SARDIGNA CHIRCAS
SARDEGNA RICERCHE

Agris
Agentzia pro sa chirca in agricultura
Agenzia regionale per la ricerca in agricoltura

La diversificazione di prodotto nell'ambito del Pecorino Romano DOP

Relazione aggiuntiva attività WP9

Periodo 1 aprile 2021 – 31 agosto 2022

Il Responsabile scientifico del Progetto
Dott.ssa Margherita Addis

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Sommario

PREMESSA **3**

STATO DELL'ARTE E OBBIETTIVI **3**
WP5 - (Integrazione) Valutazione degli effetti della durata della stagionatura sulle caratteristiche fisico-chimiche, reologiche e sensoriali del formaggio Pecorino Romano DOP 3
WP9 - Dimostrazione della salubrità e della sicurezza igienica del formaggio Pecorino Romano DOP 5

PIANO SPERIMENTALE **6**

DETERMINAZIONI ANALITICHE **7**

RISULTATI **8**
WP5 - (Integrazione) Valutazione degli effetti della durata della stagionatura sulle caratteristiche fisico-chimiche, reologiche e sensoriali del formaggio Pecorino Romano DOP 8
Caratteristiche fisico-chimiche e nutrizionali – Evoluzione con la stagionatura e con il periodo di produzione del formaggio 8
Proteolisi e lipolisi - Evoluzione con la stagionatura e con il periodo di produzione del formaggio 18
Elaborazione finale dei dati e stesura di una tabella nutrizionale univoca del Pecorino Romano DOP. 19
Aggiornamento dei modelli di predizione dei principali parametri macro-compositivi attraverso l'utilizzo di strumentazione aspecifica online (Aurora NIR) 22
Campionamento e acquisizione spettri 22
Umidità 22
Grasso 23
Proteine 24
NaCl 25
Caratterizzazione Sensoriale del formaggio Pecorino Romano DOP a 18 mesi di stagionatura 28
Conclusioni 30
WP9 - Dimostrazione della salubrità e della sicurezza igienica del formaggio Pecorino Romano DOP 31
Descrizione delle attività effettuate 31
Materiali e metodi 31
Risultati e Discussione 34
Conclusioni 37

BIBLIOGRAFIA **38**

TABELLE E FIGURE **41**

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

PREMESSA

L'Agenzia Agris Sardegna è stata titolare, in qualità di soggetto attuatore in collaborazione con Sardegna Ricerche, del progetto Cluster "*La diversificazione di prodotto nell'ambito del Pecorino Romano DOP*", finanziato dal programma POR FESR – *Azione 1.1.4 Sostegno alle attività collaborative di R&S per lo sviluppo di nuove tecnologie sostenibili, di nuovi prodotti e servizi*. Il progetto, approvato con Det. N° 1 del 3/05/2016 di Sardegna Ricerche, ha avuto come obiettivo lo studio di molteplici aspetti tecnologici che, oltre a incrementare le conoscenze sul formaggio Pecorino Romano DOP, hanno contribuito a creare i presupposti per una diversificazione del prodotto. I risultati del progetto sono disponibili sul sito di Sardegna Ricerche: (https://www.sardegnaricerche.it/index.php?xsl=370&s=311751&v=2&c=15068&nc=1&sc=&qr=1&qp=2&fa=1&o=1&t=3).

Su proposta del Consorzio per la Tutela del Formaggio Pecorino Romano e di Agris, si è convenuto sulla necessità di procedere ad una integrazione del progetto Cluster, tramite un ampliamento delle attività del WP5 (*WP5 - Studio delle modalità di confezionamento sottovuoto (proprietà dei materiali e tempi di stagionatura) e valutazione degli effetti sulle caratteristiche, fisico-chimiche, reologiche e sensoriali del formaggio*) e l'attivazione di un nuovo *work package* (*WP9 - Dimostrazione della salubrità e della sicurezza igienica del formaggio Pecorino Romano DOP*), attraverso il coinvolgimento delle stesse aziende casearie partecipanti al Cluster del progetto.

La proposta di integrazione del progetto è stata approvata da Sardegna Ricerche con Det. N° 1348 del 31/07/2018. L'obiettivo è stato quello di studiare il processo di stagionatura del formaggio Pecorino Romano per un periodo di 18 mesi, creando, sia le conoscenze per stabilire se effettivamente l'allungamento del periodo di stagionatura può contribuire al miglioramento delle caratteristiche fisico-chimiche, reologiche e sensoriali del formaggio, che le condizioni necessarie per immettere sul mercato un prodotto di qualità superiore. Tale aspetto è stato studiato su una quantità di campioni statisticamente rilevante, non prevista nella formulazione del precedente WP5. Un ulteriore aspetto ha riguardato lo studio della eventuale presenza dei principali batteri patogeni (Listeria, Escherichia, Salmonella, Stafilococchi etc.) sui formaggi che abbiano raggiunto almeno i 5 mesi di stagionatura (WP9). La salubrità dei prodotti rappresenta un prerequisito fondamentale, ma in alcuni mercati internazionali ed in particolare quello USA (mercato di riferimento per il Pecorino Romano DOP), la salubrità stessa dei prodotti viene messa in discussione dalle autorità sanitarie, soprattutto per i prodotti caseari ottenuti con latte crudo o con latte termizzato (caso del Pecorino Romano DOP). Le stesse autorità chiedono infatti evidenze scientifiche che attestino la totale salubrità del prodotto. In tal senso si giustifica l'attivazione di un nuovo WP (WP9) che ha avuto come obiettivo principale quello di dimostrare la totale salubrità del formaggio Pecorino Romano DOP.

STATO DELL'ARTE E OBBIETTIVI

WP5 - (Integrazione) Valutazione degli effetti della durata della stagionatura sulle caratteristiche fisico-chimiche, reologiche e sensoriali del formaggio Pecorino Romano DOP

Durante la stagionatura avvengono nel formaggio numerose modificazioni frutto dei processi di maturazione glicolitica, proteolitica e lipolitica che riguardano i principali macro-componenti (lattosio, proteine e grassi). Il risultato di questi complessi meccanismi, che coinvolgono un gran numero di reazioni biochimiche mediate da

enzimi specifici, è lo sviluppo di quegli attributi caratterizzanti aspetto, struttura, sapore, odore, e aroma e qualità nutrizionali del formaggio.

Il formaggio è un prodotto biochimicamente dinamico, soggetto a diversi cambiamenti durante l'intero periodo di stagionatura. E' possibile individuare due gruppi di fattori che sottintendono al processo di maturazione del formaggio. Il primo di questi riguarda l'insieme dei processi biochimici, che si sviluppano a partire dalla formazione del coagulo fino alla fase finale della stagionatura, regolati dalla presenza sia di enzimi nativi del latte, sia di enzimi esogeni aggiunti con il caglio e prodotti dai microrganismi della microflora nativa, starter e secondaria. Il secondo gruppo di fattori raccoglie tutti gli accorgimenti tecnologici che, intervenendo sulle condizioni ambientali di stagionatura, quali temperatura e umidità dei locali, così come anche sul corretto sviluppo di muffe in superficie (pulizia della crosta, rivoltamento delle forme etc.), influenzano l'andamento dei processi biochimici.

I principali processi biochimici che si sviluppano durante la stagionatura del formaggio sono i seguenti:

• metabolismo di lattosio, lattato e citrato residui nella cagliata;

• idrolisi dei trigliceridi con liberazione degli acidi grassi (lipolisi) e reazioni cataboliche associate;

• degradazione della matrice di caseina con formazione di peptidi e amminoacidi (proteolisi) e successive reazioni coinvolte nel catabolismo degli amminoacidi.

Nel caso del formaggio Pecorino Romano DOP, il disciplinare di produzione non pone particolari vincoli sulla conduzione della stagionatura, a parte la durata minima che si protrae per un minimo di 5 mesi per il formaggio da tavola e di 8 mesi per quello da grattugia. La stagionatura, di norma, viene condotta confezionando il formaggio sottovuoto utilizzando sacchi termoretraibili multistrato ad alta barriera. E' consuetudine, non disciplinata, che il confezionamento avvenga nel momento in cui il formaggio raggiunge un valore dell'umidità sul residuo magro tal quale [umidità/(100-grasso)] compreso nel range: 47÷49 %.

Solitamente il Pecorino Romano DOP viene immesso sul mercato al raggiungimento del tempo minimo di stagionatura (5 mesi), tuttavia un prolungamento del periodo di stagionatura consentirebbe lo svolgersi di altri processi biochimici capaci di generare lo sviluppo di aromi e caratteristiche sensoriali peculiari. In un'ottica di diversificazione del prodotto, risulta quindi di estremo interesse considerare l'opportunità di estendere il periodo di stagionatura fino a un massimo di 18 mesi. In funzione di questo obiettivo, il progetto si propone di sviluppare diverse attività sperimentali che porteranno ai seguenti risultati attesi:

- Acquisizione di dati e di informazioni sull'evoluzione dei processi di lipolisi e proteolisi che avvengono durante la stagionatura del Pecorino Romano (fino a 18 mesi) e sulla relazione degli stessi con la struttura, il sapore, l'odore e l'aroma e la qualità nutrizionale del prodotto.
- Disponibilità di informazioni necessarie a definire una tipologia "*Extra*" di Pecorino Romano DOP, con particolare riguardo al tempo di stagionatura.
- Ottenimento di un prodotto con caratteristiche sensoriali peculiari, non riscontrabili nella produzione attuale e sfruttamento di tali caratteristiche allo scopo di individuare nuove nicchie di mercato.
- Aggiornamento della Tabella Nutrizionale (RE 1169 del 2011) e della *New Nutrition Facts Label* del Pecorino Romano DOP.
- Aggiornamento dei modelli di predizione dei principali parametri macro-compositivi attraverso l'utilizzo di strumentazione aspecifica online (*Aurora NIR*).

Le attività sperimentali portate avanti nel work package, in aggiunta a quanto già definito nel WP5 sono le seguenti:

- Stesura del piano di campionamento di formaggio Pecorino Romano DOP con 4 diversi livelli di stagionatura (5, 8, 12 e 18 mesi) da condurre presso tutte le aziende aderenti al progetto.
- Reperimento dei campioni di formaggio Pecorino Romano DOP ad opera del Consorzio per la Tutela del formaggio Pecorino Romano DOP, tramite identificazione dei singoli lotti e stoccaggio, presso ciascuna azienda produttrice, delle forme selezionate per almeno 18 mesi.
- Esecuzione delle analisi fisico-chimiche e sensoriali sui campioni di formaggio Pecorino Romano DOP, selezionati in funzione dell'azienda produttrice, del lotto di produzione, della stagione di produzione e del livello di stagionatura.
- Elaborazione dei dati ottenuti e stesura della relazione finale.

WP9 - Dimostrazione della salubrità e della sicurezza igienica del formaggio Pecorino Romano DOP

I formaggi a pasta dura e lunga stagionatura, quali il Pecorino Romano, sono prodotti tipicamente italiani legati all'agricoltura ed alla tradizione del nostro Paese. Per questi formaggi viene talvolta messa in discussione, a livello internazionale, la sicurezza igienica, in quanto ottenuti da latte crudo o termizzato, rispetto ad analoghi prodotti concorrenti che sono invece ottenuti con latte pastorizzato.

Il consumo di formaggi da latte crudo o termizzato viene ostacolato, in particolare, negli USA (mercato di riferimento per il Pecorino Romano DOP) in quanto le autorità sanitarie intendono adottare tutte le misure preventive necessarie affinché al consumatore vengano forniti, esclusivamente, alimenti di comprovata e garantita sicurezza igienica. L'atteggiamento delle autorità sanitarie statunitensi deriva dal fatto che, in generale, i risultati sulla sopravvivenza dei batteri patogeni nei formaggi a lunga stagionatura sono talvolta contrastanti. In letteratura sono disponibili studi che dimostrato che patogeni quali *E. coli* 0157H7 sopravvivono nel formaggio Cheddar anche oltre i 6 mesi di stagionatura, mentre altri studi pongono dubbi sulla scomparsa di salmonelle e *Listeria monocytogenes* nel formaggio dopo prolungata stagionatura. In relazione a questi risultati sperimentali, negli USA si sono venute a creare due opposte posizioni che prevedono: (1) la pastorizzazione obbligatoria del latte destinato alla caseificazione, con il conseguente bando del latte crudo in tutta la produzione casearia; (2) l'adozione di mezzi alternativi alla pastorizzazione, che possono riguardare sia la materia prima che la tecnologia di trasformazione, onde garantire ai formaggi da latte crudo o termizzato lo stesso livello di sicurezza dei formaggi prodotti da latte pastorizzato. E' dunque indispensabile che, attraverso una rigorosa ricerca sperimentale, si dimostri, inequivocabilmente, che il Pecorino Romano DOP, prodotto secondo le specifiche del proprio standard di produzione, è un formaggio "perfectly safe", ancorché prodotto esclusivamente da latte termizzato.

In tal senso è importante l'attivazione di un nuovo WP (WP9), il cui obiettivo principale sarà quello di dimostrare la totale salubrità del formaggio Pecorino Romano DOP.

Uno studio, condotto da Agris e IZS della Sardegna, su caseificazioni sperimentali effettuate con latte artatamente contaminato da patogeni, ha dimostrato una stretta relazione fra precise caratteristiche chimico-fisiche del formaggio Pecorino Romano DOP, derivanti dalla sua tecnologia di produzione, e il determinarsi di condizioni ambientali non idonee alla sopravvivenza e/o allo sviluppo dei più importanti patogeni. Onde acquisire un quadro più completo e su scala industriale, rappresentativo della realtà produttiva attuale, appare

opportuno indagare sulla sicurezza igienica dei formaggi presenti sul mercato. Pertanto si prevede, su una base campionaria molto consistente che raccoglie la produzione delle aziende più rappresentative aderenti al Consorzio per la Tutela del formaggio Pecorino Romano, di condurre uno studio sulla eventuale presenza dei principali batteri patogeni (Listeria, Escherichia, Salmonella, Stafilococchi, ecc.) sui formaggi che abbiano raggiunto i 5 mesi di stagionatura.

Le attività sperimentali portate avanti nel work package sono le seguenti:

- Stesura del piano di campionamento di formaggio Pecorino Romano DOP con almeno 5 mesi di stagionatura da condurre presso tutte le aziende aderenti al progetto.
- Reperimento dei campioni di formaggio Pecorino Romano DOP ad opera del Consorzio per la Tutela del formaggio Pecorino Romano DOP, tramite identificazione dei singoli lotti e stoccaggio, presso ciascuna azienda produttrice.
- Esecuzione delle analisi fisico-chimiche e microbiologiche sui campioni acquisiti.
- Elaborazione dei dati ottenuti e stesura della relazione finale.

PIANO SPERIMENTALE

Presso le aziende aderenti all'attività progettuale (12 aziende facenti parte del Consorzio per la Tutela del Pecorino Romano, di cui 10 già appartenenti al Cluster di progetto e 2 *ex novo*) ed elencate in Tabella 1, sono state campionate 130 forme di formaggio Pecorino Romano DOP della produzione invernale (relativa al mese di gennaio), primaverile (relativa al mese di aprile) ed estiva (relativa al mese di giugno) dell'annata casearia 2020-2021.

In particolare, presso ciascuna azienda sono state identificate 12 forme, secondo lo schema riportato in Tabella 2. Come si può notare, lo schema ha previsto l'identificazione, per ciascuna azienda, di 1 lotto di produzione per ciascun periodo considerato nella stagione produttiva (gennaio, aprile e giugno). Da ciascun lotto sono state isolate 4 forme, una per ogni epoca di maturazione (5, 8, 12 e 18 mesi di stagionatura). In tal modo, per ciascun caseificio, sono state analizzate 12 forme = 1 (lotto) x 3 (periodi di produzione) x 4 (livelli di stagionatura).

Il prelievo delle forme, presso ciascun caseificio, è stato effettuato a cura del Servizio Ricerca Prodotti di Origine Animale di Agris. Le forme di formaggio venivano trasportate, in condizioni refrigerate, presso il laboratorio del Settore di Chimica di Agris, dove è stato effettuato il campionamento. Da ciascuna forma sono stati prelevati 2 spicchi contrapposti del peso complessivo di circa 4 kg da destinare alle analisi microbiologiche e 2 spicchi contrapposti del peso complessivo di 4 kg da destinare alle analisi chimiche (WP5). I campioni per le analisi microbiologiche sono stati trasportati, in condizioni refrigerate, presso il laboratorio di microbiologia dell'Istituto Zooprofilattico della Sardegna (IZS) dove sono state effettuate le determinazioni analitiche relative alla ricerca dei batteri patogeni (WP9).

I campioni da destinare alle analisi sensoriali sono stati prelevati, 2 spicchi contrapposti del peso complessivo di circa 4 kg, da ciascuna forma a 5, 8, 12 e 18 mesi di stagionatura per i 2 caseifici *ex novo*. Per i campioni di formaggio dei restanti 10 caseifici sono stati prelevati, invece, 2 spicchi contrapposti del peso complessivo di circa 4 kg, esclusivamente, dalle forme a 18 mesi di stagionatura.

Sugli spicchi da destinare alle analisi chimiche, è stato acquisito in 3 punti (come da Figura 1) lo spettro NIR con l'utilizzo dello strumento portatile Aurora NIR. Gli spettri acquisiti sono stati utilizzati per l'elaborazione di modelli di predizione per i parametri di macro-composizione (umidità, grasso, proteine e NaCl).

DETERMINAZIONI ANALITICHE

- *Acquisizione Spettro NIR*. L'acquisizione dello spettro nella regione del vicino infrarosso è stata effettuata, utilizzando lo strumento Aurora NIR, sia sullo scalzo della forma, in presenza del sacco barriera sottovuoto e dopo rimozione dello stesso, sia sulla pasta del formaggio dopo campionamento degli spicchi contrapposti.
- *Acquisizione Spettro NIR*. L'acquisizione dello spettro nella regione del vicino infrarosso è stata effettuata sul formaggio grattugiato, in laboratorio, utilizzando sia lo strumento NIR System 5000 FOSS che NIR Flex 500 BUCHI.
- *pH*, (metodo potenziometrico con pH-metro Crison Basic 20+)
- *Sostanza Secca,* (metodo ISO 5534-IDF 4, 2004)
- *Ceneri*, (metodo FIL-IDF 027:1964)
- *Grasso,* (metodo Soxhlet, Soxhlet 1879)
- *Proteine*, (metodo Kjeldahl, ISO 8968-1/IDF 20-1, 2014)
- *Azoto solubile a pH 4,6, azoto solubile in TCA e azoto solubile in PTA*, (Grippon et al., 1975)
- *NaCl*, (metodo potenziometrico, IDF 88, 2006)
- *Lattosio*, (metodo gascromatogtafico Idda et al., 2018)
- *Profilo acidico*. Gli acidi grassi totali (AGT) sono stati determinati mediante estrazione del grasso secondo il metodo descritto da Jiang et al., (1996), e successiva trans-metilazione basica, secondo il metodo riportato dalla International IDF standard 182 1999. La separazione gascromatografica dei metil-esteri è stata effettuata utilizzando un Gas-Cromatografo Agilent Technologies 8890, provvisto di colonna SP 2560 (100m, 0,25mm id, 0,2 µm di fase fissa non bonded biscyanopropylpolisiloxane).
- *Acidi grassi liberi*. Gli acidi grassi liberi (AGL) sono estratti dal formaggio mediante SPE secondo il metodo descritto da De Jong *et al*., (1990). La separazione gascromatografica è stata effettuata utilizzando un Gas-Cromatografo Agilent Technologies 6890 provvisto di colonna FFAP (50m, 0,32mm id, 0,25 µm di fase fissa).
- *Colesterolo totale e Vitamine liposolubili* (α-tocoferolo (Vitamina E), retinolo (Vitamina A)), sono stati determinati in accordo al metodo descritto da Panfili et al., (1994) e da Manzi et al., (1996).
- *Metalli*, Ca, Mg, Na, K, P, S, B, Zn, Cu, Mn, Fe, Pb, Co, Cd, Cr (metodo ISO 15151:2018/IDF 229:2018).
- *Metabolomica*. Le analisi sono state effettuate, mediante gas-cromatografia (GC/FID e GC/MS) ed analisi statistica multivariata PLSDA e OPLSDA (software SIMCA14), presso l'Università degli studi di Cagliari.
- *Analisi microbiologiche*. Le analisi sui principali batteri patogeni ed enterotossine sono state effettuate presso l'Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Sardegna (Germi patogeni, potenzialmente patogeni e tossine, Germi indicatori di igiene di processo).
- *Analisi sensoriali,* Analisi descrittiva e Consumer test.

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

RISULTATI

WP5 - (Integrazione) Valutazione degli effetti della durata della stagionatura sulle caratteristiche fisico-chimiche, reologiche e sensoriali del formaggio Pecorino Romano DOP

Caratteristiche fisico-chimiche e nutrizionali – Evoluzione con la stagionatura e con il periodo di produzione del formaggio

I risultati ottenuti, relativi ai parametri fisico-chimici e nutrizionali determinati sui campioni di formaggio Pecorino Romano DOP, sono stati elaborati in modo da poter ricavare le informazioni statistiche descrittive riportate nei grafici e nelle tabelle che seguono. In particolare, per ciascun parametro analitico analizzato (pH, umidità, grasso e proteine) sono riportati i valori medi e l'intervallo di variabilità (min – max) nel corso della stagionatura (5, 8, 12 e 18 mesi) e in funzione del periodo di produzione del formaggio (gennaio, aprile e giugno).

In Figura 2 è riportata l'evoluzione del pH, nei campioni di Pecorino Romano DOP in esame, ai diversi intervalli di stagionatura considerati. Dall'analisi del grafico si osserva che il valore di pH tende, lievemente, ad aumentare, anche se in modo non significativo, in funzione del progredire della stagionatura. Significativo è, invece, l'effetto del periodo (Figura 3), che determina valori di pH più bassi nel prodotto estivo (giugno) rispetto al formaggio di gennaio e di aprile ($P<0,01$).

Indipendentemente dal progredire della stagionatura, i campioni di formaggio Pecorino Romano DOP, in esame, sono caratterizzati da un contenuto di umidità costante e mediamente pari al 31 – 32 % (Figura 4). Questo comportamento è una diretta conseguenza della modalità di conservazione e stagionatura del Pecorino Romano DOP. Generalmente, questa tipologia di formaggio osserva un periodo di maturazione, a crosta libera, di 4-5 mesi; successivamente le forme vengono confezionate sottovuoto e mantenute a temperatura controllata (8-12 °C) sino al momento della commercializzazione. Tale procedura ha un duplice obiettivo: proteggere le forme dallo sviluppo della microflora di superficie (muffe in particolare) riducendo, in tal modo, i costi di manutenzione del formaggio, e, allo stesso tempo, limitare il calo ponderale del formaggio che avverrebbe, inevitabilmente, se il formaggio stagionasse a crosta libera, per effetto della naturale evaporazione dell'acqua. Anche il periodo di produzione non ha avuto alcun effetto significativo sul contenuto di umidità del formaggio (Figura 5). I valori ottenuti sono paragonabili a quanto osservato, precedentemente, nelle attività di aggiornamento della Tabella Nutrizionale del formaggio Pecorino Romano DOP sviluppate nel WP6 del progetto cluster (31 – 32 %, 184 campioni di Pecorino Romano DOP, annata casearia 2015/2016 e 2016/2017).

Nei grafici mostrati nelle Figure 6 – 9 è riportata l'evoluzione, in funzione della stagionatura e del periodo di produzione, del contenuto di materia grassa (Figure 6 e 7) e di proteine (Figure 8 e 9) dei campioni di Pecorino Romano DOP in esame. La stagionatura non ha avuto alcuna influenza sulle due macro-componenti, che si mantengono costanti per tutto il periodo considerato (5 - 18 mesi). Il confezionamento sottovuoto, che impedisce l'evaporazione dell'umidità del formaggio, contribuisce a limitare la concentrazione sia del grasso che delle proteine durante l'evoluzione della stagionatura.

L'effetto del periodo di produzione, sulle macro-componenti principali dei campioni di Pecorino Romano DOP, è riportato nelle Figure 7 e 9. In generale, si osserva che il contenuto di grasso è significativamente più basso nel formaggio prodotto ad aprile rispetto alla produzione invernale ed estiva (33%, 34% e 35%, $P<0.001$),

mentre il contenuto di proteine, che varia in maniera speculare, è più elevato nel formaggio primaverile rispetto alle altre produzioni (26%, 25%, 24%, P<0,001). Questa tendenza, secondo quanto riportato anche da altri autori, è causata, principalmente, dalla variazione naturale del rapporto grasso/proteine, nel latte di partenza, indotta dall'avanzare della stagione produttiva (Guinee et al., 2007). L'aumento del rapporto grasso/proteine nel latte ovino, con l'avanzare della stagione, è un fenomeno tipico che si verifica nel latte di pecora prodotto in Sardegna (Casu e Marcialis, 1966) e che è legato, principalmente, allo stadio di lattazione, alla dieta e alla modalità di allevamento praticato nell'Isola. In particolare, nella fase finale della lattazione, si osserva un calo progressivo del volume di latte prodotto con una concentrazione di alcuni macro-componenti (grasso e proteine). Il latte ovino, prodotto nei mesi estivi (giugno e luglio) è caratterizzato da un maggior contenuto di grasso, generalmente non compensato da un uguale aumento di proteine, pertanto, il rapporto grasso/proteine, che normalmente varia tra 1,04 - 1,13 a marzo e da 1,03 - 1,09 ad aprile, nella fase finale della lattazione supera il valore di 1,20, oscillando tra 1,22 - 1,30 (tendenza media degli ultimi 10 anni, dati non pubblicati forniti dal Laboratorio Latte dell'Agenzia Laore).

Il valori del contenuto di grasso e proteine, mediamente osservati nei campioni di Pecorino Romano DOP in esame, sono paragonabili a quanto riportato in letteratura, per questa tipologia di prodotto, e a quanto osservato nelle attività di aggiornamento della Tabella Nutrizionale del formaggio Pecorino Romano DOP sviluppate nel WP6 del progetto cluster (grasso: 34 – 35 %, proteine: 25 - 26%, 184 campioni di Pecorino Romano DOP, annata casearia 2015/2016 e 2016/2017).

La materia grassa del formaggio è costituita per il 95% da trigliceridi. Gli acidi grassi che compongono la struttura gliceridica (corta, media e lunga catena, saturi, ramificati, mono e polinsaturi, cis, trans e coniugati) oltre a contribuire a determinare le caratteristiche sensoriali e strutturali, come la consistenza, il colore, il sapore e l'aroma del formaggio, sono potenzialmente coinvolti come fattori positivi o negativi nella salute del consumatore. La composizione lipidica del grasso è quindi un fattore determinante per la qualità del prodotto caseario dal punto di vista del profilo sensoriale e nutrizionale.

Per facilitare la discussione, gli acidi grassi determinati sono stati suddivisi in acidi grassi saturi (SFA), insaturi (UFA), polinsaturi (PUFA), polinsaturi delle serie omega 6 (PUFA-n6), omega 3 (PUFA-n3) e il rapporto PUFA-n6/PUFA-n3 (n6/n3) (Figure 10 – 21). Nelle Figure 22 – 29, sono mostrati i risultati relativi agli acidi grassi Trans Totali (TFA), CLA totali e agli acidi grassi più rappresentativi di entrambe le classi: C18:1 11 trans (acido vaccenico) e C18:2 9 cis 11 trans (acido rumenico), questi ultimi derivanti, entrambi, dal metabolismo ruminale degli acidi linoleico (C18:2 9cis, 12cis) e linolenico (C18:3 9cis, 12cis, 15cis).

I PUFA e i TFA sono stati calcolati seguendo le indicazioni del reg UE 1169/2011, secondo cui alla categoria dei PUFA appartengono gli acidi grassi con due o più doppi legami non coniugati interrotti da gruppi metilenici in configurazione cis-cis, mentre alla categoria dei TFA appartengono gli acidi grassi che presentano almeno un doppio legame non coniugato (interrotto da almeno un gruppo metilene) tra atomi di carbonio in configurazione trans. Questa definizione coincide anche con le indicazioni date dalle linee guida della Food and Drug Administration (FDA) per le *New Nuctriction Facts Labels*.

I grafici, nelle Figure 10 – 29, riportano i risultati in funzione della stagionatura del formaggio (5, 8, 12 e 18 mesi) e in funzione del periodo di produzione (gennaio, aprile e giugno). Si osserva che la stagionatura del formaggio non ha avuto alcun effetto significativo (ns, P > 0,05) sul profilo acidico della materia grassa del formaggio Pecorino Romano DOP, che risulta, invece, significativamente influenzato dal periodo di

produzione. In particolare, il formaggio prodotto ad aprile è caratterizzato da un contenuto più elevato di SFA e più basso di UFA, PUFA e PUFA-n6 rispetto al prodotto invernale ed estivo (Figure 11, 13, 15 e 17, P<0,001). Il formaggio della produzione primaverile ed invernale si caratterizza inoltre per un contenuto di PUFA-n3, significativamente, superiore rispetto al formaggio prodotto a giugno (Figura 19, P<0,001).

Relativamente al contenuto di CLA Totali e degli acidi grassi C18:1 11t e CLA 9c 11t (Figura 25, 27 e 29) il periodo di produzione ha, sui formaggi, un effetto significativo che segue il seguente ordine: aprile>gennaio>giugno (P<0,001). Questa significatività si riscontra anche nella classe dei TFA, ma solo nel confronto tra la produzione primaverile e gli altri periodi considerati, che, invece, risultano essere simili fra loro (Figura 23, P<0,001).

