di ossidazione e contenere i tempi della sperimentazione.

### Risultati

Dalle prove è emerso che il sistema più efficace per contenere i fenomeni di ossidazione, tra quelli testati, è il confezionamento in alluminio. Gli antiossidanti testati non si sono rivelati efficaci nel limitare l'irrancidimento, infatti non sono state riscontrate differenze significative tra i campioni di controllo e quelli addizionati con antiossidanti. I risultati della sperimentazione confermano l'importanza della luce nel catalizzare le reazioni di ossidazione a carico dei lipidi, e che tali reazioni possono essere rallentate con un packaging che opponga una barriera totale alla luce. Il confezionamento in alluminio è già adottato con successo su prodotti tecnologicamente simili al guttiau (patate fritte).

## AMARETTI

Gli amaretti sono un prodotto dolciario tipico della Sardegna. Sono preparati impastando mandorle dolci e amare tritate, zucchero ed albume d'uovo. L'amaretto ha un sapore caratteristico di mandorla amara ed è caratterizzato da una crosta croccante e da una parte interna più soffice a diverso contenuto di umidità. I fenomeni principali che pregiudicano la qualità del prodotto sono: l'indurimento, sia della crosta che dell'interno, ed in alcuni casi lo sviluppo di muffe.



L'indurimento è correlato alla disidratazione che il prodotto subisce durante il periodo di conservazione, ma è dovuto anche al movimento di molecole d'acqua tra le parti del dolce (dall'interno verso la superficie). Il fenomeno della cristallizzazione del saccarosio favorisce l'indurimento, ovvero dopo la cottura e durante tutto il periodo di conservazione le molecole dello zucchero cambiano conformazione rilasciando molecole d'acqua, la quale è libera di muoversi nella matrice del dolce. Anche i problemi microbiologici sono correlati alle caratteristiche chimiche del prodotto, in particolare ai valori di  $a_w$  ottimali per lo sviluppo fungino.

### Attività sperimentali

Allo scopo di studiare il fenomeno dell'indurimento sono state effettuate le seguenti prove sperimentali: valutazione dell'influenza del tempo di sbattitura dell'albume d'uovo fresco, valutazione dell'aggiunta di siero e di latte in polvere.

#### Test di stabilità della schiuma

Molti prodotti dolciari annoverano tra gli ingredienti l'albume d'uovo. I componenti nutritivi principali sono: proteine, lipidi, vitamine e sali minerali, oltre all'acqua contenuta per l'84-89%. Spesso l'albume è montato a neve per migliorare la sofficità e le caratteristiche organolettiche del prodotto finale. Nella fase di montatura si forma una schiuma (*foam*) le cui proprietà sono alla base delle caratteristiche del prodotto finale. Una delle caratteristiche principali di una schiuma è la sua stabilità che può essere misurata attraverso il *film drainage*, ovvero la misura della quantità di acqua che drenando rimuove il film di proteine che costituisce lo scheletro della schiuma portando al collasso della stessa. La stabilità è funzione del tempo e della velocità di montatura.

Nel presente studio è stata valutata la stabilità, in accordo con la metodologia di Phillips et al (1987), prendendo come parametro il drenaggio, ovvero la quantità di albume che si separa dopo il processo di montatura.

Dalla sperimentazione effettuata (tabella 1) risulta che il tempo ottimale di sbattitura per ottenere una schiuma con buona stabilità è pari a 10 minuti.

**Tabella 1.** Tempo di drenaggio

Tempo di sbattitura (min)	Tempo (min) 50%	Drenaggio (g) 30 minuti
5	126	21,95
10	112	5,35
15	94	9,58

Effetti della schiuma sulle caratteristiche del prodotto

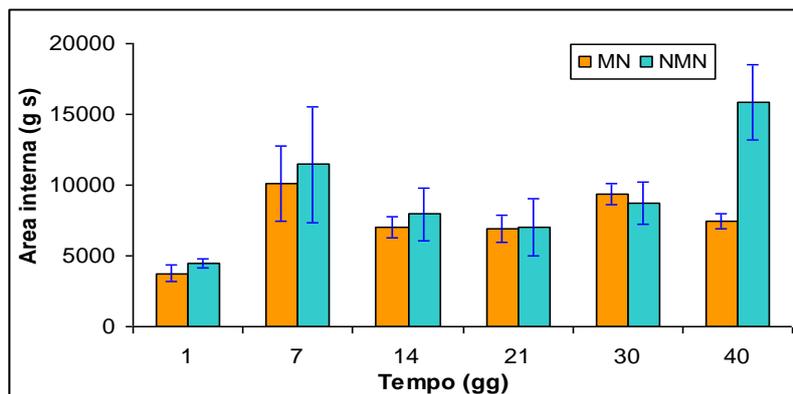
Stabilito il tempo di montatura a neve ideale, si è proseguito con la sperimentazione andando a verificare l'influenza della montatura degli albumi sulle caratteristiche qualitative del prodotto finito. Allo scopo sono stati preparati due impasti di amaretti: uno con albumi d'uovo montato a neve (MN) e l'altro con albumi non montati (NMN). Le imprese utilizzano l'uno o l'altro sistema.

Sugli impasti sono state effettuate le analisi di  $a_w$  e di umidità. I prodotti sono stati cotti e, a seguito del raffreddamento, sono stati confezionati in pellicola di alluminio, per ridurre al minimo i fenomeni di disidratazione del prodotto. La conservazione è stata effettuata in cella termostata alla temperatura di 20°C. Le analisi di  $a_w$ , umidità e di struttura (*puncture test*) sono state realizzate a 1, 7, 14, 21, 30 e 40 giorni dalla produzione.

Poiché la caratteristica qualitativa più importante degli amaretti è la sofficità della parte interna, che è correlata alla quantità d'acqua in essa contenuta ed alle sue migrazioni, le analisi di  $a_w$  e di umidità sono state eseguite sia sulla parte superficiale che sulla parte interna allo scopo di evidenziare eventuali spostamenti d'acqua.

Dai risultati analitici si evince che i valori di  $a_w$  della parte interna hanno la tendenza a crescere nel tempo. Questo comportamento è legato al fenomeno della cristallizzazione del saccarosio, il quale durante il periodo di stoccaggio tende a cedere acqua e pertanto incrementa il valore di  $a_w$ . I campioni MN hanno valori iniziali di  $a_w$  superiori rispetto a NMN. Durante la sperimentazione i valori incrementano, ma in maniera inferiore nel MN sia nella parte interna che nella crosta. Il confronto tra i dati della crosta e della parte interna evidenzia come col passare del tempo i valori tendono ad uguagliarsi.

I valori di umidità della crosta sono sempre inferiori a quelli della parte interna, questo si traduce in una maggiore morbidezza interna ed in una croccantezza superficiale.



**Figura 3** – Durezza della parte interna in funzione del tempo

Le analisi di struttura hanno evidenziato che i due campioni hanno valori di durezza della parte interna simili (nonostante l'umidità di NMN sia maggiore) fino ai 30 giorni, mentre nell'ultimo tempo di analisi NMN subisce un incremento molto marcato. Dalla rielaborazione statistica inoltre si evince come la deviazione standard dei dati ottenuti sia sempre superiore nel NMN, denotando una maggiore disomogeneità nei campioni.

In conclusione, visti i risultati ottenuti, il prodotto con l'albume montato a neve (MN) è stato ritenuto migliore in quanto i campioni risultano essere più omogenei, come confermano le analisi di struttura, e i valori di  $a_w$  finali risultano sempre inferiori.

#### Prove di produzione con l'impiego di latte in polvere

Poiché il problema dell'indurimento è sempre legato alla quantità di acqua libera presente nell'alimento e alla sua variazione durante lo stoccaggio, la sperimentazione è proseguita utilizzando delle sostanze che aggiunte all'impasto fossero in grado di "bloccare" quest'acqua e impedire e/o rallentare il fenomeno. È stato deciso di utilizzare il latte ovino in polvere (ALIM 45), commercializzato dalla ditta Alimenta di Macomer (NU). A tale scopo sono state allestite 3 tesi sperimentali:

Prova 1: nella prima tesi le mandorle, lo zucchero e l'albume d'uovo montato a neve sono stati impastati per 7 minuti, quindi è stato aggiunto il latte in polvere, il tutto è stato impastato ulteriormente per altri 3 minuti.

Prova 2: mandorle, zucchero, latte in polvere e albume d'uovo montato a neve sono stati impastati, tutti insieme, per 10 minuti.

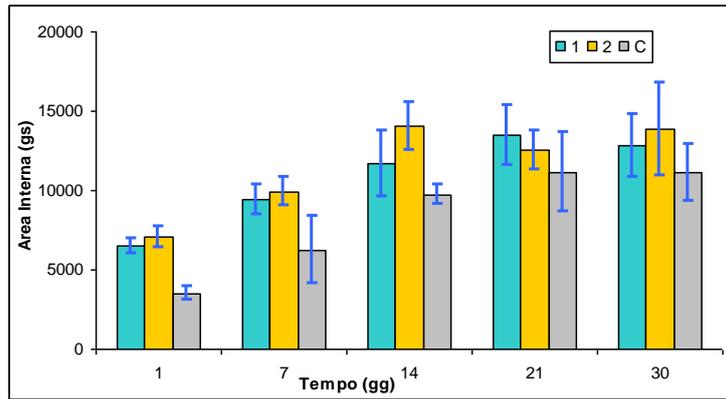
Prova C: mandorle e zucchero sono state impastate con l'albume d'uovo montato a neve per 10 minuti.

Sugli impasti sono state effettuate analisi di  $a_w$  e di umidità. Successivamente alla fase di cottura e di raffreddamento gli amaretti sono stati confezionati in pellicola di alluminio e conservati in cella termostata, alla temperatura di 20°C. Le analisi di  $a_w$ , umidità e di struttura (*puncture test*) sono state effettuate a 1, 7, 14, 21 e 30 giorni dalla produzione.

Dalle analisi risulta che i valori di acqua libera hanno la tendenza a crescere nel corso della sperimentazione. La parte interna ha valori sempre più alti rispetto alla crosta e il campione di controllo ha valori sempre superiori rispetto alle altre due tesi. I campioni delle prove 1 e 2 hanno invece valori di  $a_w$  simili e più bassi del controllo, durante tutta la sperimentazione.

I valori di umidità hanno un andamento diverso tra il controllo e i campioni con latte in polvere, il primo inizialmente si idrata per disidratarsi e tornare ai valori iniziali all'ultimo tempo di analisi, i secondi perdono umidità nella prima settimana, ma successivamente si idratano ed il valore ai 30 giorni di sperimentazione è di un punto percentuale superiore al giorno di produzione.

Questo comportamento ha ripercussioni sulla struttura (Figura 4), ovvero inizialmente il controllo ha valori di durezza della parte interna più bassi rispetto ai campioni con latte in polvere, in seguito i valori crescono sino ad essere simili tra tutte tre le tesi in corrispondenza della disidratazione del controllo.



**Figura 4** - Variazione della struttura in funzione del tempo

In base ai risultati ottenuti si può affermare che i campioni ai quali è stato aggiunto latte in polvere hanno subito uno scadimento qualitativo inferiore rispetto al campione di controllo. Tra le tesi 1 e 2 è stata preferita la prima in quanto a parità di valori di umidità il contenuto di acqua libera risulta inferiore.

#### Prove di produzione con l'impiego di latte e siero di latte in polvere

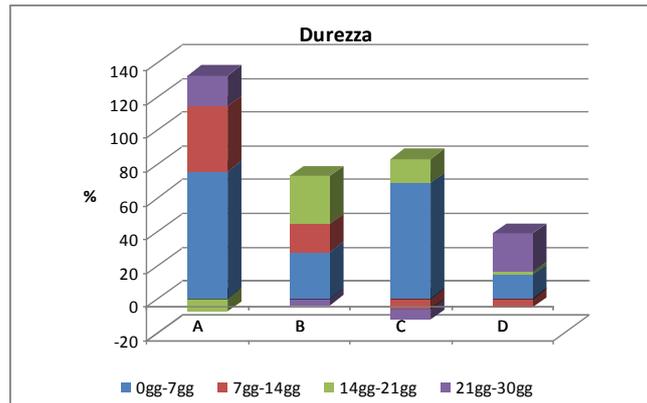
Con questa prova si sono volute valutare due diverse concentrazioni di latte in polvere (5% e 2%) e l'utilizzo di un secondo umettante, il siero di latte in polvere (ALIM15) impiegato alla concentrazione del 5%. La tecnologia di lavorazione impiegata prevedeva l'albume montato a neve per 10 minuti e gli umettanti aggiunti dopo 7 minuti di impasto, quindi omogeneizzati per altri 3 minuti.

Sugli impasti sono state effettuate analisi di  $a_w$  e di umidità. Dalle analisi si notano differenze di contenuto umido tra le tesi: il controllo ha il valore più alto (18,3%), mentre più aumenta la concentrazione di latte in polvere minore è il valore di umidità (da 18% a 17,3%); il campione con siero in polvere ha il valore più basso di umidità (17%). I valori di  $a_w$  seguono lo stesso andamento visto per i valori di umidità.

A seguito della fase di raffreddamento gli amaretti sono stati confezionati in pellicola di alluminio. La conservazione è stata eseguita in cella termostata alla temperatura di 20°C. Le analisi di  $a_w$ , umidità e di struttura sono state effettuate a 1, 7, 14, 21 e 30 giorni dalla produzione.

Le analisi di  $a_w$  indicano che i campioni con umettante hanno sempre un valore inferiore di  $a_w$ , e tra essi quello che ha il valore minore è quello aggiunto di siero di latte in polvere. In tutti i campioni c'è una tendenza all'aumento del valore nel tempo. Per quanto riguarda l'umidità i campioni con umettante subiscono inizialmente un'idratazione seguita da disidratazione, mentre nel controllo si ha una disidratazione già nei primi tempi di analisi.

Per quanto riguarda le analisi di struttura in figura 5 è stato riportato l'incremento nel tempo della durezza della parte interna, calcolato in percentuale sul valore iniziale. Si nota subito che il maggior incremento si è avuto nel controllo e il minore nel campione contenente siero.



**Figura 5** – Incremento della durezza nel tempo calcolata per le diverse tesi di amaretti (A= controllo B= latte al 2%, C= latte al 5% D = siero al 5%).

In conclusione si può affermare che i campioni ai quali è stato aggiunto siero e latte in polvere hanno subito un minor scadimento qualitativo. Tra i campioni con latte in polvere il risultato migliore si è avuto con una concentrazione più alta di umettante. I prodotti preparati con siero di latte in polvere come si è visto hanno ottenuto i risultati migliori dal punto di vista di una riduzione dei valori di acqua libera e di una migliore consistenza.

#### Prova di produzione su scala industriale con l'impiego di siero di latte in polvere

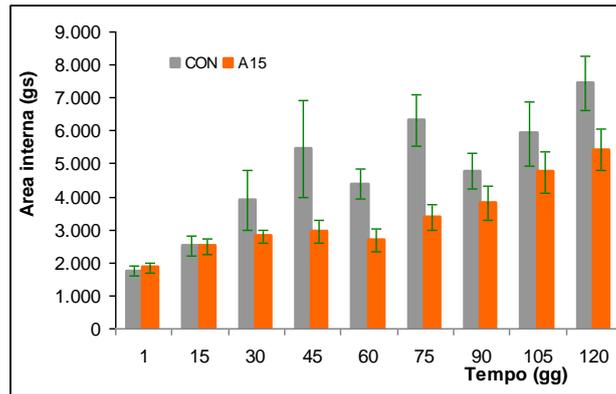
Alla luce dei risultati ottenuti nelle prove precedenti, è stato stabilito di effettuare una prova su scala industriale, nelle aziende partecipanti al progetto, utilizzando siero di latte ovino in polvere (Alim 15), e di procedere allo studio della *shelf life* in un arco di tempo più lungo rispetto a quello precedente.

Sono stati preparati due tipologie di amaretti: campione di controllo (CON) e campione con il 5% di siero di latte ovino in polvere (A15). Le due tesi sono state sottoposte a tempi di cottura differenti per evitare l'imbrunimento del campione A15, i campioni CON sono stati cotti a 200°C per 10 minuti, mentre gli A15 per 8 minuti alla stessa temperatura. I prodotti sono stati confezionati singolarmente (monodose) con un film a bassa permeabilità al vapor d'acqua ( $WVTR < 5$ ).

Sono state effettuate analisi di  $a_w$ , di umidità, di struttura e sensoriali. Le analisi sono state condotte a cadenza quindicinale, dal giorno di produzione fino ai 120 giorni.