La presenza di una concentrazione superiore di acidi PUFA-n3, TFA e CLA, nei formaggi prodotti nel mese centrale della stagione produttiva (aprile), è legata alla maggiore disponibilità di erba, che caratterizza i pascoli e gli erbai primaverili, e conseguentemente ad una maggiore ingestione, da parte degli animali, di acidi grassi precursori linoleico e, in particolare, linolenico. L'acido linolenico, che è l'acido grasso più rappresentativo della matrice lipidica dei foraggi "verdi", ha una concentrazione elevata nella pianta durante la fase vegetativa e riproduttiva, mentre tende a diminuire durante il decadimento del pascolo nel periodo tardo-primaverile/estivo. La ricerca scientifica, da anni, ha focalizzato l'attenzione sul ruolo degli acidi grassi polinsaturi (PUFA) negli alimenti assunti dal consumatore attraverso la dieta, in particolare sui PUFA omega-6 (PUFA-n6) e omega-3 (PUFA-n3). Ai primi appartengono l'acido linoleico (C18:2 9c 12c) contenuto principalmente negli olii vegetali (mais, girasole, soia) e l'acido arachidonico (C20:4) contenuto principalmente nella carne. Ai secondi appartengono invece l'acido α-linolenico contenuto negli olii vegetali (lino, soia, borragine), l'acido eicosapentaenoico (EPA, C20:5) e l'acido docosaesaenoico (DHA, C22:6) contenuti soprattutto nei pesci che vivono in acque fredde. Un apporto equilibrato dei componenti di entrambe le categorie è importante per la funzionalità delle cellule e, quindi, per la salute umana. Attualmente la dieta occidentale è caratterizzata da un rapporto n6/n3 di circa 15:1; poiché il rapporto ideale è di circa 4:1 (Department of Health, 1994), diventa necessario riportare, verso un giusto equilibrio, l'assunzione dei PUFA con la dieta. Un valore, del rapporto n6/n3, inferiore a 4 è raccomandato per una dieta sana con un ridotto rischio cardiovascolare, infiammatorio, e cancerogenico, in accordo alle linee guida pubblicate in letteratura (Simopoulos, 2002; Wijendran and Hayes, 2004). Nei campioni di Pecorino Romano DOP analizzati nel presente progetto il valore di tale rapporto è inferiore al limite massimo raccomandato (range min – max: 1,1 – 2,6, Figure 20 e 21).

In Tabella 4 sono riportati i valori delle classi SFA, UFA, TFA CLA totali C18:1 11t e CLA 9c,11t del profilo acidico "storico" del latte ovino sardo, determinato su 396 campioni raccolti tra gennaio e luglio di 4 campagne casearie consecutive (2015 – 2018). Nella stessa tabella sono mostrati i valori medi, degli stessi parametri, determinati nei campioni di Pecorino Romano DOP del presente progetto (media generale di tutti i campioni analizzati). In generale, il contenuto medio degli SFA, UFA, TFA, CLA Totali, C18:1 11t e CLA 9c, 11t nel Pecorino Romano DOP, è sovrapponibile al profilo "storico" del grasso del latte ovino sardo.

Tra gli UFA, un'attenzione particolare va rivolta ai TFA, in cui uno o più doppi legami si ritrovano in configurazione trans. L'interesse scientifico sui TFA è dovuto al fatto che questi composti influiscono negativamente sui livelli di colesterolo, LDL ed HDL e su altri fattori di rischio, che sono alla base dell'insorgenza delle malattie coronariche (CHD) nell'uomo. La principale fonte di TFA consumata, quotidianamente, dall'uomo è costituita dai grassi e oli vegetali parzialmente idrogenati (quindi di origine

industriale), il cui profilo isomerico è molto diverso rispetto a quello del grasso del latte. Durante l'idrogenazione industriale dei grassi vegetali si forma principalmente l'isomero C18:1 9t, acido elaidico, mentre il TFA principale nel grasso del latte è il C18:1 11t, acido vaccenico.

Negli ultimi anni si è assistito ad un interessante dibattito relativo al quesito: tutti i TFA sono uguali? Gli isomeri di origine animale, come quelli contenuti nel grasso del latte o dei prodotti caseari, hanno proprietà metaboliche distinte rispetto agli isomeri di origine industriale (da idrogenazione dei grassi vegetali)?

I vari isomeri dei TFA hanno effetti fisiologici differenti. Vi sono evidenze scientifiche sugli effetti sfavorevoli, sui livelli delle LDL e altri fattori di rischio dell'aterosclerosi, causati dai TFA di origine industriale (C18:1 9t, C18:1 10t); mentre all'acido vaccenico (C18:1 11t), il TFA predominante nel latte e derivati, viene attribuito un ruolo bioattivo per il fatto che, nei ruminanti, rappresenta il precursore, a livello della ghiandola mammaria, del principale isomero dei CLA: l'acido rumenico (C18:2 9c 11t). L'acido rumenico, a sua volta, viene definito come l'acido grasso fisiologicamente bioattivo più rilevante presente nel grasso del latte e dei derivati. Pertanto, contrariamente alla maggior parte degli oli vegetali idrogenati ricchi in C18:1 9t e C18:1 10t, i prodotti caseari rappresentano una fonte trascurabile di questi componenti ma, invece, eccezionale ed insostituibile di acido vaccenico e di acido rumenico.

In risposta ai rapporti pubblicati dall'Istituto di Medicina dell'Accademia Nazionale delle Scienze (IOM/NAS), il governo federale degli Stati Uniti raccomanda agli americani di limitare l'assunzione di TFA oltre che di grassi saturi. A tale scopo, la FDA richiede che il contenuto dei TFA sia esplicitato nell'etichetta nutrizionale dell'alimento (*Nutriction Facts Label*), in modo che il consumatore sia consapevole del consumo giornaliero. La FDA ritiene, inoltre, che il contenuto di TFA di un alimento deve essere dichiarato, indipendentemente dall'origine (animale o industriale), includendo nella determinazione tutti gli acidi grassi monoinsaturi e polinsaturi in configurazione trans non coniugata, quindi esclusi i CLA.

Nei paesi dell'unione europea, invece, il reg. 1169/2011, che disciplina l'etichettatura degli alimenti, non prevede i TFA tra gli elementi obbligatori da dichiarare. Nel 2015, la Commissione europea ha presentato, tuttavia, un report sui TFA negli alimenti e nella dieta dei cittadini europei, proponendo, per i TFA di origine industriale, l'individuazione di un contenuto limite quale soluzione più efficace per limitarne l'assunzione. Successivamente a questa proposta la Commissione europea ha avviato le consultazioni pubbliche. Nel 2019, si è svolto l'incontro dell'Advisory Group sulla catena alimentare e la salute di animali e piante, in cui è stato presentato il report sulla valutazione di impatto circa le diverse soluzioni per limitare i TFA industriali. La valutazione d'impatto ha confermato che, la definizione di un limite massimo di TFA di origine industriale risulterebbe essere la misura più efficace ed appropriata per limitarne l'assunzione. La Commissione dovrebbe pertanto a breve predisporre una bozza normativa, dove viene fissato al 2%, rispetto al contenuto dei grassi totali, il limite di TFA industriali negli alimenti venduti al consumatore. La commissione ritiene, inoltre, giustificata e opportuna l'esclusione, da tale limite, dei TFA di origine naturale, come quelli presenti nei prodotti lattiero caseari. Questa considerazione scaturisce da un attento esame del rischio-beneficio, infatti, una diminuzione dei TFA naturali da prodotti lattiero-caseari comporterebbe, comunque, dei rischi a causa dell'importante apporto nutrizionale di tali prodotti. L'iniziativa verrà, comunque, sottoposta alla valutazione di altri servizi comunitari.

Dal 2015, Agris, in collaborazione con il laboratorio ex-ARA Sardegna (Associazione Regionale Allevatori, Laboratorio di Oristano, attualmente Agenzia LAORE) monitora l'andamento del profilo acidico del latte ovino

sardo. L'elaborazione dei dati raccolti ha permesso di stabilire che il contenuto di TFA (espresso in percentuale sul totale degli acidi grassi, % FAME) nel latte ovino sardo è in media il 7% e varia dal 2% al 14% (Tabella 4). Questa elevata variabilità è legata, principalmente, alla dieta dei ruminanti ed alla variabilità stagionale. Il contenuto medio di TFA nei campioni di Pecorino Romano DOP, esaminati in questo progetto, è risultato essere il 6% degli acidi grassi totali (% FAME), quindi sovrapponibile al dato "storico" osservato nel latte ovino prodotto in Sardegna.

Tra i composti bioattivi del latte un ruolo predominante, come ampiamente discusso prima, viene svolto dai CLA. Il termine generico CLA è un termine collettivo che include tutti gli isomeri posizionali e geometrici dell'acido linoleico coniugato. Diversi studi, in vitro e su modelli animali, hanno dimostrato che l'isomero C18:2 9c 11t, anche noto come acido rumenico per la sua origine ruminale da bioidrogenazione del linoleico e linolenico, oltre ad essere l'isomero più abbondante dei CLA è anche il responsabile delle proprietà anticancerogene e antiaterogeniche dei CLA e possiede una molteplicità di effetti, potenzialmente, benefici sulla salute umana (Lee et al., 2005; Bhattacharya et al., 2006).

Fra le varie specie ruminanti, il latte ovino possiede il contenuto più elevato non solo di C18:2 9c 11t, ma anche di acido vaccenico (C18:1 11trans), il suo precursore fisiologico a livello di ghiandola mammaria. Nel latte ovino sardo il contenuto medio di C18:2 9c 11t è pari all'1,2% degli acidi grassi totali e varia tra 0,4% - 2,8% (Tabella 4), in funzione dell'alimentazione dell'animale e della stagione. Nei campioni di Pecorino Romano DOP analizzati, il contenuto medio sia di C18:2 9c 11t che di C18:1 11t è sovrapponibile con il dato "storico" del latte ovino sardo (C18:2 9c 11t, 1,3 *vs* 1,2; C18:1 11t, 2,4 *vs* 2,7). Il fattore più importante, tra le variabili intrinseche ed estrinseche che modulano la composizione acidica, e quindi il contenuto dei TFA e dei CLA del grasso del latte e dei derivati, è il regime alimentare del ruminante. È stato visto che la concentrazione di CLA nel latte delle diverse specie ruminanti varia con la stagione, principalmente a causa delle variazioni legate alla composizione della dieta dell'animale, alla disponibilità di erba e alla qualità della stessa in termini di precursori (acidi linoleico e linolenico). Le maggiori differenze stagionali sono state rilevate nel latte ovino, rispetto al latte delle altre specie ruminanti. Diversi autori hanno messo in evidenza che l'utilizzo di foraggi freschi o del pascolo influenzano positivamente il contenuto di CLA e dei suoi precursori nel latte (Addis et al., 2005; Cabiddu et al., 2007, Nudda et al., 2005).

Oltre agli acidi grassi insaturi, di cui si è discusso prima, anche le vitamine liposolubili: vitamina A e vitamina E sono composti bioattivi, che si ritrovano nella frazione lipidica dei prodotti lattiero caseari e il cui contenuto è importante per definirne la qualità nutrizionale. Sono molecole biologicamente attive che hanno un ruolo funzionale molto importante per preservare la salute dell'individuo. Entrambe possiedono un elevato potere antiossidante (prevengono la perossidazione lipidica). La vitamina A interviene nella rigenerazione dell'epitelio della cornea, stimola il sistema immunitario, facilita l'embriogenesi, previene la progressione neoplastica. La vitamina E ha azione immunomodulante e neuroprotettiva, previene l'aterosclerosi, le malattie cardiovascolari e neurodegenerative ed inibisce la cancerogenesi.

Nelle Tabelle 5 e 6 è riportato il contenuto di vitamina A (retinolo totale) e di vitamina E (isomero α-tocoferolo) nei formaggi analizzati, rispettivamente, in funzione della stagionatura (5, 8, 12 e 18 mesi) ed in funzione del periodo di produzione (gennaio, aprile e giugno). La concentrazione, nel formaggio Pecorino Romano, di entrambe le vitamine non varia in funzione della stagionatura dello stesso. Si osserva, invece, un effetto significativo del periodo di produzione. Il contenuto di vitamina A diminuisce (380 *vs* 344 *vs* 329 µg/100 g di

formaggio, P<0,01), mentre il contenuto di vitamina E aumenta (0,7 *vs* 0,8 *vs* 1,0 mg/100 g di formaggio, P<0,001) nel formaggio prodotto a giugno rispetto alle produzioni invernali e primaverili. Questo comportamento può essere messo in relazione con la variazione del tipo di alimentazione dei ruminanti e quindi con la disponibilità di erba e biodiversità dei pascoli nel corso della stagione produttiva. Il Pecorino Romano DOP può essere considerato un'ottima fonte di vitamina A, infatti, rispetto ad una assunzione di riferimento giornaliera raccomandata di 800 µg (per un adulto in salute e una dieta di 2000 kcal/giorno, RE 1169/2011), una porzione di 100 g di Pecorino Romano DOP fornisce in media dal 41 % al 48 % del fabbisogno quotidiano di vitamina A (Tabelle 5 e 6), in funzione della stagionatura e del periodo in cui è stato prodotto il formaggio. Relativamente alla vitamina E, il Pecorino Romano DOP, così come tutti i formaggi in generale, non costituisce una fonte, tuttavia il suo contributo non è da trascurare all'interno di un regime alimentare vario ed equilibrato. Una porzione di 100 g di Pecorino Romano DOP fornisce, in media, dal 6 al 7 % (Tabelle 5 e 6) dell'assunzione di riferimento giornaliera raccomandata (12 mg al giorno, per un adulto in salute e una dieta di 2000 kcal/giorno, RE 1169/2011). In virtù di questi risultati il Pecorino Romano DOP, secondo il RE N. 1924/2006 (CE) e la Direttiva 90/496/ 1990 (CEE) modificata con la Direttiva 2008/100 (CE), è un prodotto ad alto contenuto di vitamina A e come tale, su questo alimento sono consentite le indicazioni sulla salute, come da allegato al Regolamento (UE) N. 432/2012, elencate di seguito*: la vitamina A contribuisce al normale metabolismo del ferro, al mantenimento di membrane mucose normali, al mantenimento di una pelle normale, al mantenimento della capacità visiva normale, alla normale funzione del sistema immunitario, interviene nel processo di specializzazione delle cellule*.

Nei campioni di Pecorino Romano DOP, in esame, è stato determinato il contenuto di lattosio residuo. Il lattosio è lo zucchero più importante e abbondante nel latte (4,5 - 5,0 g/100 g di latte). Nei mammiferi, la digestione del lattosio avviene nel tratto duodenale dove viene scisso, ad opera dell'enzima lattasi, in glucosio e galattosio. Questi monosaccaridi, che sono presenti in tracce nel latte appena munto (Troyano et al., 1996), vengono assorbiti dall'organismo umano, per via intestinale, più facilmente rispetto al lattosio. Per moltissimi individui, la presenza di lattosio e galattosio negli alimenti rappresenta un problema, infatti questi saccaridi sono responsabili dell'insorgenza di intolleranze alimentari (intolleranza al lattosio, Fox e Mcsweeney, 1998) e gravi disordini metabolici come la galattosemia (Fox e Mcsweeney, 1998). Si stima che il 70% della popolazione mondiale abbia avuto almeno un episodio di intolleranza al lattosio (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies, 2010).

Il lattosio presente nel latte ha un ruolo fondamentale nel processo tecnologico di caseificazione: l'idrolisi del lattosio ad opera dei batteri lattici, presenti nel latte o aggiunti con lo starter, provoca la produzione di acido lattico e quindi l'acidificazione della cagliata che è fondamentale sia per il corretto svolgimento delle successive fasi di sineresi e spurgo del siero, ma anche per il successivo processo di stagionatura del formaggio. Generalmente il lattosio non viene completamente idrolizzato nella fase di acidificazione della cagliata e la quantità che residua nel formaggio fresco dipende da diversi fattori, tra i più importanti sono il tipo di starter utilizzato e la durata della fase di stufatura della cagliata. Il contenuto di lattosio residuo si riduce ulteriormente durante la stagionatura del formaggio, infatti, i formaggi a lunga stagionatura sono, in genere, naturalmente privi di lattosio.

I risultati ottenuti nel presente studio hanno consentito di evidenziare un risultato molto importante, ossia che il Pecorino Romano DOP è un formaggio privo di lattosio "*Lactose Free*" già a partire dai 5 mesi di stagionatura, che è il periodo di stagionatura minimo previsto, per l'indicazione al consumo, per questa tipologia di formaggio. I risultati, relativi al contenuto di lattosio nei formaggi analizzati a 5 mesi di stagionatura, sono mostrati in Tabella 7, si evidenzia che il lattosio residuo è, indipendentemente dal periodo di produzione del formaggio (aprile o giugno), sempre inferiore al limite che consente di poter dichiarare il prodotto esente dal lattosio.

Il Claim "senza lattosio" per il latte e i derivati lattiero caseari è stato accuratamente valutato dall'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA). A seguito di una richiesta della Commissione Europea, il gruppo di esperti scientifici dell'EFSA sui prodotti dietetici, la nutrizione e le allergie (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies) ha formulato un parere scientifico sui valori soglia del lattosio in relazione ai problemi legati all'intolleranza al lattosio e alla galattosemia (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies, 2010). Secondo questo parere, l'assunzione di alimenti, contenenti lattosio in concentrazioni ≤10 mg/100 kcal, non causa alcuna conseguenza negativa nelle persone intolleranti, pertanto tali alimenti possono essere qualificati come "privi di lattosio". Più recentemente la Direzione generale per l'Igiene e la Sicurezza degli Alimenti e la Nutrizione del Ministero della Salute (DGSAN 0024708 del 16/06/2016), sulla base del parere espresso dalla Commissione Europea Unica per la Dietetica e la Nutrizione (04/05/2016), ha dato delle indicazioni, secondo le quali la dicitura "senza lattosio" può essere utilizzata per gli alimenti che presentano un livello di lattosio inferiore a 0,1 g in 100 g (o 100 ml) di prodotto, mentre la dicitura "basso contenuto di lattosio" può essere utilizzata per gli alimenti che presentano un contenuto di lattosio inferiore a 0,5 g in 100 g (o ml) di prodotto. Sulla base dei risultati ottenuti, il Pecorino Romano DOP, già a 5 mesi di stagionatura, può essere dichiarato un prodotto "senza lattosio", sia sulla base della definizione più stringente dell'EFSA, sia sulla base delle indicazioni della DGSAN. Il Pecorino Romano DOP, infatti, ha un contenuto di lattosio residuo mediamente di 0,41 mg/100 kcal (limite ≤10 mg /100 kcal) o di 0,0017 g/100g di formaggio (limite <0,1g/100 g). Si sottolinea inoltre che, nel Pecorino Romano DOP, già a 5 mesi di stagionatura, anche il galattosio viene, quasi, completamente idrolizzato. Il residuo medio di galattosio è di 0,012 g/100 g di formaggio (Tabella 7). La presenza di batteri termofili (*Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus, Lactobacillus delbrueckii ssp. lactis e Streptococcus thermophilus*) nella microflora, che caratterizza lo starter batterico comunemente utilizzato nella produzione del Pecorino Romano DOP, garantiscono la completa idrolisi del lattosio nei primi 5 mesi di stagionatura.

In Tabella 8 è riportato il profilo degli elementi minerali (macro e micro elementi) determinati nei campioni di Pecorino Romano DOP in esame. Gli elementi più rappresentativi sono il sodio, (Na), il calcio (Ca) e il fosforo (P). L'ampiezza degli intervalli (min – max), riportati in tabella, denota una elevata variabilità che è legata principalmente alla variabilità aziendale ed al periodo di produzione. È noto, infatti, che la composizione multi-elementare di un alimento riflette da vicino la composizione del suolo o dell'ambiente in cui lo stesso alimento viene prodotto. Spesso il profilo dei minerali e oligoelementi è stato utilizzato per la discriminazione di provenienza geografica di un'ampia varietà di prodotti alimentari. Nel caso dei formaggi, questo tipo di approccio risulta essere meno discriminante perché, durante la stagione produttiva, si fa ricorso, per l'alimentazione degli animali, all'utilizzo di mangimi e concentrati prodotti, spesso, in zone differenti da quella

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

di produzione del formaggio. Pertanto, il legame tra il territorio di origine e il profilo multi-elementare del latte e del formaggio può risultare indebolito.

Rispetto agli elementi più rappresentativi del profilo multi-elementare del Pecorino Romano DOP (Na, Ca e P), una porzione da 100 g apporta, rispettivamente, l'87%, il 115% e l'83% del fabbisogno giornaliero per un adulto secondo quanto previsto dal Reg UE 1169/2011. Secondo il RE N. 1924/2006 (CE) e la Direttiva 90/496/ 1990 (CEE) modificata con la Direttiva 2008/100 (CE), il Pecorino Romano DOP è ad alto contenuto di calcio e fosforo e come tale, su questo alimento sono consentite le indicazioni sulla salute, come da allegato al Regolamento (UE) N. 432/2012, elencate di seguito:

Il calcio contribuisce alla normale coagulazione del sangue, al normale metabolismo energetico, alla normale funzione muscolare, alla normale neurotrasmissione, alla normale funzione degli enzimi digestivi, interviene nel processo di divisione e di specializzazione delle cellule, è necessario per il mantenimento di ossa normali e di denti normali; il fosforo contribuisce al normale metabolismo energetico, alla normale funzione delle membrane cellulari, contribuisce al mantenimento di ossa normali e al mantenimento di denti normali.

In Tabella 8 sono riportati anche alcuni microelementi, determinati nei campioni di Pecorino Romano DOP, che rientrano fra i cosiddetti metalli pesanti. Vengono considerati pesanti, i metalli con numero atomico superiore a quello del ferro, generalmente rientrano nella lista: ferro, alluminio, argento, bario, berillio, cadmio, cobalto, cromo, manganese, mercurio, molibdeno, nichel, piombo, rame, stagno, titanio, tallio, vanadio, zinco, ed alcuni metalloidi con proprietà simili a quelle dei metalli pesanti, come l'arsenico, il bismuto ed il selenio. Alcuni di essi, nonostante abbiano una potenziale tossicità, che dipende dalla concentrazione, sono comunque essenziali per gli organismi viventi e sono: ferro, cobalto, cromo, rame, manganese, molibdeno, selenio e zinco. Fra questi, nei campioni di Pecorino Romano DOP sono stati determinati Fe, Cu, Mn e Zn, di cui in Tabella 8 sono riportati i valori medi e l'intervallo di variabilità. Una porzione di 100 g di formaggio Pecorino Romano apporta, rispettivamente, il 3%, 11%, 5% e il 28% del fabbisogno giornaliero, di questi microelementi, per un adulto, secondo quanto previsto dal Reg UE 1169/2011. In particolare il Pecorino Romano DOP, secondo il RE N. 1924/2006 (CE) e la Direttiva 90/496/ 1990 (CEE) modificata con la Direttiva 2008/100 (CE), può essere considerato fonte di zinco e come tale sono consentite le indicazioni sulla salute, come da allegato al Regolamento (UE) N. 432/2012, elencate di seguito: *Lo zinco contribuisce al normale metabolismo acido-base, al normale metabolismo dei carboidrati, alla normale funzione cognitiva, alla normale sintesi del DNA, alla normale fertilità e alla normale riproduzione, al normale metabolismo dei macronutrienti, al normale metabolismo degli acidi grassi, al normale metabolismo della vitamina A, alla normale sintesi proteica, al mantenimento di ossa normali, al mantenimento di capelli normali, al mantenimento di unghie normali, al mantenimento di una pelle normale, al mantenimento di normali livelli di testosterone nel sangue, al mantenimento della capacità visiva normale, alla normale funzione del sistema immunitario, alla protezione delle cellule dallo stress ossidativo ed interviene nel processo di divisione delle cellule.*

Nei campioni di Pecorino Romano DOP analizzati, il cobalto (Co) ed il cromo (Cr), metalli pesanti ma comunque essenziali per gli organismi viventi, sono mediamente presenti sotto il limite di quantificazione LOQ della metodologia analitica utilizzata (<0,02 mg/100 g di formaggio). Tuttavia si osserva che per il Co si ha un contenuto di poco superiore al valore di LOQ nel 5% dei campioni analizzati (0,022 mg/100 g di formaggio), mentre per il Cr nel 44% dei campioni analizzati (0,03 mg/100 g di formaggio) (Tabella 9).

Fra i metalli pesanti, quelli ritenuti prevalentemente tossici sono alluminio, arsenico, berillio, cadmio, mercurio, nichel e piombo. Il regolamento Europeo 1881/2006 e successive modifiche (reg. UE 488/2014 e 1006/2015) fissano i limiti massimi per piombo (Pb), cadmio (Cd), mercurio (Hg), stagno (Sn) e arsenico (As) in alcuni alimenti. Relativamente al Pb la normativa europea ha fissato un limite massimo di 0,020 mg/kg per il latte crudo, il latte trattato termicamente e il latte destinato alla produzione di prodotti a base di latte. Sui 130 campioni di formaggio Pecorino Romano DOP analizzati, nel presente studio, in 37 campioni il Pb è risultato assente, mentre su 93 campioni (72% sul totale) è risultato in media pari a 0,9 mg/kg con un minimo di 0,2 mg/kg e un massimo di 19,9 mg/kg. Relativamente al Cd la normativa europea non riporta alcun limite per i prodotti lattiero caseari, tranne che per gli alimenti per lattanti a base di proteine o idrolizzati proteici da latte vaccino (reg. UE 488/2014; <0,005mg/kg di preparato liquido e <0,010mg/kg di preparato in polvere). Nei campioni di formaggio Pecorino Romano DOP analizzati il cadmio è risultato sempre sotto il limite di quantificazione della metodica analitica utilizzata.

Nelle Figure 30 – 33 è riportata l'evoluzione del contenuto dei macro-elementi (Ca e P) più rappresentativi del profilo multi-elementare del Pecorino Romano DOP, in funzione del periodo di stagionatura (Figure 30, 32) e in funzione del periodo di produzione (Figure 31, 33). Il Ca ed il P sono i macro-elementi più abbondanti del latte e dei derivati caseari, essi derivano principalmente dalle diverse forme del fosfato di calcio colloidale e solubile che intervengono nella stabilità delle micelle caseiniche e nella formazione del reticolo proteico durante la coagulazione del latte. Il contenuto di calcio, nel formaggio Pecorino Romano DOP, diminuisce significativamente (P<0,001) durante la stagionatura, in particolare a partire dai 12 mesi. La stagionatura non ha influenzato, invece, il contenuto di fosforo nel formaggio, che rimane costante per tutto il periodo di maturazione considerato. Il periodo di produzione del formaggio ha influenzato, significativamente, il contenuto di entrambi i minerali che, nel Pecorino Romano DOP, mostrano una evoluzione parallela a quella del contenuto proteico (aprile>gennaio>giugno; P<0,001). Questo comportamento è spiegato dal fatto che, sia il calcio che il fosforo, contribuiscono a formare il reticolo proteico del formaggio, costituendone la struttura inorganica e colloidale che lo stabilizza.

Nel grafico in Figura 34 è riportata l'evoluzione del contenuto di NaCl nel Pecorino Romano DOP nel corso della stagionatura (5-18 mesi). Il contenuto di NaCl, nel formaggio, rimane costante fino ai 12 mesi di stagionatura (4,6 %), successivamente, si evidenzia una tendenza all'aumento del contenuto di NaCl, seppur non significativa, (4,9 %, formaggio a 18 mesi di stagionatura). I risultati ottenuti sono paragonabili a quanto osservato, precedentemente, nelle attività di aggiornamento della Tabella Nutrizionale del formaggio Pecorino Romano DOP sviluppate nel WP6 del progetto cluster (4,6 – 5,0 %, 184 campioni di Pecorino Romano DOP, annata casearia 2015/2016 e 2016/2017). Rispetto al valore medio "storico" del contenuto di NaCl nel Pecorino Romano (5,7 %, Addis et al., 2015) e che si riferisce ad un dataset costituito da 70 campioni di formaggio Pecorino Romano DOP, con stagionatura compresa fra i 7 e gli 8 mesi, analizzati durante la campagna casearia del 2002, si osserva, nel presente studio, una significativa riduzione del contenuto di sale del formaggio Pecorino Romano. Questo aspetto è legato alla tendenza comune, che sta portando le aziende produttrici di Pecorino Romano a modificare, nel rispetto del disciplinare di produzione, sia la modalità che la durata della fase di salatura del formaggio, con l'obiettivo di ridurre il contenuto di sale nel prodotto finito. Questa operazione è dettata dall'esigenza di incrementare il valore salutistico del prodotto e allo stesso tempo

di ampliare la cerchia dei consumatori, includendo anche quelle categorie che, per motivi salutistici o culturali, prediligono il consumo di alimenti a moderato o basso contenuto di sodio.

Il Pecorino Romano DOP prodotto nel mese di giugno è caratterizzato dal più alto contenuto di NaCl (5,0 %), significativamente differente rispetto a quanto riscontrato nel prodotto invernale (4,5 %) (Figura 35, $P < 0,001$). In generale, a parità di condizioni di salatura, all'aumentare del contenuto di grasso aumenta il livello di sale nel formaggio. Questo fatto potrebbe essere correlato ad un diverso assorbimento delle molecole di NaCl nel formaggio, dovuto non tanto al maggior contenuto di grasso, di per sé, ma piuttosto alla concomitante diminuzione, in volume, della frazione proteica e conseguentemente alla minore impedenza associata al movimento delle molecole idratate di Na^+ e Cl^-. Il grasso nella matrice del formaggio rappresenta un ostacolo alla diffusione delle molecole di NaCl ma, quando ad un maggiore contenuto di grasso corrisponde una proporzionale riduzione del contenuto proteico, la diffusione del sale nella matrice del formaggio risulta più agevole. Infatti, il grasso produce una maggiore apertura della matrice proteica nel formaggio, ostacolando l'aggregazione della caseina, con una conseguente struttura caratterizzata da una maggiore porosità e una minore resistenza alla diffusione delle molecole di sale (Guinee 2011). Risultati simili sono stati osservati, sempre, nel formaggio Pecorino Romano DOP (Addis et al., 2015), dove gli autori hanno riscontrato un contenuto di sale maggiore nel formaggio, più grasso, prodotto a giugno rispetto a quello (meno grasso) prodotto in primavera (marzo-maggio).