Dall'analisi dei risultati si osserva che entrambi le tesi incrementano il valore di  $a_w$ , fino al raggiungimento di un valore massimo che è rimasto stabile durante tutta la sperimentazione. Per quanto riguarda l'umidità, entrambi i campioni hanno valori iniziali statisticamente simili (CON: 9,83%, A15: 10,15%). Nel corso della sperimentazione i valori di umidità tendono a decrescere, ma in modo diverso. Dopo 120 giorni per CON si registra una perdita di umidità pari a 2,5%, mentre A15 perde lo 0,9%. Per quest'ultimo campione i valori sono statisticamente simili tra il giorno di produzione ed il 45mo giorno di analisi.

Dalle analisi di struttura si nota per entrambi le tesi un incremento dei valori di durezza ma i campioni aggiunti di siero risultano sempre più morbidi rispetto al controllo (figura 6).



**Figura 6** - Analisi di struttura

Per quanto riguarda le analisi sensoriali è stato eseguito un test triangolare (AACC Method 33-50A), per mettere in evidenza eventuali differenze tra i campioni. La prova è stata ripetuta ad 1 ed a 30 giorni dalla produzione. Dalla elaborazione dei dati si evidenzia come i panelist non distinguono i due prodotti al tempo 0, mentre a 30 giorni la distinzione è netta soprattutto a causa del un maggior indurimento degli amaretti di controllo. I dati dell'analisi sensoriale confermano i risultati dell'analisi di struttura, che mostrano come la durezza dell'area interna al tempo 0 sia simile, tra le due tesi, mentre ai 30 giorni il controllo subisce un indurimento più marcato.

In conclusione si può affermare come l'intervento effettuato sulla formulazione dei prodotti abbia migliorato la sostanzialmente la conservazione degli amaretti. Il siero di latte in polvere grazie alle sue caratteristiche riduce i fenomeni di disidratazione, limita il fenomeno dell'indurimento, consente un incremento dell'alta qualità e della *shelf life* dei dolci.

**In conclusione**, per produrre un amaretto ancora morbido dopo 60 giorni è necessario:

- Durante la preparazione dell'impasto montare a neve l'albume d'uovo
- Aggiungere siero di latte ovino in polvere al 5%
- Controllare il tempo di cottura, riducendolo rispetto a quello senza siero in polvere
- Confezionare singolarmente gli amaretti, con un film a bassa permeabilità al vapor d'acqua ( $WVTR < 5$ )

## SAVOIARDI

I savoiardi prendono il nome dalla regione originaria della Savoia dall'antico regno Sabauda, la Sardegna. Sono dei biscotti dolci e leggeri dalla consistenza molto friabile e spugnosa. La forma, un cilindro schiacciato con gli spigoli smussati, ricorda un grosso dito e per questa ragione in inglese vengono chiamati *lady fingers*, cioè *dita di dama*. La loro origine viene fatta risalire al tardo XV secolo, quando furono creati presso la corte dei Duchi di Savoia in omaggio ad una visita del re di Francia.

Il savoiardo viene prodotto in tutta la Sardegna, ma quello tradizionale ossia quello "le cui procedure di lavorazione, conservazione e stagionatura risultano consolidate nel tempo e comunque per un periodo non inferiore ai 25 anni", e per tale motivo, iscritto ai sensi del D.L. n. 173/98 e del D.M. 350/99 è, il biscotto di Fonni (figura 7).



Figura 7 – Savoiardi

Il savoiardo ha una *shelf life* variabile di circa 2 mesi, a seconda del processo produttivo e della sistema di confezionamento adottato dalle imprese. Le maggiori problematiche riscontrate riguardano la presenza di muffe (dopo circa 2 mesi) e l'indurimento del prodotto.

### Attività sperimentali

L'obiettivo del lavoro era quello di estendere la *shelf life* del prodotto e di mettere a punto dei sistemi di confezionamento appropriati per il savoiardo.

I savoiardi, della lunghezza di 16 cm circa, sono stati prodotti presso le aziende aderenti al progetto, per essere poi confezionati con le seguenti metodologie:

Prova 1 Confezionamento con l'uso di *Oxygen scavengers*. Questa tipologia di confezionamento, detta "*active packaging*" prevede l'uso di sacchetti che contengono al loro interno sostanze naturali che legano l'ossigeno residuo presente nella confezione.

Prova 2 Confezionamento in Atmosfera Ordinaria

Per le prove sono stati utilizzati due film con diversa permeabilità. Per la prova 1 è stato impiegato un film con bassi valori di permeabilità all'ossigeno ed al vapor d'acqua, mentre per la prova 2 il film era poco permeabile al vapor d'acqua, ma non all'ossigeno. Le confezioni di savoiardi sono stati conservati in cella a temperatura di 20°C e umidità del 60% circa. Sono state effettuate analisi di  $a_w$ , umidità, di struttura e percentuale di gas nelle confezioni. Le analisi sono state condotte a cadenza settimanale dal giorno di produzione fino al 60<sup>mo</sup> giorno.

## Risultati

I risultati mostrano valori di  $a_w$  prossimi allo 0,75 e non si registrano variazioni nel tempo. I valori di umidità del prodotto sono del 13-14% e non si sono avuti fenomeni di disidratazione del prodotto durante la sperimentazione.

Per quanto riguarda le analisi di struttura, i dati mostrano la tendenza del prodotto al raffermamento, più accentuato negli ultimi tempi di analisi (figura 8).

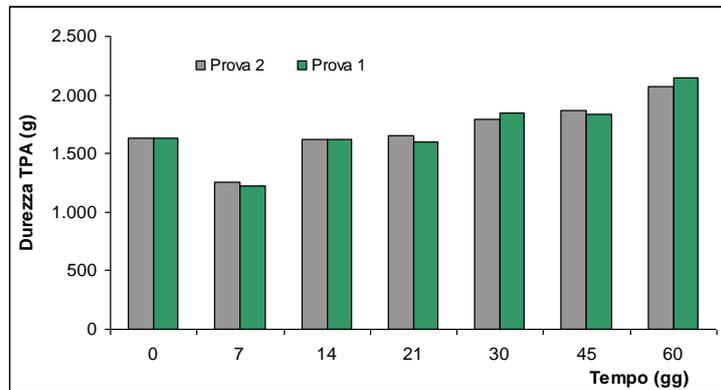


Figura 8 - Raffermamento del savoiardo in funzione del tempo

Tra le due tesi non si evincono differenze significative.

La differenza più importante si ha nella concentrazione dei gas: nella prova 1 infatti non è presente ossigeno, mentre nella prova 2 la concentrazione è uguale a quella atmosferica, infatti a 60 giorni sui campioni si sono sviluppate le muffe.

**In conclusione** la migliore tipologia di confezionamento per i savoiardi è sicuramente quella con assorbitori di ossigeno, associata ad un film plastico a bassa permeabilità ai gas, questa modalità di confezionamento ha impedito lo sviluppo delle muffe a 60 giorni ed ha mantenuto invariate le caratteristiche qualitative del prodotto.

## HAMBURGER



L'**hamburger** è una polpetta di carne tritata e pressata, condita con aromi, verdure, sale, zuccheri, eventuali emulsionanti e stabilizzanti. Ne esistono di carne bovina, carne suina, di pollo o di formaggio. La qualità dell'hamburger è strettamente legata al tipo di carne usata: la più pregiata proviene dal quarto anteriore del bovino. La sua diffusione mondiale è dovuta alle multinazionali dei *Fast food*.

Nelle aziende aderenti al progetto l'hamburger viene preparato con parti di carne bovina e suina, condito con spezie e addizionato con un preparato aromatizzante e conservante a base di acido ascorbico e ascorbato di potassio. Il prodotto viene commercializzato in vaschette avvolte con un film stretch e con una *shelf-life* indicata dall'azienda di 7 giorni.

Il fattore limitante la *shelf-life* è la decolorazione del prodotto, con la perdita graduale del colore rosso intenso per passare a fine *shelf-life* a un colore marrone-grigio. In altre parole lo scadimento sensoriale del prodotto precede quello microbiologico.

Il colore della carne fresca è dovuto principalmente alla mioglobina, proteina globulare, che ha la funzione di legare reversibilmente l'ossigeno e l'anidride carbonica negli scambi gassosi tra sangue e muscolo, e viceversa (figura 9). Il ligando presente e lo stato di ossidazione dell'atomo di ferro nell'eme determinano il colore del muscolo e di conseguenza il colore prevalente della carne.

Quando la carne ha un colore rosso porpora (carne appena tagliata) la mioglobina si trova nella sua forma ossimioglobina o deossimioglobina, quando la carne assume un colore marrone la mioglobina si trasforma in metmioglobina.

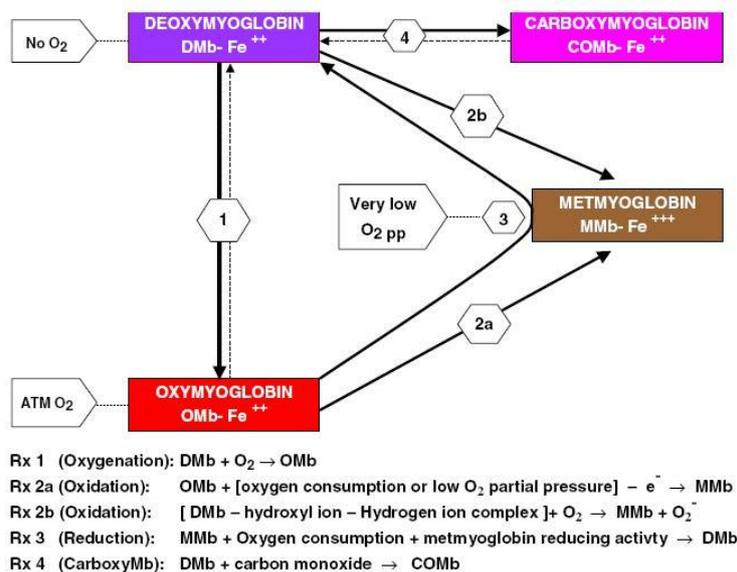


Fig. 9 Schema riassuntivo delle reazioni *redox* che possono avvenire a carico della mioglobina

Obiettivo del lavoro è stato quello di estendere la *shelf-life* del prodotto aumentando la persistenza del colore tipico della carne fresca. Lo scopo è stato pertanto quello di favorire la formazione di ossimioglobina o deossimioglobina e limitare invece i fattori che favoriscono la conversione del pigmento in metmioglobina.

## Attività sperimentali

La formazione e il mantenimento della ossimioglobina può essere favorito da un *packaging* in atmosfera controllata (Controlled Atmosphere Packaging) con alte percentuali di ossigeno, in cui la miscela di gas interna alla confezione è mantenuta costante grazie all'uso di materiali plastici con proprietà di barriera ai gas. In questo caso i piccoli cambiamenti nella composizione dello spazio di testa dovuta alle attività metaboliche dei microrganismi è trascurabile. La formazione e mantenimento della deossimioglobina può essere ricercata confezionando il prodotto con assorbitori di ossigeno e creando una atmosfera anossica all'interno delle confezioni.

Allo scopo sono state allestite le seguenti tesi sperimentali:

- Hamburger con e senza antiossidante confezionato in film stretch
- Hamburger con e senza antiossidante confezionato in MAP (70%O<sub>2</sub>, 30%CO<sub>2</sub>)
- Hamburger con e senza antiossidante confezionato in MAP (35% CO<sub>2</sub> + 65% N<sub>2</sub>) e assorbitori di ossigeno

Su tutti i prodotti sono state eseguite analisi fisico-chimiche (attività dell'acqua, pH, misure colorimetriche e dei gas di confezionamento), analisi microbiologiche e analisi sensoriali.

Tutti i campioni sono stati analizzati fino al 13° giorno di conservazione a 3° C.

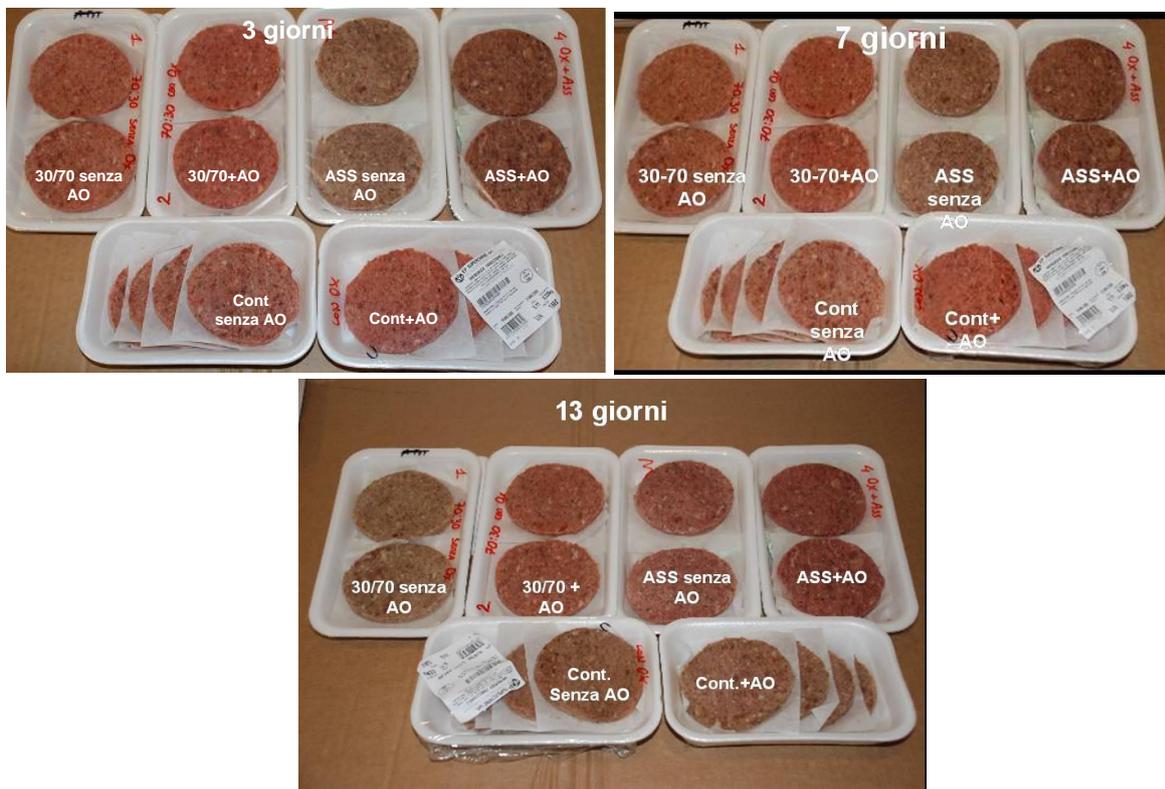


Figura 10 - Campioni di Hamburger

## Risultati

Le sperimentazioni effettuate hanno dimostrato che sia l'atmosfera modificata testata che l'uso di assorbitori di ossigeno insieme all'antiossidante possono essere impiegate per prolungare la *shelf life* del prodotto. Dalle analisi effettuate si è, infatti, dimostrato che il **campione di controllo**, sia con antiossidante che in assenza di esso, dopo 7 giorni perdeva il caratteristico colore rosso, alle analisi

sensoriale presentava un odore "ammoniacale" probabilmente dovuto alla attività proteolitica di *Pseudomonas* spp. che, come emerso dalle analisi microbiologiche, sono stati rilevati in numero  $>9 \times 10^8$ .

I campioni **confezionati in MAP**, mantenevano anche a 13 giorni un buon colore rosso, all'analisi sensoriale solo il campione con antiossidanti ha avuto un punteggio accettabile e la carica microbica totale risulta, sia in presenza che in assenza di antiossidante, con valori superiori a  $10^7$ . I coliformi e i *Pseudomonas* spp. hanno però valori sempre inferiori a  $10^4$ .

I campioni confezionati in MAP+Assorbitori sono risultati, a 13 giorni, i migliori sia per le caratteristiche colorimetriche, sensoriali che microbiologiche. Le conte di coliformi e *Pseudomonas* spp. non hanno mai superato il valore di  $10^3$ . Riassumendo in forma tabellare:

Campione	Shelf life (gg)	Valutazione sensoriale a fine sperimentazione	
		Colore	Aroma
Controllo senza antiossidante	Max 3	Inaccettabile	Inaccettabile
Controllo con antiossidante	Max 3	Inaccettabile	Inaccettabile
MAP senza antiossidante	Max 7	Inaccettabile	Inaccettabile
<b>MAP con antiossidante</b>	<b>Max 10</b>	<b>Accettabile</b>	<b>Accettabile</b>
MAP+ Assorbitori senza antiossidante	Max 10	Accettabile	Accettabile
<b>MAP+ Assorbitori con antiossidante</b>	<b>Max 13</b>	<b>Accettabile</b>	<b>Accettabile</b>

Lo svantaggio nell'uso degli assorbitori è che il prodotto impiega circa 48 ore a virare a un colore rosso accettabile. Inoltre, la creazione di atmosfere prive di ossigeno possono favorire la crescita di patogeni anaerobi. Per facilità di impiego e disponibilità di macchinari, l'atmosfera controllata testata (30%CO<sub>2</sub>, 70%O<sub>2</sub>), insieme all'uso di antiossidanti ac. ascorbico (E300) e ascorbato di potassio (E301), può essere indicata per prolungare la *shelf-life* del prodotto e contenere la proliferazione dei microrganismi.