Sul dataset dei risultati relativi ai parametri fisico-chimici e nutrizionali (macro-composizione, profilo minerale, vitamine, colesterolo e profilo acidico) è stata eseguita un'analisi statistica multivariata, nello specifico l'analisi delle componenti principali (PCA). Lo score plot ed il loading plot sono mostrati nelle delle Figure 36 e 37, rispettivamente. È possibile notare come la maggiore variabilità (le prime due componenti principali spiegano il 61% della varianza totale) sia dovuta all'effetto del periodo di produzione. I campioni di formaggio si separano, infatti, per mese di produzione, gennaio, aprile e giugno. I formaggi della produzione invernale (gennaio) sono descritti da valori più elevati di vitamina A e da acidi grassi monoinsaturi isomeri del C18:1. I campioni primaverili (aprile) sono caratterizzati da maggiori quantità proteine e di acidi grassi in configurazione trans (C18:1 11t e Trans Totali) e di CLA. I campioni della produzione tardo-primaverile/estiva (giugno) presentano invece maggiori quantità di grasso, acidi grassi a lunga catena, vitamina E ed NaCl.

Nel grafico degli score plot ottenuto dalle componenti 3 e 2 (Figura 38) non si ottiene una separazione netta dei campioni in base al caseificio di produzione, tuttavia si possono evidenziare alcuni raggruppamenti più evidenti. I formaggi dell'Industria Casearia Agroalimentare Serra ed, in parte, i formaggi del caseificio Unione Pastori Nurri, posizionandosi sugli score positivi della terza componente e negativi sulla seconda, sono caratterizzati da meno grasso e vitamina A (grafico loading plot, Figura 39). Il Pecorino Romano, prodotto dalla Sardaformaggi, CAO formaggi e Società Cooperativa la Rinascita di Onifai, che si posiziona sugli score negativi della terza componente, è caratterizzato da un contenuto superiore di grasso, di vitamina A, di SFA ed inferiore di PUFA. Il prodotto della Società Cooperativa Lait, che si posiziona su score negativi per entrambe le componenti, ha generalmente un maggior contenuto di SFA a scapito degli UFA, PUFA e PUFA-n3. Il formaggio prodotto dalla Società Cooperativa L'armentizia Moderna, su score negativi o poco positivi nella componente 2, si caratterizza per quantità più basse di grasso, di UFA e MUFA.

Proteolisi e lipolisi - Evoluzione con la stagionatura e con il periodo di produzione del formaggio

La matrice proteica e lipidica del formaggio, durante la stagionatura, è oggetto di processi biochimici di degradazione idrolitica che vengono catalizzati dagli enzimi (proteasi e lipasi) nativi del latte di partenza, prodotti dalla microflora nativa del latte, o esogeni provenienti sia dallo starter microbico che dal caglio aggiunti in fase di lavorazione.

L'evoluzione della proteolisi, nel Pecorino Romano DOP, è stata monitorata attraverso la determinazione degli indici proteolitici (NS/NT, NS-TCA/NT e NS-PTA/NT), la cui evoluzione, in funzione della stagionatura e del periodo di produzione, del formaggio è riportata nelle Figure 40 – 45.

La proteolisi primaria, rappresentata dal rapporto percentuale dell'azoto solubile in tampone citrato a pH 4,6 (NS), rispetto all'azoto totale (NT), comprende peptidi di medio peso molecolare, proteoso-peptoni, proteine del siero, peptidi di diversa taglia e amminoacidi liberi, derivati principalmente dal caglio (chimosina e pepsina) e, in misura minore, dalla plasmina. Si osserva che il rapporto NS/NT è aumentato linearmente durante la stagionatura del formaggio, anche se, differenze significative si evidenziano soltanto nel formaggio tra i 12-18 mesi e i 5 mesi e tra i 18 mesi e gli 8 mesi di stagionatura (Figura 40, $P<0,001$)). La proteolisi secondaria è rappresentata dall'incidenza, rispetto all'azoto/totale (NT), dei piccoli peptidi, prodotti in parte dall'attività proteolitica del caglio, ma soprattutto dalle proteinasi e peptidasi dei microrganismi (NS-TCA/NT, Figura 42) e dalla frazione di azoto solubile che comprende peptidi molto piccoli ed amminoacidi liberi (NS-PTA/NT, Figura 44) prodotti dalle peptidasi microbiche. La proteolisi secondaria aumenta anch'essa con il progredire della stagionatura del formaggio con differenze che appaiono significative, nel confronto tra i formaggi, dopo il 12° mese di stagionatura ($P<0,001$). In particolare l'andamento del rapporto NS-TCA/NT ricalca quanto già osservato per l'NS/NT, mentre per il rapporto NS-PTA/NT le differenze risultano essere significative tra i formaggi a 12-18 mesi e i formaggi a 5-8 mesi di stagionatura.

Non si evidenzia alcun effetto significativo del periodo di produzione sulla proteolisi del formaggio, anche se tendenzialmente, si osserva una minore proteolisi nei formaggi prodotti nel mese di giugno. Questo andamento potrebbe essere dovuto ad un rallentamento dei fenomeni di degradazione enzimatica nel formaggio del periodo estivo, in seguito al maggior contenuto di sale, che caratterizza, come osservato precedentemente, il formaggio prodotto nella fase finale della stagione produttiva e che potrebbe incidere negativamente sull'attività degli enzimi.

I valori degli indici proteolitici, determinati nei campioni di Pecorino Romano DOP analizzati, confermano che la proteolisi nel Pecorino Romano è piuttosto limitata, come precedentemente riportato da altri autori (Galistu et al., 1995; Addis et al., 2015; Addis et al., 2018).

L'evoluzione della lipolisi nei campioni di formaggio Pecorino Romano DOP è stata monitorata attraverso la determinazione degli acidi grassi liberi (AGL). Gli AGL vengono prodotti, durante la stagionatura del formaggio, in seguito all'idrolisi dei trigliceridi ad opera di enzimi nativi del latte o apportati dai coadiuvanti tecnologici quali il caglio e lo starter batterico. Gli AGL influenzano il gusto e l'aroma del formaggio sia direttamente (Addis et al., 2005a; Addis et al., 2005b; Pirisi et al., 2007), sia indirettamente come precursori di altri composti quali metil-chetoni, alcani, lattoni ed esteri (Urbach, 1991). Per facilitare la discussione, gli AGL sono stati raggruppati in acidi grassi a corta catena (C4:0 ÷ C10:0, Figura 46 e 47), media catena (C12:0 ÷ C17:0, Figura 48 e 49), lunga catena (C18:0 ÷ C18:3, Figura 50 e 51) e acidi grassi liberi totali (AGLT, Figura 52 e Figura 53). Nei grafici è riportato anche il contenuto degli acidi grassi più rappresentativi delle tre classi a corta, media

e lunga catena (C4:0, acido butirrico (Figura 54 e 55); C16:0, acido palmitico (Figura 56 e 57); C18:1 9c, acido oleico (Figura 58 e 59)). Gli acid grassi liberi sono indicatori del grado di maturazione lipolitica che, nel formaggio Pecorino Romano prodotto con l'utilizzo di caglio in pasta di agnello, è essenzialmente portata avanti dalle lipasi in esso contenute (pregastriche e gastriche). Queste lipasi sono caratterizzate da una elevata specificità per gli acidi grassi esterificati nella posizione Sn3 dei trigliceridi del formaggio (occupata prevalentemente da acidi grassi saturi a corta catena) ed in particolare per l'acido butirrico. I risultati ottenuti evidenziano, infatti, una maggiore produzioni di acidi grassi liberi a corta catena e fra questi di acido butirrico, quest'ultimo strettamente legato con la formazione del sapore piccante e dell'aroma del formaggio Pecorino Romano. La lipolisi del Pecorino Romano DOP aumenta con il progredire della stagionatura. Così come già osservato per l'evoluzione della proteolisi, si evidenziano differenze significative nel contenuto di acidi grassi liberi a corta (Figura 46), media (Figura 48) e lunga catena (Figura 50) e degli acidi grassi liberi individuali, più rappresentativi delle tre classi (C4:0, C16:0 e C18:1, Figure 54, 56, 58), tra il formaggio a 5 mesi e il formaggio a 12 – 18 mesi di stagionatura e tra il formaggio a 8 mesi e il formaggio a 18 mesi di stagionatura (P<0,001). Il periodo di produzione ha avuto influenza sulla classe degli acidi grassi a corta catena, che diminuiscono nel formaggio prodotto a giugno, rispetto al formaggio invernale e primaverile (Figura 47, P<0,001) Questo andamento, come già osservato per la proteolisi, potrebbe essere dovuto ad un rallentamento dei fenomeni di degradazione enzimatica conseguente al maggior contenuto di sale, che caratterizza il formaggio prodotto nella fase finale della stagione produttiva e che potrebbe incidere negativamente sull'attività degli enzimi.
Gli acidi grassi a lunga catena (Figura 51), ed in particolare l'acido oleico (Figura 59), vengono maggiormente idrolizzati nel formaggio prodotto a gennaio e a giugno rispetto al formaggio primaverile (P<0,001).

Elaborazione finale dei dati e stesura di una tabella nutrizionale univoca del Pecorino Romano DOP.
I dati ottenuti e relativi ai parametri fisico-chimici e nutrizionali, determinati sui 130 campioni di Pecorino Romano DOP in esame e discussi precedentemente, sono stati elaborati in modo da poter aggiornare la tabella nutrizionale univoca per il formaggio Pecorino Romano DOP.
La tabella nutrizionale è stata elaborata secondo le indicazioni del regolamento europeo (Reg. UE 1169/2011), che disciplina le etichette alimentari dei prodotti preconfezionati che circolano nei paesi membri dell'Unione Europea. Secondo questo regolamento, dal 13/12/2016 è divenuta obbligatoria l'esposizione, in etichetta, della dichiarazione o tabella nutrizionale che deve riportare obbligatoriamente il valore energetico, il contenuto in grasso, acidi grassi saturi, carboidrati, zuccheri, proteine e sale per 100 g di prodotto.
In Tabella 10 viene riportata la dichiarazione nutrizionale con gli elementi obbligatori. A fianco a ciascun elemento è stata riportata la tolleranza, calcolata secondo il documento, che la Commissione Europea ha emanato nel 2012 (dicembre 2012, "Guida destinata alle autorità competenti per il controllo del rispetto dei seguenti atti legislativi dell'UE: Reg UE 1169/2011, Direttiva 90/46/CEE e direttiva 2022/46/CE), relativo al calcolo delle tolleranze per i valori nutrizionali indicati in etichetta". In particolare, secondo il documento, per "tolleranze" si intendono le differenze accettabili tra i valori nutritivi dichiarati in etichetta e quelli constatati nei controlli ufficiali, in relazione alla dichiarazione nutrizionale e all'etichetta nutrizionale di cui al Reg UE 1169/2011.
Il valore energetico (calcolato sulla base del contenuto di grassi, proteine e zuccheri) e le quantità di sostanze nutritive, oltre che per 100 g di formaggio, possono essere espresse anche come percentuale delle assunzioni

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

di riferimento fissate nell'Allegato XIII, parte B del reg. 1169/2011 e in tal caso in etichetta dovrà figurare la dicitura supplementare: «Assunzioni di riferimento di un adulto medio (8400 kJ/2000 kcal)». In Tabella 11 è riportata la dichiarazione nutrizionale con le percentuali delle assunzioni di riferimento per i parametri obbligatori. Secondo la dichiarazione nutrizionale, una porzione da 100 g di formaggio Pecorino Romano DOP fornisce: 406 kcal, che corrispondono al 20% delle calorie previste dalle assunzioni di riferimento giornaliere (relative ad una dieta da 2000 kcal per un adulto), 34 g di grassi (il 49% dell'assunzione di riferimento giornaliera) di cui 22 g sono grassi saturi (il 110% dell'assunzione di riferimento giornaliera), 25 g di proteine (il 50% dell'assunzione di riferimento giornaliera), 0 g di zuccheri e 4,7 g di sale (il 78% dell'assunzione di riferimento giornaliera).

Oltre ai parametri obbligatori, la Dichiarazione Nutrizionale può essere integrata anche da altri parametri nutrizionali. In Tabella 12 è riportata, per il Pecorino Romano DOP, una Dichiarazione Nutrizionale più estesa, in cui sono stati aggiunti alcuni elementi non obbligatori (acidi grassi mono e polinsaturi in configurazione cis, vitamina A e vitamina E ed alcuni elementi minerali (Na, K, Ca, P, Mg e Zn), per ciascun parametro è riportata anche la relativa percentuale di assunzione di riferimento giornaliera (% GDA).

Nelle Tabelle 13 – 24 sono riportate le Dichiarazioni Nutrizionali relative ai campioni prelevati presso ogni singolo caseificio dei dodici coinvolti nel Progetto. Come è possibile osservare, i valori relativi al contenuto calorico e ai principali elementi obbligatori e volontari, determinati nei formaggi prodotti nei diversi caseifici, sono molto simili tra loro e confrontabili con i dati riportati nella dichiarazione nutrizionale univoca (Tabella 12).

I risultati analitici dei campioni di Pecorino Romano DOP analizzati nel presente progetto sono stati utilizzati per l'elaborazione anche della *new Nutriction Facts Label*. Il Governo degli Stati Uniti e la Food and Drug Administration, il 26 maggio 2016, hanno emanato le regole per l'aggiornamento delle informazioni nutrizionali da riportare nella *new Nutriction Facts Label* degli alimenti confezionati e preconfezionati commercializzati negli USA. *La new Nutriction Facts Label* è entrata in vigore dal 1 gennaio 2020 per le aziende con un fatturato maggiore di 10 milioni di $ e dal 1 gennaio 2021 per le aziende con un fatturato minore a 10 milioni di $.

Rispetto alla precedente versione, nella nuova *Nutriction Facts Label* si dà maggiore enfasi alle calorie e alla definizione quantitativa della porzione (28 grammi per il formaggio), tramite un design aggiornato per porre in risalto due elementi (calorie e porzione) ritenuti importanti per dare la possibilità al consumatore di fare scelte alimentari informate. È stata eliminata, inoltre, l'informazione relativa alle calorie derivanti dai grassi ed è stato aggiunto, invece, il dato relativo agli zuccheri aggiunti.

La FDA (Food and Drug Administration) impone la dichiarazione, nella *Nutrition Facts Label*, del contenuto di acidi grassi trans. Dal 2006, infatti, la FDA ha avviato un'azione di controllo sul contenuto di acidi grassi trans negli alimenti, che ha come obiettivo la loro riduzione/eliminazione dall'alimento. Nel 2013, la FDA ha emanato una determinazione preliminare in cui dichiara gli oli parzialmente idrogenati (PHOs), fonte di acidi grassi trans industriali, come non salutari. I PHOs vengono dichiarati "non GRAS" (Generally Recognized As Safe"). Infine, nel 2015 è stata pubblicata la decisione finale (Federal Register/Vol. 80, No. 116/ Wednesday, June 17, 2015) secondo la quale viene dichiarato che gli oli parzialmente idrogenati (PHOs), fonte di grassi trans artificiali, non sono sicuri in quanto contribuiscono all'insorgenza di problemi cardiovascolari. Questa determinazione, fortunatamente, non si applica agli alimenti che contengono acidi grassi trans naturali, in particolare non viene applicata ai prodotti derivanti dai ruminanti (latte e derivati, carne e derivati). Viene inoltre sottolineato che, nel calcolo dei trans, non vengono inclusi i CLA naturalmente presenti nei derivati di origine animale, poiché

molecole con doppi legami in configurazione trans ma coniugati. Nonostante questi presupposti, tuttavia gli acidi grassi Trans devono, comunque, essere dichiarati anche negli alimenti lattiero caseari. Per quanto riguarda gli acidi grassi trans, non viene comunque riportata nella *Nutriction Facts Label* la % of Daily Value (il contributo all'assunzione giornaliera), conseguentemente al fatto che, nonostante la comunità scientifica abbia affermato che esiste una correlazione positiva fra contenuto di acidi grassi trans nella dieta e insorgenza di problemi cardiovascolari, tuttavia non ha ancora raccomandato un valore limite che possa essere utilizzato per stabilire la % di Daily Value.

Nella *new Nutriction Facts Label* non viene riportata la % di Daily Value neanche per le proteine, a meno che venga evidenziato in etichetta un claim o il prodotto in questione sia destinato all'alimentazione per l'infanzia (età < ai 4 anni).

Come conseguenza del cambiamento delle esigenze nutrizionali della popolazione, è stato modificato sia l'elenco dei micronutrienti, sia i relativi % Daily Values (Federal Register / Vol. 81, No. 103 / Friday, May 27, 2016 / Rules and Regulations. Food and Drug Administration 21 CFR Part 101 - Food Labeling: Revision of the Nutrition and Supplement Facts Labels). La vitamina A e la vitamina C, inizialmente presenti, per dare al consumatore uno strumento utile per favorire l'inclusione di queste due vitamine nella dieta quotidiana, sono state eliminate dalla *new Nutriction Facts Label*, conseguentemente al fatto che i livelli di carenza sono ormai diventati trascurabili nella popolazione statunitense. La FDA ha, invece, deciso di spostare l'attenzione verso altri due micronutrienti ritenuti più utili in questo: la vitamina D e il potassio.

In Tabella 25 è riportata la *new Nutriction Facts Label* univoca ottenuta dall'elaborazione dei risultati dei campioni di Pecorino Romano DOP prelevati nei dodici caseifici coinvolti nel progetto. Accanto alla Tabella che riporta i valori dei parametri nutrizionali non approssimati (a), è stata riportata anche la versione (b) in cui i valori di ciascun parametro sono stati approssimati, per difetto o per eccesso, secondo le regole della FDA (Appendix H: Rounding the values according to FDA rounding rules, A Food Labeling Guide – Guidance for Industry).

Come riportato in Tabella 25, una porzione (28 g) di formaggio pecorino Romano DOP fornisce 110 kcal, 9 g di grasso di cui 6 g di acidi grassi saturi, 0,5 g di acidi grassi trans e 25 mg di colesterolo, 480 mg di sodio, 7 g di proteine, 260 mg di calcio e 20 mg di potassio.

Nelle Tabelle 26 – 37 sono riportate le *new Nutriction Facts Label* relative ai campioni prelevati presso ogni singolo caseificio dei dodici coinvolti nel Progetto. Anche in questo caso, accanto alla Tabella che riporta i valori dei parametri nutrizionali non approssimati (a), è stata riportata anche la versione (b) in cui i valori di ciascun parametro sono stati approssimati, per difetto o per eccesso, secondo le regole della FDA (Appendix H: Rounding the values according to FDA rounding rules, A Food Labeling Guide – Guidance for Industry).

Aggiornamento dei modelli di predizione dei principali parametri macro-compositivi attraverso l'utilizzo di strumentazione aspecifica online (Aurora NIR)

Lo spettrometro portatile Aurora NIR è stato utilizzato per acquisire gli spettri, nel vicino infrarosso, dei 130 formaggi di Pecorino Romano DOP analizzati nel presente progetto. L'obiettivo è stato quello di costruire, grazie all'abbinamento con i rispettivi dati di riferimento, precedentemente discussi, dei modelli di predizione in grado di stimare i parametri di macro-composizione dei formaggi. I modelli ottenuti, saranno utilizzati, per avere informazioni, tramite la sola acquisizione spettrale, sui quantitativi di grasso, proteine, umidità ed NaCl, nei controlli di routine che vengono svolti nei caseifici sui lotti di produzione, con il vantaggio di avere risposte veloci senza alcuna distruzione del prodotto. Inoltre, poiché le forme di Pecorino Romano DOP vengono confezionate sottovuoto, con l'utilizzo di un sacco barriera, si è svolto uno studio di comparazione tra la stima, dei parametri di macro-composizione, ottenuta mediante acquisizione spettrale sullo scalzo della forma confezionata con il sacco barriera e mediante acquisizione spettrale sullo scalzo della forma non confezionata.

Campionamento e acquisizione spettri

Gli spettri infrarosso sono, quindi, stati acquisiti sullo scalzo della forma in presenza del sacco barriera (6 acquisizioni totali dalle quali è stato calcolato lo spettro medio) e dopo aver eliminato il sacco (6 acquisizioni totali, anch'esse mediate per ottenere un singolo spettro per campione). Per avere informazioni di confronto con la pasta del formaggio è stato acquisito, per ogni forma analizzata, anche lo spettro sulla pasta (6 acquisizioni, mediate per ottenere un singolo spettro). Il confronto dei risultati permetterà di stabilire quali tipi di acquisizioni portino a modelli di predizione migliori (se sullo scalzo della forma intatta o sulla pasta, e se la presenza del sacco barriera, nella forma intatta, influisce sulla bontà della predizione).

Per ogni parametro da stimare e per ogni tipologia di acquisizione ("scalzo con sacco barriera", "scalzo senza sacco barriera" e "pasta") è stato costruito un modello di predizione tramite l'algoritmo PLSR (Partial Least Square Regression) utilizzando il 70% dei campioni in calibrazione (scelti in maniera casuale e previa rimozione di eventuali outliers) con validazione interna, tramite Repeated Cross Validation con 5 gruppi di cancellazione e 100 randomizzazioni, in modo da valutare il numero di componenti principali con cui costruire il modello. Il restante 30% dei campioni è stato utilizzato per la validazione esterna del modello.

Sulla migliore tipologia di acquisizione ottenuta, per la stima delle macro componenti, sono stati costruiti i modelli finali utilizzando anche i campioni utilizzati come set esterno nella calibrazione di ogni modello.

Di seguito i risultati ottenuti per ciascun parametro analizzato.

Umidità

Per quanto riguarda la stima dell'umidità nei campioni di Pecorino Romano DOP, in Figura 60, viene riportato l'andamento del RMSECV, (Root Mean Square Error in Cross Validation, errore quadratico medio in cross validazione) rispetto al numero di componenti principali, nella costruzione del modello con le acquisizioni sullo scalzo con sacco barriera (Figura 60 a) e sullo scalzo senza sacco barriera (Figura 60 b). Si può notare che i valori di RMSECV raggiungono, nel primo caso, un minimo a 1,03g/100 g di formaggio con 3 componenti principali, mentre nel secondo caso un minimo a 1,13 g/100 g di formaggio con 2 componenti. Nonostante il valore di RMSECV appaia ragionevole in entrambi i casi (la media dei dati è 31,45 g/100 g di formaggio), i due modelli non sono accettabili in termini di predizione; infatti la varianza spiegata, per entrambi i modelli, risulta

essere negativa (-6,13% per il modello su scalzo con sacco barriera e -3,14% per il modello su scalzo senza sacco barriera). I grafici "Predetto contro Misurato" ottenuti (Figura 61 e Figura 62) mostrano l'inefficacia della predizione su singolo campione. In particolare, la Figura 61 mostra i grafici "Predetto contro Misurato", per la fase di calibrazione (Figura 61 a) e per la fase di validazione (Figura 61 b), del modello ottenuto su scalzo con sacco barriera; mentre la Figura 62 mostra lo stesso tipo di grafico, ottenuto per la fase di calibrazione (Figura 62 a) e per la fase di validazione (Figura 62 b), del modello su scalzo senza sacco barriera. Si può osservare per entrambi i modelli che, nonostante il valore di riferimento dei campioni di Pecorino Romano (in ascissa nei grafici) vari da 30 a 34 g/100 g di formaggio, la predizione ottenuta cade praticamente sempre nell'intervallo tra 31 e 32 g/100 g di formaggio. Il residuo, su singolo campione, assume il valore di 3,1 g/100 g di formaggio, per il modello con acquisizioni su scalzo con sacco barriera, e 2,9 g/100 g di formaggio, per il modello con acquisizioni su scalzo senza sacco barriera. Questa inefficacia di predizione potrebbe essere dovuta alla scarsa variabilità del parametro umidità nei campioni di Pecorino Romano DOP. I valori di riferimento per l'umidità variano infatti tra 30 e 32 g/100 g di formaggio.

Nonostante la predizione su singolo campione non sia attendibile, il valore medio ottenuto dai dati predetti, in validazione esterna (31,89 g/100 g di formaggio), per il modello costruito sulle acquisizioni con sacco barriera, si discosta di soli 0,29 g rispetto alla media dei dati di riferimento (31,60 g/100 g di formaggio). Analogamente, il valore medio dei dati predetti, dal modello costruito con le acquisizioni senza sacco barriera (31,87 g/100 g di formaggio), si discosta di 0,33 g rispetto alla media dei dati di riferimento (31,54 g/100 g di formaggio). Pertanto, posto che la differenza del valore medio dei dati di riferimento è dovuta all'eliminazione di outliers differenti per i diversi tipi di acquisizione spettrale, si può concludere che la predizione sul valore medio dell'umidità è attendibile con entrambi i modelli (senza sacco barriera e con sacco barriera) e che la presenza del sacco barriera non ha avuto influenza sulle performance del modello.

L'acquisizione degli spettri effettuata sulla pasta delle forme di Pecorino Romano DOP ha consentito di ottenere un modello, per la stima dell'umidità, migliore rispetto ai modelli discussi prima e ottenuti dalle acquisizioni sullo scalzo. Il modello è caratterizzato da 10 componenti principali significative (Figura 63), da una varianza spiegata del 39,41% ed un RMSECV di 0,76 g/100 g di formaggio (RMSECV% pari a 2,43%). La predizione esterna ha avuto come risultato un RMSEP% pari a 2,71%. I grafici "Predetto contro Misurato" per la stima dell'umidità tramite scansione spettrale sulla pasta, sono mostrati in Figura 64 a e 64 b. Nonostante la bassa varianza spiegata, questo modello riesce a predire 27 su 34 campioni del set esterno con una differenza minore di 1g/100g di formaggio rispetto al dato di riferimento (su una media di 31,81 g/100 g di formaggio), mentre i restanti si discostano dal dato di riferimento di un valore compreso tra 1 e 2 g/100 g di formaggio. Il valore medio dei dati predetti per il set esterno si discosta di un valore pari a -0,23 g rispetto al valore medio dei dati di riferimento.

In Tabella 38, è mostrato il confronto tra i dati predetti ed i dati di riferimento insieme alla loro differenza (residuo), sia per ogni singolo campione sia per i valori medi ottenuti, dei campioni del set esterno per i tre diversi modelli costruiti.

Grasso

I modelli costruiti per la stima del contenuto di grasso, utilizzando le acquisizioni spettrali effettuate sullo scalzo con e senza sacco barriera, presentano 7 e 10 componenti principali ottimali rispettivamente (Figura 65 a e

65 b). Il primo modello presenta una varianza del 65,9% mentre il secondo del 64,3%, con un RMSECV% di 2,54% e di 2,49% rispettivamente. La predizione sul set esterno ha fornito un RMSEP% di 4,13%, per il modello costruito con le acquisizioni sullo scalzo con sacco barriera, ed un RMSEP% di 4,07%, per il modello costruito con le acquisizioni sullo scalzo senza sacco barriera. I grafici "Predetto contro Misurato" della calibrazione e della validazione esterna sono mostrati in Figura 66 a e 66 b per il modello con acquisizioni spettrali rilevate sullo scalzo con sacco barriera, ed in Figura 67 a e 67 b per il modello con acquisizioni spettrali rilevate sullo scalzo senza sacco barriera. Il modello costruito rilevando gli spettri attraverso il sacco barriera ha predetto 23 campioni su 39 (set esterno), con una differenza minore di 1g/100 g di formaggio rispetto ai rispettivi dati di riferimento, mentre 16 campioni presentano una differenza che varia tra 1 g e 3 g/100 g di formaggio. Il dato medio predetto (33,46 g/100 g di formaggio) si discosta di solo -0,05 g rispetto alla media dei dati di riferimento (33,51 g/100 g di formaggio). Il modello costruito con gli spettri rilevati sulle forme senza sacco barriera ha predetto 16 campioni sui 38 del set esterno, con un differenza minore di 1 g/100 g di formaggio rispetto al dato di riferimento, mentre i restanti 22 campioni sono stati predetti con una differenza compresa tra 1 g e 2,4 g/100 g. Il dato medio predetto (33,74 g/100 g di formaggio) ha un residuo di 0,24 g rispetto alla media dei dati di riferimento del set esterno (33,50 g/100 g di formaggio). Il modello "con sacco barriera" ha predetto un numero maggiore di campioni con una accuratezza più elevata (23 campioni su 39 con residuo minore di 1 g/100g di formaggio), rispetto al modello "senza sacco barriera" (16 campioni su 38), tuttavia presenta residui più elevati nei campioni predetti con minore accuratezza (fino a 3,0 g/100 g di formaggio) rispetto ai residui ottenuti dal modello "senza sacco barriera" (fino a 2,4 g/100 g di formaggio). Tuttavia, la differenza tra la media dei dati predetti e la media dei dati di riferimento è minima per entrambi i modelli, con un residuo di poco più basso che si osserva, per la media predetta, con il modello "con sacco barriera" (Tabella 39).

Il modello per la stima del grasso, costruito utilizzando le acquisizioni spettrali rilevate sulla pasta del formaggio, presenta 15 componenti principali significative (Figura 68) che spiegano l'80,0% della varianza totale con un RMSECV% pari a 1,63%. La predizione sul dataset esterno ha performance simili con un RMSEP% di 1,68%. I grafici "Predetto contro Misurato" sono mostrati in Figura 69 a e 69 b.