## SANGUINELLO

Il sanguinello (figura 11) è un prodotto composto da sangue suino aggiunto di zucchero, uva sultanina, nocciole e cacao a cui vengono aggiunti aromi naturali (cannella e anice) e un conservante (sorbato di potassio E202), il tutto insaccato all'interno di un budello e cotto fino a far rapprendere il sangue. Il prodotto viene attualmente confezionato in atmosfera ordinaria, in un vassoio di polistirolo, avvolto con un film stretch e conservato in condizioni di refrigerazione a 4°C. La problematica principale è lo sviluppo di muffe sulla superficie dopo pochi giorni di conservazione (5 giorni).



Figura 11 – Sanguinello prodotto in atmosfera ordinaria

### Attività sperimentali

Obiettivo del lavoro è stato quello di mettere a punto una tecnologia in grado di prolungare la *shelf life* del prodotto.

Allo scopo sono state allestite tesi sperimentali di modifica del packaging e di modifica di processo. Nel primo caso il sanguinello è stato confezionato in vaschette con il 50% di CO<sub>2</sub> e 50% di N<sub>2</sub>, chiuse con film plastico ad elevata barriera ai gas e al vapore acqueo (figura 12). Nel secondo caso il prodotto è stato confezionato sottovuoto, con film plastico termoresistente, e successivamente pastorizzato in bacinella di cottura (figura 13).



**Figura 12** – Sanguinello confezionato in atmosfera modificata



**Figura 13** – Sanguinello pastorizzato e confezionato con film plastico

I prodotti sono stati conservati a 4°C in cella e analizzati il giorno di produzione e dopo 6, 13, 22 e 31 giorni. Su ciascuna tesi sono state effettuate misure di attività dell'acqua ( $A_w$ ), di umidità (U%), di pH, di analisi dei gas, strutturali e microbiologiche. Sulle confezioni in atmosfera modificata (MAP) è stata monitorata, in coincidenza delle analisi, la composizione dell'atmosfera dello spazio di testa. E' stata inoltre effettuata la caratterizzazione meccanica

### **Risultati**

Le prove effettuate in questa sperimentazione (pastorizzazione e atmosfera modificata) hanno consentito di eliminare o limitare lo sviluppo microbico con un conseguente incremento della *shelf life* dei campioni. In particolare il prodotto pastorizzato è quello che presenta la carica microbica più bassa, quasi nulla, fino ai 30 giorni dal confezionamento. Tutti gli altri valori analizzati, quali la struttura, il pH, l'umidità, erano simili a quelli del campione di controllo e questo significa che il trattamento al quale il prodotto è stato sottoposto non ha provocato uno scadimento della qualità rispetto al prodotto aziendale. Anche il confezionamento in atmosfera modificata si è rilevato efficace nel controllare la carica microbica e prolungare la *shelf life* a 15 giorni. Dopo il 15 mo giorno si è avuto un incremento nel numero dei lieviti e delle muffe.

## TRIPPA

La trippa, comunemente detta, non è altro che parte dell'apparato digerente del bovino formato da tre prestomaci, nei quali i foraggi ingeriti dopo una prima masticazione sostano per essere poi ruminati. Dal punto di vista merceologico la trippa può essere di manza di vitello, oppure di vitello.

Nella storia la trippa ha sempre rappresentato un alimento gradito dalle classi meno abbienti e si hanno notizie che già gli antichi greci consumavano la trippa (probabilmente di pecora o di capra) arrostita sulle braci. Nel passato meno remoto era difficoltoso reperire la trippa già pulita pronta per essere cucinata, poiché tutto dipendeva dal macellaio o dal trippaio che con maestria provvedevano manualmente alle operazioni di pulizia e sgrassatura.

Oggi queste lavorazioni sono svolte a livello di industrie specializzate, risultando così in una gamma di prodotti comprendenti sia la trippa (rumine e reticolo) che il foio (omaso), forniti crudi o cotti, sia a pezzatura intera che già tagliati a listelle, confezionati sottovuoto.

La trippa viene venduta in vaschette, confezionata in atmosfera ordinaria e avvolta con un film stretch. Il prodotto ha una *shelf life* di 7 giorni circa (figura 14).



**Figura 14** – Trippa confezionata dall'azienda con film stretch in atmosfera ordinaria

### Attività sperimentali

L'obiettivo della sperimentazione è stato quello di trovare una tecnologia di confezionamento che consentisse il prolungamento della *shelf life*.

La trippa prima di essere confezionata è stata sottoposta al trattamento di cottura, per immersione in acqua in ebollizione per 2 ore. È stata quindi immersa in acqua fredda, a 3°C per 20 minuti, dopodiché sono state effettuate le seguenti prove: acidificazione a freddo per 24h, confezionamento in atmosfera protettiva e pastorizzazione.

I prodotti sono stati conservati a 4°C in cella e analizzati il giorno di produzione e dopo 6, 13, 22 e 31 giorni. Su ciascuna tesi sono state effettuate misure di pH e microbiologiche.

### Risultati

Da queste prove sperimentali, appare evidente che la qualità iniziale del prodotto e il trattamento che esso subisce prima del confezionamento (soluzione acidificata o lavaggio con acqua ossigenata o trattamento di pastorizzazione) influisce chiaramente sulla durata commerciale della trippa.

Dal punto di vista della tecnologia possiamo ritenere che il sistema migliore di condizionamento e confezionamento del prodotto è quello che prevede la pastorizzazione, il quale consente di risolvere le problematiche legate allo sviluppo microbico, con un notevole incremento della *shelf life* (oltre 30 giorni) e che può essere applicato dall'azienda con investimenti minimi (semplice cottura in bacinella di cottura post confezionamento).

La prova relativa alla MAP ha consentito il prolungamento della *shelf life* fino a 41 giorni ma presenta dei limiti applicativi (presenza di ossigeno residuo all'interno delle confezioni) oltre che costi elevati (acquisto

della macchina, bobine di film, bombole di gas ecc) che andranno opportunamente valutati dall'azienda.

## BOTTARGA



La bottarga (dall'arabo *butārikh* (بطارخ) "gonadi di muggine conservate") è il prodotto della salagione e essiccamento delle gonadi femminili del muggine (*Mugil cephalus* e altre specie) colme di uova. La tecnologia di produzione della bottarga solitamente consiste nelle seguenti operazioni:

1) scongelamento delle uova congelate a temperatura moderata 2) lavaggio e toelettatura dai residui di grasso e sangue 3) salatura 4) spazzolatura o lavaggio del sale in eccesso e pressatura sotto peso

moderato per rimuovere gli essudati 5) asciugatura superficiale 6) modellazione manuale della forma finale delle baffe 7) essiccamento.

Il prodotto finale viene quindi confezionato individualmente sottovuoto e conservato in condizioni di refrigerazione fino alla commercializzazione.

La bottarga in baffe o grattugiata viene normalmente confezionata sottovuoto con un film ad alta barriera ai gas. La *shelf-life* è stimata dai produttori in circa 6 mesi, a causa del peggioramento delle sue caratteristiche; la bottarga, infatti, va incontro a un marcato imbrunimento che si accompagna alla

comparsa di odori (rancido) e sapori (amaro) sgradevoli (figura 15). Inoltre, la formazione di una patina biancastra sulla superficie del prodotto a volte causa dei resi in fase di commercializzazione. Talora la patina è stata indicata dai produttori come "muffe".



Fig. 15 - Imbrunimento della bottarga durante la conservazione

L'imbrunimento osservato nel prodotto durante la conservazione costituisce il principale limite per la *shelf life* del prodotto. E' stata formulata l'ipotesi che esso sia probabilmente legato a reazioni di imbrunimento non enzimatico tipo Maillard che portano

alla formazione di composti scuri di composizione incerta denominati melanoidine. L'imbrunimento nella bottarga è probabilmente legato quindi indirettamente alla ossidazione dei grassi. La luce rappresenta sicuramente un catalizzatore importante delle reazioni di ossidazione dei lipidi, in quanto promuove la formazione di radicali idroperossidi che danno inizio alle reazioni di ossidazione. Altri elementi catalizzanti sono la temperatura, in quanto tutte le reazioni (chimiche, enzimatiche) sono da essa accelerate, e la presenza di metalli (ad esempio il ferro contenuto nella emoglobina del sangue). In questo senso, l'uso di un *packaging* schermato alla luce, in particolare alla frazione più energetica della luce, cioè i raggi u.v., potrebbe contenere il fenomeno.

### Attività sperimentali

Per la sperimentazione ci si è avvalsi di diverse tecniche d'analisi (microbiologiche, cromatografiche, proteomiche e di spettroscopia NMR) per chiarire da una parte i fenomeni di imbrunimento, ossidazione lipidica e l'efficacia del packaging anti u.v., dall'altra la natura dell'essudato biancastro che deprezza il prodotto in fase di commercializzazione.

La bottarga, in baffe e grattugiata, è stata confezionata con film ordinario (controllo) e con film che include un assorbitore di raggi u.v. La materia era uniforme in quanto a colore, dimensioni e peso. Il controllo è stato stoccato a -80°C, mentre le confezioni in film ordinario e le confezioni con assorbitori di

u.v. sono state poste in cella climatica a 30°C e sotto luce artificiale a fluorescenza (20.000 Lux) per accelerare le reazioni di ossidazione. Al tempo 0 e in seguito ogni 7 giorni si è proceduti al prelievo di 3 campioni per ogni tipo di confezione e alle analisi di seguito riportate: colore, NMR, TBARS, SPME e GC/MS.

## Risultati

Le analisi effettuate confermano l'ipotesi formulata che il fenomeno dell'imbrunimento osservato nella bottarga sia legato alla ossidazione dei grassi e alle attività proteolitiche di enzimi endogeni. Tra i prodotti di ossidazione osservati mediante spettroscopia NMR infatti vi sono le specie chimiche altamente reattive, come le aldeidi, che reagendo con peptidi e amminoacidi danno luogo alla formazione di melanoidine scure. La natura dell'essudato bianco presente nella bottarga è risultato essere di natura proteica. Infatti, le analisi SDS\_PAGE e gli spettri NMR indicano che i cristalli, osservati al microscopio dal precipitato della frazione solubile in acqua (figura 16), sono costituiti dall'aminoacido tirosina.



**Figura 16** – cristalli osservati al microscopio ottico

La tirosina è presente in alte concentrazioni nel prodotto e la sua bassa solubilità fa sì che essa precipiti con conseguente formazione dei cristalli.

Infine, dalle analisi effettuate sulla bottarga in baffe e affettata, non emergono differenze rilevanti nei composti di ossidazione durante nella conservazione, anche se nel prodotto affettato è stato osservato un imbrunimento più marcato rispetto alle baffe intere.

**In conclusione,** l'uso di film plastici con barriera agli u.v. si è rivelato uno strumento sicuramente efficace per diminuire i fenomeni di ossidazione a carico dei grassi e il conseguente imbrunimento del prodotto.

La presenza dei cristalli di tirosina è legata alla attività proteolitica endogena, per cui interventi tecnologici per ridurre la degradazione delle proteine, come ad esempio abbassare la temperatura nelle fasi di lavorazione e un adeguato spurgo dei liquidi dalle baffe prima dell'essiccazione, possono risultare utili per contenere il fenomeno.

## CONCLUSIONI GENERALI DI PROGETTO

Attraverso le sperimentazioni effettuate sui prodotti sono stati raggiunti i seguenti risultati direttamente applicabili in azienda:

### Formaggio caprino

Problematica: **bassa shelf life**

Soluzioni adottate: Il formaggio caprino così come prodotto dall'impresa ha una *shelf life* di 25 giorni. Le modifiche di packaging apportate (MAP) hanno permesso di estendere la *shelf life* a **50 giorni**.

### Guttiau

Problematica: **sapori anomali**

Soluzioni adottate: Le soluzioni di packaging adottate (**film alluminato**) hanno ridotto e rallentato le reazioni di ossidazione limitando il fenomeno dell'irrancidimento.

### Amaretti

Problematica: **indurimento del prodotto**

Soluzioni adottate: È possibile ottenere amaretti ancora morbidi dopo **60 giorni** dalla produzione intervenendo sia sul processo produttivo che sul packaging. In particolare è necessario:

- Durante la preparazione dell'impasto montare a neve l'albume d'uovo
- Aggiungere siero di latte ovino in polvere al 5%
- Controllare il tempo di cottura, riducendolo rispetto a quello senza siero in polvere
- Confezionare singolarmente gli amaretti, con un film a bassa permeabilità al vapor d'acqua (WVTR<5)

### Savoardi

Problematica: **indurimento e presenza di muffe**

Soluzioni adottate: è stato messo a punto un sistema di confezionamento in sacchetti a bassa permeabilità all'ossigeno accoppiato con assorbitori di ossigeno. La *shelf life* stimata è pari a **60 giorni**.

### Hamburger

Problematica: **decolorazione del prodotto con la perdita graduale del colore rosso**

Soluzioni adottate: per prolungare la *shelf life* mantenendo il colore rosso vivo e i requisiti igienico sanitari il sistema migliore è la MAP accoppiata con gli assorbitori di ossigeno e antiossidante (*shelf life* **13 giorni**). Un sistema alternativo, anche se con una *shelf life* inferiore (**10 giorni**), può essere la sola MAP con antiossidanti.

### Sanguinello

Problematica: **sviluppo di muffe e shelf life di 5 giorni**

Soluzioni adottate: il confezionamento sottovuoto e successiva pastorizzazione hanno permesso di estendere la *shelf life* fino a **30 giorni**.

### Trippa

Problematica: **bassa shelf life (7 giorni)**

Soluzioni adottate: sono state adottate due soluzioni, confezionamento e successiva pastorizzazione (*shelf life* **30 giorni**) e confezionamento in MAP (*shelf life* **40 giorni**)

### Bottarga

Problematica: **inscurimento (ossidazione) del prodotto**

Soluzioni adottate: Confezionamento del prodotto in film con barriera agli u.v.

Parco Scientifico e Tecnologico della Sardegna

**PortoConte  
Ricerche**



**I risultati principali dell’Azione Cluster  
Piatti pronti: valorizzazione del sistema dei prodotti  
tradizionali**

## PREMESSA

Il termine "piatti pronti" (*ready to eat foods*) indica alimenti che possono essere consumati o direttamente o previo riscaldamento. Sono cibi con elevato contenuto in servizi che gli anglosassoni definiscono *convenience food*.

Il Codex Alimentarius attribuisce a questi alimenti la seguente definizione: "Any food which is normally eaten in its raw state or any food handled, processed, mixed, cooked, or otherwise prepared into a form which is normally eaten without further listericidal steps".

All'interno della categoria dei "piatti pronti" possono essere racchiuse diverse tipologie di prodotti: insalata in busta pronte da condire, già condite o con allegato il condimento, lasagne al forno vendute nel banco frigo e da scaldare prima di consumarle, alimenti in scatola, in busta, in vaschetta, refrigerati, congelati oppure mantenuti a temperatura ambiente.

Per semplicità si distinguono in due categorie principali: i prodotti pronti da consumare (verdure di IV gamma, frutta a pezzi, salumi preaffettati, preparazioni alimentari) e quelli che invece hanno bisogno di un ulteriore trattamento (prodotti precotti o surgelati).

Negli ultimi anni si è assistito, a livello mondiale, ad un aumento nella domanda di "piatti pronti" in risposta al cambiamento sempre più marcato nelle abitudini alimentari degli italiani, principalmente dovuto al mutamento negli stili di vita, alla necessità di consumare pasti fuori casa, alle esigenze dei single e delle donne che lavorano. I piatti pronti sono facili da preparare, richiedono poco tempo, costituiscono un pasto completo.

In Italia sono preferiti i prodotti da consumare seduti a tavola, a conferma delle abitudini alimentari degli italiani che, a pranzo preferiscono fermarsi anche se per un pasto breve e frugale, mentre non ha ancora preso piede la gastronomia rapida, cioè la preparazione di alimenti da consumare in movimento, ad esempio durante i viaggi e gli spostamenti, il cosiddetto "*deli-to-go*" molto diffuso negli USA o in altri paesi esteri.