Anche per il parametro grasso, le acquisizioni sulla pasta producono un modello di predizione migliore, con maggiore varianza spiegata, minore RMSECV% e minore RMSEP%. I campioni del set esterno vengono predetti con un'accuratezza ben più elevata rispetto ai modelli costruiti tramite acquisizioni su scalzo, con un residuo massimo di 1,1 g/100 g di formaggio. La media predetta (33,82 g/100 g di formaggio) si discosta di 0,20 g rispetto alla media dei dati di riferimento (33,62 g/100 g di formaggio) (Tabella 39). Tuttavia l'utilizzo di questo modello è subordinato al taglio della forma, mentre i modelli con acquisizione su scalzo, con e senza sacco barriera, possono essere utilizzati sulla forma integra, con il vantaggio di poter acquisire un dato analitico senza dover distruggere la forma di formaggio.

Proteine

I modelli costruiti per la stima del quantitativo di proteine nel Pecorino Romano DOP, utilizzando le acquisizioni spettrali effettuate su scalzo con e senza sacco barriera, sono descritti, rispettivamente, da 5 e da 7 componenti principali, come mostrato nella Figura 70. In Figura 71 sono mostrati i grafici, "Predetto vs Misurato", ottenuti dal modello costruito con le acquisizioni spettrali sullo scalzo con sacco barriera, per le fasi

di calibrazione (Figura 71 a) e di validazione (Figura 71 b). In Figura 72 sono mostrati gli stessi grafici, ma ottenuti dal modello costruito con le acquisizioni spettrali sullo scalzo senza sacco barriera. Il modello "scalzo con sacco barriera" spiega solamente il 19,8% della varianza totale ed ha un RMSECV di 0,98 g/100 g di formaggio su una media di 25,11 g/100 g di formaggio con un errore percentuale del 3,89%. L'acquisizione spettrale sullo "scalzo senza sacco barriera" ha permesso, invece, di ottenere un modello con una varianza spiegata del 40,2%, decisamente più alta, anche se ancora non ottimale, rispetto a quella ottenuta col modello "con sacco barriera". In questo caso l'RMSECV è pari a 0,86 g/100 g di formaggio su una media di 25,21 g/100 g di formaggio, per cui l'RMSECV% risulta essere di 3,43%. Confrontando i dati predetti con i dati di riferimento, 28 campioni su 39 del set esterno vengono predetti, dal modello "con sacco barriera", con un residuo minore di 1 g/100g di formaggio mentre i restanti 11 campioni si discostano dal dato di riferimento con un residuo massimo di 1,89 g/100 g di formaggio. La media predetta (24,89 g/100 g di formaggio) si discosta di soli 0,02 g rispetto alla media dei dati di riferimento (24,91 g/100 g di formaggio). Il modello "senza sacco barriera" predice 30 campioni su 38 con residuo minore di 1g/100 g di formaggio, mentre il residuo massimo dei restanti campioni è pari a 1,88. La media dei dati predetti è 25,4 g/100 g di formaggio contro una media di 24,92 g/100 g di formaggio ottenuta dai dati di riferimento (Tabella 40).

Le acquisizioni sulla pasta hanno invece prodotto un modello con sole 4 componenti principali (Figura 73) che spiegano il 76,3% della varianza totale, con un RMSECV% di 2,29%. I grafici "Predetto vs Misurato", per la calibrazione e per la validazione esterna, sono mostrati in Figura 74. Solamente 3 campioni su 34 del set esterno presentano un residuo maggiore di 1 g/100 g di formaggio, che comunque risulta essere al massimo di 1,1 g/100 g di formaggio, con una media dei dati predetti di 25,0 g/100 g di formaggio contro la media dei di riferimento di 24,9 g/100 g di formaggio (Tabella 40). Le performance di questo modello sono decisamente superiori rispetto a quelle dei modelli costruiti con acquisizioni sullo scalzo delle forme con e senza sacco barriera, con lo svantaggio comunque che l'acquisizione dello spettro è condizionata al taglio della forma del formaggio.

NaCl

In Figura 75, si può notare che i modelli costruiti per la stima del cloruro di sodio (NaCl), utilizzando le acquisizioni spettrali rilevate sullo scalzo con e senza sacco barriera, sono descritti rispettivamente da 8 e 10 componenti principali. La varianza spiegata del modello "scalzo con sacco barriera" non è molto elevata, assestandosi al 35,5% del totale, mentre quella del modello "scalzo senza sacco barriera" sale al 54,9%. La Figura 76 mostra i grafici, "Predetto contro Misurato", ottenuti dal modello per la stima del cloruro di sodio tramite acquisizioni spettrali sullo scalzo con sacco barriera, sia per la calibrazione (a) che per la validazione esterna (b); la Figura 77 mostra gli stessi grafici ottenuti dal modello che utilizza le acquisizioni sullo scalzo senza sacco barriera.

Nel primo modello ("con sacco barriera"), l'errore in cross-validazione è pari a 0,68 g su una media di 4,68 g/100 g di formaggio con un errore medio percentuale RMSECV% di 14,48%. La predizione sul set esterno presenta un errore medio RMSEP% del 17,1%. Nel secondo modello ("senza sacco barriera") si è ottenuto un errore medio RMSECV di 0,55 g, su una media dei dati di 4,68 g/100 g di formaggio, con un errore medio percentuale RMECV% del 11,85% e un RMSEP% del 20,1%.

Considerando le predizioni dei singoli campioni, 16 campioni su 39 del set esterno vengono predetti dal modello "con sacco barriera" con un residuo minore di 0,5 g/100 g di formaggio (errore massimo del 10% circa sulla media), mentre i restanti 23 campioni vengono predetti fino ad un residuo massimo di 2,2 g/100 g di formaggio. Il valore medio dei dati predetti, 4,92 g/100 g di formaggio, risulta però essere molto accurato essendo il valore medio dei dati di riferimento pari a 4,94 g/100 g di formaggio. Il modello, costruito con gli spettri acquisiti su scalzo senza sacco barriera, ha predetto 14 campioni su 38 con un residuo minore di 0,5 g mentre i restanti 24 campioni presentano un residuo compreso tra 0,5 e 2,2 g/100 g di formaggio. La media ottenuta dai valori predetti è risultata essere 4,63 g/100 g di formaggio contro una media dei dati di riferimento di 4,96 g/100g di formaggio (Tabella 41).

Il modello per la stima del cloruro di sodio costruito con le acquisizioni spettrali sulla pasta del formaggio, è descritto da 13 componenti principali (Figura 78) che spiegano il 58,1% della varianza totale con un RMSECV% di 11,0%. La predizione su campioni esterni ha prodotto un errore medio percentuale RMSEP% di 9,2%. I grafici, "Predetto contro Misurato", sono mostrati in Figura 79. Anche in questo caso, il modello, costruito con gli spettri acquisiti sulla pasta, ha delle performance migliori rispetto ai modelli costruiti con spettri acquisiti su scalzo. Il modello costruito con le acquisizioni sulla pasta ha predetto 24 campioni su 34 del set esterno con un residuo minore di 0,5 g mentre i restanti 10 campioni rientrano tutti nello scarto di 1 g, con un residuo massimo ottenuto di 0,94 g. La media dei dati predetti (4,87 g/100 g di formaggio) si discosta di soli 0,06 g rispetto alla media dei dati di riferimento (4,93 g/100 g di formaggio) (Tabella 41).

In conclusione, si può osservare che, considerando le caratteristiche dei modelli ottenuti quali: il numero di componenti principali, la varianza spiegata e l'errore in predizione sia in cross-validazione che in predizione esterna, che ne stabiliscono le performance e la stabilità, è evidente che l'utilizzo dell'Aurora NIR direttamente sulla pasta dei formaggi porta ad una stima della macro-composizione più accurata, su singolo campione, rispetto a quella ottenuta acquisendo gli spettri sullo scalzo con o senza sacco barriera. Questo però comporta un'operazione di taglio, e quindi di perdita, della forma che preclude l'utilizzo dell'Aurora NIR come strumentazione completamente non distruttiva.

Nel caso di utilizzo dell'Aurora NIR direttamente sullo scalzo delle forme di Pecorino Romano DOP, è evidente che la predizione della macro-composizione, su singolo campione, non è molto accurata. Questo si verifica, in particolare, nella predizione dell'umidità del formaggio. Di questo parametro, infatti, entrambi i modelli costruiti (in presenza del sacco barriera o senza sacco barriera) predicono, sia in cross validazione che nel set esterno, in maniera casuale ed in un range limitato. Probabilmente la poca variabilità insita nei campioni non ha permesso di costruire un modello accurato ed il range limitato ha comunque consentito di mantenere basso l'errore medio in predizione (RMSEP% intorno al 4% per entrambi i modelli). Risultano, invece, migliori le performances dei modelli per la stima del grasso ("scalzo con sacco barriera" e "scalzo senza sacco barriera") che inglobano entrambi circa il 65% della varianza totale e predicono i campioni del set esterno con un RMSEP% del 4% circa. La stima delle proteine viene effettuata, da entrambi i modelli costruiti (con gli spettri acquisiti su scalzo con sacco barriera e senza sacco barriera), con un errore medio in predizione esterna di circa il 3.5%. La stima del cloruro di sodio presenta il maggiore errore in predizione (RMSEP% da 17.1 al 20.1%), più alto per il modello che utilizza gli spettri acquisiti su scalzo senza sacco barriera, anche se il

RMSECV% ottenuto da questo modello è inferiore a quello del modello che utilizza gli spettri acquisiti su scalzo con sacco barriera.

Nonostante gli errori medi in predizione siano contenuti, fatta eccezione per la stima del cloruro di sodio, è pur vero che il residuo su singolo campione, in diversi casi, risulta essere abbastanza elevato.

Tuttavia, se si considera la media ottenuta dalla stima dei campioni del set esterno, per ogni parametro (Umidità, Grasso, Proteine e NaCl), si osserva che è sempre molto accurata e quindi molto vicina alla media del dato chimico, per ogni tipo di acquisizione effettuata (su scalzo con e senza sacco barriera e su pasta). Tale accuratezza, inoltre, aumenta con il numero dei campioni analizzati. La presenza del sacco barriera non ha influenza sulla costruzione del modello, infatti, i risultati ottenuti con i due tipi di acquisizione spettrale sono molto simili. Si ritiene perciò che lo strumento Aurora NIR sia altamente performante quando si ricerca un dato medio ottenuto da più campioni, anziché il dato su singolo campione.

L'utilizzo dell'Aurora NIR è, quindi, sicuramente utile per stimare, per esempio, la composizione media di diversi lotti di campioni.

Caratterizzazione Sensoriale del formaggio Pecorino Romano DOP a 18 mesi di stagionatura

In accordo con quanto previsto nel piano di campionamento, sui formaggi di Pecorino Romano DOP a 5, 8, 12 e 18 mesi di stagionatura dei caseifici Unione Pastori Nurri e La rinascita di Onifai, relativamente alle produzioni di gennaio, aprile e giugno 2020, sono stati eseguiti i test di analisi sensoriali impiegando il metodo dell'analisi descrittiva-quantitativa. Nello specifico, un panel di giudici addestrati (n=10) ha quantificato, mediante una scala strutturata a 9 punti, l'intensità di 23 specifici attributi sensoriali. I valori medi ± la deviazione standard sono riportati, per ogni periodo di produzione e ogni stagionatura, tra la Tabella 42 e la Tabella 49.

Al fine di determinare l'influenza dei fattori studiati sulle caratteristiche sensoriali dei formaggi, i dati sono stati sopposti all'anali della varianza (ANOVA) a 3 fattori (Caseificio, Stagionatura, Periodo di produzione). Dai risultati ottenuti, riportati in Tabella 50, emerge che il fattore Stagionatura non determina delle differenze significative sulle caratteristiche sensoriali del Pecorino Romano DOP, mentre il fattore Periodo di Produzione influisce solo sugli attributi Durezza e Pastosità. Questi risultati appaiono in accordo con quanto determinato strumentalmente sulle caratteristiche chimico-fisiche dei formaggi (pH, umidità macro-componenti ecc…). La modalità di conservazione sotto vuoto, che si protrae per tutto il periodo di stagionatura osservato (5–18 mesi), unitamente alle basse temperature (8-12 °C), rallenta tutti i processi chimico-fisici a tal punto da impedire che le caratteristiche sensoriali del formaggio Pecorino Romano DOP evolvano nella maniera tipica dei processi di maturazione dei formaggi. Un numero maggiore di attributi significativamente differenti si registra invece in merito al confronto tra i due Caseifici. Dato che, appare in accordo con quanto osservato nei precedenti studi in relazione alla grande variabilità che caratterizza questo tipo di produzione.

Le caratteristiche sensoriali del Pecorino Romano DOP a 18 mesi di stagionatura sono state determinate anche nei formaggi prodotti dagli altri 10 caseifici che hanno aderito al progetto, relativamente ai tre periodi di produzione. I valori medi ± la deviazione standard sono riportati, per ogni periodo di produzione, tra la Tabella 51 e la Tabella 56. Al fine di individuare eventuali differenze sensoriali statisticamente significative ($p<0.05$) tra i differenti caseifici, i risultati sono stati sottoposti all'analisi della varianza (ANOVA) a 2 fattori (Caseificio, Giudici,), mettendo a confronto i campioni dei 12 caseifici a parità di periodo di produzione. Per quanto riguarda i formaggi prodotti nel periodo invernale (gennaio 2020), sono risultati statisticamente differenti gli attributi: Salato, Acido, Piccante, la Durezza la Pastosità, la Granulosità, la presenza di Cristalli, gli Off-flavours e la Qualità Generale, confermando quindi la grande variabilità riscontrata nelle osservazioni condotte negli anni precedenti (WP7). In merito ai formaggi del periodo primaverile (aprile 2020) la produzione appare leggermente più omogenea, facendo registrare solo 6 differenze significative, ascrivibili agli attributi: Salato, Piccante, Durezza, Pastosità, Cristalli e Qualità Generale. Nel confronto tra i formaggi del periodo estivo (giugno 2020) invece, si osserva la maggiore variabilità legata alla produzione del Pecorino Romano DOP, infatti ben 9 attributi sono risultati statisticamente significativi: l'Odore di Caglio, i gusti Salato e Acido, l'Aroma di latte di Pecora, la Durezza, la Pastosità, la Granulosità, la presenza di Cristalli e la Qualità Generale.

Infine, nel confronto tra i periodi di produzione, sottoponendo all'Analisi della Varianza (ad un fattore) i valori medi dalle valutazioni dei formaggi dei 12 caseifici relativamente ad ogni periodo di produzione (Tabella 57), emergono delle differenze significativa sugli attributi: Odore di Insilato e di Caglio; gusti Salato, Acido e Amaro; Aroma di Latte Cotto, Durezza e Qualità Generale. I formaggi prodotti nel periodo primaverile (aprile 2020) presentano un Odore di Insilato e un gusto Salato meno intenso rispetto a quelli prodotti negli altri due periodi.

Per contro, quelli prodotti nel periodo estivo, si differenziano rispetto agli altri due perché presentano una intensità maggiore relativamente all'Odore di Caglio, ai gusti Acido e Amaro, all'Aroma di Latte Cotto che determinano, di conseguenza, un valore significativamente inferiore della Qualità Generale. Per quanto riguarda i formaggi prodotti nel periodo invernale invece, la differenza è ascrivibile ad una minore intensità dell'attributo Durezza.

Per avere una visione più generale dei risultati, i dati sono stati sottoposti all'Analisi delle Componenti Principali (PCA). Osservando il grafico riportato Figura 80 (Biplot) non si notano separazioni nette dei campioni in funzione di un particolare fattore sperimentale (es. Caseificio o Periodo di Produzione), bensì i formaggi delle 12 aziende si distribuiscono lungo la prima componente principale (asse orizzontale) senza soluzione di continuità, a conferma dell'elevata eterogeneità legata alla produzione del Pecorino Romano DOP ad opera dei diversi caseifici. Per alcune aziende (ad es. Az08 e Az01) i formaggi relativi ai tre periodi di produzione (indicati rispettivamente con le iniziali I per inverno, P per Primavera ed E per Estate) si posizionano vicini tra loro, o quantomeno nella stessa porzione di grafico, mentre in altri casi (es Az03 e Az07), i 3 formaggi si posizionano distanti tra loro o addirittura in quadranti opposti, ad indicare un'elevata variabilità intra-aziendale. Osservando la proiezione degli attributi lungo la prima componente principale (asse orizzontale) possiamo notare che questa variabilità è ascrivibile principalmente agli attributi: Salato, Granulosità, Durezza, Friabilità, Acido, Piccante, Odore e Aroma di Caglio, posizionati sul lato sinistro del grafico, vicini all'attributo Off-flavours e diametralmente opposti rispetto alla Qualità Generale. In accordo con quanto riscontrato nelle precedenti osservazioni, alcuni formaggi sono risultati essere caratterizzati da un elevato contenuto di sale che ne determina un incremento nella durezza, nella friabilità e nella granulosità. Generalmente, per questa tipologia di formaggio, l'incremento di friabilità, granulosità e durezza sono associati ad un progredire della maturazione, e non sono considerati attributi negativi, in questo specifico caso, invece, sono determinati solo dall'elevato contenuto di sale che ne causa, di conseguenza, un decremento della Qualità Generale. Anche il caglio sembra essere un fattore che caratterizza la variabilità del Pecorino Romano DOP. Sugli stessi campioni infatti, si riscontra un elevato Odore e Aroma di Caglio associati, come atteso, ad un incremento della piccantezza, ma anche ad un gusto più Amaro e più Acido. Motivo per cui questi formaggi si posizionano distanti rispetto a quelli caratterizzati da un'elevata Qualità Generale. Per contro, nei formaggi a ridotto contenuto di Sale si riscontra una maggiore intensità degli Odori e Aromi di Burro, di Latte Cotto e di Pecora; attributi che si posizionano nello stesso quadrante della Qualità Generale.

Conclusioni

I risultati e le informazioni acquisiti dalle attività del progetto hanno permesso di ampliare le conoscenze riguardo alle caratteristiche del formaggio Pecorino Romano DOP. In particolare è stato osservato che il protrarsi della stagionatura del formaggio, confezionato sottovuoto con il sacco barriera, fino a 18 mesi, non apporta alcun cambiamento relativamente al contenuto dei principali parametri di macro-composizione (umidità, grasso proteine ed NaCl). Il confezionamento sottovuoto impedisce, infatti, l'evaporazione dell'umidità del formaggio, contribuendo, in tal modo, a limitare la concentrazione dei macro-componenti durante l'evoluzione della stagionatura. E' stata osservata invece una evoluzione dell'attività proteolitica e lipolitica che diventa significativa a partire dal 12° mese di stagionatura, rispetto al formaggio a 5 mesi, e dal 18° mese di stagionatura rispetto al formaggio a 8 mesi.

L'aumento del rapporto grasso/proteine, che si verifica, nel latte di partenza, con l'evoluzione della stagione produttiva, determina una influenza sia sul contenuto in proteine sia sul contenuto della materia grassa del Pecorino Romano DOP. Il formaggio prodotto nel periodo primaverile ha un contenuto inferiore di grasso e superiore di proteine rispetto al formaggio prodotto a gennaio e a giugno. L'evoluzione fenologica delle essenze foraggere, pascolate dagli animali, da gennaio a giugno determina, inoltre, una diversa composizione acidica della materia grassa del latte e quindi del formaggio prodotto. Questo comporta un incremento della qualità nutrizionale del formaggio primaverile rispetto alle produzioni invernali ed estive (maggiore contenuto di PUFA-n3 e CLA).

Le attività del progetto hanno consentito, inoltre, di aggiornare i valori medi dei parametri obbligatori e volontari della la tabella nutrizionale del formaggio Pecorino Romano secondo il Regolamento Europeo 1169 del 2011 e secondo le linee guida della *New Nutriction Facts Label*.

Le acquisizioni spettrali nel vicino infrarosso, effettuate sui campioni di Pecorino Romano DOP con lo strumento Aurora NIR, hanno permesso di costruire dei modelli per la predizione dei principali parametri di macro-composizione (umidità, grasso, proteine e NaCl). Nella predizione sul singolo campione, i modelli costruiti dalle acquisizioni sulla pasta del formaggio hanno mostrato le performances migliori (numero di componenti principali, varianza spiegata ed errore in predizione sia in cross-validazione che in predizione esterna), con lo svantaggio, comunque, legato alla necessità di dover operare un taglio della forma per effettuare l'acquisizione predittiva. Tuttavia, è possibile affermare che, per ogni parametro analizzato (umidità, grasso, proteine e NaCl), la media delle predizioni, su un lotto di campioni, effettuata sullo scalzo della forma, quindi evitando il taglio della stessa, è sempre molto accurata e quindi molto vicina alla media del dato chimico. Tale accuratezza aumenta con il numero dei campioni analizzati. E' stato inoltre stabilito che la presenza del sacco barriera, durante l'acquisizione dello spettro, non ha influenza sulla bontà della predizione. Questo risultato è molto importante in quanto, consente, di agevolare e velocizzare, in caseificio, le analisi volte a determinare i principali parametri compositivi su un lotto di produzione, utilizzando l'acquisizione spetrale direttamente sullo scalzo della forma, anche in presenza del sacco sottovuoto.

WP9 - Dimostrazione della salubrità e della sicurezza igienica del formaggio Pecorino Romano DOP

Descrizione delle attività effettuate

Le attività del WP9, di competenza dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Sardegna, prevedevano la ricerca dei principali batteri patogeni, dei germi indicatori di processo e delle enterotossine stafilococciche, in forme di Pecorino Romano DOP campionate a differenti livelli di stagionatura, allo scopo di valutare la salubrità del formaggio. I dati raccolti saranno utili a fornire un contributo alla valutazione del rischio riguardo la presenza di microflora patogena in tale prodotto.

Materiali e metodi

Il progetto prevedeva il coinvolgimento di 12 caseifici (vedi Tabella 1) produttori di formaggio Pecorino Romano DOP. In ciascuno di essi è stato prelevato e campionato il formaggio di tre lavorazioni effettuate nel 2020, rispettivamente nei mesi di gennaio, aprile e giugno. Il formaggio di ciascuna lavorazione è stato analizzato a 4 diverse epoche di stagionatura (5, 8, 12 e 18 mesi).

Nel periodo compreso tra settembre 2020 e dicembre 2021 sono state campionate ed analizzate complessivamente 130 forme di Pecorino Romano DOP.

Da ciascuna forma è stato eseguito, sterilmente, il prelievo di due spicchi contrapposti del peso complessivo di circa 4 kg. I campioni sono stati recapitati a temperatura di refrigerazione al laboratorio Latte e Derivati dell'Istituto Zooprofilattico della Sardegna, dove sono stati processati.

In laboratorio, da ogni coppia di spicchi contrapposti, è stata prelevata, in più punti del campione, una aliquota di 25 g per le analisi qualitative e di 10 g per le analisi quantitative.

Su tutti i campioni sono stati determinati i seguenti parametri microbiologici:

1. Germi patogeni, potenzialmente patogeni e tossine

1.1. Listeria monocytogenes

La ricerca del patogeno è stata determinata mediante metodo qualitativo e quantitativo e Test VIDAS® LMO2. Sono stati prelevati, in maniera rappresentativa, 25 g di prodotto sia da pasta che da crosta.

Metodo Qualitativo: effettuato in accordo con la metodica *ISO 11290-1:2017 "Horizontal method for the detection and enumeration of Listeria monocytogenes and of Listeria spp. - Part 1: Detection method"*. In particolare una aliquota di 25 g di campione è stata diluita 1/10 in 225 ml di Fraser Broth Base (Oxoid, Basingstoke, UK). I campioni sono stati omogenati 90 secondi in agitatore Stomacher Lab Blender 400 (International PBI S.p.A., Milan, Italy) e incubati 24 h a 30 °C (arricchimento primario). Successivamente 100 µl di arricchimento primario è stato trasferito in 10 ml di Fraser broth supplementato con Fraser selective supplement (Oxoid), e incubato per 24 h a 37 °C (arricchimento secondario). Sia dal primo che dal secondo arricchimento è stata seminata una aliquota di 100 µl in terreno Agar Listeria in accordo a Ottaviani & Agosti (ALOA, Biolife, Milano, Italia) e in Listeria Selective Agar (Oxford formulation, Oxoid). Le piastre sono state incubate per 24-48 h a 37 ±1°C. Le colonie che presentavano le caratteristiche tipiche di *L. monocytogenes* sono state sottoposte a test biochimici di conferma.

Metodo Quantitativo: effettuato in accordo con la metodica *ISO 11290-2:2017 "Microbiology of the food chain - Horizontal method for the detection and enumeration of Listeria monocytogenes and of Listeria spp.*

Enumeration method". In particolare dal Fraser Broth Base dell'arricchimento primario, subito dopo la sua preparazione e prima dell'incubazione, sono stati prelevati e seminati 1 ml su tre piaste e 100 µl su una piastra di terreno ALOA. Le piastre sono state quindi incubate a 37± 1 °C per 48 ore. Le colonie che presentavano le caratteristiche tipiche sono state sottoposte ai test di conferma per *L. monocytogenes* indicati nella ISO 11290-*Test VIDAS® LMO2*: Sul brodo di arricchimento selettivo è stata inoltre effettuata la ricerca di *Listeria monocytogenes* utilizzando il Test VIDAS® LMO2. Si tratta di un test immunoenzimatico, che permette l'individuazione di antigeni di *L. monocytogenes* con il metodo ELFA (Enzyme Linked Fluorescent Assay) attraverso il sistema automatizzato VIDAS®. Il test si basa sull'utilizzo di anticorpi primari ad alta affinità che si legano agli antigeni di *L. monocytogenes* e di anticorpi secondari coniugati con un marcatore (fosfatasi alcalina) che si legano agli anticorpi primari. I componenti non legati/fissati vengono eliminati tramite lavaggi. La rivelazione del complesso antigene-anticorpo è consentita dalla fosfatasi alcalina che catalizza l'idrolisi del substrato (4-Metil-umbelliferil fosfato) in un prodotto fluorescente (4-Metil umbelliferone) la cui intensità emessa è misurata a 450 nm. I valori ottenuti sono analizzati dal sistema informatico dello strumento che fornisce il valore del test per ogni campione.

1.2. Salmonella spp.

La ricerca è stata eseguita secondo il metodo ISO 6579-1:2017 "*Microbiology of the food chain - Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of Salmonella - Part 1: Detection of Salmonella spp."* . In particolare un aliquota di 25 g di prodotto è stata omogeneizzata con 90 ml di BPW (*Buffered Peptone Water BPW*, Oxoid) ed incubata a 37 ± 1 °C per 24 ± 2 h. A partire dal pre-arrichimento, in brodo BPW, sono state prelevate due aliquote di 100 µl e di 1 ml e miscelate rispettivamente con 10 ml di brodo RVS di *Rappaport Vassialidis soya* (Oxoid) e con 10 ml di brodo MKTTn di *Muller Kauffmann* con tetrationato-novobiocina (Microbiol & C. snc, Uta, Italia). Le colture così ottenute sono state incubate per 24 h, rispettivamente a 37 ±1 °C per il brodo MKTTn e a 42 ± 1 °C per il brodo RSV. Dopo la fase di arricchimento selettivo ciascun campione è stato seminato su due differenti terreni selettivi e differenziali, *Xylose Lysine Desoxyscholate* (XLD, Microbiol) e Chromogenic Salmonella Agar (Biolife). Le colonie presumibilmente riferibili a microrganismi del genere Salmonella sono state sottoposte ai test di conferma e di identificazione biochimica, mediante sistema miniaturizzato (Vitek 2, Biomerieux).

1.3. Escherichia coli verocitotosici e enteroaggregativi

É stata effettuata la ricerca dei geni *vtx1, vtx2 e eae* e dei sierogruppi O157, O26, O103, O111, O145 e O104 attraverso metodiche di Multiplex Real Time PCR in accordo con la norma ISO/TS 13136:2012 "*Microbiology of food and animal feed - Real-time polymerase chain reaction (PCR)-based method for the detection of food-borne pathogens - Horizontal method for the detection of Shiga toxin-producing Escherichia coli (STEC) and the determination of O157, O111, O26, O103 and O145 serogroups"*. In breve, a 10 g di campione sono stati aggiunti 100 ml di BPW, il campione è stato quindi incubato per 18-24 h a 37±1 °C, successivamente è stato prelevato 1 ml di brodo di arricchimento per l'estrazione dell'acido nucleico. Per l'estrazione del DNA genomico è stato utilizzato il kit di estrazione InstaGene Matrix della ditta Bio-Rad (California, USA). Si tratta di una resina Chelex al 6% che lega gli inibitori della PCR e previene la perdita di DNA. La matrice assorbe i prodotti di lisi cellulare che interferiscono con il processo di amplificazione della PCR.

Per tutte le reazioni di PCR Real Time è stato utilizzato il kit QuantiFast Pathogen + IC della ditta Qiagen (Hilden, Germania) che consente l'amplificazione simultanea del controllo interno e dei geni target in PCR multiplex. Le sonde sono state marcate con i diversi fluorofori per consentire l'esecuzione delle PCR Real Time multiplex.

Le reazioni di amplificazioni venivano eseguite sul termociclatore Stratagene Mx3005P, della ditta Agilent Technologies (California, USA), a 5 filtri che ha consentito di effettuare le PCR Real Time in multiplex per l'identificazione contemporanea di 4 geni incluso, il controllo interno. Le sonde utilizzate erano di tipo TaqMan, sonde di ibridazione con idrolisi. Il profilo termico utilizzato era: 95 °C per 5 minuti, seguito da 45 cicli a 95 °C per 15 secondi e 60 °C per 30 secondi.