L'attaccamento alla tradizione dei consumatori italiani è confermata anche dal fatto che molti di questi nuovi prodotti sono piatti tradizionali. Il consumatore ha sempre meno tempo da dedicare alla preparazione in cucina. Secondo dati della Coldiretti relativi al 2008 alla preparazione dei pasti si dedicano appena 34,9 minuti per il pranzo (il 4,7 per cento in meno rispetto all'anno precedente) e 33,1 minuti per la cena (-2,7 per cento). Nonostante ciò non si vuole rinunciare alla tradizione, infatti si allarga l'offerta di prodotti che ricordano i piatti tradizionali, primi e secondi piatti, ma non si vuole neanche rinunciare ad un'alimentazione sana, da qui l'aumento nei consumi di verdura pronta per l'uso in sacchetto, che negli ultimi dieci anni sono triplicate. Coldiretti stima che nel 2008 il mercato della cosiddetta "quarta gamma" sia stato pari a 90 milioni di chili, per una spesa di 700 milioni di euro. I prodotti più acquistati sono le insalate, le carote e i pomodorini da utilizzare in casa o fuori, ma cominciano anche a diffondersi le vaschette di frutta già tagliata e sbucciata. La Coldiretti afferma che nel 2008 i piatti pronti hanno fatto registrare, tra tutti gli alimentari, il record di aumento delle quantità acquistate con una crescita del 10 per cento. Il maggior aumento si è verificato per i salumi già affettati (+18 per cento), primi piatti pronti (+16 per cento), i sughi pronti (14 per cento) e le verdure in sacchetto.

In base ai dati forniti da Databank nel 2007 c'è stato un triplicarsi nel numero di imprese rispetto al 2006, e per il 2008 era stato previsto un aumento del 4,5% nei volumi di produzione.

Da un punto di vista tecnologico risultano molto importanti i procedimenti di preparazione che garantiscono la bontà del prodotto. Sono quindi fondamentali gli impianti, le tecnologie, i materiali e le metodiche di confezionamento, che possono garantire elevata qualità organolettica, un aspetto invitante e la possibilità di "ricordare" la tradizione. L'innovazione tecnologica e la ricerca sono comunque un presupposto fondamentale per il successo di questi prodotti.

In Sardegna l'attività di produzione dei piatti pronti si è sviluppata solo da qualche anno. Accanto ad una azienda di grossa dimensione, localizzata nel consorzio industriale di Oristano, stanno iniziando ad operare un numero crescente di produttori di piccola dimensione o artigianali allo scopo di industrializzare una serie

di piatti tradizionali regionali, a base di materie prime di origine animale (settore ittico e delle carni) e vegetali (paste condite, primi e secondi piatti a base di vegetali).

**Obiettivo del progetto:** le diverse imprese del comparto hanno sentito l'esigenza di acquisire il *know how* necessario alla preparazione di questi piatti pronti all'uso con una prolungata *shelf life*, elevati standard qualitativi e sicurezza per il consumatore finale. L'azione cluster relativa al programma "Piatti pronti: valorizzazione del sistema dei prodotti tradizionali" ha avuto come obiettivo quello di approfondire le conoscenze sui sistemi di produzione dei piatti pronti e sul sistema di confezionamento, allo scopo di produrre piatti etnici con una *shelf life* adeguata, da poter essere destinati sia alla ristorazione collettiva che al consumatore finale.

Il progetto prevedeva la messa a punto della tecnologia di preparazione e di confezionamento dei prodotti. Vista l'estrema variabilità dei prodotti sui quali poteva essere effettuato l'intervento, in accordo con le aziende, si è deciso di effettuare le seguenti attività:

- Messa a punto di un sistema di confezionamento per Panadas
- Messa a punto del sistema di confezionamento per salumi affettati, pane e formaggio.
- Messa a punto del sistema di confezionamento per bottarga a fette
- Messa a punto della tecnologia di preparazione del "caviale" da uova di muggine
- Messa a punto di preparati alimentari a base di carne di pecora

#### **Aziende partecipanti al progetto**

Al progetto hanno aderito 15 aziende appartenenti a settori diversi dell'agroalimentare elencate di seguito:

<b>Impresa</b>	<b>Attività</b>
Panificio Giulio Bulloni & figli Srl	Produzione pane carasau
Progetto 2000 Srl	Produzione piatti pronti
Torrone Pili Tonara di Gianni Pili	Produzione torrone
Contis di Leonildo Contis & c snc	Produzione dolci tipici
Coop. Semola e farina a r.l.	Produzione panada
Pastificio Sa Panada Srl	Produzione panada
Virmo prodotti tipici e biologici	Produzione pasta fresca, dolci
Salumificio Monte Linas snc	Produzione salumi
Corad Srl	Produzione carne
Fattorie Gennargentu Srl	Produzione salumi
Salumificio Artigiano desulese sas	Produzione salumi
Salumificio Belvì Srl	Produzione salumi
La genuina di Pintus Maria e c snc	Produzione carne
Su Tianu Sardu di Faedda Salvatore	Trasformazione ittico
Smeralda di E. Piras sas	Trasformazione ittico

## ATTIVITÀ SPERIMENTALI PER SINGOLO PROCESSO

### Messa a punto di un sistema di confezionamento per Panadas

La *Panada* è composta da una sfoglia di pasta che racchiude un preparato di verdure o di carne (figura 17). Il prodotto viene cucinato al forno e consumato previo riscaldamento. È un prodotto tradizionale che per le sue caratteristiche può essere considerato un alimento "ready to eat".



Foto 17 - Panadas

La Panada, dopo la preparazione, viene sottoposta ad un processo di cottura, con temperature intorno ai 200°C per tempi superiori ai 40 minuti; successivamente il prodotto viene confezionato in atmosfera protettiva e conservato in banco frigo, nonostante ciò la problematica principale delle *Panadas* è la formazione di muffe sulla parte esterna.

La presenza di muffe sulla superficie è dovuta a contaminazione successive alla cottura, che possono avvenire in fase di raffreddamento del prodotto o in fase di confezionamento. Il problema delle muffe può quindi essere risolto attraverso due vie, la prima riguarda una corretta organizzazione del layout produttivo aziendale, la seconda attraverso un appropriato sistema di confezionamento.

In un processo produttivo ideale, subito dopo la cottura, il prodotto deve sostare ed essere manipolato in ambienti distinti da quelli di preparazione, nei quali circola aria microbiologicamente pura, con una pressione superiore a quella degli altri ambienti onde evitare l'ingresso di aria contaminata. Questa situazione ideale non è sempre facilmente praticabile, sia per problemi strutturali, soprattutto per aziende già esistenti, che economici, cioè legati al costo degli impianti.

Il controllo delle muffe attraverso il confezionamento in atmosfera protettiva è una pratica comune dalle aziende agroalimentari. L'atmosfera protettiva spesso però non si riesce a risolvere il problema, soprattutto perché la presenza di piccole percentuali di ossigeno residuo (tipico del sistema di confezionamento), all'interno della confezione, può favorire lo sviluppo delle muffe.

### Attività sperimentali

La sperimentazione da noi effettuata ha riguardato l'impiego di un sistema di "active packaging" in grado di eliminare completamente l'ossigeno presente all'interno delle confezioni.

I prodotti sono stati conservati a 4°C ed analizzati ad intervalli regolari di tempo fino a 50 giorni.

### Risultati

Dalle analisi si è evidenziato che il prodotto conservato in atmosfera protettiva (MAP) evidenziava uno sviluppo microbico dopo il 30 giorno mentre nel prodotto conservato con gli assorbitori di ossigeno non veniva evidenziato sviluppo microbico anche dopo il 50esimo.

**In conclusione**, la prova dimostra l'efficacia degli assorbitori di ossigeno nell'estendere la *shelf life* del prodotto Panada.

### Messa a punto del sistema di confezionamento per salumi affettati, pane e formaggio

Obiettivo era quello di mettere a punto la tecnologia di preparazione di una vaschetta (*multipack*) contenente pane, formaggio a fette e salumi affettati.

Le problematiche che si possono manifestare in questa vaschetta riguardano lo scambio di umidità, tra prodotti aventi acqua libera ( $A_w$ ) in misura differente, e le contaminazioni crociate, cioè il passaggio di microrganismi da una tipologia di alimento all'altro.

### Attività sperimentali

Le prove sono state effettuate su vaschette contenenti salume a fette e formaggio semistagionato, e vaschette contenenti una focaccia con prosciutto. Sui prodotti, confezionati sia in atmosfera protettiva ( $30\%CO_2$  e  $70\%N_2$ ) che con assorbitori di ossigeno (figura 18), sono state effettuate analisi microbiologiche e di attività dell'acqua. I valori di attività dell'acqua dei tre prodotti analizzati (salumi, formaggio e pane) sono molto simili, ciò esclude che vi possano essere delle variazioni di umidità per scambio di acqua tra i prodotti. I prodotti confezionati in atmosfera protettiva e con gli assorbitori di ossigeno sono stati conservati a  $4^\circ C$  ed analizzati dopo 30 giorni (figura 18).



Figura 18 – Salumi e formaggio in MAP e MAP+ Ass  $O_2$

### Risultati

Da rimarcare che, dopo 30 gg, non c'è stato sviluppo di lieviti e muffe sulla superficie dei prodotti, i valori delle conte microbiche si sono mantenuti sempre bassi, probabilmente a causa dell'assenza di ossigeno all'interno delle confezioni.

**In conclusione,** l'applicazione della tecnologia MAP a questa tipologia di *multipack* ha funzionato molto bene, eliminando completamente l'ossigeno dalle confezioni, e non sono state quindi osservate differenze con i prodotti confezionati con gli assorbitori di ossigeno.

### **Messa a punto della tecnologia di preparazione di una "crema-caviale" di uova di muggine**

Il caviale è un prodotto ottenuto e attraverso il trattamento e salatura delle uova di diverse specie di storione. Il suo utilizzo tipico (visto l'alto costo) è quello della preparazione delle tartine e comunque sempre crudo. In Sardegna, così come nell'intera nazione, non essendo allevato né pescato lo storione, il prodotto viene ottenuto da uova importate. In Sardegna però vengono prodotte o acquistate altre uova, di altre specie (muggine o tonno) il cui utilizzo principale è la produzione di bottarga.

Obiettivo della prova era quello di utilizzare le uova di muggine per produrre una "crema-caviale", unica nel suo genere, da utilizzarsi soprattutto come condimento per i primi piatti. Il prodotto ottenuto, infatti, non vuole essere un succedaneo del caviale. La dicitura "crema-caviale" indica infatti che il procedimento utilizzato è quello che sta alla base della preparazione del caviale

### **Attività sperimentali**

A tale scopo venticinque chilogrammi di uova di muggine congelate sono state scongelate a 5°C e preparate per essere trasformate, seguendo un protocollo che deriva da quello impiegato per la preparazione delle uova di lompo. Le uova sono state rimosse dalla sacca, sono stati eliminati i materiali estranei (frammenti di sacca etc.) quindi lavate in acqua salata (2% di NaCl). Uno strato di circa 2 cm di prodotto è stato disposto in un setaccio di acciaio inox, con pori del diametro di 0,25 mm, e lasciato asciugare per 18 ore a 3°C. La salatura è stata effettuata mescolando accuratamente sale da cucina (14% sul peso delle uova) e sorbato di potassio (2 grammi per kg di uova). Il prodotto è stato quindi posto a 3°C dentro un fusto di plastica (figura 19)



**Figura 19** – Uova di muggine in salamoia

Dopo 24 ore è stata aggiunta salamoia (14%w/v). Poiché le uova tendevano a salire sulla superficie della salamoia, sono state tenute immerse con una rete a maglie sottili (figura 20).



**Figura 20** – Uova di muggine con spingi-frutto

Il prodotto è stato lasciato a maturare a bassa temperatura (3°C). Periodicamente sono state effettuate le analisi per determinare la concentrazione di NaCl all'interno delle uova. Sono state inoltre effettuate analisi microbiologiche, analisi di pH e attività dell'acqua ( $a_w$ ).

A fine maturazione il prodotto è stato lavato con una soluzione al 3% di NaCl e filtrato per eliminare il liquido in eccesso. Sono state quindi effettuate delle prove di pastorizzazione, aggiungendo le uova con aromi diversi, allo scopo di migliorarne le caratteristiche sensoriali.

Il prodotto in vasetti di vetro (figura 21) è stato pastorizzato secondo i seguenti parametri: F=30 minuti, T=71°C, Z=10.



**Figura 21** – "Crema - caviale" in vasetti di vetro

Sui prodotti sono state effettuate misure di pH ed è stato effettuato un test di preferenza per individuare la formulazione più gradita.

### **Risultati e conclusioni**

I tempi di maturazione delle uova sotto salamoia sono risultati molto lunghi, circa 3 mesi, ciò era dovuto alla scarsa presa in sale del prodotto. Le analisi microbiologiche hanno messo in evidenza la scarsa presenza di microrganismi sia prima della salatura che durante la maturazione, infatti i valori della conta microbica totale erano intorno a  $10^2$  colonie per grammo di prodotto. L'aggiunta di acido citrico ha provocato una riduzione consistente del pH (da 7,2 a 4,8) a garanzia di alta conservabilità in condizioni di refrigerazione. Dalle prove di assaggio è emerso che la formulazione preferita è stata quella contenente olio, peperoncino e acido citrico. Il prodotto così ottenuto può costituire la base di un condimento per tartine o per pasta.

### **Messa a punto di preparati alimentari a base di carne di pecora**

I piatti pronti trovano la loro collocazione ideale nelle grandi catene distributive dove i clienti possono acquistare e gustare, dopo una cottura di pochi minuti, piatti talvolta anche elaborati. Sul mercato esistono già piatti della tradizione gastronomica italiana, come lasagne, spezzatini di carne, pesce.

L'obiettivo della presente sperimentazione era la messa a punto di preparazioni alimentari a base di carne di pecora (tipiche della tradizione sarda) da utilizzarsi nei canali HO.RE.CA. per alcune tipologie di popolazioni che non possono, per loro credo religioso, assumere alcuni tipi di carne come ad esempio gli ebrei e gli islamici. Tali "piatti pronti" a differenza dei prodotti presenti in commercio devono avere una lunga *shelf life*.

Obiettivo del lavoro è stato pertanto quello di mettere a punto delle preparazioni alimentari, e verificare la bontà del prodotto una volta pastorizzato e/o sterilizzato.

### **Attività sperimentali**

Sono stati preparati i seguenti piatti:

- Primo piatto etnico, ottenuto con pane carasau e sugo di carne di pecora;
- Primo piatto classico, ottenuto con pasta (o riso) e sugo di carne di pecora;
- Secondo piatto, spezzatino di agnello.

Tutti i preparati alimentari sono stati posti dentro dei vassoi in PET espanso cristallizzato, resistenti ad alte temperature, chiusi con un film plastico barrierato resistente alla sterilizzazione (figura 22).



**Figura 22** – Preparato alimentare in vassoi PET

Il secondo piatto è stato testato anche in vasetti di vetro (Figura 23).



**Figura 23** – Spezzatino di carne

Il piatto etnico è stato assemblato direttamente nei vassoi da sterilizzazione, alternando strati di pane carasau con il sugo di carne di pecora. Una volta sigillato con il film plastico trasparente i vassoi sono stati posti in autoclave per la sterilizzazione, impostando sullo strumento i seguenti valori  $T=121^{\circ}\text{C}$ ,  $Z=10$ . La temperatura del prodotto è stata misurata tramite una sonda posta all'interno dei vassoi. Durante la prova il prodotto ha raggiunto un valore di sterilizzazione pari a  $F=4,5$  minuti. Il prodotto all'analisi sensoriale si presenta molto bene.

Per la preparazione del primo piatto classico sono stati impiegati 3 tipologie di pasta e 1 di riso: gnocchetti freschi preparati a mano, gnocchetti secchi commerciali, fregola del commercio, riso (Figura 24).



**Figura 24** – Primi piatti in PET

La pasta è stata precotta immergendola in acqua bollente per 3 minuti. La pasta è stata posta nei vassoi autoclavabili e miscelata con il sugo e l'acqua, la quantità è stata calcolata in base al peso della pasta. La stessa sperimentazione è stata condotta utilizzando la pasta senza precottura. Il riso non è stato scottato ma è stato messo nei vassoi crudo. I vassoi sono stati chiusi con un film plastico autoclavabile. Il prodotto in autoclave ha raggiunto un valore di sterilizzazione  $F = 1,0$ . La pasta è stata lasciata raffreddare prima dell'analisi sensoriale. Il risultato dell'assaggio ha indicato che il riso era scotto; gli gnocchetti non precotti, sia quelli del commercio che quelli freschi, erano incollati tra di loro; gli gnocchetti precotti non erano incollati tra di loro e quelli fatti a mano erano più accettabili; la fregola, sia quella precotta che non, era collosa e poco accettabile.

Poiché i risultati migliori sono stati ottenuti con la pasta fresca, fatta a mano, è stata ripetuta una prova di sterilizzazione modificando la preparazione del piatto. Gli gnocchetti sono stati precotti per 3 minuti sia in acqua bollente, che in acqua nella quale era stato versato il 10% di olio. La pasta è stata quindi sistemata nei vassoi nei quali era stato versato precedentemente il sugo e l'acqua, senza mischiare i prodotti. Dopo la sterilizzazione la pasta è stata lasciata raffreddare, quindi, una volta aperti i vassoi, è stata mescolata con il sugo. La pasta precotta con acqua e olio è risultata superiore all'altra in quanto era lucida, non incollata, morbida al palato, di buona consistenza.

Lo spezzatino di carne è stato preparato in pentola e cotto parzialmente, 1 ora di cottura circa, prima di metterlo nei vassoi per la sterilizzazione. Le patate sono state scottate in acqua bollente e aggiunte alla carne direttamente nei vassoi (Figura 25).



**Figura 25** – Spezzatino in vassoi PET

Il prodotto è stato messo anche all'interno di vasetti di vetro. Sia nei vassoi che nei barattoli sono state posizionate delle sonde per misurare la temperatura del prodotto durante il processo di sterilizzazione. La penetrazione del calore nei barattoli è stata più veloce che nei vassoi, infatti hanno raggiunto un valore di sterilizzazione  $F = 1,8$ , mentre nei vassoi il valore raggiunto è stato pari a  $0,8$ . La carne a contatto con il vetro dei barattoli si è parzialmente scomposta, all'interno dei barattoli però i pezzi di carne erano interi.

### Risultati e conclusioni

La Tabella riassume quanto ottenuto con i tre piatti "ready-to-eat":

	<b>Piatto</b>	<b>Shelf life</b>	<b>Gradimento</b>
<b>Primo piatto etnico</b>	<b>Pane carasau</b>	<b>6 mesi</b>	<b>buono</b>
<b>Primo piatto classico</b>	Riso	6 mesi	scarso
	Gnocchetti precotti	6 mesi	scarso
	<b>Gnocchetti non precotti</b>	<b>6 mesi</b>	<b>buono</b>
	Fregola	6 mesi	scarso
<b>Secondo piatto</b>	<b>Spezzatino con patate</b>	<b>6 mesi</b>	<b>buono</b>

Parco Scientifico e Tecnologico della Sardegna

**PortoConte  
Ricerche**



## **I risultati principali dell'Azione Cluster Paste fresche nella tradizione alimentare sarda**

## INTRODUZIONE - LE PASTE ALIMENTARI

Il settore delle paste alimentari in Italia si conferma al vertice della produzione mondiale mantenendo la propria posizione di leadership grazie ad una struttura produttiva articolata in pastifici industriali e artigianali. La produzione della pasta è regolata dal D.P.R. 187 del 09/02/2001 che fissa anche alcune caratteristiche per le paste fresche.

In particolare, per quanto riguarda la loro vendita, la norma recita:

- "...le paste alimentari fresche, poste in vendita allo stato sfuso, devono essere conservate, dalla produzione alla vendita, a temperature non superiori a  $+4^{\circ}\text{C}$ ; durante il trasporto dal luogo di produzione al punto vendita devono essere contenute in imballaggi non destinati al consumatore finale, che assicurino un'adeguata protezione dagli agenti esterni e che rechino la dicitura *paste fresche da vendersi sfuse*". Su questi prodotti vi è l'obbligo di indicare, al momento della vendita, una data di scadenza fissata dal produttore o dal commerciante.
- Le paste alimentari fresche poste in vendita in imballaggi preconfezionati, devono avere i seguenti requisiti:
  - a) avere un tenore di umidità non inferiore al 24%.
  - b) avere un valore di acqua libera ( $a_w$ ) compreso tra 0,92 e 0,97.
  - c) essere state sottoposte al trattamento termico equivalente almeno alla pastorizzazione.
  - d) essere conservate, dalla produzione alla vendita, a temperatura non superiore a  $+4^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ).

Nella produzione di paste fresche è consentito anche l'impiego delle farine di grano tenero, a differenza della pasta secca dove devono essere impiegati unicamente sfarinati di grano duro.

In Sardegna la produzione di pasta fresca ricopre una notevole importanza economica sia per numero di addetti che per volume di affari. Si produce soprattutto pasta fresca ripiena, come ravioli, *culurgiones*, e *seadas*. Queste paste vengono vendute sia sfuse che confezionate, fresche oppure congelate. Le problematiche riscontrate sui prodotti sono principalmente legate al processo produttivo ed al sistema di confezionamento e conservazione dei prodotti. Da queste considerazioni è nata l'esigenza delle aziende sarde di approfondire le conoscenze sui sistemi di produzione e di confezionamento più appropriati ai loro prodotti, allo scopo di incrementarne la durata commerciale o *shelf life*, migliorandone la qualità.

## Aziende partecipanti al progetto

Al presente lavoro hanno aderito 12 aziende, di seguito riportate, che producono paste alimentari fresche farcite come: Ravioli (con ripieno di ricotta, formaggio, carne), *Culurgiones* (con ripieno a base di patate) e *Seadas* (prodotto con ripieno di formaggio).

Impresa	Attività	Sede
Pastificio Santa Margherita	Produzione pasta fresca	Baradili (VS)
Coop Semola e Farina	Produzione pasta fresca	Cagliari
Virmo prodotti tipici e biologici	Produzione pasta fresca	Cagliari
F.Ili Fogarizzu snc	Produzione pasta fresca	Pattada (SS)
Pastificio Polese snc	Produzione pasta fresca	Morgongiori (OR)
Pastificio artigiano Cossu Antonio	Produzione pasta fresca	Iglesias (CI)
Denti & Company Srl	Produzione pasta fresca	Nuoro
Contini Srl	Produzione pasta fresca	S. Giusta (OR)
Risos de trigu di Madeddu Laura	Produzione pasta fresca	Pozzomaggiore (SS)
Artinpasta di Carta Silvio & c snc	Produzione pasta fresca	Nuoro
Sa Thimusa di Costeri Donato	Produzione pasta fresca	Gavoi (NU)
Laboratorio Artigiano pasta fresca & pasticceria di Marci Richard	Produzione pasta fresca	Cardedu (OG)

Le aziende aderenti al progetto, sono state classificate, sulla base del processo produttivo, in 3 gruppi distinti:

1. Aziende con processo produttivo industriale, linee di produzione continue con fasi del processo interamente automatizzate.
2. Aziende con processo produttivo semi-industriale, linee di produzione discontinue, fasi manuali rilevanti (importante l'apporto degli addetti).
3. Aziende con processo produttivo artigianale, dotate di alcuni macchinari, prive di apparecchiature per il trattamento termico ed il confezionamento.

### Problematiche evidenziate

Le problematiche evidenziate dalle imprese variano in funzione della dimensione e del prodotto aziendale. In particolare:

- ✓ Imprese industriali: queste aziende hanno problemi legati all'ottimizzazione del processo di pastorizzazione e problemi in fase di confezionamento per lo sviluppo di muffe sulla superficie del prodotto.
- ✓ Imprese semi-industriale: hanno problemi di *shelf life* dovute principalmente alla configurazione dei locali di produzione.
- ✓ Imprese artigianali: producono e commercializzano prodotti freschi, non pastorizzati, sfusi o confezionati in atmosfera ordinaria con una durata commerciale di alcuni giorni.

**Obiettivo del progetto** "Paste fresche: valorizzazione della tradizione alimentare sarda" è stato quello di mettere a punto sistemi di produzione e di conservazione adatti alle realtà produttive oggetto di indagine, allo scopo di migliorare la *shelf life* delle paste fresche prodotte in Sardegna.

### Piano di lavoro

Per poter raggiungere tale obiettivo si è reso necessario effettuare, nelle tre tipologie di imprese, il monitoraggio del ciclo produttivo allo scopo di evidenziare le problematiche che limitano il tempo di commercializzazione dei prodotti oggetto di studio.

Nel caso delle imprese industriali sono state monitorate e ottimizzate le temperature e i tempi di pastorizzazione, verificate le temperature e i tempi di abbattimento, verificato le temperature e l'umidità relativa dei locali di confezionamento.

Nelle imprese semi-industriali sono state monitorate e ottimizzate le temperature e i tempi di pastorizzazione, verificate le temperature e i tempi di abbattimento.

Nelle imprese artigianali non sono state effettuate prove di monitoraggio per mancanza di impianti.

Alla luce dei risultati ottenuti nella fase precedente sono state effettuate direttamente in impresa e, in funzione della dimensione aziendale, prove di pastorizzazione, prove di produzione con e senza l'aggiunta di additivi e prove di confezionamento.

I prodotti ottenuti in azienda (ravioli, *seadas* e *culurgiones*) sono stati trasportati presso i laboratori di Porto Conte Ricerche dove sono state eseguite le seguenti analisi:

- ✓ microbiologiche
- ✓ miscele dei gas ( prodotti confezionati in Atmosfera protettiva)
- ✓ Umidità relativa
- ✓ Attività dell'acqua (Aw)

allo scopo di verificare che gli alimenti così ottenuti avessero caratteristiche conformi alle normative vigenti.

In particolare si è provveduto a ricercare quei microrganismi che costituiscono importanti indici di igiene di processo (microrganismi a 30°C, Coliformi totali ed *Escherichia coli*, Stafilococchi coagulasi-positivi) come previsto da Circolare ministeriale n. 32 del 03/08/1985 e di sicurezza alimentare (Salmonella e Listeria), come previsto dal Regolamento (CE) n. 1441/2007, nonché microrganismi normalmente diffusi negli ambienti di lavoro e nelle matrici alimentari oggetto di studio (Lieviti e Muffe, Lattobacilli) che possono pregiudicare la distribuzione ed il commercio dei prodotti, anche nei casi in cui si ricorre al confezionamento in atmosfera protettiva, in quanto causano rigonfiamento delle confezioni, sapori e odori sgradevoli.

Secondo la Circolare ministeriale n°32 del 03/08/1985 i prodotti oggetto di analisi possono essere inquadrati come "paste farcite artigianali fresche", confezionate e non; la circolare fissa i seguenti limiti per le caratteristiche microbiologiche:

- Conta Batterica Totale  $m=10^5$  e  $M=10^6$  UFC/g
- *Staphylococcus aureus*  $m=10^3$  e  $M=10^4$  UFC/g
- *Clostridium perfringens*  $m=10^2$  e  $M=10^3$  UFC/g
- Salmonella deve essere assente in 25g
- m è la soglia limite al di sotto della quale tutti i risultati sono considerati soddisfacenti
- M è la soglia limite di accettabilità al di sopra della quale i risultati non vengono più considerati soddisfacenti.

Tutti i prodotti aziendali, al momento della produzione, erano conformi, alle succitate normative.

#### Studio dei processi di pastorizzazione

La pastorizzazione è un trattamento termico che ha lo scopo di ridurre a valori minimi la carica microbica del prodotto. Più tecnicamente, bersaglio di questo trattamento sono tutte le forme microbiche vegetative, compresa la maggior parte dei patogeni. I parametri operativi devono essere scelti in base ad alcuni criteri:

- la carica microbica iniziale del prodotto
- la tipologia dei microrganismi che si desidera distruggere
- la carica microbica finale desiderata

La pastorizzazione deve essere effettuata in modo tale che al cuore del prodotto si raggiunga una temperatura di circa 80°C per 2-3 minuti, tale da ridurre la carica microbica e garantire le caratteristiche igienico-sanitarie del prodotto e pertanto una adeguata *shelf life*.

E' importante sottolineare che trattamenti termici prolungati influenzano negativamente alcune caratteristiche qualitative degli alimenti come: diminuzione del quantitativo di vitamine, variazione del colore, lucidità, etc. Per questo motivo è fondamentale trovare il giusto equilibrio tra qualità sensoriali e qualità igienico-sanitarie. A questo scopo è molto utile un valore di riferimento, denominato valore di pastorizzazione (PV), per ottenere un'ottima efficienza di processo. Il PV viene definito come il numero di minuti necessari ad effettuare un processo di pastorizzazione ad una temperatura di riferimento di 70°C. I valori ottimali di PV sono:

- 50 per prodotti di elevata qualità organolettica;
- tra 50 e 150 per prodotti di buona qualità;
- superiori a 150 per prodotti di media qualità.

Le aziende aderenti al progetto sono per la maggior parte dotate di pastorizzatore, alcune sono provviste di piccoli impianti, che in alcuni casi non viene utilizzato, con camera di pastorizzazione molto corta, altre posseggono pastorizzatori industriali. Le temperature ed i tempi del trattamento termico sono stati monitorati mediante sonde (tracer) al cuore del prodotto durante il processo.

## Sintesi dei risultati e conclusioni

### Monitoraggio dei processi di pastorizzazione

Nella maggior parte dei casi, il monitoraggio dei processi di pastorizzazione ha consentito di stabilire che il trattamento era troppo blando e non poteva garantire un prodotto salubre. Sono state così effettuate delle modifiche, sui tempi di percorrenza del prodotto in camera calda e sulle temperature operative fino al raggiungimento delle condizioni ottimali. In figura 26 si osserva la curva della temperatura reale del prodotto (a), misurata con la sonda, e la curva del valore di pastorizzazione (b) a 70°C. Si nota come nella prova 1 la pastorizzazione fosse inefficace (PV=23), mentre a seguito delle modifiche il PV ha raggiunto il valore ottimale di 75.

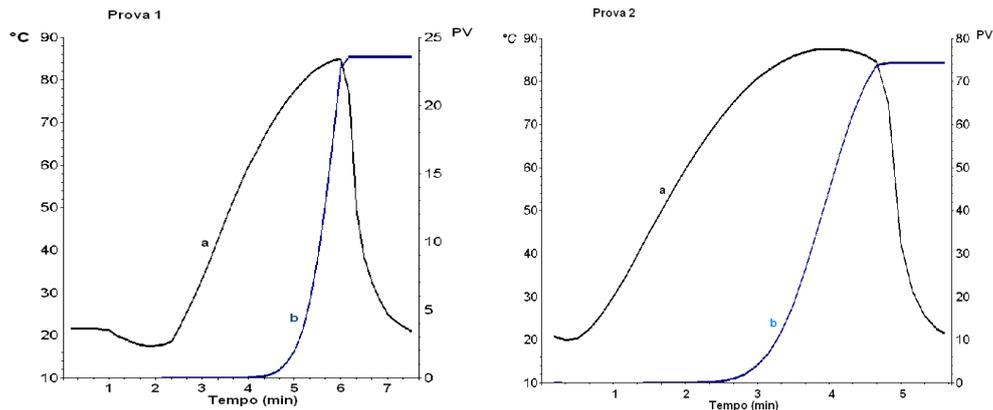


Figura 26 - Curve di temperatura pastorizzazione

In alcuni casi le modifiche apportate alle impostazioni degli impianti non sono state sufficienti a garantire un trattamento termico adeguato, a causa della scarsa lunghezza del nastro trasportatore, in questi casi più adatto al trattamento di pasta non ripiena (gnocchetti) piuttosto che di ravioli o seadas.

Gli effetti delle correzioni apportate sono stati seguiti mediante campionamento dei prodotti provenienti dal ciclo di pastorizzazione, sia modificato che non, prelevando i campioni all'uscita del pastorizzatore. I risultati delle analisi microbiologiche mostrano una riduzione significativa delle cariche microbiche dopo le modifiche di processo.

Allo scopo di verificare le differenze tra un prodotto pastorizzato ed uno non pastorizzato, con l'obiettivo di ottimizzare il processo termico, sono stati prelevati anche dei campioni prima e dopo la pastorizzazione, per valutare se la carica microbica finale fosse quella desiderata. Dalle analisi effettuate si nota un'importante riduzione dei valori in tutte le classi analizzate. Da rimarcare che i valori espressi dal prodotto non pastorizzato sono prossimi ai limiti di legge, tanto da pregiudicarne la durata dello stesso.

I controlli effettuati in azienda hanno anche evidenziato alcuni inconvenienti pratici: in alcuni casi il pastorizzatore è posizionato nell'unico locale di produzione, il vapore prodotto satura l'ambiente di lavorazione creando problemi di tipo microbiologico (formazione di muffe sulle pareti) e provocando un aumento della temperatura interna abbastanza fastidioso per gli operatori. In una situazione ideale il pastorizzatore dovrebbe essere posizionato in un ambiente separato dalla zona di lavorazione e da quella di confezionamento.