Isolamento di ceppi su piastra

Sui campioni positivi allo screening con la PCR è prevista, al fine di valutarne la vitalità, la semina su piastre di terreni selettivi per la differenziazione dei ceppi e l'incubazione a 37 °C per 18-24 h. In particolare: CT-SMAC (terreno MacConkey con sorbitolo e 0,05 mg/L Cefixime e 2,5 mg/L di Tellurite di potassio) e SMAC per i VTEC O157; CT-RMAC (terreno MacConkey contenente ramnosio e 0,05 mg/L Cefixime e 2,5 mg/L di Tellurito di potassio) per il sierogruppo O26; TBX (Tryptone Bile X-glucuronide) per i restanti sierogruppi .

1.4. Stafilococchi coagulasi- positivi

La ricerca e enumerazione è stata effettuata in accordo con la metodica ISO 6888-2:2004 "*Microbiologia di alimenti e mangimi per animali - Metodo orizzontale per la conta di stafilococchi coagulasi- positivi (Staphylococcus aureus e altre specie) - Tecnica che utilizza il terreno agar al plasma di coniglio e al fibrinogeno*". In particolare, 10 g di campione sono stati miscelati con 90 ml di Buffered Peptone Water (BPW, Oxoid). Sono state quindi preparate diluizioni decimali seriali. Ogni diluizione, è stata seminata, per inclusione, in piastre di terreno Baird Parker con Rabbit Plasma Fibrinogen supplement (RPF, Biolife) e incubata per 24-48 a 37±1 °C.

Caratterizzazione molecolare degli isolati:

Ricerca dei geni codificanti per le Enterotossine Stafilococciche

Nei ceppi di Stafilococchi coagulasi-positivi isolati sono stati ricercati 11 geni codificanti per la produzione di enterotossine attraverso l'utilizzo di due Multiplex PCR:

1. "Detection of genes encoding staphylococcal enterotoxins Multiplex PCR for sea to see and ser" - Method of the CRL for Coagulase Positive Staphylococci, including *Staphylococcus aureus* Version 1, October 2009".
2. "Detection of genes encoding staphylococcal enterotoxins Multiplex PCR for seg to sej and sep" - Method of the CRL for Coagulase Positive Staphylococci, including *Staphylococcus aureus* Version 1, October 2009".

La prima per la ricerca dei geni *sea, seb, sec, sed, see* e *ser* codificanti per le enterotossine rispettivamente di tipo A, B, C, D, E ed R, la seconda per la ricerca dei geni *seg, seh, sei, seje sep* codificanti rispettivamente

per quelle di tipo G, H, I, J e P. I prodotti dell'amplificazione sono stati analizzati mediante elettroforesi su gel di agarosio al 2%.

1.5. Enterotossine Stafilococciche

La ricerca delle Enterotossine Stafilococciche (SEs) preformate, in particolare da sea a see, è stata effettuata a partire da 25 g di prodotto in accordo con la metododica: *"Detection of staphylococcal enterotoxins types SEA to SEE in all types of food matrices European screening method" dell' European Union Reference Laboratory for Coagulase Positive Staphylococci"*.

Il metodo prevede una fase di estrazione e concentrazione e una fase di rilevamento delle tossine attraverso una prova immunoenzimatica ELFA (Enzyme Linked Fluorescent Assay). La metodica, che ha carattere esclusivamente qualitativo, fornisce indicazioni sulla eventuale presenza delle tossine (da sea a see) ma non informazioni circa il tipo di tossina rilevata.

2. Germi indicatori di igiene di processo

2.1. Escherichia coli beta-glucuronidasi positivi

La ricerca e l'enumerazione è stata effettuata in accordo con la norma ISO 16649-2:2001 "*Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of beta-glucuronidase-positive Escherichia coli Colony-count technique at 44 degrees C using 5-bromo-4-chloro-3-indolyl beta-D-glucuronide*". In particolare, 10 ml di campione sono stati diluiti in 90 ml di BPW. Dalla diluizione iniziale sono state effettuate diluizioni scalari (1:10). Quindi 1 ml della sospensione del campione e 1 ml delle sue diluizioni decimali sono state seminate per inclusione in terreno selettivo Tryptone Bile X-GLUC Agar (TBX, Biolife) ed incubate a 44 ± 1 °C per 18-24 ore.

2.2. Enterobacteriaceae

La ricerca e l' enumerazione è state effettuata in accordo con la metodica ISO 21528-2:2017 "*Microbiology of the food chain - Horizontal method for the detection and enumeration of Enterobacteriaceae Colony-count technique*". In particolare, 10 g di campione sono stati miscelati con 90 ml di Buffered Peptone Water (BPW, Oxoid), e da questa sono state preparate diluizioni decimali seriali. Quindi 1 ml della diluizione 1:10 di campione ed 1 ml delle diluizioni decimali successive sono state trasferite in piaste, seminate, per inclusione, con terreno Violet Red Bile Glucose (VRBG, Biolife) ed incubate per 24 h a 37±1 ° C.

Risultati e Discussione

1. Germi patogeni, potenzialmente patogeni e tossine

1.1. Listeria monocytogenes

La ricerca e la quantificazione del patogeno nei formaggi ai diversi livelli di stagionatura (5, 8, 12 e 18 mesi) ha dato esito negativo, sia con il metodo qualitativo e quantitativo (> 10 ufc/gr) che con il metodo VIDAS. Presumibilmente questo risultato è da mettere in relazione con la modificazione di alcune caratteristiche del formaggio, durante le fasi di maturazione, che influenzano la crescita e la sopravvivenza del patogeno. Certamente tra queste la diminuzione dell'attività dell'acqua e del pH, la variazione del contenuto di acido

lattico e la concentrazione di sale, che raggiunge un valore medio di circa il 7% sulla sostanza secca e un valore massimo di quasi il 10%, hanno un ruolo determinante.
Si tratta di un dato in linea con quanto rilevato in precedenti lavori anche a seguito di challenge test effettuati su questo prodotto (Lai et al., 2020). Dati simili sono riportati, in seguito a contaminazioni sperimentali, anche in altri formaggi a latte crudo nei quali è stata riscontrata l'assenza di crescita di *L. monocytogenes* già a partire dall'ottavo giorno di stagionatura (Millet et al.,2006).

1.2. Salmonella spp.

Salmonella spp non è stata rilevata in nessuna delle forme di Pecorino Romano DOP analizzate. Si tratta di un dato in linea con precedenti lavori (Lai et al., 2020). É noto infatti come le caratteristiche fisico-chimiche del prodotto (attività dell'acqua, pH) e la presenza di una percentuale di sale elevate influenzino la sopravvivenza di questo genere di microrganismi.

1.3. Escherichia coli verocitotosici, enteroaggregativi

La ricerca nei campioni dei geni codificanti *vtx1, vtx2* e *eae* e dei sierogruppi O157, O26, O103, O111, O145 e O104, attraverso metodiche di Real Time PCR, ha dato esito negativo.
Da un punto di vista di sicurezza alimentare, rappresentano un pericolo solo alcuni ceppi di *E. coli*. Si tratta prevalentemente di ceppi appartenenti al gruppo degli E. coli verocitotossici (VTEC) in grado di produrre delle tossine denominate verocitotossine: VT1 e VT2 (chiamate anche shiga-like toxins Stx1 e Stx2), potenti esotossine simili alla tossina "Shiga", sintetizzata da Shigella dysenteriae, e in grado di indurre un danno irreversibile quando inoculate sperimentalmente su monostrati di cellule VERO (EFSA Scientific Report 2007). Solo una serie limitata di sierotipi, principalmente O157, seguito da O26, O103, O91, O145, O111 e O104 sono stati associati a casi di focolai di malattia nell'uomo. Si tratta, quindi, di una dato rilevante che nessun campione presentasse né i sierotipi patogeni, né i geni codificanti le verocitotossine e il gene eae.

1.4. Staphylococcus aureus

Il microrganismo è stato rilevato in due formaggi, produzione di giugno e di aprile, rispettivamente a 5 e 8 mesi di stagionatura e provenienti dallo stesso stabilimento. I campioni presentavano cariche di 2,28 log10 UFC/g e 2,93 log10 UFC/g, rispettivamente nel formaggio a 5 e a 8 mesi.
Negli altri campioni analizzati i conteggi di *S. aureus* sono risultati inferiori al limite di rilevamento per il metodo di conteggio su piastra (<1 log10 UFC/g).

Ricerca dei geni codificanti per le Enterotossine Stafilococciche

La ricerca dei geni (da *sea* a *see* , da *seg* a *seje*, *sep* e *ser*) codificanti per le la produzione delle enterotossine di tipo A, B, C, D, E, G, H, I, J, P ed R ha dato esito negativo.
La presenza di stafilococchi coagulasi – positivi (SCN) in formaggi stagionati non è rara. Si tratta infatti di microrganismi che si trovano sulla pelle dell'uomo e degli animali, così come sulle superfici delle attrezzature lattiero-casearie e negli ambienti di mungitura (Andretta et al., 2019; Basanisi et al., 2016). Inoltre, essendo dotati di una certa alofilia (NaCl al 10%), possono persistere nel prodotto stagionato. La normativa Europea individua gli SCN come germi indicatori di igiene di processo nei formaggi stagionati (con limiti compresi tra

100 (m) e 1000 (M) UFC/g nei formaggi, a base di latte sottoposto a trattamento termico a temperatura inferiore a quella della pastorizzazione) indicando come azione correttiva, in caso di risultati insoddisfacenti, il miglioramento delle condizioni igieniche durante la produzione e della scelta delle materie prime. La stessa normativa riporta come le contaminazioni superiori a 10^5 UFC/g siano quelle in cui è probabile la produzione di enterotossine stafilococciche (Reg.2073/2005).

I risultati ottenuti evidenziano, tuttavia, prevalenze molto ridotte nei campioni analizzati, con valori comunque sempre inferiori ai limiti indicati dalla normativa Europea. Inoltre, la caratterizzazione molecolare dei ceppi non ha evidenziato ceppi produttori di enterotossine. Quest'ultimo è un dato confortante poiché l'assenza di geni codificanti le enterotossine rileva la non patogenicità degli SCN vitali isolati.

1.5. Enterotossine Stafilococciche

La produzione di enterotossine stafilococciche è uno dei principali meccanismi di virulenza di *S. aureus*. La ricerca delle Enterotossine Stafilococciche (SEs) preformate, da *sea* a *see*, non ha rilevato, in nessuno dei campioni analizzati, enterotossine di tipo A, B, C, D, E.

Le enterotossine sono exoproteine prodotte da ceppi SCN enterotossigenici (principalmente *S. aureus*). Finora sono state identificate 23 diverse enterotossine, tuttavia, il 95% dei focolai confermati è dovuto a enterotossine classiche: SEA, SEB, SEC, SED e SEE (Andretta et al., 2019).

Le SEs sono proteine preformate in cibi ad alto contenuto proteico, pertanto, nel caso di un elevata carica di SCN nel latte o una contaminazione secondaria, nelle fasi intermedie, tale da produrre SEs termoresistenti, queste potrebbero essere in grado di rimanere attive anche nelle successive fasi del processo di produzione. Appare chiaro come, buone condizioni igieniche delle materie prime e la corretta gestione del processo di produzione possano essere fattori tali da ostacolare una crescita dei SCN, fino a valori superiori a 10^5 UFC/g, in particolare in un formaggio prodotto da latte termizzato, e diminuire, quindi, la possibilità di produzione di SEs. In uno studio in campioni di Pecorino Romano DOP, contaminati artificialmente con SEs, è stato messo in evidenza come gran parte delle enterotossine, aggiunte al latte, si perdesse nel siero, durante il processo di caseificazione, a causa della loro solubilità in acqua. Ciò, riduce notevolmente il rischio per i consumatori, anche in presenza di una elevata contaminazione sul latte lavorato. I fenomeni di proteolisi tipici della maturazione del prodotto, invece, sembrerebbero non influire sulla degradazione delle SEs (Fadda et al., 2016).

Alla luce dei dati ottenuti nei campioni analizzati e da quanto emerso da precedenti studi su questo prodotto (Fadda et al., 2016) riguardo al pericolo SEs, il formaggio Pecorino Romano sembra non rappresentare un rischio diretto per i consumatori.

2. Germi indicatori di igiene di processo

2.1. Escherichia coli beta-glucuronidasi positivi

In due campioni, con stagionatura a 8 mesi e provenienti da diversi stabilimenti, sono stati rilevati *Escherichia coli* beta-glucuronidasi positivi. In entrambi i casi si trattava di cariche estremamente basse (1,00 $\log_{10}$ UFC/g).

Escherichia coli (E. coli) è un germe appartenente alla famiglia delle *Enterobacteriaceae*, il cui habitat naturale è rappresentato dall'intestino dell'uomo e di altri animali.

É bene sottolineare come il rilevamento di tali microrganismi non abbia un immediato impatto sanitario. *E. coli* è, infatti, inserito nel Regolamento (CE) 2073/2005 e s.m.i. come germe indicatore dell'igiene del processo, ossia tra quei microrganismi che rappresentano uno strumento per l'operatore del settore alimentare (OSA) e l'autorità competente, per valutare la correttezza e l'efficacia dei processi posti sotto il controllo dell'OSA. Il mancato rispetto dei criteri di igiene del processo deve portare l'OSA ad adottare le opportune azioni correttive, al fine di riportare il processo sotto il proprio controllo. Altro aspetto importante da sottolineare è rappresentato dalle cariche estremamente basse rilevate nei formaggi risultati positivi, nei quali i valori sono risultati, abbondantemente, al di sotto dei limiti minimi stabiliti nel Capitolo 2 del Reg. (CE) 2073/2005 (100 (m) e 1000 (M) UFC/g) e dal rilevamento del microrganismo in un esiguo numero di campioni.

2.2. Enterobacteriaceae

Sono state rilevate in un campione di pecorino Romano con 8 mesi di stagionatura ad una concentrazione di 1 log10 UFC/g. Le analisi biochimiche del ceppo ottenute tramite il sistema miniaturizzato Vikek 2 hanno identificato *E. coli*.

Le *Enterobacteriaceae* sono una famiglia che include un numero ampio di specie batteriche (es. *E. coli, Salmonella, Klebsiella, Yersinia* ecc.) la cui ricerca ha un significato, in quanto indicatori dell'igiene del processo. Lo scarsissimo rilevamento di questa famiglia di microrganismi fornisce un dato importante, testimonianza della corretta gestione del processo di produzione di questo formaggio, nei caseifici inclusi nel progetto.

Conclusioni

L'assenza dei patogeni ricercati come *Salmonella spp*., *L. monocytogenes*, *Escherichia coli* (verocitotosici e enteroaggregativi) e di enterotossine in tutti i campioni analizzati sembra indicare che il Pecorino Romano non rappresenti un rischio per il trasferimento ai consumatori di patogeni di origine alimentare e di SEs. Si tratta di un dato in linea con quanto già rilevato in precedenti lavori (Fadda et al., 2004; Fadda et al., 2005; Lai et al., 2020) e dovuto ad un effetto combinato di vari ostacoli che si oppongono, durante la maturazione del formaggio, alla moltiplicazione e anche alla sola sopravvivenza dei microrganismi in questione. Tali ostacoli, come la competizione con la coltura starter, l' acidificazione e la cottura della cagliata, potrebbero avere un effetto importante già a partire dalle prime fasi di produzione. Successivamente un effetto rilevante sulla sopravvivenza e la crescita dei microrganismi patogeni è attribuibile alle intense modificazioni fisico-chimiche (pH e aw) e alla percentuale di sale del prodotto stagionato. Altro dato da sottolineare è che nei ceppi di *S. aureus* isolati non sono stati rinvenuti i geni produttori delle enterotossine

Per quanto riguarda la presenza di germi indicatori di igiene del processo, questi sono stati riscontrati in alcuni campioni di Pecorino Romano DOP a 5 e 8 mesi di stagionatura, mentre non sono mai stati rilevati nei campioni a 12 e 18 mesi di stagionatura. Quando presenti, le cariche di questi germi sono risultate estremamente basse e comunque sempre inferiori a quelle indicate dal legislatore Europeo per l'adozione di azioni correttive.

BIBLIOGRAFIA

ISO. (International Organization for Standardization). 2004. Cheese and processed cheese - Determination of the total solids content. Method number 5534:2004 (IDF 4:2004). ISO, Geneva, Switzerland.

IDF 027:1964 – Determination of the ash content of processed cheese products.

Soxhlet F. 1879. Die gewichtsanalytische Bestimmung des Milchfettes. Dingler's Polyt. J. 232, 461 - 465.

ISO. (International Organization for Standardization). 2014. Milk and milk products - Determination of nitrogen content - Part 1: Kjeldahl principle and crude protein calculation. Method number 8968-1:2014

Gripon, J. C., M. J. Desmazeaud, D. Le Bars, and J. L. Bergere. 1975.Etude du rôle des micro-organismes et des enzymes au cours de lamaturation des fromages. II.-Influence de la présure commerciale.Lait 55, 502 - 516.

ISO. (International Organization for Standardization). 2006. Cheese and processed cheese products - Determination of chloride content - Potentiometric titration method. Method number 5963:2006 (IDF 88:2006). ISO, Geneva, Switzerland.

Idda I., Spano N., Addis M., Galistu G., Ibba I., Nurchi V.M., Pilo M.I., Scintu M.F., Piredda G., Sanna G. 2018. Optimization of a newly established gas-chromatographic method for determining lactose and galactose traces: Application to Pecorino Romano cheese. Journal of Food Composition and Analysis 74, 89 - 94.

Panfili G., Manzi P., Pizzoferrato L. 1994. High-performance Liquid Chromatographic Method for the Simultaneous Determination of Tocopherols, Carotenes, and Retinol and its Geometric Isomers in Italian Cheese. Analyst, 169, 1161 - 1165.

Manzi P., Panfili G., Pizzoferrato L. 1996. Normal and Reversed- Phase HPLC for more complete evaluation of tocopherols, retinols, carotenes and sterols in dairy products. Chromatographia, 43, 89 - 93.

Jiang J., Bjoerck L., Fonden R., Emanuelson M. 1996. Occurrence of con-jugated cis-9 trans-11-octadecadienoic acid in bovine milk: Effects offeed and dietary regimen. J. Dairy Sci. 79, 438 - 445.

ISO. (International Organization for Standardization). 2002. Milk Fat - Preparation of Fatty Acid Methyl Esters. Method number 15884:2002 (IDF 182:2002). ISO, Geneva, Switzerland.

De Jong, C., & Badings, H.T. 1990. Determination of free fatty acids in milk and cheese. Journal of High Resolution Chromatography, 13, 94 - 98.

ISO. (International Organization for Standardization). 2018. Milk, milk products, infant formula and adult nutritionals — Determination of minerals and trace elements — Inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (ICP-AES) method. Method number 15151:2018 (IDF 229:2018). ISO, Geneva, Switzerland.

Guinee T.P., Mulholland E.O., Kelly J., Callaghan D.J.O. 2007. Effect ofprotein-to-fat ratio of milk on the composition, manufacturing effi-ciency, and yield of cheddar cheese. J. Dairy Sci. 90, 110–123.

Marcialis A., Pettinau,M., Bottazzi V. 1968. Chemical constituents ofthe Romano cheese produced in Sardinia. Sci. Tec. Latt. Cas. 19,411 - 422.

Troyano E., Villamiel M., Olano A., Sanz J., Martínez-Castro I. 1996. Monosaccharides and myoinositol in co mmercial milks. J. Agric. Food. Chem. 44, 815 - 817. https:// doi.org/10.1021/jf950260d.

Fox P.F., Mcsweeney P.L.H. 1998. Dairy Chemistry and Biochemistry. Blackie Academic. and Professional, London.

Ruggiero L., Fontanella M.C., Amalfitano C., Beone G.M., Adamo, P. 2021. Provenance discrimination of Sorrento lemon with Protected Geographical indication (PGI) by multi-elemental fingerprinting. Food Chem. 362, 130168.

Foschi M., D'Archivio A.A., Rossi, L. 2020. Geographical discrimination and authentication of lentils (Lens culinaris Medik.) by,ICP-OES elemental analysis and chemometrics. Food Control, 118, 107438.

D'Archivio A.A., Di Vacri M.L., Ferrante M., Maggi M.A., Nisi S., Ruggieri F. 2019. Geographical discrimination of saffron (Crocus sativus L.) using ICP-MS elemental data and class modeling of PDO Zafferano dell'Aquila produced in Abruzzo (Italy). Food Anal. Methods 2019, 12, 2572 - 2581.

Varrà M.O., Husáková L., Patoˇcka J., Ghidini S., Zanardi E. 2021. Multi-element signature of cuttlefish and its potential for the discrimination of different geographical provenances and traceability. Food Chem. 356.

Wu F., Zhao H., Sun J., Guo J., Wu L., Xue X., Cao W. 2021. ICP-MS-based ionomics method for discriminating the geographical origin of honey of Apis cerana Fabricius. Food Chem. 354.

Lee KW, Lee HJ, Cho HY, Kim YJ. 2005. Role of the conjugated linoleic acid in the prevention of cancer. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 45,135 - 44.

Bhattacharya A, Banu J, Rahman M, Causey J, Fernandes G. 2006. Biological effects of conjugated linoleic acids in health and disease. J. Nutr. Biochem. 17, 789 - 810.

Addis M., Cabiddu A., Pinna G., Decandia M., Piredda G., Pirisi A., Molle G. 2005. Milk and cheese fatty acid composition in sheep fed Mediterranean forages with reference to conjugated linoleic acid cis 9, trans 11. Journal of Dairy Science 88, 3443 - 3454.

Cabiddu A., Carta G., Molle G., Decandia M., Addis M., Delogu A., Pirisi A., Lai V., Cera V., Taras L., Lallai C., Banni S. 2007. Relation between feeding regimen and content of conjugated linoleic acid in sheep milk and cheese. Options Mediterraneannes Series A, 67, 171 - 176.

Nudda A., McGuire M.A., Battacone G., Pulina G. 2005. Seasonal variation in conjugated linoleic acid and vaccenic acid in milk fat of sheep and its transfer to cheese and ricotta. Journal of Dairy Science 88, 1311 - 1319.

Department of Health (1994) Nutritional Aspects of Cardiovascular Disease. Report on Health and Social Subjects no 46, HMSO, London.

Simopoulos A.P. 2002. The importance of the ratio of omega6/omega-3 essential fatty acids. Biomed. Pharmacother. 56, 365 - 379.

Wijendran V. and K.C. Hayes. 2004. Dietary n-6 and n-3 fatty acid balance and cardiovascular health. Annu. Rev. Nutr. 24, 597 - 615.

Guinee T.P. 2011. Cheese rheology. In: 2nd ed. In: Fuquay, J.F., Fox, P.F., McSweeney, P.L.H. (Eds.), Encyclopedia of Dairy Sciences, vol. 1. Academic Press, San Diego, pp. 685 - 697.

Addis M., Pes M Fiori M., Nieddu G., Furesi S., Pirisi A. 2018. Effect of protein-to-fat ratio of sheep milk on the composition, rheological properties and yield of PDO Pecorino Romano cheese. Small Ruminant Research, 162, 1-7.

Addis M., Piredda G., Pes M., Di Salvo R., Scintu M.F., Pirisi A. 2005. Effect of the use of three different lamb paste rennets on lipolysis of the PDO Pecorino Romano Cheese. International Dairy Journal, 15, 563 - 569.

Urbach G. 1991. Butter flavour in food systems, Food Res., 51, 50 - 54.

Andretta M., Almeida T. T., Ferreira L. R., Carvalho A. F., Yamatogi R. S., Nero L. A. 2019.Microbial safety status of Serro artisanal cheese produced in Brazil. J. Dairy Sci., 102, 10790 - 10798. doi:10.3168/jds.2019-16967.

Basanisi M.G., Nobili G., La Bella G., Russo R., Spano G., Normanno G., La Salandra G. 2016. Molecular characterization of Staphylococcus aureus isolated from sheep and goat cheeses in southern Italy. Small Rumin. Res. 135:17 - 19

Commission Regulation (EC) No 2073/2005 (OJ L338, p1, 22/12/2005) of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs.

EFSA 2007 «Monitoring of verotoxigenic Escherichia coli (VTEC) and identification of human pathogenic VTEC types.» The EFSA Journal 2007 579, n. 1 (2007): 1 - 61.

Fadda A., Terrosu G., Pes. M., Porqueddu G., Delogu A., Rossi. M. L., Pirisi. A. 2016. Trend of staphylococcal enterotoxins during the manufacture and ripening of Pecorino Romano cheese type Conference: 4th EAVLD Congress of the European Association of Veterinary Laboratory DiagnosticiansAt: Prague, Czech Republic. DOI: 10.13140/RG.2.2.22366.74565.

Fadda A., Scano B. , Porqueddu G., Marongiu E., Galistu G., Riu G., Pes M., Furesi S., Pirisi A. 2005. The fate of some pathogenic bacteria in PDO Pecorino Romano Cheese made from raw milk. Atti IDF World Dairy Summit Conference. 17-22 settembre 2005, Vancouver, Canada.

Fadda A., Scano B., Porqueddu G., Marongiu E., Galistu G., Riu G., Pes M., Todesco F., Pirisi A. 2004. Sopravvivenza di batteri patogeni in formaggio Pecorino Romano. Nota II. Aspetti microbiologici. Atti XVI Convegno SIPAOC. 29 settembre-2 ottobre 2004 Siena .

Lai G., Melillo R., Pes M., Addis M., Fadda A., Pirisi A. 2020. Fate of Selected Pathogenic Bacteria During PDO Pecorino Romano Cheese Ripening. Dairy, 1(3), 297-312; https://doi.org/10.3390/dairy1030020.

Pirisi A., Riu G., Scintu M.F., Galistu G., Piredda G., Scano B., Pala A., Marongiu E., Fadda A. 2004. Sopravvivenza di batteri patogeni in formaggio Pecorino Romano nota 1. XVI Congresso Nazionale S.I.P.A.O.C

Millet L., Saubusse M., Didienne R., Tessier L., Montel M.C. 2006. Control of Listeria monocytogenes in raw-milk cheeses. Int. J. Food Microbiol., 108: 105 - 114.

TABELLE E FIGURE

Tabella 1 - Elenco dei caseifici aderenti all'attività del progetto.

Ragione Sociale	Località	Indirizzo Stabilimento	Dislocazione geografica	Indirizzo mail
F.lli Pinna Industria Casearia S.P.A.	Thiesi	Via F.lli Chighine, 5, 07047, Thiesi	Nord Sardegna	info@pinnaspa.it
Cooperativa Alleva-tori Ovini C.A.O. Soc. Coop. Agr.	Oristano	Loc. Perda Lada Fenosu, 09080, Siamanna	Centro Sardegna	info@caoformaggi.it
O.P. Agriexport Soc. Coop.	Chilivani	Via Dei Casari, 1, 07010, Chilivani,	Nord Sardegna	agriexport2@tiscali.it agriexport@tiscali.it
Lait Latteria Ittiri Società Cooperativa A R.L.	Ittiri	Reg. Camedda, 07044, Ittiri	Nord Sardegna	lait.ittiri@tiscali.it
Sardaformaggi S.P.A.	Buddusò	Via Damiano Chiesa, N. 20 Buddusò	Nord Sardegna	segreteriaolbia@sardaformaggi.it
La Concordia	Pattada	Zona Industriale	Nord Sardegna	concordia@tiscali.it
Latteria Centro Sardegna La.Ce.Sa. Soc. Coop. A R.L.	Birori	Loc. Orosai, 08012, Birori	Centro Sardegna	latterialacesa@tiscali.it
Coop. Allevatori Di Mores Soc. Coop.	Mores	Via Risorgimento, 4, 07013, Mores	Nord Sardegna	coopmores@tiscali.it
Industria Casearia Agroalimentare Serra S.R.L.	Ortacesus	Z.I. Loc. Bau Sueddi, 09040, Ortacesus	Sud Sardegna	agroalimentareserra@tiscali.it
Società Cooperativa "L' Armentizia Moderna" A R.L.	Guspini	Regione Is Arais, 09036, Guspini	Sud Sardegna	larmentiziamoderna@tiscali.it
Unione Pastori Nurri	Nurri	Zona Industriale, 08035, Nurri	Sud Sardegna	formaggi@unionepastorinurri.com
Societa' Cooperativa Arl - La Rinascita	Onifai	Strada Provinciale, 25, 08020, Onifai	Centro Sardegna	info@formaggilarinascita.com

Tabella 2 – Schema di campionamento da attuare presso ciascun caseificio.

Periodo di produzione	N° forme da identificare	Mese di campionamento
Gennaio	4 forme	1 forma 5 mesi 1 forma 8 mesi 1 forma 12 mesi 1 forma 18 mesi
Aprile	4 forme	1 forma 5mesi 1 forma 8 mesi 1 forma 12 mesi 1 forma 18 mesi
Giugno	4 forme	1 forma 5mesi 1 forma 8 mesi 1 forma 12 mesi 1 forma 18 mesi
TOTALE	**12 FORME**	

Tabella 3 - Anagrafica dei campioni di formaggio Pecorino Romano DOP prelevati nella campagna casearia 2020/2021.