## Studio delle tecnologie di confezionamento

Il confezionamento è una fase importante del processo produttivo, il suo scopo è quello di preservare e proteggere il prodotto. La scelta del materiale e della tipologia di confezionamento avviene in funzione delle caratteristiche chimico-fisiche e microbiologiche del prodotto e della *shelf life* desiderata.

Sono state quindi allestite delle prove sperimentali per verificare l'influenza delle diverse modalità di confezionamento sulla shelf life del prodotto. La scelta delle tecnologie di confezionamento è stata effettuata sulla base del carattere di innovazione e dell'applicabilità in azienda delle soluzioni adottate. Di seguito si riportano i risultati relativi ad una prova di confezionamento effettuate impiegando tre diverse tecnologie:

1. confezionamento in atmosfera ordinaria, in vaschette avvolte con pellicola trasparente ad uso alimentare.
2. Confezionamento in atmosfera protettiva (MAP), all'interno di vaschette e film termosaldati con caratteristiche di barriera ai gas. Con questa tipologia di confezionamento l'aria presente nella vaschetta viene rimossa e sostituita con una miscela di gas predeterminata. La scelta dei gas avviene in funzione delle caratteristiche del prodotto. La miscela così introdotta interagisce con il prodotto preservandolo.
3. Confezionamento in MAP con assorbitori di ossigeno (AssO<sub>2</sub>) riposti all'interno delle vaschette chiuse con film termosaldato con caratteristiche di barriera ai gas. Questa tipologia di confezionamento è detta di *active packaging*. Sulla parte interna della confezione viene fatto aderire un sacchetto adesivo, che contiene delle sostanze che legano l'ossigeno residuo presente nella confezione. Al suo interno si crea un ambiente anaerobio dove i microrganismi aerobi come muffe ed alcuni patogeni non si possono sviluppare.

I prodotti sono stati pastorizzati ed in seguito confezionati, le analisi sono state svolte a tempi prestabiliti per valutare le cariche microbiche e quindi definire la metodica più appropriata. I risultati mostrano che nelle prove MAP (30 CO<sub>2</sub>: 70 N<sub>2</sub>) e MAP+ AssO<sub>2</sub> (30 CO<sub>2</sub>: 70 N<sub>2</sub>), si è avuto un contenimento delle cariche microbiche. I prodotti potevano essere commercializzati oltre i 40 giorni. Le modifiche apportate all'atmosfera delle confezioni ha inibito soprattutto i microrganismi che risentono delle alte concentrazioni di anidride carbonica (coliformi e stafilococchi) e dell'assenza di ossigeno (muffe). Le tesi confezionate in atmosfera ordinaria invece hanno una durata che si aggira intorno ai 7 giorni.

## Interventi mediante impiego di additivi

"Gli additivi alimentari sono sostanze che abitualmente non sono consumate come alimenti, ma sono intenzionalmente aggiunte ad alimenti per uno scopo tecnico ... per esempio per la loro conservazione ..." Regolamento (CE) n.1333/2008.

L'impiego degli additivi alimentari è normato dalla legislazione, che ne definisce il dosaggio e la possibilità di impiego. Nel caso delle paste fresche si fa riferimento al D.M. 209/96 e successive modificazioni, che stabiliscono, come additivi da impiegare per questa tipologia di prodotti, l'acido sorbico e i sorbati (E200, E202, E203) in quantità non superiori ad "1g/Kg di farciture di ravioli e prodotti simili".

Alcune aziende hanno manifestato l'esigenza di utilizzare conservanti per controllare lo sviluppo microbico e quindi allungare la *shelf life* dei propri prodotti. Nella sperimentazione effettuata sono stati impiegati due tipologie di additivi:

1. il sorbato di potassio (E202) in concentrazioni di 1g/Kg di farcitura
2. il chitosano in concentrazioni di 1g/Kg di farcitura.

Il chitosano è un polisaccaride di origine naturale derivato dalla chitina, uno dei componenti principali dell'esoscheletro dei crostacei, dai quali si ricava. Il chitosano è attualmente impiegato come coadiuvante nelle diete, finalizzate alla perdita di peso, ma molti studi hanno messo in luce le sue eccellenti e mirate proprietà anti-microbiche. Con il recente Regolamento (CE) n.1333/2008, entrato in vigore a sperimentazione iniziata, non sarà possibile impiegare il chitosano come additivo alimentare, perché non

compreso nella "lista positiva" degli allegati al Regolamento. A questo scopo sarà necessario inoltrare alla Commissione Europea la richiesta di inserimento.

Sono stati preparate tre tipologie di prodotti pastorizzati e confezionati in atmosfera ordinaria:

1. senza additivi (controllo)
2. con l'aggiunta di sorbato di potassio (E202)
3. con l'aggiunta di chitosano

L'impiego degli additivi ha incrementato la salubrità dei prodotti, infatti le cariche microbiche dei prodotti additivati sono inferiori a quelle del controllo. Tra i due additivi si osserva una migliore efficienza da parte del chitosano che riesce a contenere meglio le contaminazioni da lieviti e da batteri lattici eterofermentanti, che durante la conservazione producono gas e danno lo sgradevole effetto del rigonfiamento della confezioni.

Parco Scientifico e Tecnologico della Sardegna

**PortoConte  
Ricerche**



**I risultati principali dell’Azione Cluster  
Sfarinati di grano duro:  
valorizzazione della materia prima per prodotti tipici**

## INTRODUZIONE

Sebbene la maggior parte della produzione mondiale di grano duro (*Triticum durum* Desf.) sia destinata alla produzione di pasta secca, gli sfarinati di grano duro sono stati usati da tempo immemore per la produzione di pane, in particolare nei paesi che si affacciano sul Mediterraneo. In Sardegna troviamo numerose tipologie di prodotto tra cui pani a mollica: *Civraxiu*, *Moddizzosu* e *Coccoi* prodotti soprattutto nelle zone meridionali e orientali dell' isola. Sono molto comuni in Sardegna anche i *flat breads*, cioè pani dalla forma piatta. Il più famoso è indubbiamente il pane *Carasau*, prodotto oramai in tutta la Sardegna, è originario delle regioni montuose interne. Il pane *Pistoccu* è sempre un pane a foglio singolo e si differenzia dal pane *Carasau* perché ha uno spessore maggiore e per l'aggiunta patate all'impasto. Esso è originario della regione dell'Ogliastra. Il pane *Spianata*, formato da due sfoglie morbide con uno spessore di circa 5 millimetri, viene prodotto in tutta la Sardegna anche se la sua origine è indicata nella città di Ozieri, dove viene chiamato *pane fino* o *Spianata* di Ozieri.

Gli sfarinati di grano duro utilizzati nella produzione dei pani tradizionali vengono prodotti dai numerosi mulini che si trovano in Sardegna, circa 30, di dimensioni medio-piccole, se paragonati ai mulini che si trovano in altre regioni italiane. Uno sfarinato di grano duro è composto da diverse frazioni, proteine, amido, fibre, sali minerali, le cui caratteristiche variano a seconda della varietà di grano, della sua provenienza e del processo di macinazione. Tutte queste frazioni sono in grado di condizionare il processo di lavorazione e la qualità del prodotto.

## OBIETTIVI DEL PROGETTO

La Porto Conte Ricerche ha voluto promuovere un progetto cluster a favore delle imprese operanti nel settore degli sfarinati di grano duro, con l'obiettivo di fornire ai mugnai le conoscenze e gli strumenti che consentano loro di diversificare la produzione e adattarla alle richieste dei produttori di pasta e pane, valorizzare adeguatamente gli sfarinati di grano duro prodotti in Sardegna, valorizzare, attraverso un aumento della qualità, i prodotti ottenuti con l'impiego di questi sfarinati.

## AZIENDE PARTECIPANTI

Al progetto hanno aderito le seguenti aziende:

Azienda	Località
Molino Galleu Snc	Ozieri (SS)
Molino Piras Puddu Marianna	Barisardo (OG)
Molino Fratelli Patteri di Patteri Maria Vincenza & C.	Dorgali (NU)
Molino Sulis Bruno	Samugheo (OR)
Molino Fratelli Brundu Snc	Macomer (NU)
Molino Carbini	Tempio Pausania (SS)
Molino La Pietra e il Grano di Anedda Angelo	Nurri (CA)
Molino Masala Salvatore	Narbolia (OR)
Consorzio Sardo Cereali	Sanluri (VS)

## ATTIVITÀ SVOLTE E RISULTATI OTTENUTI

### Fase 1: individuare le principali problematiche del comparto molitorio della Sardegna

Dall'indagine è emerso che nelle ultime annate agrarie i grani sardi presentavano una scarsa qualità in termini di proteine e di colore, dovuta soprattutto all'avverso andamento termo-pluviometrico. Per questo motivo alcuni mugnai che normalmente acquistano grano prodotto in Sardegna hanno acquistato oltre mare e in alcuni casi anche oltre oceano. Nessuno dei mulini aderenti al progetto può contare su un laboratorio di analisi interno, né tantomeno sull'ausilio di personale tecnico qualificato. Durante le visite aziendali è emersa una lacuna legislativa nella definizione dei prodotti della molitura. Gli unici riferimenti legislativi del settore sono la **Legge ordinaria del parlamento n°580 del 04/07/1967 "Disciplina per la lavorazione e commercio dei cereali, degli sfarinati, del pane e delle paste alimentari"** e la sua ultima modifica, il **D.P.R. 187 del 9 Febbraio 2001**.

I mulini hanno dichiarato di produrre principalmente uno sfarinato definito "semolato tutto corpo", infatti non estraggono la semola e "spingono" la macinazione ottenendo un prodotto contenente semola rimacinata. Questo prodotto non viene contemplato tra quelli definiti dalla normativa, che definisce il semolato come "il prodotto ottenuto ... dopo estrazione della semola".

Tra le aziende aderenti al progetto 5 possiedono impianti di concezione moderna, con macchinari distribuiti su diversi livelli; 2 aziende sono provviste di macine a pietra, e lavorano con un processo di bassa macinazione o macinazione intensiva; infine, un'azienda possiede un piccolo mulino in legno, che effettua un processo di macinazione simile a quello dei mulini moderni ma semplificato, con l'impianto posizionato su un unico livello.

Tutti i mulini vendono gli sfarinati ai produttori di pane Carasau, pane Spianata e pani a mollica.

Dall'analisi aziendale è emerso che gli sfarinati prodotti in Sardegna non vengono generalmente caratterizzati per le loro proprietà fisico-chimiche e reologiche, e pertanto non vengono differenziati sulla base del processo tecnologico di trasformazione cui lo sfarinato deve andare incontro. I panificatori stessi, non conoscendo le caratteristiche fisico-chimiche e reologiche che deve possedere uno sfarinato adatto alla produzione di un determinato pane, e pertanto non chiedono ai mugnai sfarinati aventi determinate caratteristiche analitiche, ma le richieste vengono fatte in base alle sensazioni ottenute in fase di lavorazione, dopo aver "provato" lo sfarinato.

Attraverso le visite aziendali è stato individuato il tipo di sfarinato prodotto in ogni azienda, quello maggiormente venduto e il mercato di riferimento. Sono stati quindi prelevati i campioni di sfarinato più rappresentativi da sottoporre ad analisi di laboratorio e test di panificazione.

### Fase 2: caratterizzazione analitica degli sfarinati prodotti dalle aziende

In tabella 1 si riportano i campioni di sfarinato provenienti dalle aziende aderenti al progetto, mentre in tabella 2 le metodiche analitiche utilizzate ed i loro riferimenti.

Tab. 1 Sfarinati prelevati in azienda e sottoposti ad analisi.			
Tipo di sfarinato	Località	Tipo di mulino	Cod.
Semola	Barisardo	industriale	14
Semolato	Barisardo	industriale	12
Semola Integrale	Barisardo	industriale	13
Semola	Dorgali	legno	10
Semolato	Dorgali	legno	11
Semola	Macomer	industriale	21
Semolato	Macomer	industriale	22
Farina	Macomer	industriale	23

Semola	Narbolia	industriale	8
Semolato	Narbolia	industriale	9
Semola	Nurri	pietra	15
Semolato	Nurri	pietra	16
Semola Integrale	Nurri	pietra	17
Semola Cappelli	Nurri	pietra	18
Semolato Cappelli	Nurri	pietra	19
Semola	Ozieri	industriale	20
Semolato	Ozieri	industriale	1
Semola (grano di Samugheo)	Samugheo	pietra	5
Semola (grano di San Vero Milis)	Samugheo	pietra	6
Semola Cappelli	Samugheo	pietra	4
Semolato	Samugheo	pietra	7
Semola	Tempio	industriale	2
Semolato	Tempio	industriale	3

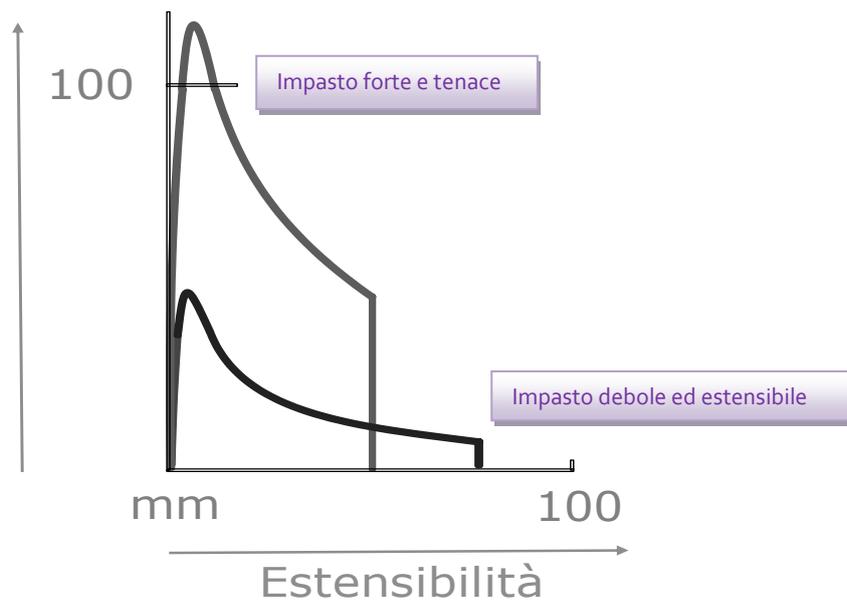
Tab. 2 Elenco delle metodiche analitiche utilizzate.	
Parametro	Riferimento
Umidità (%)	AACC 44-15A
Ceneri (% ss)	AACC 08-12
Proteine totali (% ss)	AACC 46-12; AACC 46-19
Indice di Glutine (%)	AACC 38-12
Glutine secco (% ss)	AACC 38-12
Amido danneggiato (%)	AACC 76-33
P, L, W alveografici	ICC 121 (2001)
Assorbimento d'acqua	AACC 54-50
Colore	Spettrofotometro Minolta Mod. CM-700d
Granulometria	AACC 66-20

**Assorbimento d'acqua (Hydha).** È stato calcolato con l'uso del Consistografo (Chopin). Lo strumento registra la pressione esercitata dall'impasto su un apposito sensore. Tutti gli impasti vengono quindi portati alla stessa consistenza modificando la quantità d'acqua. Al termine della prova si ottiene il valore di idratazione ottimale, il tempo necessario a raggiungere la consistenza ottimale e la resistenza all'impastamento.

**AI (%).** È una misura dell'amido danneggiato espressa come percentuale di iodio assorbita dallo sfarinato immerso in soluzione acida. L'assorbimento dello iodio aumenta con l'aumentare dell'amido danneggiato.

**Proteine totali.** Oltre al glutine nello sfarinato ci sono anche altre proteine (albumine, globuline, enzimi, etc). Il contenuto totale di proteine è dato dal valore **N % s.s.** per il coefficiente di conversione **5,7**.

P, L, P/L, e W. Sono i dati analitici forniti dall'Alveografo (Chopin). P indica la tenacità dell'impasto, L l'estensibilità, W la forza o l'energia necessaria a lavorare l'impasto.



**Fig. 1** - Nella figura sono riportate due diverse curve alveografiche, la prima derivante dall'analisi di un impasto con glutine forte e tenace, la seconda debole ed estensibile.