Caseificio	Lotto	Produzione	Prelievo	Maturazione	Sigla campione	Codice NIR
AGRIEXPORT	C3(10)	10/01/2020	29/09/2020	8 mesi	AGREXP/01/8M	PEC ROM 9
AGRIEXPORT	C3(10)	10/01/2020	25/01/2021	12 mesi	AGREXP/01/12M	PEC ROM 56
AGRIEXPORT	C3(10)	10/01/2020	21/06/2021	18 mesi	AGREXP/01/18M	PEC ROM 103
AGRIEXPORT	C6(03)	03/04/2020	29/09/2020	5 mesi	AGREXP/04/5M	PEC ROM 10
AGRIEXPORT	C6(03)	03/04/2020	14/12/2020	8 mesi	AGREXP/04/8M	PEC ROM 34
AGRIEXPORT	C6(03)	03/04/2020	19/04/2021	12 mesi	AGREXP/04/12M	PEC ROM 79
AGRIEXPORT	C6(03)	03/04/2020	26/10/2021	18 mesi	AGREXP/04/18M	PEC ROM 115
AGRIEXPORT	C8(08)	08/06/2020	14/12/2020	5 mesi	AGREXP/06/5M	PEC ROM 33
AGRIEXPORT	C8(08)	08/06/2020	22/02/2021	8 mesi	AGREXP/06/8M	PEC ROM 67
AGRIEXPORT	C8(08)	08/06/2020	21/06/2021	12 mesi	AGREXP/06/12M	PEC ROM 97
AGRIEXPORT	C8(08)	08/06/2020	28/12/2021	18 mesi	AGREXP/06/18M	PEC ROM 127
AGROALIM SERRA	405 R	05/02/2020	13/10/2020	8 mesi	AGRSRR/01/8M	PEC ROM 19
AGROALIM SERRA	405 R	05/02/2020	26/01/2021	12 mesi	AGRSRR/01/12M	PEC ROM59
AGROALIM SERRA	405 R	05/02/2020	22/06/2021	18 mesi	AGRSRR/01/18M	PEC ROM 107
AGROALIM SERRA	618/R	18/04/2020	13/10/2020	5 mesi	AGRSRR/04/5M	PEC ROM 20
AGROALIM SERRA	618/R	18/04/2020	15/12/2020	8 mesi	AGRSRR/04/8M	PEC ROM 38
AGROALIM SERRA	618/R	18/04/2020	20/04/2021	12 mesi	AGRSRR/04/12M	PEC ROM 83
AGROALIM SERRA	618/R	18/04/2020	28/10/2021	18 mesi	AGRSRR/04/18M	PEC ROM 119
AGROALIM SERRA	818/R	18/06/2020	15/12/2020	5 mesi	AGRSRR/06/5M	PEC ROM 37
AGROALIM SERRA	818/R	18/06/2020	23/02/2021	8 mesi	AGRSRR/06/8M	PEC ROM 70
AGROALIM SERRA	818/R	18/06/2020	22/06/2021	12 mesi	AGRSRR/06/12M	PEC ROM 101
AGROALIM SERRA	818/R	18/06/2020	29/12/2021	18 mesi	AGRSRR/06/18M	PEC ROM 131

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 3 - Anagrafica dei campioni di formaggio Pecorino Romano DOP prelevati nella campagna casearia 2020/2021.

Caseificio	Lotto	Produzione	Prelievo	Maturazione	Sigla campione	Codice NIR
CAO	203251	31/01/2020	21/09/2020	8 mesi	CAO/01/8M	PEC ROM 1
CAO	203251	31/01/2020	19/01/2021	12 mesi	CAO/01/12M	PEC ROM 52
CAO	203251	31/01/2020	15/06/2021	18 mesi	CAO/01/18M	PEC ROM 94
CAO	201554	14/04/2020	21/09/2020	5 mesi	CAO/04/5M	PEC ROM 2
CAO	201554	14/04/2020	09/12/2020	8 mesi	CAO/04/8M	PEC ROM 26
CAO	201554	14/04/2020	13/04/2021	12 mesi	CAO/04/12M	PEC ROM 76
CAO	201554	14/04/2020	21/10/2021	18 mesi	CAO/04/18M	PEC ROM 112
CAO	200256	01/06/2020	09/12/2020	5 mesi	CAO/06/5M	PEC ROM 25
CAO	200256	01/06/2020	16/02/2021	8 mesi	CAO/06/8M	PEC ROM 64
CAO	200256	01/06/2020	15/06/2021	12 mesi	CAO/06/12M	PEC ROM 88
CAO	200256	01/06/2020	14/12/2021	18 mesi	CAO/06/18M	PEC ROM 124
LA CONCORDIA	28012020	28/01/2020	29/09/2020	8 mesi	LACONC/01/8M	PEC ROM 11
LA CONCORDIA	28012020	28/01/2020	25/01/2021	12 mesi	LACONC/01/12M	PEC ROM 57
LA CONCORDIA	28012020	28/01/2020	21/06/2021	18 mesi	LACONC/01/18M	PEC ROM 104
LA CONCORDIA	4042020	04/04/2020	29/09/2020	5 mesi	LACONC/04/5M	PEC ROM 12
LA CONCORDIA	040420	04/04/2020	14/12/2020	8 mesi	LACONC/04/8M	PEC ROM 36
LA CONCORDIA	040420	04/04/2020	19/04/2021	12 mesi	LACONC/04/12M	PEC ROM 80
LA CONCORDIA	4042020	04/04/2020	26/10/2021	18 mesi	LACONC/04/18M	PEC ROM 116
LA CONCORDIA	080620	08/06/2020	14/12/2020	5 mesi	LACONC/06/5M	PEC ROM 35
LA CONCORDIA	80620	08/06/2020	22/02/2021	8 mesi	LACONC/06/8M	PEC ROM68
LA CONCORDIA	080620	08/06/2020	21/06/2021	12 mesi	LACONC/06/12M	PEC ROM 98
LA CONCORDIA	80620	08/06/2020	28/12/2021	18 mesi	LACONC/06/18M	PEC ROM 128

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 3 - Anagrafica dei campioni di formaggio Pecorino Romano DOP prelevati nella campagna casearia 2020/2021.

Caseificio	Lotto	Produzione	Prelievo	Maturazione	Sigla campione	Codice NIR
LACESA	20/030	30/01/2020	21/09/2020	8 mesi	LACESA/01/8M	PEC ROM 5
LACESA	20/030	30/01/2020	19/01/2021	12 mesi	LACESA/01/12M	PEC ROM 54
LACESA	20/030	30/01/2020	15/06/2021	18 mesi	LACESA/01/18M	PEC ROM 95
LACESA	20/109	18/04/2020	21/09/2020	5 mesi	LACESA/04/5M	PEC ROM 6
LACESA	20/109	18/04/2020	09/12/2020	8 mesi	LACESA/04/8M	PEC ROM 30
LACESA	20/109	18/04/2020	13/04/2021	12 mesi	LACESA/04/12M	PEC ROM 77
LACESA	20/109	18/04/2020	21/10/2021	18 mesi	LACESA/04/18M	PEC ROM 113
LACESA	20/155	03/06/2020	09/12/2020	5 mesi	LACESA/06/5M	PEC ROM 29
LACESA	20/155	03/06/2020	16/02/2021	8 mesi	LACESA/06/8M	PEC ROM 65
LACESA	20/155	03/06/2020	15/06/2021	12 mesi	LACESA/06/12M	PEC ROM 89
LACESA	20/155	03/06/2020	14/12/2021	18 mesi	LACESA/06/18M	PEC ROM 125
LAIT	200131	31/01/2020	06/10/2020	8 mesi	LAIT/01/8M	PEC ROM 13
LAIT	200131	31/01/2020	19/01/2021	12 mesi	LAIT/01/12M	PEC ROM 49
LAIT	NO	NO	NO	18 mesi	LAIT/01/18M	PEC ROM 93
LAIT	200421	21/04/2020	06/10/2020	5 mesi	LAIT/04/5M	PEC ROM 14
LAIT	200421	21/04/2020	21/12/2020	8 mesi	LAIT/04/8M	PEC ROM 42
LAIT	200421	21/04/2020	12/04/2021	12 mesi	LAIT/04/12M	PEC ROM 75
LAIT	200421	21/04/2020	18/10/2021	18 mesi	LAIT/04/18M	PEC ROM 111
LAIT	200602	02/06/2020	21/12/2020	5 mesi	LAIT/06/5M	PEC ROM 41
LAIT	200602	02/06/2020	15/02/2021	8 mesi	LAIT/06/8M	PEC ROM 61
LAIT	200602	02/06/2020	14/06/2021	12 mesi	LAIT/06/12M	PEC ROM 87
LAIT	200602	02/06/2020	13/12/2021	18 mesi	LAIT/06/18M	PEC ROM 123

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 3 - Anagrafica dei campioni di formaggio Pecorino Romano DOP prelevati nella campagna casearia 2020/2021.

Caseificio	Lotto	Produzione	Prelievo	Maturazione	Sigla campione	Codice NIR
L'ARMENTIZIA MODERNA	B0064	06/02/2020	13/10/2020	8 mesi	GSP/01/8M	PEC ROM 23
L'ARMENTIZIA MODERNA	B0064	06/02/2020	26/01/2021	12 mesi	GSP/01/12M	PEC ROM 60
L'ARMENTIZIA MODERNA	B0064	06/02/2020	22/06/2021	18 mesi	GSP/01/18M	PEC ROM 108
L'ARMENTIZIA MODERNA	B0161	13/04/2020	13/10/2020	5 mesi	GSP/04/5M	PEC ROM 24
L'ARMENTIZIA MODERNA	B0161	13/04/2020	15/12/2020	8 mesi	GSP/04/8M	PEC ROM 40
L'ARMENTIZIA MODERNA	B0161	13/04/2020	20/04/2021	12 mesi	GSP/04/12M	PEC ROM 84
L'ARMENTIZIA MODERNA	B0161	13/04/2020	28/10/2021	18 mesi	GSP/04/18M	PEC ROM 120
L'ARMENTIZIA MODERNA	B0225	29/05/2020	15/12/2020	5 mesi	GSP/06/5M	PEC ROM 39
L'ARMENTIZIA MODERNA	B0225	29/05/2020	23/02/2021	8 mesi	GSP/06/8M	PEC ROM 71
L'ARMENTIZIA MODERNA	B0225	29/05/2020	22/06/2021	12 mesi	GSP/06/12M	PEC ROM 102
L'ARMENTIZIA MODERNA	B0225	29/05/2020	29/12/2021	18 mesi	GSP/06/18M	PEC ROM 132
MORES	15C3	15/01/2020	29/10/2020	8 mesi	MORES/01/8M	PEC ROM 7
MORES	15C3	15/01/2020	18/01/2021	12 mesi	MORES/01/12M	PEC ROM 51
MORES	15C3	15/01/2020	14/06/2021	18 mesi	MORES/01/18M	PEC ROM 91
MORES	6C6	06/04/2020	29/09/2020	5 mesi	MORES/04/5M	PEC ROM 8
MORES	6C6	06/04/2020	14/12/2020	8 mesi	MORES/04/8M	PEC ROM 32
MORES	6C6	06/04/2020	12/04/2021	12 mesi	MORES/04/12M	PEC ROM 73
MORES	6C6	06/04/2020	18/10/2021	18 mesi	MORES/04/18M	PEC ROM 109
MORES	11C8	11/06/2020	14/12/2020	5 mesi	MORES/06/5M	PEC ROM 31
MORES	11C8	11/06/2020	15/02/2021	8 mesi	MORES/06/8M	PEC ROM 63
MORES	11C8	11/06/2020	14/06/2021	12 mesi	MORES/06/12M	PEC ROM 85
MORES	11C8	11/06/2020	13/12/2021	18 mesi	MORES/06/18M	PEC ROM 122

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 3 - Anagrafica dei campioni di formaggio Pecorino Romano DOP prelevati nella campagna casearia 2020/2021.

Caseificio	Lotto	Produzione	Prelievo	Maturazione	Sigla campione	Codice NIR
NURRI	12/0104	06/01/2020	21/09/2020	8 mesi	NURRI/01/8M	PEC ROM 3
NURRI	12/0104	06/01/2020	26/01/2021	12 mesi	NURRI/01/12M	PEC ROM 53
NURRI	12/0104	06/01/2020	22/06/2021	18 mesi	NURRI/01/18M	PEC ROM 106
NURRI	78/0104	06/04/2020	21/09/2020	5 mesi	NURRI/04/5M	PEC ROM 4
NURRI	78/0104	06/04/2020	09/12/2020	8 mesi	NURRI/04/58M	PEC ROM 28
NURRI	78/0104	06/04/2020	20/04/2021	12 mesi	NURRI/04/12M	PEC ROM 82
NURRI	78/0104	06/04/2020	28/10/2021	18 mesi	NURRI/04/18M	PEC ROM 118
NURRI	128/0104	03/06/2020	09/12/2020	5 mesi	NURRI/06/5M	PEC ROM 27
NURRI	128/0104	03/06/2020	23/02/2021	8 mesi	NURRI/06/8M	PEC ROM 72
NURRI	128/0104	03/06/2020	22/06/2021	12 mesi	NURRI/06/12M	PEC ROM 100
NURRI	128/0104	03/06/2020	29/12/2021	18 mesi	NURRI/06/18M	PEC ROM 130
ONIFAI	14/1	14/01/2020	12/10/2020	8 mesi	ONIFAI/01/8M	PEC ROM 21
ONIFAI	012.20	15/01/2020	21/01/2021	12 mesi	ONIFAI/01/12M	PEC ROM55
ONIFAI	NO	NO	NO	18 mesi	ONIFAI/01/18M	PEC ROM 96
ONIFAI	17/4	17/04/2020	12/10/2020	5 mesi	ONIFAI/04/5M	PEC ROM 22
ONIFAI	17/4	17/04/2020	22/12/2020	8 mesi	ONIFAI/04/8M	PEC ROM 48
ONIFAI	17/4	17/04/2020	15/04/2021	12 mesi	ONIFAI/04/12M	PEC ROM 78
ONIFAI	17/4	17/04/2020	22/10/2021	18 mesi	ONIFAI/04/18M	PEC ROM 114
ONIFAI	31/5	31/05/2020	22/12/2020	5 mesi	ONIFAI/06/5M	PEC ROM 47
ONIFAI	31/5	31/05/2020	18/02/2021	8 mesi	ONIFAI/06/8M	PEC ROM 66
ONIFAI	31/5	31/05/2020	17/06/2021	12 mesi	ONIFAI/06/12M	PEC ROM 90
ONIFAI	31/5	31/05/2020	10/12/2021	18 mesi	ONIFAI/06/18M	PEC ROM 126

Tabella 3 - Anagrafica dei campioni di formaggio Pecorino Romano DOP prelevati nella campagna casearia 2020/2021.

Caseificio	Lotto	Produzione	Prelievo	Maturazione	Sigla campione	Codice NIR
PINNA	20200130	30/01/2020	06/10/2020	8 mesi	PINNA/01/8M	PEC ROM 15
PINNA	20200130	30/01/2020	18/01/2021	12 mesi	PINNA/01/12M	PEC ROM 50
PINNA	20200130	30/01/2020	14/06/2021	18 mesi	PINNA/01/18M	PEC ROM 92
PINNA	20200416	16/04/2020	06/10/2020	5 mesi	PINNA/04/5M	PEC ROM 16
PINNA	20200416	16/04/20202	21/12/2020	8 mesi	PINNA/04/8M	PEC ROM 44
PINNA	20200416	16/04/2020	12/04/2021	12 mesi	PINNA/04/12M	PEC ROM 75
PINNA	20200416	16/04/2020	18/10/2021	18 mesi	PINNA/04/18M	PEC ROM 110
PINNA	20200609	09/06/2020	21/12/2020	5 mesi	PINNA/06/5M	PEC ROM 43
PINNA	20200609	09/06/2020	15/02/2021	8 mesi	PINNA/06/8M	PEC ROM 62
PINNA	20200609	09/06/2020	14/06/2021	12 mesi	PINNA/06/12M	PEC ROM 86
PINNA	20200609	09/06/2020	13/12/2021	18 mesi	PINNA/06/18M	PEC ROM 121
SARDAFORMAGGI	94120A10	10/01/2020	12/10/2020	8 mesi	SARFOR/01/8M	PEC ROM 17
SARDAFORMAGGI	94120A10	10/01/2020	25/01/2021	12 mesi	SARFOR/01/12M	PEC ROM 58
SARDAFORMAGGI	94120A10	10/01/2020	21/06/2021	18 mesi	SARFOR/01/18M	PEC ROM 105
SARDAFORMAGGI	94120D30	30/04/2020	12/10/2020	5 mesi	SARFOR/04/5M	PEC ROM 18
SARDAFORMAGGI	94120D30	30/04/2020	22/12/2020	8 mesi	SARFOR/04/8M	PEC ROM 46
SARDAFORMAGGI	94120D30	30/04/2020	19/04/2021	12 mesi	SARFOR/04/12M	PEC ROM 81
SARDAFORMAGGI	94120D30	30/04/2020	26/10/2021	18 mesi	SARFOR/04/18M	PEC ROM 117
SARDAFORMAGGI	94120F02	02/06/202	22/12/2020	5 mesi	SARFOR/06/5M	PEC ROM 45
SARDAFORMAGGI	94120F02	02/06/2020	22/02/2021	8 mesi	SARFOR/06/8M	PEC ROM 69
SARDAFORMAGGI	94120F02	02/06/2020	21/06/2021	12 mesi	SARFOR/06/12M	PEC ROM 99
SARAFORMAGGI	94120F02	02/06/2020	28/12/2021	18 mesi	SARFOR/06/18M	PEC ROM 129

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 4 - Confronto tra il profilo "storico" (espresso in % sul totale degli acidi grassi, % FAME) del latte raccolto in Sardegna nelle campagne casearie 2015-2018 e del Pecorino Romano DOP (dato medio sul totale dei campioni di formaggio prelevati nel presente progetto).

Pecorino Romano DOP	**SFA**	**UFA**	**Trans Totali**	**CLA totali**	**C18:1 11t**	**C18:2 9c 11t**
media	68	32	6	1,6	2,4	1,3
ds	*2*	*2*	*1*	*0,3*	*0,7*	*0,3*
min	65	28	3	1,0	1,1	0,8
max	72	35	9	2,2	3,6	1,8

Storico	**SFA**	**UFA**	**Trans Totali**	**CLA totali**	**C18:1 11t**	**C18:2 9c 11t**
media	69	30	7	1,5	2,7	1,2
ds	*3*	*3*	*3*	*0,5*	*1,3*	*0,5*
min	57	23	2	0,5	0,6	0,4
max	77	43	14	3,1	6,7	2,8

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 5 – Evoluzione del contenuto di vitamina A (µg/100 g di formaggio) e di vitamina E (mg/100 g di formaggio) nei campioni di Pecorino Romano DOP in funzione della stagionatura (5, 8, 12 e 18 mesi).

Vitamina A	5 mesi	8 mesi	12 mesi	18 mesi	Effetto Stagionatura
media	328	345	363	349	ns
ds	*94*	*72*	*44*	*43*	
min	162	98	269	240	
max	543	567	439	428	

Vitamina E	5 mesi	8 mesi	12 mesi	18 mesi	Effetto Stagionatura
media	0,8	0,8	0,9	0,8	ns
ds	*0,2*	*0,2*	*0,2*	*0,2*	
min	0,5	0,4	0,4	0,5	
max	1,3	1,2	1,3	1,1	

ns, non significativo, P>0.05. **, P<0.01. ***, P<0.001.

Tabella 6 – Evoluzione del contenuto di vitamina A (µg/100 g di formaggio) e di vitamina E (mg/100 g di formaggio) nei campioni di Pecorino Romano DOP in funzione del periodo di produzione (gennaio, aprile e giugno).

Vitamina A	gennaio	aprile	giugno	Effetto Periodo Produzione
media	380 [a]	344 [ab]	329 [b]	**
ds	*78*	*70*	*30*	
min	98	162	254	
max	567	543	412	

Vitamina E	gennaio	aprile	giugno	Effetto Periodo Produzione
media	0,7 [b]	0,8 [b]	1,0 [a]	***
ds	*0,2*	*0,2*	*0,2*	
min	0,4	0,5	0,7	
max	1,1	1,1	1,3	

Tabella 7 – Contenuto di Lattosio (g/100 g di formaggio) e di Galattosio (g/100g di formaggio) nel Pecorino Romano DOP a 5 mesi di stagionatura, in funzione del periodo di produzione (gennaio e giugno).

Periodo di Produzione	Lattosio					
	Media		ds	min		max
Formaggio prodotto ad aprile	0,0028	±	0,0022	0,0006	÷	0,0069
Formaggio prodotto a giugno	0,0005	±	0,0003	0,0002	÷	0,0009
Media generale	0,0017	±	0,0019	0,0002	÷	0,0069
	Galattosio					
	Media		**ds**	**min**	÷	**max**
Formaggio prodotto ad aprile	0,0153	±	0,0264	0,0016	÷	0,0901
Formaggio prodotto a giugno	0,0094	±	0,0164	0,0006	÷	0,0598
Media generale	0,0123	±	0,0217	0,006	÷	0,0901

Tabella 8 – Contenuto in macro e micro-elementi nel Pecorino Romano DOP (espresso in mg/100 g di formaggio).

Elemento		Media	±	ds	min	÷	max
Sodio (Na)	mg/100 g formaggio	1714	±	333	1148	÷	2580
Calcio (Ca)	mg/100 g formaggio	922	±	81	693	÷	1086
Fosforo (P)	mg/100 g formaggio	583	±	53	427	÷	696
Zolfo (S)	mg/100 g formaggio	66	±	12	33	÷	101
Potassio (K)	mg/100 g formaggio	65	±	8	43	÷	98
Magnesio (Mg)	mg/100 g formaggio	44	±	3	36	÷	56
Zinco (Zn)	mg/100 g formaggio	2,8	±	0,5	1,6	÷	3,9
Ferro (Fe)	mg/100 g formaggio	0,4	±	0,2	0,1	÷	1,5
Rame (Cu)	mg/100 g formaggio	0,1	±	0,1	0,00	÷	1,19
Manganese (Mn)	mg/100 g formaggio	0,1	±	0,1	0,01	÷	0,42
Boro (B)	mg/100 g formaggio	0,03	±	0,01	0,01	÷	0,06

Tabella 9 – Contenuto in Cobalto, Cromo, Piombo e Cadmio nel Pecorino Romano DOP (espresso in mg/100 g di formaggio).

Elemento		Media	Campioni che superano il valore di LOQ				
			% campioni	media	min	÷	max
Cobalto (Co)	mg/100 g form		5%	0,022	0,019	÷	0,028
Cromo (Cr)	mg/100 g form		44%	0,03	0,02	÷	0,07
Piombo (Pb)	mg/100 g form		72%	0,09	0,02	÷	1,99
Cadmio (Cd)	mg/100 g form	< LOQ*	nessuno				

Il contenuto in 100 g di formaggio è inferiore al limite di quantificazione della metodologia analitica utilizzata (LOQ), quindi < di 0.02 mg/100 g di formaggio.

Tabella 10 – Dichiarazione nutrizionale univoca del formaggio Pecorino Romano DOP secondo regolamento Europeo 1169/2011.

		per 100 g	Tolleranza
Valore energetico	Kj	**1699**	
	kcal	**406**	
grassi	g	**34**	**27 ÷ 41**
di cui			
-acidi grassi saturi	g	**22**	**17 ÷ 27**
carboidrati	g	**0**	
di cui			
-zuccheri	g	**0**	
proteine	g	**25**	**20 ÷ 30**
sale	g	**4,7**	**3,7 ÷ 5,7**

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 11 – Dichiarazione nutrizionale univoca del formaggio Pecorino Romano DOP con l'indicazione dell'apporto percentuale sulle assunzioni di riferimento raccomandate (% GDA), secondo il regolamento Europeo 1169/2011.

		per 100 g	% GDA*
Valore energetico	Kj	**1699**	**20**
	kcal	**406**	**20**
grassi	g	**34**	**49**
di cui			
-acidi grassi saturi	g	**22**	**110**
carboidrati	g	**0**	**0**
di cui			
-zuccheri	g	**0**	**0**
proteine	g	**25**	**50**
sale	g	**4,7**	**78**

*GDA = La quantità giornaliera raccomandata per un adulto è basata su di una dieta che prevede l'apporto medio giornaliero di 2000 kcal, 70 g grasso, 20 g acidi grassi saturi, 50 g proteine, 6 g sale, come riportato nel Reg (UE) 1169/2011.

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 12 – Dichiarazione nutrizionale univoca del formaggio Pecorino Romano DOP con l'indicazione dell'apporto percentuale sulle assunzioni di riferimento raccomandate (% GDA), secondo il regolamento Europeo 1169/2011, integrata con alcuni parametri non obbligatori.

		per 100 g	% GDA*
Valore energetico	Kj	1699	20
	kcal	406	20
grassi	g	34	49
di cui			
-acidi grassi saturi	g	22	110
-acidi grassi monoinsaturi cis	g	6,3	
-acidi grassi polinsaturi cis senza CLA	g	1,2	
carboidrati	g	0	0
di cui			
-zuccheri	g	0	0
proteine	g	25	50
sale	g	4,7	78
Sodio	mg	1701	85
Potassio	mg	64,6	3
Calcio	mg	922	115
Magnesio	mg	43,8	12
Fosforo	mg	583	83
Zinco	mg	2,8	28
Vitamina E	mg	0,83	7
Vitamina A	µg	348	44
Colesterolo	mg	95	

*GDA = La quantità giornaliera raccomandata per un adulto è basata su di una dieta che prevede l'apporto medio giornaliero di 2000 kcal, 70 g grasso, 20 g acidi grassi saturi, 50 g proteine, 6 g sale, come riportato nel Reg (UE) 1169/2011.

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 13 – Dichiarazione nutrizionale, secondo il regolamento Europeo 1169/2011, del formaggio Pecorino Romano DOP prodotto presso l'azienda Agriexport, integrata con alcuni parametri non obbligatori.

		per 100 g	% GDA*
Valore energetico	Kj	**1753**	**21**
	kcal	**419**	**21**
grassi	g	**35**	**50**
di cui			
-acidi grassi saturi	g	**22**	**110**
-acidi grassi monoinsaturi cis	g	**6,7**	
-acidi grassi polinsaturi cis senza CLA	g	**1,3**	
carboidrati	g	**0**	**0**
di cui			
-zuccheri	g	**0**	**0**
proteine	g	**26**	**52**
sale	g	**3,8**	**63**
Sodio	mg	**1372**	**69**
Potassio	mg	**63,4**	**3**
Calcio	mg	**930**	**116**
Magnesio	mg	**44,3**	**12**
Fosforo	mg	**589**	**84**
Zinco	mg	**3,0**	**30**
Vitamina E	mg	**0,87**	**7**
Vitamina A	µg	**369**	**46**
Colesterolo	mg	**99**	

*GDA = La quantità giornaliera raccomandata per un adulto è basata su di una dieta che prevede l'apporto medio giornaliero di 2000 kcal, 70 g grasso, 20 g acidi grassi saturi, 50 g proteine, 6 g sale, come riportato nel Reg (UE) 1169/2011.

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 14 – Dichiarazione nutrizionale, secondo il regolamento Europeo 1169/2011, del formaggio Pecorino Romano DOP prodotto presso l'azienda Agroalimentare Serra, integrata con alcuni parametri non obbligatori.

		per 100 g	% GDA*
Valore energetico	Kj	**1586**	**19**
	kcal	**379**	**19**
grassi	g	**31**	**44**
di cui			
-acidi grassi saturi	g	**20**	**100**
-acidi grassi monoinsaturi cis	g	**5,5**	
-acidi grassi polinsaturi cis senza CLA	g	**1,2**	
carboidrati	g	**0**	**0**
di cui			
-zuccheri	g	**0**	**0**
proteine	g	**25**	**50**
sale	g	**6,1**	**102**
Sodio	mg	**2237**	**112**
Potassio	mg	**66,7**	**3**
Calcio	mg	**896**	**112**
Magnesio	mg	**42,2**	**11**
Fosforo	mg	**572**	**82**
Zinco	mg	**2,7**	**27**
Vitamina E	mg	**0,74**	**6**
Vitamina A	µg	**291**	**36**
Colesterolo	mg	**90**	

*GDA = La quantità giornaliera raccomandata per un adulto è basata su di una dieta che prevede l'apporto medio giornaliero di 2000 kcal, 70 g grasso, 20 g acidi grassi saturi, 50 g proteine, 6 g sale, come riportato nel Reg (UE) 1169/2011.

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 15 – Dichiarazione nutrizionale, secondo il regolamento Europeo 1169/2011, del formaggio Pecorino Romano DOP prodotto presso l'azienda CAO Formaggi, integrata con alcuni parametri non obbligatori.

		per 100 g	% GDA*
Valore energetico	Kj	**1715**	**21**
	kcal	**410**	**21**
grassi	g	**34**	**49**
di cui			
-acidi grassi saturi	g	**22**	**110**
-acidi grassi monoinsaturi cis	g	**6,3**	
-acidi grassi polinsaturi cis senza CLA	g	**1,2**	
carboidrati	g	**0**	**0**
di cui			
-zuccheri	g	**0**	**0**
proteine	g	**26**	**52**
sale	g	**4,2**	**70**
Sodio	mg	**1516**	**76**
Potassio	mg	**66,8**	**3**
Calcio	mg	**951**	**119**
Magnesio	mg	**45,1**	**12**
Fosforo	mg	**597**	**85**
Zinco	mg	**2,8**	**28**
Vitamina E	mg	**0,80**	**7**
Vitamina A	µg	**337**	**42**
Colesterolo	mg	**93**	

*GDA = La quantità giornaliera raccomandata per un adulto è basata su di una dieta che prevede l'apporto medio giornaliero di 2000 kcal, 70 g grasso, 20 g acidi grassi saturi, 50 g proteine, 6 g sale, come riportato nel Reg (UE) 1169/2011.

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 16 – Dichiarazione nutrizionale, secondo il regolamento Europeo 1169/2011, del formaggio Pecorino Romano DOP prodotto presso l'azienda La Concordia, integrata con alcuni parametri non obbligatori.

		per 100 g	% GDA*
Valore energetico	Kj	**1699**	**20**
	kcal	**406**	**20**
grassi	g	**34**	**49**
di cui			
-acidi grassi saturi	g	**22**	**110**
-acidi grassi monoinsaturi cis	g	**6,5**	
-acidi grassi polinsaturi cis senza CLA	g	**1,2**	
carboidrati	g	**0**	**0**
di cui			
-zuccheri	g	**0**	**0**
proteine	g	**25**	**50**
sale	g	**4,7**	**78**
Sodio	mg	**1705**	**85**
Potassio	mg	**66,6**	**3**
Calcio	mg	**913**	**114**
Magnesio	mg	**44,4**	**12**
Fosforo	mg	**586**	**84**
Zinco	mg	**3,0**	**30**
Vitamina E	mg	**0,71**	**6**
Vitamina A	µg	**364**	**46**
Colesterolo	mg	**96**	

*GDA = La quantità giornaliera raccomandata per un adulto è basata su di una dieta che prevede l'apporto medio giornaliero di 2000 kcal, 70 g grasso, 20 g acidi grassi saturi, 50 g proteine, 6 g sale, come riportato nel Reg (UE) 1169/2011.

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 17 – Dichiarazione nutrizionale, secondo il regolamento Europeo 1169/2011, del formaggio Pecorino Romano DOP prodotto presso l'azienda LACESA, integrata con alcuni parametri non obbligatori.

		per 100 g	% GDA*
Valore energetico	Kj	**1736**	**21**
	kcal	**415**	**21**
grassi	g	**35**	**50**
di cui			
-acidi grassi saturi	g	**23**	**115**
-acidi grassi monoinsaturi cis	g	**6,6**	
-acidi grassi polinsaturi cis senza CLA	g	**1,2**	
carboidrati	g	**0**	**0**
di cui			
-zuccheri	g	**0**	**0**
proteine	g	**25**	**50**
sale	g	**4,4**	**73**
Sodio	mg	**1590**	**80**
Potassio	mg	**61,7**	**3**
Calcio	mg	**942**	**118**
Magnesio	mg	**44,5**	**12**
Fosforo	mg	**590**	**84**
Zinco	mg	**2,6**	**26**
Vitamina E	mg	**1,0**	**9**
Vitamina A	µg	**372**	**47**
Colesterolo	mg	**99**	

*GDA = La quantità giornaliera raccomandata per un adulto è basata su di una dieta che prevede l'apporto medio giornaliero di 2000 kcal, 70 g grasso, 20 g acidi grassi saturi, 50 g proteine, 6 g sale, come riportato nel Reg (UE) 1169/2011.

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 18 – Dichiarazione nutrizionale, secondo il regolamento Europeo 1169/2011, del formaggio Pecorino Romano DOP prodotto presso l'azienda LAIT, integrata con alcuni parametri non obbligatori.

		per 100 g	% GDA*
Valore energetico	Kj	**1699**	**20**
	kcal	**406**	**20**
grassi	g	**34**	**49**
di cui			
-acidi grassi saturi	g	**22**	**110**
-acidi grassi monoinsaturi cis	g	**5,9**	
-acidi grassi polinsaturi cis senza CLA	g	**1,1**	
carboidrati	g	**0**	**0**
di cui			
-zuccheri	g	**0**	**0**
proteine	g	**25**	**50**
sale	g	**4,8**	**80**
Sodio	mg	**1731**	**87**
Potassio	mg	**63,5**	**3**
Calcio	mg	**927**	**116**
Magnesio	mg	**42,3**	**11**
Fosforo	mg	**584**	**83**
Zinco	mg	**2,7**	**27**
Vitamina E	mg	**0,71**	**6**
Vitamina A	µg	**321**	**40**
Colesterolo	mg	**95**	

*GDA = La quantità giornaliera raccomandata per un adulto è basata su di una dieta che prevede l'apporto medio giornaliero di 2000 kcal, 70 g grasso, 20 g acidi grassi saturi, 50 g proteine, 6 g sale, come riportato nel Reg (UE) 1169/2011.

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 19 – Dichiarazione nutrizionale, secondo il regolamento Europeo 1169/2011, del formaggio Pecorino Romano DOP prodotto presso l'azienda L'Armentizia Moderna, integrata con alcuni parametri non obbligatori.

		per 100 g	% GDA*
Valore energetico	Kj	**1644**	**20**
	kcal	**393**	**20**
grassi	g	**33**	**47**
di cui			
-acidi grassi saturi	g	**21**	**105**
-acidi grassi monoinsaturi cis	g	**6,1**	
-acidi grassi polinsaturi cis senza CLA	g	**1,1**	
carboidrati	g	**0**	**0**
di cui			
-zuccheri	g	**0**	**0**
proteine	g	**24**	**48**
sale	g	**6,2**	**103**
Sodio	mg	**2273**	**114**
Potassio	mg	**64,4**	**3**
Calcio	mg	**860**	**108**
Magnesio	mg	**40,2**	**11**
Fosforo	mg	**561**	**80**
Zinco	mg	**2,7**	**27**
Vitamina E	mg	**0,93**	**8**
Vitamina A	µg	**351**	**44**
Colesterolo	mg	**96**	

*GDA = La quantità giornaliera raccomandata per un adulto è basata su di una dieta che prevede l'apporto medio giornaliero di 2000 kcal, 70 g grasso, 20 g acidi grassi saturi, 50 g proteine, 6 g sale, come riportato nel Reg (UE) 1169/2011.

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 20 – Dichiarazione nutrizionale, secondo il regolamento Europeo 1169/2011, del formaggio Pecorino Romano DOP prodotto presso l'azienda Cooperativa Allevatori di Mores, integrata con alcuni parametri non obbligatori.

		per 100 g	% GDA*
Valore energetico	Kj	**1678**	**20**
	kcal	**401**	**20**
grassi	g	**33**	**47**
di cui			
-acidi grassi saturi	g	**21**	**105**
-acidi grassi monoinsaturi cis	g	**6,4**	
-acidi grassi polinsaturi cis senza CLA	g	**1,2**	
carboidrati	g	**0**	**0**
di cui			
-zuccheri	g	**0**	**0**
proteine	g	**26**	**52**
sale	g	**4,8**	**80**
Sodio	mg	**1754**	**88**
Potassio	mg	**63,9**	**3**
Calcio	mg	**964**	**121**
Magnesio	mg	**45,7**	**12**
Fosforo	mg	**603**	**86**
Zinco	mg	**2,9**	**29**
Vitamina E	mg	**0,91**	**8**
Vitamina A	µg	**350**	**44**
Colesterolo	mg	**93**	

*GDA = La quantità giornaliera raccomandata per un adulto è basata su di una dieta che prevede l'apporto medio giornaliero di 2000 kcal, 70 g grasso, 20 g acidi grassi saturi, 50 g proteine, 6 g sale, come riportato nel Reg (UE) 1169/2011.

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 21 – Dichiarazione nutrizionale, secondo il regolamento Europeo 1169/2011, del formaggio Pecorino Romano DOP prodotto presso l'azienda Unione Pastori Nurri, integrata con alcuni parametri non obbligatori.

		per 100 g	% GDA*
Valore energetico	Kj	**1753**	**21**
	kcal	**419**	**21**
grassi	g	**35**	**50**
di cui			
-acidi grassi saturi	g	**22**	**110**
-acidi grassi monoinsaturi cis	g	**6,6**	
-acidi grassi polinsaturi cis senza CLA	g	**1,2**	
carboidrati	g	**0**	**0**
di cui			
-zuccheri	g	**0**	**0**
proteine	g	**26**	**52**
sale	g	**3,8**	**63**
Sodio	mg	**1387**	**69**
Potassio	mg	**61,7**	**3**
Calcio	mg	**953**	**119**
Magnesio	mg	**47,8**	**13**
Fosforo	mg	**585**	**84**
Zinco	mg	**2,7**	**27**
Vitamina E	mg	**0,85**	**7**
Vitamina A	µg	**355**	**44**
Colesterolo	mg	**98**	

*GDA = La quantità giornaliera raccomandata per un adulto è basata su di una dieta che prevede l'apporto medio giornaliero di 2000 kcal, 70 g grasso, 20 g acidi grassi saturi, 50 g proteine, 6 g sale, come riportato nel Reg (UE) 1169/2011.

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 22 – Dichiarazione nutrizionale, secondo il regolamento Europeo 1169/2011, del formaggio Pecorino Romano DOP prodotto presso l'azienda Società Cooperativa La Rinascita, integrata con alcuni parametri non obbligatori.

		per 100 g	% GDA*
Valore energetico	Kj	**1678**	**20**
	kcal	**401**	**20**
grassi	g	**33**	**47**
di cui			
-acidi grassi saturi	g	**22**	**110**
-acidi grassi monoinsaturi cis	g	**6,1**	
-acidi grassi polinsaturi cis senza CLA	g	**1,2**	
carboidrati	g	**0**	**0**
di cui			
-zuccheri	g	**0**	**0**
proteine	g	**26**	**52**
sale	g	**3,6**	**60**
Sodio	mg	**1312**	**66**
Potassio	mg	**69,6**	**3**
Calcio	mg	**951**	**119**
Magnesio	mg	**44,9**	**12**
Fosforo	mg	**584**	**83**
Zinco	mg	**2,7**	**27**
Vitamina E	mg	**0,93**	**8**
Vitamina A	µg	**370**	**46**
Colesterolo	mg	**95**	

*GDA = La quantità giornaliera raccomandata per un adulto è basata su di una dieta che prevede l'apporto medio giornaliero di 2000 kcal, 70 g grasso, 20 g acidi grassi saturi, 50 g proteine, 6 g sale, come riportato nel Reg (UE) 1169/2011.

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 23 – Dichiarazione nutrizionale, secondo il regolamento Europeo 1169/2011, del formaggio Pecorino Romano DOP prodotto presso l'azienda F.lli Pinna Industria Casearia, integrata con alcuni parametri non obbligatori.

		per 100 g	% GDA*
Valore energetico	Kj	**1661**	**20**
	kcal	**397**	**20**
grassi	g	**33**	**47**
di cui			
-acidi grassi saturi	g	**22**	**110**
-acidi grassi monoinsaturi cis	g	**6,2**	
-acidi grassi polinsaturi cis senza CLA	g	**1,2**	
carboidrati	g	**0**	**0**
di cui			
-zuccheri	g	**0**	**0**
proteine	g	**25**	**50**
sale	g	**5,0**	**83**
Sodio	mg	**1793**	**90**
Potassio	mg	**65,4**	**3**
Calcio	mg	**893**	**112**
Magnesio	mg	**42,2**	**11**
Fosforo	mg	**571**	**82**
Zinco	mg	**2,7**	**27**
Vitamina E	mg	**0,92**	**8**
Vitamina A	µg	**363**	**45**
Colesterolo	mg	**98**	

*GDA = La quantità giornaliera raccomandata per un adulto è basata su di una dieta che prevede l'apporto medio giornaliero di 2000 kcal, 70 g grasso, 20 g acidi grassi saturi, 50 g proteine, 6 g sale, come riportato nel Reg (UE) 1169/2011.

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 24 – Dichiarazione nutrizionale, secondo il regolamento Europeo 1169/2011, del formaggio Pecorino Romano DOP prodotto presso l'azienda Sardaformaggi, integrata con alcuni parametri non obbligatori.

		per 100 g	% GDA*
Valore energetico	Kj	**1644**	**20**
	kcal	**393**	**20**
grassi	g	**33**	**47**
di cui			
-acidi grassi saturi	g	**21**	**105**
-acidi grassi monoinsaturi cis	g	**6,4**	
-acidi grassi polinsaturi cis senza CLA	g	**1,2**	
carboidrati	g	**0**	**0**
di cui			
-zuccheri	g	**0**	**0**
proteine	g	**24**	**48**
sale	g	**5,1**	**85**
Sodio	mg	**1704**	**85**
Potassio	mg	**61,3**	**3**
Calcio	mg	**889**	**111**
Magnesio	mg	**42,1**	**11**
Fosforo	mg	**569**	**81**
Zinco	mg	**2,7**	**27**
Vitamina E	mg	**0,62**	**5**
Vitamina A	µg	**331**	**41**
Colesterolo	mg	**92**	

*GDA = La quantità giornaliera raccomandata per un adulto è basata su di una dieta che prevede l'apporto medio giornaliero di 2000 kcal, 70 g grasso, 20 g acidi grassi saturi, 50 g proteine, 6 g sale, come riportato nel Reg (UE) 1169/2011.

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 25 – New Nutriction Facts Label univoca del Pecorino Romano DOP.

Nutrition Facts	
Servings per container	
Serving size	**1 oz (28g)**
Amount per serving	
Calories	**109**
	% Daily Value*
Total Fat 9g	**12%**
Saturated Fat 6g	**30%**
Trans Fat 0.53g	
Cholesterol 27mg	**9%**
Sodium 476mg	**21%**
Total Carbohydrates 0g	**0%**
Dietary Fiber 0g	**0%**
Total Sugars 0g	**0%**
Includes 0g Added Sugars	**0%**
Protein 7g	
Vit. D 0.05mcg 0.3%	Calcium 258mg 20%
Iron 0.12mg 0.6%	Potas. 18mg 0.4%

*The Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2000 calories a day is used for general nutrition advice

a) I valori dei parametri non sono approssimati

Nutrition Facts	
Servings per container	
Serving size	**1 oz (28g)**
Amount per serving	
Calories	**110**
	% Daily Value*
Total Fat 9g	**12%**
Saturated Fat 6g	**30%**
Trans Fat 0.5g	
Cholesterol 25mg	**8%**
Sodium 480mg	**21%**
Total Carbohydrates 0g	**0%**
Dietary Fiber 0g	**0%**
Total Sugars 0g	**0%**
Includes 0g Added Sugars	**0%**
Protein 7g	
Vit. D 0mcg 0%	Calcium 260mg 20%
Iron 0mg 0%	Potas. 20mg 0.4%

*The Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2000 calories a day is used for general nutrition advice

b) I valori dei parametri sono approssimati secondo le regole della FDA

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 26 – New Nutriction Facts Label del formaggio Pecorino Romano DOP prodotto presso l'azienda Agriexport.

Nutrition Facts	
Servings per container	
Serving size	**1 oz (28g)**
Amount per serving	
Calories	**118**
	% Daily Value*
Total Fat 10g	**13%**
Saturated Fat 6g	**30%**
Trans Fat 0.59g	
Cholesterol 28mg	**9%**
Sodium 384mg	**17%**
Total Carbohydrates 0g	**0%**
Dietary Fiber 0g	**0%**
Total Sugars 0g	**0%**
Includes 0g Added Sugars	**0%**
Protein 7g	
Vit. D 0.05mcg 0.3%	Calcium 261mg 20%
Iron 0.12mg 0.7%	Potas. 18mg 0.4%

*The Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2000 calories a day is used for general nutrition advice

Nutrition Facts	
Servings per container	
Serving size	**1 oz (28g)**
Amount per serving	
Calories	**120**
	% Daily Value*
Total Fat 10g	**13%**
Saturated Fat 6g	**30%**
Trans Fat 0.5g	
Cholesterol 30mg	**10%**
Sodium 380mg	**17%**
Total Carbohydrates 0g	**0%**
Dietary Fiber 0g	**0%**
Total Sugars 0g	**0%**
Includes 0g Added Sugars	**0%**
Protein 7g	
Vit. D 0mcg 0%	Calcium 260mg 20%
Iron 0mg 0%	Potas. 20mg 0.4%

*The Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2000 calories a day is used for general nutrition advice

c) I valori dei parametri non sono approssimati

d) I valori dei parametri sono approssimati secondo le regole della FDA

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 27 – New Nutriction Facts Label del formaggio Pecorino Romano DOP prodotto presso l'azienda Agroalimentare Serra.

Nutrition Facts	
Servings per container	
Serving size	**1 oz (28g)**
Amount per serving	
Calories	**109**
	% Daily Value*
Total Fat 9g	**12%**
Saturated Fat 6g	**30%**
Trans Fat 0.57g	
Cholesterol 25mg	**8%**
Sodium 626mg	**27%**
Total Carbohydrates 0g	**0%**
Dietary Fiber 0g	**0%**
Total Sugars 0g	**0%**
Includes 0g Added Sugars	**0%**
Protein 7g	
Vit. D 0.05mcg 0.3%	Calcium 251mg 19%
Iron 0.10mg 0.5%	Potas. 19mg 0.4%

*The Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2000 calories a day is used for general nutrition advice

e) I valori dei parametri non sono approssimati

Nutrition Facts	
Servings per container	
Serving size	**1 oz (28g)**
Amount per serving	
Calories	**110**
	% Daily Value*
Total Fat 9g	**12%**
Saturated Fat 6g	**30%**
Trans Fat 0.5g	
Cholesterol 25mg	**8%**
Sodium 630mg	**27%**
Total Carbohydrates 0g	**0%**
Dietary Fiber 0g	**0%**
Total Sugars 0g	**0%**
Includes 0g Added Sugars	**0%**
Protein 7g	
Vit. D 0mcg 0%	Calcium 250mg 19%
Iron 0mg 0%	Potas. 20mg 0.4%

*The Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2000 calories a day is used for general nutrition advice

f) I valori dei parametri sono approssimati secondo le regole della FDA

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 28 – New Nutriction Facts Label del formaggio Pecorino Romano DOP prodotto presso l'azienda CAO Formaggi.

Nutrition Facts	
Servings per container	
Serving size	**1 oz (28g)**
Amount per serving	
Calories	**118**
	% Daily Value*
Total Fat 10g	**13%**
Saturated Fat 6g	**30%**
Trans Fat 0.52g	
Cholesterol 26mg	**9%**
Sodium 425mg	**18%**
Total Carbohydrates 0g	**0%**
Dietary Fiber 0g	**0%**
Total Sugars 0g	**0%**
Includes 0g Added Sugars	**0%**
Protein 7g	
Vit. D 0.05mcg 0.3%	Calcium 266mg 20%
Iron 0.12mg 0.7%	Potas. 19mg 0.4%

*The Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2000 calories a day is used for general nutrition advice

g) I valori dei parametri non sono approssimati

Nutrition Facts	
Servings per container	
Serving size	**1 oz (28g)**
Amount per serving	
Calories	**120**
	% Daily Value*
Total Fat 10g	**13%**
Saturated Fat 6g	**30%**
Trans Fat 0.5g	
Cholesterol 25mg	**8%**
Sodium 420mg	**18%**
Total Carbohydrates 0g	**0%**
Dietary Fiber 0g	**0%**
Total Sugars 0g	**0%**
Includes 0g Added Sugars	**0%**
Protein 7g	
Vit. D 0mcg 0%	Calcium 270mg 21%
Iron 0mg 0%	Potas. 20mg 0.4%

*The Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2000 calories a day is used for general nutrition advice

h) I valori dei parametri sono approssimati secondo le regole della FDA

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 29 – New Nutriction Facts Label del formaggio Pecorino Romano DOP prodotto presso l'azienda La Concordia.

Nutrition Facts	
Servings per container	
Serving size	**1 oz (28g)**
Amount per serving	
Calories	**109**
	% Daily Value*
Total Fat 9g	**12%**
Saturated Fat 6g	**30%**
Trans Fat 0.55g	
Cholesterol 27mg	**9%**
Sodium 478mg	**21%**
Total Carbohydrates 0g	**0%**
Dietary Fiber 0g	**0%**
Total Sugars 0g	**0%**
Includes 0g Added Sugars	**0%**
Protein 7g	
Vit. D 0.05mcg 0.3%	Calcium 256mg 20%
Iron 0.10mg 0.6%	Potas. 19mg 0.4%

*The Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2000 calories a day is used for general nutrition advice

i) I valori dei parametri non sono approssimati

Nutrition Facts	
Servings per container	
Serving size	**1 oz (28g)**
Amount per serving	
Calories	**110**
	% Daily Value*
Total Fat 9g	**12%**
Saturated Fat 6g	**30%**
Trans Fat 0.5g	
Cholesterol 25mg	**8%**
Sodium 480mg	**21%**
Total Carbohydrates 0g	**0%**
Dietary Fiber 0g	**0%**
Total Sugars 0g	**0%**
Includes 0g Added Sugars	**0%**
Protein 7g	
Vit. D 0mcg 0%	Calcium 260mg 20%
Iron 0mg 0%	Potas. 20mg 0.4%

*The Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2000 calories a day is used for general nutrition advice

j) I valori dei parametri sono approssimati secondo le regole della FDA

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 30 – New Nutriction Facts Label del formaggio Pecorino Romano DOP prodotto presso l'azienda LACESA.

Nutrition Facts	
Servings per container	
Serving size	**1 oz (28g)**
Amount per serving	
Calories	**118**
	% Daily Value*
Total Fat 10g	**13%**
Saturated Fat 6g	**30%**
Trans Fat 0.56g	
Cholesterol 28mg	**9%**
Sodium 445mg	**19%**
Total Carbohydrates 0g	**0%**
Dietary Fiber 0g	**0%**
Total Sugars 0g	**0%**
Includes 0g Added Sugars	**0%**
Protein 7g	
Vit. D 0.05mcg 0.3%	Calcium 264mg 20%
Iron 0.15mg 0.8%	Potas. 17mg 0.4%

*The Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2000 calories a day is used for general nutrition advice

k) I valori dei parametri non sono approssimati

Nutrition Facts	
Servings per container	
Serving size	**1 oz (28g)**
Amount per serving	
Calories	**120**
	% Daily Value*
Total Fat 10g	**13%**
Saturated Fat 6g	**30%**
Trans Fat 0.5g	
Cholesterol 30mg	**10%**
Sodium 450mg	**20%**
Total Carbohydrates 0g	**0%**
Dietary Fiber 0g	**0%**
Total Sugars 0g	**0%**
Includes 0g Added Sugars	**0%**
Protein 7g	
Vit. D 0mcg 0%	Calcium 260mg 20%
Iron 0mg 0%	Potas. 15mg 0.3%

*The Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2000 calories a day is used for general nutrition advice

l) I valori dei parametri sono approssimati secondo le regole della FDA

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 31 – New Nutriction Facts Label del formaggio Pecorino Romano DOP prodotto presso l'azienda LAIT.

Nutrition Facts	
Servings per container	
Serving size	**1 oz (28g)**
Amount per serving	
Calories	**109**
	% Daily Value*
Total Fat 9g	**12%**
Saturated Fat 6g	**30%**
Trans Fat 0.47g	
Cholesterol 27mg	**9%**
Sodium 485mg	**21%**
Total Carbohydrates 0g	**0%**
Dietary Fiber 0g	**0%**
Total Sugars 0g	**0%**
Includes 0g Added Sugars	**0%**
Protein 7g	
Vit. D 0.05mcg 0.3%	Calcium 260mg 20%
Iron 0.11mg 0.6%	Potas. 18mg 0.4%

*The Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2000 calories a day is used for general nutrition advice

m) I valori dei parametri non sono approssimati

Nutrition Facts	
Servings per container	
Serving size	**1 oz (28g)**
Amount per serving	
Calories	**110**
	% Daily Value*
Total Fat 9g	**12%**
Saturated Fat 6g	**30%**
Trans Fat 0g	
Cholesterol 25mg	**8%**
Sodium 480mg	**21%**
Total Carbohydrates 0g	**0%**
Dietary Fiber 0g	**0%**
Total Sugars 0g	**0%**
Includes 0g Added Sugars	**0%**
Protein 7g	
Vit. D 0mcg 0%	Calcium 260mg 20%
Iron 0mg 0%	Potas. 20mg 0.4%

*The Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2000 calories a day is used for general nutrition advice

n) I valori dei parametri sono approssimati secondo le regole della FDA

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 32 – New Nutriction Facts Label del formaggio Pecorino Romano DOP prodotto presso l'azienda L'Armentizia Moderna.

Nutrition Facts	
Servings per container	
Serving size	**1 oz (28g)**
Amount per serving	
Calories	**109**
	% Daily Value*
Total Fat 9g	**12%**
Saturated Fat 6g	**30%**
Trans Fat 0.54g	
Cholesterol 27mg	**9%**
Sodium 636mg	**28%**
Total Carbohydrates 0g	**0%**
Dietary Fiber 0g	**0%**
Total Sugars 0g	**0%**
Includes 0g Added Sugars	**0%**
Protein 7g	
Vit. D 0.05mcg 0.3%	Calcium 241mg 19%
Iron 0.08mg 0.5%	Potas. 18mg 0.4%

*The Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2000 calories a day is used for general nutrition advice

o) I valori dei parametri non sono approssimati

Nutrition Facts	
Servings per container	
Serving size	**1 oz (28g)**
Amount per serving	
Calories	**110**
	% Daily Value*
Total Fat 9g	**12%**
Saturated Fat 6g	**30%**
Trans Fat 0.5g	
Cholesterol 25mg	**8%**
Sodium 640mg	**28%**
Total Carbohydrates 0g	**0%**
Dietary Fiber 0g	**0%**
Total Sugars 0g	**0%**
Includes 0g Added Sugars	**0%**
Protein 7g	
Vit. D 0mcg 0%	Calcium 240mg 18%
Iron 0mg 0%	Potas. 20mg 0.4%

*The Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2000 calories a day is used for general nutrition advice

p) I valori dei parametri sono approssimati secondo le regole della FDA

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 33 – New Nutriction Facts Label del formaggio Pecorino Romano DOP prodotto presso l'azienda Cooperativa Allevatori Mores.

Nutrition Facts	
Servings per container	
Serving size	**1 oz (28g)**
Amount per serving	
Calories	**109**
	% Daily Value*
Total Fat 9g	**12%**
Saturated Fat 6g	**30%**
Trans Fat 0.54g	
Cholesterol 26mg	**9%**
Sodium 491mg	**21%**
Total Carbohydrates 0g	**0%**
Dietary Fiber 0g	**0%**
Total Sugars 0g	**0%**
Includes 0g Added Sugars	**0%**
Protein 7g	
Vit. D 0.05mcg 0.3%	Calcium 270mg 21%
Iron 0.13mg 0.7%	Potas. 18mg 0.4%

*The Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2000 calories a day is used for general nutrition advice

Nutrition Facts	
Servings per container	
Serving size	**1 oz (28g)**
Amount per serving	
Calories	**110**
	% Daily Value*
Total Fat 9g	**12%**
Saturated Fat 6g	**30%**
Trans Fat 0.5g	
Cholesterol 25mg	**8%**
Sodium 490mg	**21%**
Total Carbohydrates 0g	**0%**
Dietary Fiber 0g	**0%**
Total Sugars 0g	**0%**
Includes 0g Added Sugars	**0%**
Protein 7g	
Vit. D 0mcg 0%	Calcium 270mg 21%
Iron 0mg 0%	Potas. 20mg 0.4%

*The Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2000 calories a day is used for general nutrition advice

q) I valori dei parametri non sono approssimati

r) I valori dei parametri sono approssimati secondo le regole della FDA

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 34 – New Nutriction Facts Label del formaggio Pecorino Romano DOP prodotto presso l'azienda Unione Allevatori Nurri.

Nutrition Facts	
Servings per container	
Serving size	**1 oz (28g)**
Amount per serving	
Calories	**118**
	% Daily Value*
Total Fat 10g	**13%**
Saturated Fat 6g	**30%**
Trans Fat 0.55g	
Cholesterol 28mg	**9%**
Sodium 388mg	**17%**
Total Carbohydrates 0g	**0%**
Dietary Fiber 0g	**0%**
Total Sugars 0g	**0%**
Includes 0g Added Sugars	**0%**
Protein 7g	
Vit. D 0.05mcg 0.3%	Calcium 267mg 21%
Iron 0.15mg 0.8%	Potas. 17mg 0.4%

*The Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2000 calories a day is used for general nutrition advice

s) I valori dei parametri non sono approssimati

Nutrition Facts	
Servings per container	
Serving size	**1 oz (28g)**
Amount per serving	
Calories	**120**
	% Daily Value*
Total Fat 10g	**13%**
Saturated Fat 6g	**30%**
Trans Fat 0.5g	
Cholesterol 30mg	**10%**
Sodium 390mg	**17%**
Total Carbohydrates 0g	**0%**
Dietary Fiber 0g	**0%**
Total Sugars 0g	**0%**
Includes 0g Added Sugars	**0%**
Protein 7g	
Vit. D 0mcg 0%	Calcium 270mg 21%
Iron 0mg 0%	Potas. 15mg 0.3%

*The Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2000 calories a day is used for general nutrition advice

t) I valori dei parametri sono approssimati secondo le regole della FDA

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 35 – New Nutriction Facts Label del formaggio Pecorino Romano DOP prodotto presso l'azienda Società Cooperativa La Rinascita.

Nutrition Facts	
Servings per container	
Serving size	**1 oz (28g)**
Amount per serving	
Calories	**109**
	% Daily Value*
Total Fat 9g	**12%**
Saturated Fat 6g	**30%**
Trans Fat 0.43g	
Cholesterol 27mg	**9%**
Sodium 367mg	**16%**
Total Carbohydrates 0g	**0%**
Dietary Fiber 0g	**0%**
Total Sugars 0g	**0%**
Includes 0g Added Sugars	**0%**
Protein 7g	
Vit. D 0.05mcg 0.3%	Calcium 266mg 20%
Iron 0.15mg 0.8%	Potas. 20mg 0.4%

*The Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2000 calories a day is used for general nutrition advice

u) I valori dei parametri non sono approssimati

Nutrition Facts	
Servings per container	
Serving size	**1 oz (28g)**
Amount per serving	
Calories	**110**
	% Daily Value*
Total Fat 9g	**12%**
Saturated Fat 6g	**30%**
Trans Fat 0g	
Cholesterol 25mg	**8%**
Sodium 370mg	**16%**
Total Carbohydrates 0g	**0%**
Dietary Fiber 0g	**0%**
Total Sugars 0g	**0%**
Includes 0g Added Sugars	**0%**
Protein 7g	
Vit. D 0mcg 0%	Calcium 270mg 21%
Iron 0mg 0%	Potas. 20mg 0.4%

*The Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2000 calories a day is used for general nutrition advice

v) I valori dei parametri sono approssimati secondo le regole della FDA

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 36 – New Nutriction Facts Label del formaggio Pecorino Romano DOP prodotto presso l'azienda F.lli Pinna Industria Casearia.