Nella tabella 3 vengono riportati i dati analitici relativi a indice di glutine, glutine totale, azoto proteico, indici alveografici (W, P/L) e granulometria media degli sfarinati. Osservando i valori granulometrici si nota subito che i mulini a pietra producono uno sfarinato più grossolano e la semola ha una dimensione dei granuli maggiore rispetto a quella dei semolati. Gli sfarinati prodotti nei mulini industriali hanno un contenuto di azoto mediamente superiore rispetto a quelli dei mulini a pietra, questo è dovuto, in prima istanza, al maggior grado di estrazione dei mulini industriali che separano bene le frazioni proteiche molto vicine ai tegumenti cruscali del seme. Non è da sottovalutare però il fatto che i mulini a pietra hanno lavorato grani sardi, che avevano bassi livelli proteici a causa dell'annata non favorevole. La quantità di glutine secco è naturalmente correlata a quella delle proteine totali. Mediamente anche i valori di W e di P/L sono maggiori nei mulini industriali rispetto a quelli a pietra. Valori più bassi di W sono da preferire nella lavorazione manuale degli impasti, poiché è necessario applicare una minor forza.

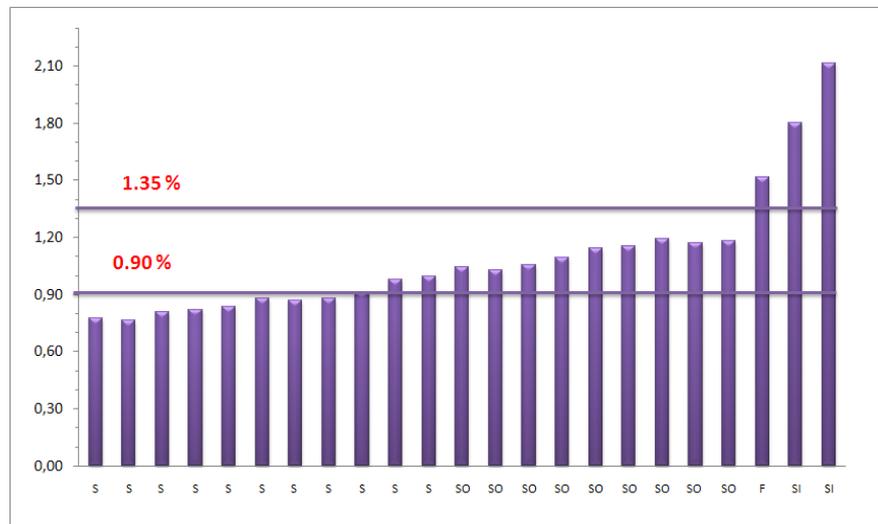
Tab. 3 - Indici analitici degli sfarinati S: semola; SO: semolato; SI: semola integrale; F: farina								
Sfarinato	Cod.	Mulino	GI (%)	Glu secco %	W (J x 10 <sup>4</sup> )	P/L	N (%s.s.)	Granulom. media (m)
S	14	industriale	90	8,4	193	1,38	11,9	304
S	21	industriale	75	10,0	146	0,66	12,4	304
S	8	industriale	67	10,5	219	2,61	12,9	323
S	20	industriale	97	6,9	150	1,38	11,1	383
S	2	industriale	92	8,1	196	1,69	11,5	340
SO	12	industriale	64	9,8	163	1,40	12,3	230
SO	22	industriale	54	10,7	183	1,11	13,2	176
SO	9	industriale	83	10,0	217	2,54	13,5	197
SO	1	industriale	89	8,0	181	3,68	11,5	151
SO	3	industriale	90	7,2	144	1,69	11,5	173
F	23	industriale	68	9,7	220	2,39	13,4	120
SI	13	industriale	92	8,9	171	5,74	13,4	264
S	10	legno	85	9,3	188	2,16	12,3	326
SO	11	legno	86	9,6	214	2,58	12,5	250
S	15	pietra	91	8,1	175	1,25	11,5	273
S	5	pietra	94	5,9	78	1,27	10,1	405
S	6	pietra	94	6,2	69	0,62	10,1	396
SO	16	pietra	87	7,5	98	1,11	11,4	253
SO	7	pietra	93	7,4	71	0,74	11,1	252
SI	17	pietra	88	7,0	108	7,76	12,7	305
S Capp	18	pietra	45	8,9	79	0,74	11,4	274
S Capp	4	pietra	4	7,9	61	0,63	11,1	391
SO Capp	19	pietra	50	8,6	85	1,16	12,0	245

Alcuni campioni di sfarinato si distinguono in quanto ottenuti dalla varietà di frumento denominata "Senatore Cappelli", una vecchia varietà costituita durante il Ventennio attraverso selezione genealogica a partire da varietà Nord africane. Tutti gli altri sfarinati derivano da miscele di nuove varietà di frumento, sia di provenienza locale che non. Osservando la tabella 3 si nota che l'indice di glutine del grano Cappelli è molto basso, arrivando a toccare il minimo di 4. Anche W è mediamente inferiore alla media di tutti gli altri campioni (75, n=3 vs. 167, n=18; escluse le due semole integrali, caratterizzate da una elevatissima rigidità). Il rapporto P/L è in media pari a 0,92 (n=3) per Cappelli, inferiore rispetto alla media complessiva di tutti gli altri campioni, pari a 1,60 (n=18).

In figura 2 sono stati riportati i valori del contenuto in ceneri, riferito alla sostanza secca. I valori indicati in rosso indicano il massimo contenuto in ceneri per la semola il semolato, in base al D.P.R. 187 del 9 febbraio 2001.

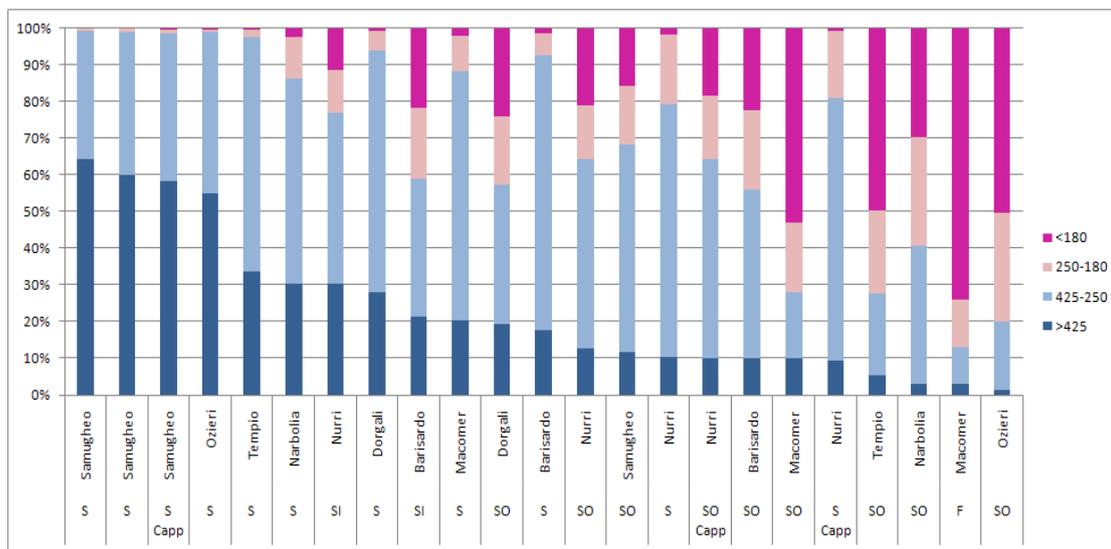
Le semole devono posizionarsi al di sotto di 0,90, mentre tra 0,90 e 1,35% si devono posizionare i semolati; al di sopra di 1,35 si trovano gli sfarinati integrali. Si può notare come i semolati analizzati mantengano un tenore in ceneri inferiore al limite di tolleranza. Le semole, invece, hanno un contenuto in ceneri che in pochi casi supera il limite previsto, mentre le semole integrali hanno un contenuto in ceneri molto alto.

Dalla prova di setacciatura emerso come la percentuale delle diverse frazioni granulometriche, schematizzata in figura 3, estremamente differente i diversi campioni, che quindi hanno proprietà diverse per quanto riguarda la percentuale di amido danneggiato e la capacità di assorbire acqua.



**Fig. 2** - Contenuto in ceneri nei diversi sfarinati. S: semola; SO: semolato; SI: semola integrale; F: farina

La frazione inferiore a 180 micron risulta molto piccola in tutte le semole e non superiore al 25% come indicato dal DPR 187/2001.



**Fig. 3** - Percentuale delle diverse frazioni granulometriche in micron. S: semola; SO: semolato; SI: semola integrale; F: farina

Plottando su un grafico (Fig. 4) i dati relativi all'assorbimento dell'acqua e all'amido danneggiato si nota che nelle semole all'aumentare dell'uno aumenta anche l'altro ( $r=0,75^*$ ,  $n=10$ ), mentre ciò non si verifica per i semolati. Quindi aumentando il tasso di estrazione e la rimacina del grano, non si ha un aumento dell'assorbimento d'acqua, dovuto all'aumento di amido danneggiato. Il valore di assorbimento d'acqua (Hydha) è significativo e fortemente correlato con la quantità di azoto proteico (N) dello sfarinato ( $r=0,80^{**}$ ,  $n=21$ ) (Fig. 5) e con le caratteristiche di tenacità (P) ( $r=0,57^{**}$ ,  $n=21$ ) e di forza (W) delle proteine ( $r=0,66^{**}$ ,  $n=21$ ).

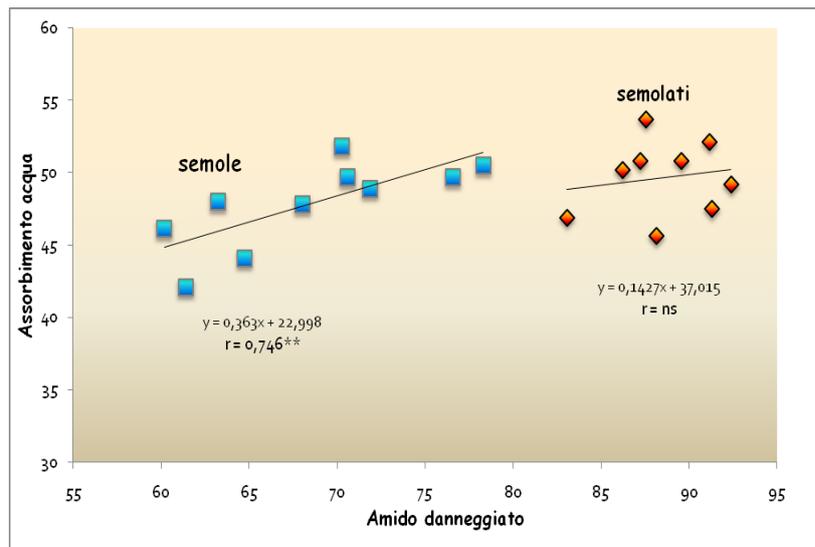


Fig. 4 - Amido danneggiato vs. Assorbimento acqua

Tradotto in **termini pratici**, questo significa che per migliorare la capacità di assorbimento d'acqua non è necessario spingere la macinazione (per ottenere frazioni più sottili e danneggiando l'amido) ma bisogna tenere in considerazione il contenuto in proteine dello sfarinato e le caratteristiche reologiche (tenacità e forza) di queste.

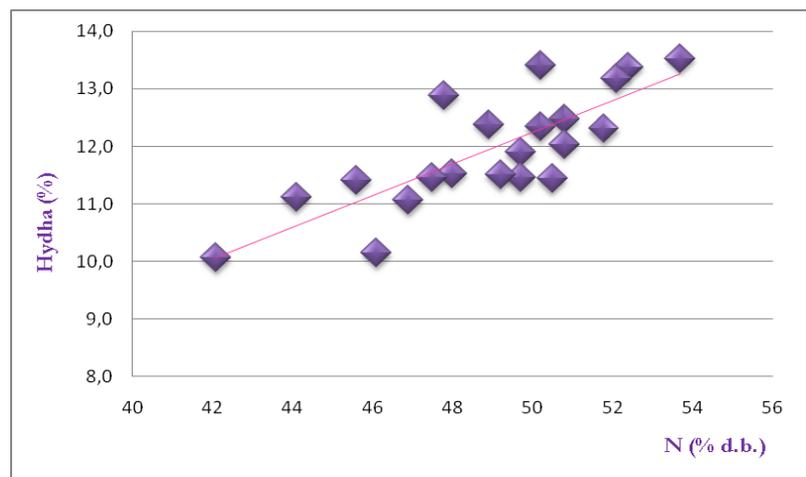


Fig. 5 - Azoto proteico (%s.s.) vs. Hydha (%)

L'analisi dei 23 campioni ha consentito di individuare 4 semole e 4 semolati, aventi caratteristiche differenti, da utilizzare nella produzione di pane *carasau* e pane *moddizzosu*. Poiché i mulini non potevano garantire caratteristiche dello sfarinato identiche a quelle viste, sui nuovi campioni sono state ripetute tutte le analisi. I risultati sono stati riportati in tabella 4.

**Tab. 4 - Risultati delle analisi effettuate sugli sfarinati utilizzati in panificazione. S: semola; SO: semolato; SCapp: semola da grano Capelli;**

Sfarinato	Luogo	Cod.	Ceneri (% ss)	Hydha %	L*	b*	AI (%)	GI (%)	Glu secco %	P	L	W (Jx10 <sup>4</sup> )	P/L	N (% d.b.)
S	Barisardo	E	0.90	49.7	86	32	73	75	9.8	65	72	143	0.90	12.1
S	Narbolia	F	0.85	49.3	87	31	74	87	9.1	100	45	177	2.22	11.5
S	Samugheo	H	0.84	46.9	84	27	64	83	8.3	56	47	97	1.19	11.3
S Capp	Nurri	G	0.80	50.9	86	25	80	20	9.2	52	61	84	0.85	10.9
SO	Macomer	A	1.18	51.4	89	22	94	66	10	85	72	187	1.18	12.5
SO	Tempio	D	1.30	47.3	88	20	92	79	8.5	89	46	148	1.93	11.8
SO	Narbolia	B	1.08	50.7	89	21	93	81	8.8	116	41	185	2.83	11.3
SO	Ozieri	C	1.27	48.5	89	21	95	86	7.1	103	38	152	2.71	10.9

**Fase 3: prove di panificazione (pane *moddizzosu* e *carasau*) con l'utilizzo di sfarinati con caratteristiche differenti e note, allo scopo di individuare i requisiti più adatti per le due tipologie di prodotto.**

#### **Sperimentazione sul pane *Carasau***

Considerata la difficoltà del processo di produzione del pane *carasau*, le prove sono state effettuate in collaborazione con Davide Ferrel, del panificio SardaPan di Lanusei. Sono state effettuate 8 prove di panificazione, in ogni prova sono stati utilizzati 12 kg di sfarinato, 1,4% di lievito di birra compresso (Lesaffre Italia Spa, S. Quirico – Treccasali, Parma), 1,6% di sale da cucina. Al primo impasto è stata aggiunta acqua finché il panificatore non ha ritenuto ottimale la consistenza dell'impasto stesso che con opportuni calcoli è stato stabilito essere inferiore del 10% del valore Hydha, precedentemente calcolato con il consistografo. Tutti gli altri sfarinati hanno quindi ricevuto una quantità d'acqua pari al loro valore di Hydha meno il 10%, in modo da portare tutti gli impasti alla stessa consistenza, sulla base della capacità di assorbimento. La consistenza degli impasti è sempre stata giudicata buona dal panificatore. Le prove sono state effettuate in un ambiente a temperatura controllata (25°C). Anche l'acqua e lo sfarinato sono stati precedentemente portati a temperature intorno ai 22°C. Tutti gli ingredienti sono stati impastati per 30 minuti con una impastatrice a forcella. Quasi tutta l'acqua, nella quale era stato disciolto il sale, è stata miscelata nei primi dieci minuti di impasto, quindi veniva miscelato il lievito disciolto nella restante acqua (circa 500 ml). L'impasto è stato pesato e posto in cella a 28°C e umidità relativa del 72%, all'interno di un contenitore in plastica chiuso non ermeticamente. Dopo 1 ora si è proceduto alla formatura su apposita sfogliatrice, per ottenere sfoglie circolari, con diametro di 20 cm e spessore di circa 1,5 mm. Le sfoglie sono state poste nuovamente in cella di lievitazione, coperte con teli di lino o cotone. Dopo 1 ora e 30 minuti si è proceduto alla prima cottura, in un forno a tunnel alla temperatura di 520°C.

Le sfoglie del cosiddetto "*pane lentu*" sono state separate manualmente, con l'ausilio di forbici o coltelli, quindi sono state nuovamente cotte in forno, ad una temperatura inferiore e pari a 480°C.

L'umidità è stata misurata sugli impasti, il pane lentu e il pane carasau, ponendo i campioni in stufa a 105 °C per una notte.

Sugli impasti, il pane lentu e il pane Carasau sono state effettuate le analisi di struttura. Sugli impasti sono state misurate adesività e durezza. Sul pane lentu è stato eseguito un test di valutazione della elasticità. Sul pane Carasau sono state valutate la durezza e la fratturabilità.

Con il colorimetro è stato misurato il colore del pane cercando di quantificare l'intensità del giallo, evitando le aree imbrunite dalla cottura.

Un panel di otto assaggiatori è stato addestrato in modo da valutare l'intensità dei descrittori di qualità scelti per la valutazione del pane. Il pane è stato valutato per le caratteristiche di taglio, durezza, croccantezza, odore.

### **Sperimentazione sul pane *Moddizzosu***

Sono state condotte 8 prove di panificazione e per ogni prova sono stati impiegati 6 kg di sfarinato, 1,4% di lievito di birra compresso (Lesaffre Italia Spa, S. Quirico – Trecasali, Parma), 1,8% di sale da cucina. Il quantitativo d'acqua è stato calcolato, per il primo impasto, idratando i 6 kg di sfarinato fino a raggiungere una consistenza ritenuta ottimale. Con opportuni calcoli è stato stabilito che il quantitativo d'acqua somministrato era superiore al valore *Hydha* dell' 1,53%. Gli altri sfarinati hanno ricevuto una quantità d'acqua pari al loro valore di *Hydha* più l'1,53%. Gli ingredienti sono stati impastati per 30' con una impastatrice a forcella. Le prove sono state effettuate in un ambiente a temperatura controllata (25°C), anche l'acqua e lo sfarinato sono stati precedentemente portati a temperature intorno ai 22°C. Quasi tutta l'acqua, nella quale era stato disciolto il sale, veniva miscelata nei primi dieci minuti di impasto, quindi veniva miscelato il lievito disciolto nella restante acqua (circa 500 ml). L'impasto formato è stato posto in cella di lievitazione, a 28°C e umidità relativa del 72%, all'interno di un contenitore in plastica chiuso non ermeticamente. Dopo 30 minuti si è proceduto alla formatura, utilizzando un'apposita *spezza-arrotondatrice*, in grado di creare panetti di circa 200 g. I panetti sono stati pesati e posti nuovamente in cella di lievitazione per 1 ora e 30 minuti, dopo di che si è proceduto alla cottura. Il forno è stato settato a 220°C ed il pane è stato cotto per 25 minuti.

Sugli impasti sono state effettuate le analisi di struttura, relative alla durezza e alla adesività.

L'umidità del prodotto è stata determinata in stufa a 105°C, sia sulla crosta che sulla mollica.

Dopo cottura il pane è stato posto in cella a 24°C, coperto con teli di cotone.

La struttura è stata determinata attraverso un'analisi TPA (*texture profile analysis*) su un cubo di mollica di 2 x 2 cm di lato, prelevato nella zona centrale di una fetta, a sua volta tagliata nella parte centrale della pagnotta. Le analisi di TPA e umidità sono state effettuate a 1 giorno, 2 gg, 5 gg e 7 gg di distanza dalla data di panificazione per monitorare l'invecchiamento e valutare se le caratteristiche della materia prima influenzano il raffermimento del pane.

Sono stati inoltre calcolati il peso ed il volume del pane, quindi è stato calcolato il peso specifico. Il volume del pane è stato misurato utilizzando i semi di senape, piccolissimi e rotondi. Il quantitativo di semi in eccesso dopo introduzione della pagnotta in un contenitore a volume noto colmo di semini, rappresenta il volume del pane.

Alcune fette di pane, prelevate dalla zona centrale della pagnotta, sono state fotografate per poter eseguire un'analisi di immagine, volta allo studio dell'alveolatura del pane.

### **Risultati delle analisi effettuate sugli impasti, sul pane lentu e sul pane carasau**

Riguardo alle analisi effettuate sugli impasti utilizzati nella produzione di pane Carasau, i dati indicano che, eccetto il campione A, gli impasti con semolato sono meno adesivi rispetto a quelli ottenuti con le semole, mentre la durezza ha un andamento contrario all'adesività, infatti i due parametri sono correlati negativamente ( $r = -0,929$ ,  $P \leq 0,01$ ,  $n = 8$ ), all'aumentare dell'uno diminuisce l'altro. Bisogna evidenziare che con l'aumentare del contenuto in glutine totale degli sfarinati si ha un aumento dell'adesività ( $r = 0,746$ ,  $P \leq 0,05$ ,  $n=8$ ) ed una diminuzione della durezza ( $r = 0,767$ ,  $P \leq 0,05$ ,  $n=8$ ). Gli impasti con un

contenuto in glutine più alto sono anche quelli che hanno un contenuto d'acqua maggiore ( $r = 0,864$ ,  $P \leq 0,01$ ,  $n=7$ ).

In tabella 5 è stato riportato il peso delle sfoglie di impasto, dopo la fase di formatura. Dall'analisi si evidenzia come le sfoglie più leggere sono quelle che hanno il valore di Indice di Glutine (GI) e di P/L inferiore, viceversa le sfoglie più pesanti hanno un Indice di Glutine ed un P/L più alto.

**Tab. 5 Peso delle sfoglie di impasto dopo formatura**

Campioni	Peso delle sfoglie (g)
A	67c
B	76a
C	71b
D	74ab
E	66c
F	74ab
G	65c
H	74ab

Dalle sperimentazioni effettuate si desume che il glutine, la sua quantità e la sua qualità, influenzano la lavorabilità dell'impasto conferendo allo stesso maggiore resistenza.

Le sfoglie più leggere sono anche quelle che in fase di prima cottura hanno perso una maggiore quantità d'acqua, che probabilmente non viene trattenuta dalla maglia glutinica. Le sfoglie di pane lentu che contengono più acqua sono quelle che hanno una maggiore estensibilità ( $r = 0,897$ ,  $P \leq 0.01$ ,  $n = 8$ ).

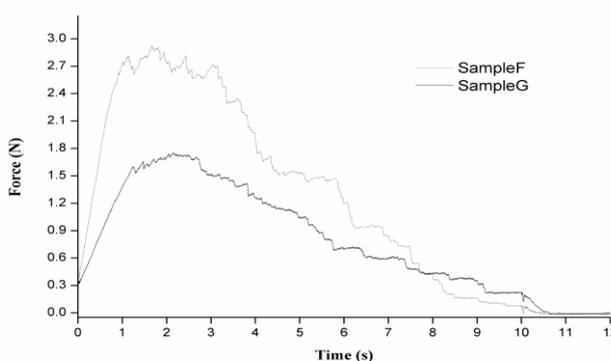
Le sfoglie più leggere, derivanti da uno sfarinato con un basso GI e P/L, in fase di prima cottura presentavano bruciature distribuite nella sfoglia del pane lentu, come evidenziato in figura 6.

Analizzando l'umidità del pane carasau, dopo la sua cottura, si nota che esiste una correlazione positiva con il contenuto in glutine totale, quindi un impasto con più glutine darà un pane con più umidità.

In figura 7 si riportano i risultati dell'analisi di struttura condotta sul campione F e G di pane carasau. Il campione G, rappresentato dalla curva di altezza inferiore, è stato prodotto con una semola derivante da grano Cappelli. Ogni curva è una media di circa 40 ripetizioni eseguite su ogni campione sottoposto ad analisi. Il numero



**Fig. 6 - Pane lentu ottenuto da sfarinati con bassi valori di GI e P/L**



**Fig. 7 - Curve di fratturabilità del pane carasau.**

dei picchi e la lunghezza della curva son stati considerati come indice di fratturabilità del pane. I campioni con il valore di fratturabilità maggiore e quello minore sono stati identificati tra quelli prodotti con la semola. I pani prodotti con semolati sono più uniformi, tra i dati infatti c'è una minore variabilità. L'area sottesa dalla curva in figura 7 e l'altezza del picco più elevato sono un indice della durezza del pane. I campioni più duri sono anche quelli più fratturabili. I risultati delle analisi sensoriali, eseguite da un panel di assaggiatori addestrato, indicano che i campioni preferiti sono anche quelli che hanno una maggiore fratturabilità.

In tabella 6 sono state riportate le correlazioni tra i dati strutturali, i dati ottenuti con l'analisi sensoriale ed alcuni dati relativi alle caratteristiche degli sfarinati. Si può notare che i parametri dell'analisi di struttura sono correlati positivamente con quelli dell'analisi sensoriale, soprattutto il taglio al primo morso e la durezza alla masticazione, mentre non c'è correlazione con la croccantezza. È probabile che, poiché il croccante è un fenomeno che coinvolge anche l'udito, non possa essere messo in relazione con il croccante registrato dal dinamometro, che invece non comprende l'analisi del suono. Da notare la correlazione positiva dei dati strutturali e sensoriali con il peso delle forme e, soprattutto con l'indice di glutine, cioè all'aumentare dell'indice di glutine aumentano la durezza e la croccantezza.

Dall'analisi complessiva dei dati, ottenuti dalla sperimentazione con 4 semole e 4 semolati, risulta che il **pane Carasau maggiormente apprezzato dagli assaggiatori** è risultato quello ottenuto dal semolato che presentava sia i maggiori valori di GI (86) che di P/L (2.71). Risulta inoltre che il contenuto di glutine totale non sia determinante.

**Tab. 6 Coefficienti di correlazione tra le proprietà del pane e quelle degli sfarinati.**

	Analisi Strutturali			Analisi sensoriali				Peso forme impasto	P/L	GI (%)	Glutine totale
	Numero picchi	Picco più alto	Area	Primo morso	Croccante	Durezza	Qualità generale				
Numero picchi	1										
Picco più alto	0,913	1									
Area	0,916	0,990	1								
Primo morso	0,803	0,739	0,721	1							
Croccante					1						
Durezza		0,801	0,755	0,804	0,888	1					
Qualità generale					0,848	0,874	1				
Peso forme impasto	0,848	0,811	0,818	0,901		0,832		1			
P/L		0,709	0,712					0,750	1		
GI (%)	0,831	0,927	0,884	0,748	0,731	0,868		0,712		1	
Glutine totale											1

#### Risultati delle analisi effettuate sugli impasti e sul pane Moddizzosu

La tecnologia di produzione del Moddizzosu prevede un impasto molto più morbido rispetto a quelli preparati per il pane Carasau. I risultati delle analisi di struttura (adesività e durezza) eseguite sugli impasti hanno evidenziato notevoli differenze rispetto agli impasti del carasau, infatti gli impasti preparati con semolato sono risultati più adesivi e più duri rispetto a quelli prodotti con le semole, come si evince dalla tabella 7. Nel Carasau invece si aveva una correlazione inversa tra la durezza e l'adesività.

Se si analizzano i dati riguardanti il volume del pane (Tab. 8) si osserva che i pani che hanno sviluppato maggiormente e hanno una minore densità, sono stati prodotti con le semole.

In tabella 9 sono stati riportati i risultati dell'analisi di struttura eseguita sul pane moddizzosu. I dati sono medie di rilievi effettuati a distanza di 1 giorno dalla panificazione. I pani prodotti con il semolato possono essere considerati più duri rispetto a quelli prodotti con la semola.

**Tab. 7 Caratteristiche strutturali degli impasti per il moddizzosu**

	Adesività (g)	Durezza (N)
	***	**
<b>Semolati</b>	181	4.6
<b>Semole</b>	163	3.5
<b>C.V. (%)</b>	9.4	16.5

**Complessivamente il pane prodotto con il semolato C è risultato il più duro.**

**Il pane prodotto con le semole E ed F è risultato più morbido.**

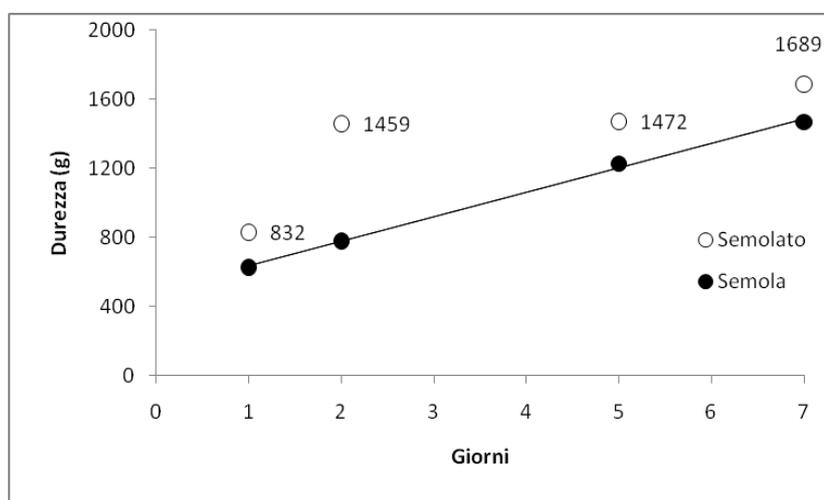
**Tab. 8 Volume e densità del pane Moddizzosu**

	Volume (ml)		Densità (g ml <sup>-1</sup> )	
<b>A</b>	506	b	0,36	d
<b>B</b>	448	bc	0,39	c
<b>C</b>	382	c	0,45	a
<b>D</b>	402	c	0,42	b
<b>E</b>	600	a	0,33	e
<b>F</b>	600	a	0,33	e
<b>G</b>	432	bc	0,42	b
<b>H</b>	413	c	0,44	ab

**Tab. 9 Struttura del pane dopo 24 ore**

	Durezza (g)
<b>A</b>	510 cd
<b>B</b>	629 bc
<b>C</b>	1327 a
<b>D</b>	863 b
<b>E</b>	505 cd
<b>F</b>	328 d
<b>G</b>	831 b
<b>H</b>	847 b

La figura 8 mette in evidenza l'aumento della durezza della mollica, i.e. rafforzamento del pane nel tempo per i pani ottenuti da semolato e per quelli ottenuti da semole. Nelle semole si è avuto un incremento lineare, mentre nei semolati si ha un brusco aumento al secondo giorno, quindi il valore resta costante fino al settimo giorno quando si raggiunge il massimo del valore di durezza.



**Fig. 8 - Evoluzione della durezza della mollica nel tempo**

## CONCLUSIONI

Il lavoro effettuato ha consentito di definire le caratteristiche degli sfarinati prodotti dalle aziende molitorie che hanno collaborato al progetto. Dall'analisi è emersa l'estrema variabilità dei prodotti per quanto riguarda le caratteristiche chimiche, reologiche e granulometriche. Avere degli sfarinati differenti nelle loro caratteristiche significa poter diversificarne la destinazione finale, che è in qualche modo l'obiettivo del progetto.

Riguardo alle diverse tipologie di impianto, mulini industriali e mulini a pietra, sembrerebbe che il prodotto dei mulini a pietra sia più adatto alla lavorazione manuale o artigianale. Ciò a motivo del fatto che i mulini a pietra producono semole e semolati che hanno valori di W e P/L più bassi e pertanto facilmente lavorabili manualmente. Per avere conferma di ciò sarebbe però necessario effettuare un lavoro specifico, avente come obiettivo quello di evidenziare le differenze tra i due impianti partendo dalla stessa varietà di grano.

Il lavoro svolto ha messo in evidenza che per la preparazione di pane carasau sono utili una elevata tenacità, indicata da alti valori di P/L ed un buon indice di glutine. In questo studio, è dimostrato che la quantità di proteine totali non svolge un ruolo significativo nel garantire croccantezza e durezza del pane, contrariamente a quanto è noto nella produzione di pasta secca, dove il contenuto in proteine totali è il parametro fondamentale nel garantire la tenuta alla cottura.

Per quanto riguarda il pane moddizzosu, la sperimentazione svolta ha mostrato come la semola sia più adatta a garantire la produzione di un pane voluminoso e soffice, nonché più serbevole, rispetto al semolato.

Il dato ottenuto deve necessariamente essere riferito alla specifica tecnologia di panificazione impiegata, infatti in tutte le prove effettuate e per tutti gli sfarinati sono stati mantenuti fissi i parametri di processo (tempi di impasto e riposo, temperature, spessori di laminazione, etc). Riteniamo che modificando opportunamente i parametri di lavorazione si possa ottenere un buon risultato anche con sfarinati che hanno mostrato risultati negativi. Sebbene l'obiettivo di questo lavoro fosse studiare le caratteristiche della materia prima, è atteso che il risultato finale del processo dipenda sempre sia dalle caratteristiche della materia prima che dalla tecnologia utilizzata. Una apposita indagine sperimentale potrebbe chiarire l'effetto della tecnologia nel migliorare il comportamento di sfarinati che si sono dimostrati poco adatti alla produzione di un certo tipo di pane tipico.