Nutrition Facts	
Servings per container	
Serving size	**1 oz (28g)**
Amount per serving	
Calories	**109**
	% Daily Value*
Total Fat 9g	**12%**
Saturated Fat 6g	**30%**
Trans Fat 0.54g	
Cholesterol 27mg	**9%**
Sodium 502mg	**22%**
Total Carbohydrates 0g	**0%**
Dietary Fiber 0g	**0%**
Total Sugars 0g	**0%**
Includes 0g Added Sugars	**0%**
Protein 7g	
Vit. D 0.05mcg 0.3%	Calcium 250mg 19%
Iron 0.10mg 0.6%	Potas. 18mg 0.4%

*The Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2000 calories a day is used for general nutrition advice

w) I valori dei parametri non sono approssimati

Nutrition Facts	
Servings per container	
Serving size	**1 oz (28g)**
Amount per serving	
Calories	**110**
	% Daily Value*
Total Fat 9g	**12%**
Saturated Fat 6g	**30%**
Trans Fat 0.5g	
Cholesterol 25mg	**8%**
Sodium 500mg	**22%**
Total Carbohydrates 0g	**0%**
Dietary Fiber 0g	**0%**
Total Sugars 0g	**0%**
Includes 0g Added Sugars	**0%**
Protein 7g	
Vit. D 0mcg 0%	Calcium 250mg 19%
Iron 0mg 0%	Potas. 20mg 0.4%

*The Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2000 calories a day is used for general nutrition advice

x) I valori dei parametri sono approssimati secondo le regole della FDA

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 37 – New Nutriction Facts Label del formaggio Pecorino Romano DOP prodotto presso l'azienda Sardaformaggi.

Nutrition Facts	
Servings per container	
Serving size	**1 oz (28g)**
Amount per serving	
Calories	**109**
	% Daily Value*
Total Fat 9g	**12%**
Saturated Fat 6g	**30%**
Trans Fat 0.49g	
Cholesterol 26mg	**9%**
Sodium 477mg	**21%**
Total Carbohydrates 0g	**0%**
Dietary Fiber 0g	**0%**
Total Sugars 0g	**0%**
Includes 0g Added Sugars	**0%**
Protein 7g	
Vit. D 0.05mcg 0.3%	Calcium 249mg 19%
Iron 0.09mg 0.5%	Potas. 17mg 0.4%

*The Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2000 calories a day is used for general nutrition advice

y) I valori dei parametri non sono approssimati

Nutrition Facts	
Servings per container	
Serving size	**1 oz (28g)**
Amount per serving	
Calories	**110**
	% Daily Value*
Total Fat 9g	**12%**
Saturated Fat 6g	**30%**
Trans Fat 0g	
Cholesterol 25mg	**8%**
Sodium 480mg	**21%**
Total Carbohydrates 0g	**0%**
Dietary Fiber 0g	**0%**
Total Sugars 0g	**0%**
Includes 0g Added Sugars	**0%**
Protein 7g	
Vit. D 0mcg 0%	Calcium 250mg 19%
Iron 0mg 0%	Potas. 15mg 0.3%

*The Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2000 calories a day is used for general nutrition advice

z) I valori dei parametri sono approssimati secondo le regole della FDA

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 38 – Confronto tra i risultati chimici e i risultati predetti tramite acquisizione spettrale su scalzo con sacco barriera, scalzo senza sacco barriera e pasta, per il parametro Umidità nel Pecorino Romano DOP.

Umidità	Scalzo con sacco barriera			Scalzo senza sacco barriera			Pasta		
	Dato chimico	Dato predetto	Residuo	Dato chimico	Dato predetto	Residuo	Dato chimico	Dato predetto	Residuo
1	32,94	32,11	-0,83	32,94	31,77	-1,17	32,94	32,48	-0,46
2	32,45	31,41	-1,05	32,45	31,37	-1,08	32,45	32,10	-0,35
3	34,26	31,64	-2,62	34,26	31,72	-2,54	34,26	33,24	-1,02
4	32,73	31,72	-1,01	32,73	31,13	-1,60	32,73	31,57	-1,16
5	31,25	31,96	0,71	31,25	31,60	0,34	31,25	31,81	0,56
6	33,00	31,90	-1,10	33,00	31,45	-1,55	33,00	32,49	-0,51
7	31,18	31,70	0,52	31,18	31,74	0,56	31,18	31,12	-0,06
8	32,77	31,57	-1,20	34,48	31,60	-2,89	32,77	32,10	-0,67
9	34,48	31,36	-3,12	31,84	31,86	0,02	31,84	31,71	-0,13
10	31,84	31,98	0,14	30,89	31,33	0,44	30,89	31,36	0,47
11	30,89	31,51	0,61	33,25	31,99	-1,26	33,25	31,44	-1,81
12	33,25	31,52	-1,73	31,28	31,38	0,10	31,28	31,84	0,56
13	31,28	31,05	-0,23	33,37	31,75	-1,62	33,37	32,24	-1,13
14	33,37	31,58	-1,80	30,16	31,24	1,08	30,16	29,60	-0,56
15	30,16	30,88	0,72	33,70	31,57	-2,14	30,05	30,90	0,85
16	33,70	31,43	-2,27	30,45	31,87	1,42	31,46	30,59	-0,87
17	30,45	31,68	1,23	30,05	31,28	1,23	32,99	32,48	-0,51
18	30,05	32,07	2,02	31,46	31,69	0,23	30,03	30,97	0,94
19	31,46	31,65	0,19	32,99	31,48	-1,51	30,58	30,84	0,26
20	32,99	30,99	-2,01	30,03	31,49	1,46	31,12	31,31	0,19
21	30,03	31,80	1,77	30,58	31,25	0,67	30,65	30,66	0,01
22	30,58	31,82	1,24	31,12	31,70	0,58	31,75	32,26	0,51
23	31,12	31,16	0,04	30,65	31,47	0,82	31,81	30,84	-0,97
24	30,65	31,98	1,33	31,79	31,54	-0,25	32,58	32,70	0,12
25	31,79	31,66	-0,13	31,91	31,08	-0,83	34,03	31,77	-2,27
26	31,91	31,56	-0,35	31,75	31,19	-0,56	30,26	31,30	1,04
27	31,75	31,83	0,08	31,81	31,53	-0,28	31,89	32,41	0,52
28	31,81	31,37	-0,45	32,58	31,32	-1,26	32,05	31,80	-0,25
29	32,58	31,73	-0,85	34,03	31,82	-2,21	32,40	31,80	-0,60
30	34,03	31,47	-2,56	30,26	31,19	0,93	31,10	30,49	-0,61
31	30,26	32,06	1,80	31,89	31,59	-0,30	31,84	31,80	-0,04
32	31,89	31,55	-0,34	32,05	31,62	-0,43	31,51	30,63	-0,88
33	32,05	31,50	-0,55	32,40	31,80	-0,60	30,24	31,17	0,93
34	32,40	31,35	-1,05	31,10	31,50	0,40	31,85	32,19	0,34
35	31,10	31,78	0,68	31,84	31,64	-0,20			
36	31,84	31,60	-0,24	31,51	31,89	0,38			
37	31,51	31,35	-0,16	30,24	31,63	1,39			
38	30,24	31,46	1,22	31,85	31,58	-0,27			
39	31,85	31,57	-0,28						
			Residuo			**Residuo**			**Residuo**
Media	**31,89**	**31,60**	**-0,29**	**31,87**	**31,54**	**-0,33**	**31,82**	**31,59**	**-0,23**

Tabella 39 – Confronto tra i risultati chimici e i risultati predetti tramite acquisizione spettrale su scalzo con sacco barriera, scalzo senza sacco barriera e pasta, per il parametro Grasso nel Pecorino Romano DOP.

Grasso	Scalzo con sacco barriera			Scalzo senza sacco barriera			Pasta		
	Dato chimico	Dato predetto	Residuo	Dato chimico	Dato predetto	Residuo	Dato chimico	Dato predetto	Residuo
1	33,57	33,53	-0,04	33,57	32,64	-0,93	33,57	33,70	0,13
2	33,93	34,93	0,99	33,93	34,90	0,97	33,93	34,64	0,70
3	31,63	34,40	2,77	31,63	33,83	2,20	31,63	32,70	1,07
4	33,05	34,68	1,63	33,05	34,95	1,90	33,05	33,47	0,42
5	33,21	33,48	0,27	33,21	34,48	1,27	33,21	33,25	0,04
6	32,99	32,97	-0,02	32,99	33,64	0,65	32,99	33,45	0,46
7	36,38	35,92	-0,46	36,38	35,58	-0,80	36,38	36,20	-0,18
8	33,65	31,18	-2,47	30,69	31,70	1,01	33,65	33,54	-0,11
9	30,69	34,00	3,31	33,33	35,26	1,93	33,33	33,00	-0,33
10	33,33	34,56	1,23	32,95	32,19	-0,76	32,95	32,80	-0,15
11	32,95	32,52	-0,43	32,3	34,22	1,92	32,30	33,27	0,97
12	32,3	32,72	0,42	33,18	31,81	-1,37	33,18	32,87	-0,31
13	33,18	31,53	-1,65	31,9	33,07	1,17	31,90	32,21	0,31
14	31,9	33,51	1,61	36,27	34,58	-1,69	36,27	36,59	0,31
15	36,27	33,45	-2,82	30,91	33,14	2,23	35,50	34,89	-0,61
16	30,91	31,55	0,64	36,67	34,24	-2,43	34,52	35,18	0,66
17	36,67	35,11	-1,56	35,5	33,25	-2,26	33,12	34,06	0,94
18	35,5	32,50	-3,00	34,52	34,00	-0,52	34,06	33,74	-0,32
19	34,52	34,12	-0,40	33,12	35,09	1,97	35,05	35,91	0,86
20	33,12	33,32	0,20	34,06	32,34	-1,72	33,77	33,49	-0,28
21	34,06	32,41	-1,65	35,05	34,00	-1,05	32,47	31,82	-0,65
22	35,05	34,83	-0,22	33,77	33,41	-0,36	31,57	31,76	0,19
23	33,77	33,45	-0,32	32,47	33,96	1,49	33,69	34,59	0,90
24	32,47	32,33	-0,14	32,74	32,92	0,18	33,48	33,75	0,27
25	32,74	32,79	0,05	32,74	33,14	0,40	32,61	33,67	1,06
26	32,74	31,99	-0,75	31,57	33,76	2,19	35,48	34,71	-0,77
27	31,57	32,13	0,56	33,69	34,99	1,30	33,21	33,49	0,28
28	33,69	34,65	0,96	33,48	33,93	0,45	32,51	32,23	-0,28
29	33,48	34,56	1,08	32,61	34,32	1,71	32,46	32,85	0,39
30	32,61	34,00	1,39	35,48	34,30	-1,18	34,08	35,13	1,05
31	35,48	33,51	-1,97	33,21	33,05	-0,16	33,29	33,31	0,02
32	33,21	32,97	-0,24	32,51	32,96	0,45	33,84	34,27	0,43
33	32,51	33,29	0,78	32,46	32,73	0,27	35,95	35,72	-0,23
34	32,46	33,29	0,83	34,08	32,65	-1,43			
35	34,08	32,06	-2,02	33,29	34,56	1,27			
36	33,29	33,70	0,41	33,84	33,14	-0,70			
37	33,84	34,01	0,17	35,95	35,24	-0,71			
38	35,95	34,68	-1,27	34,08	34,30	0,22			
39	34,08	34,17	0,09						
			Residuo			Residuo			Residuo
Media	**33,51**	**33,46**	**-0,05**	**33,50**	**33,74**	**0,24**	**33,62**	**33,82**	**0,20**

Tabella 40 - Confronto tra i risultati chimici e i risultati predetti tramite acquisizione spettrale su scalzo con sacco barriera, scalzo senza sacco barriera e pasta, per il parametro Proteine nel Pecorino Romano DOP.

Proteine	Scalzo con sacco barriera			Scalzo senza sacco barriera			Pasta		
	Dato chimico	Dato predetto	Residuo	Dato chimico	Dato predetto	Residuo	Dato chimico	Dato predetto	Residuo
1	24,64	24,91	0,27	24,64	25,25	0,61	24,64	24,62	-0,03
2	22,95	23,44	0,49	22,95	24,04	1,09	22,95	23,08	0,13
3	24,74	24,17	-0,57	24,74	24,60	-0,14	24,74	25,64	0,90
4	24,05	24,21	0,16	24,05	24,62	0,57	24,05	24,97	0,92
5	26,80	25,60	-1,20	26,80	25,55	-1,25	26,80	26,01	-0,79
6	24,83	25,20	0,37	24,83	25,05	0,22	24,83	24,85	0,02
7	23,73	23,95	0,22	23,73	24,50	0,77	23,73	24,00	0,27
8	24,82	25,12	0,29	23,83	24,73	0,90	24,82	24,80	-0,02
9	23,83	24,98	1,15	26,72	25,45	-1,27	26,72	26,45	-0,27
10	26,72	26,07	-0,65	26,63	26,12	-0,51	26,63	26,44	-0,19
11	26,63	26,12	-0,51	24,66	24,94	0,28	24,66	25,42	0,76
12	24,66	24,04	-0,62	24,54	25,90	1,36	24,54	24,41	-0,13
13	24,54	24,94	0,40	25,66	26,45	0,79	25,66	26,11	0,45
14	25,66	25,25	-0,41	25,40	26,28	0,88	25,40	26,43	1,03
15	25,40	23,76	-1,64	24,12	24,82	0,70	25,23	25,65	0,42
16	24,12	25,19	1,07	24,45	24,98	0,53	24,09	24,90	0,81
17	24,45	24,33	-0,12	25,23	25,51	0,28	22,97	22,95	-0,02
18	25,23	26,22	0,99	24,09	24,55	0,46	26,29	26,36	0,07
19	24,09	25,09	1,00	22,97	24,05	1,08	25,47	25,83	0,36
20	22,97	22,89	-0,08	26,29	26,73	0,44	25,74	25,54	-0,20
21	26,29	26,51	0,22	25,47	26,65	1,18	27,29	27,27	-0,02
22	25,47	24,76	-0,71	25,74	24,98	-0,76	25,45	24,35	-1,10
23	25,74	24,92	-0,82	27,29	25,89	-1,41	24,65	24,72	0,07
24	27,29	25,41	-1,88	25,93	25,56	-0,37	23,37	22,43	-0,94
25	25,93	26,14	0,21	26,83	26,31	-0,52	23,61	24,62	1,01
26	26,83	26,77	-0,06	25,45	26,02	0,57	25,22	25,45	0,23
27	25,45	25,33	-0,12	24,65	24,54	-0,11	24,01	23,04	-0,97
28	24,65	24,48	-0,17	23,37	25,25	1,88	26,35	26,67	0,32
29	23,37	24,26	0,89	23,61	24,10	0,49	24,43	24,52	0,09
30	23,61	25,00	1,39	25,22	25,59	0,37	25,40	25,80	0,40
31	25,22	25,47	0,25	24,01	24,82	0,81	24,46	24,36	-0,10
32	24,01	25,41	1,40	26,35	26,18	-0,17	25,57	25,95	0,38
33	26,35	25,01	-1,34	24,43	25,27	0,84	23,82	23,58	-0,24
34	24,43	25,10	0,67	25,40	25,72	0,32	22,86	22,78	-0,08
35	25,40	24,76	-0,64	24,46	24,32	-0,14			
36	24,46	23,90	-0,56	25,57	25,97	0,40			
37	25,57	24,33	-1,24	23,82	24,09	0,27			
38	23,82	23,45	-0,37	22,86	23,84	0,98			
39	22,86	24,40	1,54						
			Residuo			Residuo			Residuo
Media	**24,91**	**24,89**	**-0,02**	**24,92**	**25,24**	**0,32**	**24,90**	**25,00**	**0,10**

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 41 – Confronto tra i risultati chimici e i risultati predetti tramite acquisizione spettrale su scalzo con sacco barriera, scalzo senza sacco barriera e pasta, per il parametro Cloruro di Sodio nel Pecorino Romano DOP.

NaCl	Scalzo con sacco barriera			Scalzo senza sacco barriera			Pasta		
	Dato chimico	Dato predetto	Residuo	Dato chimico	Dato predetto	Residuo	Dato chimico	Dato predetto	Residuo
1	4,07	4,38	0,31	4,07	5,02	0,95	4,07	4,62	0,55
2	6,63	5,17	-1,47	6,63	4,82	-1,81	6,63	6,28	-0,35
3	5,27	4,87	-0,40	5,27	4,80	-0,48	5,27	4,43	-0,85
4	4,88	4,22	-0,66	4,88	3,55	-1,33	4,88	4,53	-0,35
5	4,12	4,19	0,07	4,12	3,40	-0,72	4,12	4,55	0,43
6	4,86	4,65	-0,21	4,86	4,22	-0,64	4,86	4,57	-0,29
7	3,68	3,92	0,24	3,68	3,78	0,10	3,68	4,50	0,82
8	4,05	6,13	2,08	6,06	5,33	-0,73	4,05	4,51	0,46
9	6,06	5,20	-0,86	3,56	4,13	0,57	3,56	3,71	0,15
10	3,56	3,62	0,06	4,50	5,58	1,08	4,50	3,78	-0,72
11	4,50	5,10	0,60	4,89	4,78	-0,11	4,89	4,25	-0,64
12	4,89	5,25	0,36	5,95	5,64	-0,32	5,95	6,17	0,22
13	5,95	5,99	0,04	4,24	3,76	-0,48	4,24	4,32	0,08
14	4,24	4,27	0,03	3,38	2,85	-0,54	3,38	3,72	0,34
15	3,38	4,25	0,87	6,19	4,23	-1,96	3,81	3,90	0,09
16	6,19	5,47	-0,72	4,36	5,32	0,96	5,51	5,02	-0,49
17	4,36	4,51	0,15	3,81	4,71	0,90	6,62	6,09	-0,53
18	3,81	4,60	0,79	5,51	5,96	0,45	4,20	4,31	0,11
19	5,51	5,00	-0,51	6,62	5,20	-1,42	3,76	3,77	0,01
20	6,62	6,38	-0,24	4,20	4,48	0,28	4,09	4,44	0,35
21	4,20	4,76	0,56	3,76	4,15	0,39	4,79	4,79	0,00
22	3,76	4,61	0,85	4,09	3,99	-0,10	6,43	6,65	0,22
23	4,09	4,22	0,13	4,79	4,28	-0,51	5,24	5,27	0,03
24	4,79	5,52	0,73	4,65	5,17	0,52	6,71	7,12	0,41
25	4,65	5,15	0,50	3,52	3,80	0,28	5,14	4,37	-0,77
26	3,52	4,57	1,05	6,43	5,24	-1,19	3,68	3,83	0,15
27	6,43	5,97	-0,46	5,24	3,99	-1,25	6,75	5,81	-0,94
28	5,24	4,79	-0,46	6,71	4,53	-2,18	5,08	4,27	-0,81
29	6,71	5,13	-1,59	5,14	3,87	-1,27	5,98	5,79	-0,19
30	5,14	4,04	-1,10	3,68	4,79	1,11	4,26	4,07	-0,19
31	3,68	4,43	0,75	6,75	4,83	-1,92	4,91	5,45	0,54
32	6,75	4,53	-2,22	5,08	5,52	0,44	4,47	4,40	-0,07
33	5,08	5,88	0,80	5,98	5,86	-0,12	5,25	5,06	-0,19
34	5,98	5,18	-0,80	4,26	4,25	-0,01			
35	4,26	5,51	1,25	4,91	4,61	-0,30			
36	4,91	5,46	0,55	4,47	5,52	1,05			
37	4,47	4,70	0,23	5,25	4,84	-0,41			
38	5,25	4,97	-0,28	6,98	5,20	-1,78			
39	6,98	5,29	-1,69						
			Residuo			Residuo			Residuo
Media	**4,94**	**4,92**	**-0,02**	**4,96**	**4,63**	**-0,33**	**4,93**	**4,87**	**-0,06**

Tabella 42 - Profilo sensoriale del Pecorino Romano DOP a 8 mesi di stagionatura, prodotto a Gennaio 2020

ATTRIBUTI	NURRI	ONIFAI
Od. L. Pecora	4,00 ± 2,24	4,71 ± 1,68
Od. L. Cotto	4,29 ± 1,89	4,00 ± 1,57
Od. Burro	3,57 ± 1,90	3,71 ± 1,49
Od. Insilato	2,00 ± 1,15	2,14 ± 1,17
Od. Caglio	2,29 ± 1,11	2,21 ± 0,97
Salato	4,57 ± 0,79	4,43 ± 1,02
Acido	2,86 ± 0,69	2,93 ± 1,14
Umami	2,71 ± 1,11	2,79 ± 1,25
Amaro	2,14 ± 0,90	2,07 ± 1,21
Piccante	2,57 ± 1,51	3,21 ± 1,42
Ar. L. Pecora	3,71 ± 1,80	3,86 ± 1,29
Ar.Burro	3,43 ± 1,40	3,29 ± 1,14
Ar.L. Cotto	3,57 ± 1,81	3,29 ± 1,14
Ar.Caglio	2,14 ± 1,21	2,14 ± 1,17
Durezza	5,14 ± 0,90	4,36 ± 1,01
Friabilità	4,43 ± 0,98	4,43 ± 0,94
Pastosità	3,00 ± 1,41	3,07 ± 1,90
Farinosità	5,43 ± 1,72	5,93 ± 1,82
Granulosità	4,00 ± 1,63	3,07 ± 1,64
Solubilità	4,57 ± 0,79	4,50 ± 1,09
Cristalli	4,00 ± 1,15	2,21 ± 1,37
Off-flavours	1,86 ± 1,21	2,29 ± 1,14
Qualità Generale	6,0 ± 0,8	5,8 ± 1,3

I valori rappresentano le medie e le dev.st. ottenute dalle valutazioni dei 10 giudici.

Tabella 43 - Profilo sensoriale del Pecorino Romano DOP a 12 mesi di stagionatura, prodotto a Gennaio 2020

ATTRIBUTI	NURRI	ONIFAI
Od. L. Pecora	4,29 ± 1,60	4,36 ± 1,50
Od. L. Cotto	3,71 ± 1,25	3,93 ± 1,21
Od. Burro	3,29 ± 1,11	3,64 ± 0,93
Od. Insilato	2,29 ± 1,11	2,07 ± 0,92
Od. Caglio	2,14 ± 1,07	2,36 ± 1,08
Salato	4,43 ± 1,51	4,86 ± 1,41
Acido	3,14 ± 1,46	2,79 ± 0,80
Umami	3,00 ± 1,41	2,86 ± 0,86
Amaro	1,86 ± 1,07	2,29 ± 1,07
Piccante	3,00 ± 1,41	3,21 ± 1,72
Ar. L. Pecora	3,43 ± 0,98	3,71 ± 1,14
Ar.Burro	3,00 ± 0,82	3,21 ± 0,80
Ar.L. Cotto	3,29 ± 0,95	3,57 ± 1,09
Ar.Caglio	2,14 ± 0,90	2,79 ± 1,12
Durezza	5,00 ± 1,29	4,86 ± 0,86
Friabilità	4,29 ± 0,76	4,93 ± 0,73
Pastosità	3,29 ± 1,11	3,29 ± 1,33
Farinosità	5,00 ± 2,00	5,29 ± 1,54
Granulosità	5,14 ± 1,57	4,86 ± 1,17
Solubilità	4,71 ± 1,25	5,00 ± 0,96
Cristalli	1,86 ± 1,07	1,64 ± 0,84
Off-flavours	5,86 ± 1,57	6,00 ± 1,18
Qualità Generale		

I valori rappresentano le medie e le dev.st. ottenute dalle valutazioni dei 10 giudici.

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 44 - Profilo sensoriale del Pecorino Romano DOP a 5 mesi di stagionatura, prodotto ad Aprile 2020

ATTRIBUTI	NURRI	ONIFAI
Od. L. Pecora	5,07 ± 1,98	4,86 ± 2,04
Od. L. Cotto	4,50 ± 1,65	4,14 ± 1,57
Od. Burro	3,79 ± 1,05	3,71 ± 1,11
Od. Insilato	2,43 ± 1,34	2,43 ± 1,51
Od. Caglio	2,21 ± 1,05	2,14 ± 1,35
Salato	4,00 ± 0,96	4,43 ± 1,13
Acido	2,86 ± 1,03	2,86 ± 1,35
Umami	3,07 ± 1,21	2,71 ± 1,11
Amaro	2,29 ± 1,14	2,14 ± 1,21
Piccante	2,64 ± 1,65	3,14 ± 1,46
Ar. L. Pecora	4,14 ± 1,61	4,29 ± 1,70
Ar.Burro	3,57 ± 1,02	3,43 ± 0,98
Ar.L. Cotto	3,79 ± 1,42	3,57 ± 1,27
Ar.Caglio	2,00 ± 0,88	2,14 ± 1,21
Durezza	5,07 ± 1,27	5,14 ± 0,90
Friabilità	4,57 ± 0,76	5,14 ± 1,07
Pastosità	3,21 ± 1,25	2,86 ± 1,68
Farinosità	4,43 ± 1,40	4,57 ± 1,81
Granulosità	4,29 ± 0,91	4,43 ± 0,98
Solubilità	5,21 ± 1,85	5,29 ± 1,98
Cristalli	2,79 ± 1,12	2,00 ± 1,53
Off-flavours	2,14 ± 1,29	2,43 ± 1,27
Qualità Generale	5,6 ± 1,3	5,1 ± 1,8

I valori rappresentano le medie e le dev.st. ottenute dalle valutazioni dei 10 giudici.

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 45 - Profilo sensoriale del Pecorino Romano DOP a 8 mesi di stagionatura, prodotto ad Aprile 2020

ATTRIBUTI	NURRI	ONIFAI
Od. L. Pecora	4,14 ± 1,35	4,14 ± 1,57
Od. L. Cotto	4,21 ± 1,19	4,29 ± 1,38
Od. Burro	3,71 ± 1,20	3,71 ± 0,76
Od. Insilato	2,07 ± 1,00	2,00 ± 1,00
Od. Caglio	2,29 ± 0,99	2,14 ± 0,90
Salato	4,93 ± 0,92	4,86 ± 1,07
Acido	3,00 ± 1,41	2,86 ± 0,69
Umami	2,57 ± 1,45	2,57 ± 1,27
Amaro	1,79 ± 0,89	1,86 ± 0,69
Piccante	3,07 ± 1,49	3,14 ± 1,68
Ar. L. Pecora	3,43 ± 1,02	3,57 ± 1,27
Ar.Burro	3,29 ± 0,83	3,00 ± 0,58
Ar.L. Cotto	3,43 ± 1,34	3,43 ± 0,79
Ar.Caglio	2,07 ± 1,00	2,29 ± 1,25
Durezza	5,64 ± 1,39	5,29 ± 1,11
Friabilità	5,00 ± 0,78	4,86 ± 0,90
Pastosità	3,07 ± 1,38	3,14 ± 1,46
Farinosità	5,29 ± 1,54	5,00 ± 1,15
Granulosità	4,71 ± 1,33	4,71 ± 1,50
Solubilità	4,64 ± 1,15	4,57 ± 0,98
Cristalli	2,14 ± 1,75	1,57 ± 0,79
Off-flavours	5,79 ± 1,25	5,71 ± 1,11
Qualità Generale		

I valori rappresentano le medie e le dev.st. ottenute dalle valutazioni dei 10 giudici.

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 46 - Profilo sensoriale del Pecorino Romano DOP a 12 mesi di stagionatura, prodotto ad Aprile 2020

ATTRIBUTI	NURRI	ONIFAI
Od. L. Pecora	4,29 ± 0,95	4,00 ± 1,11
Od. L. Cotto	3,71 ± 1,11	3,57 ± 1,02
Od. Burro	3,14 ± 0,90	3,57 ± 1,22
Od. Insilato	2,86 ± 1,35	2,50 ± 0,94
Od. Caglio	2,43 ± 1,13	2,50 ± 0,65
Salato	5,14 ± 1,07	5,07 ± 1,21
Acido	3,14 ± 1,07	2,86 ± 0,95
Umami	3,29 ± 1,60	3,00 ± 1,11
Amaro	2,57 ± 1,13	2,29 ± 0,99
Piccante	3,29 ± 1,50	3,93 ± 1,59
Ar. L. Pecora	3,57 ± 0,79	3,50 ± 0,76
Ar.Burro	3,00 ± 0,82	3,14 ± 0,95
Ar.L. Cotto	3,29 ± 0,76	3,29 ± 0,73
Ar.Caglio	2,29 ± 0,76	2,50 ± 0,76
Durezza	5,14 ± 0,90	4,71 ± 1,27
Friabilità	4,43 ± 0,53	5,29 ± 0,83
Pastosità	3,43 ± 1,40	3,29 ± 1,33
Farinosità	5,86 ± 1,35	6,07 ± 1,49
Granulosità	5,00 ± 1,29	4,07 ± 1,44
Solubilità	4,57 ± 1,13	5,29 ± 1,20
Cristalli	4,43 ± 1,27	2,57 ± 1,34
Off-flavours	2,86 ± 2,04	2,21 ± 1,42
Qualità Generale	5,1 ± 1,2	5,5 ± 1,2

I valori rappresentano le medie e le dev.st. ottenute dalle valutazioni dei 10 giudici.

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 47 - Profilo sensoriale del Pecorino Romano DOP a 5 mesi di stagionatura, prodotto a Giugno 2020

ATTRIBUTI	NURRI	ONIFAI
Od. L. Pecora	3,71 ± 1,50	3,71 ± 1,44
Od. L. Cotto	4,00 ± 1,15	3,64 ± 1,01
Od. Burro	3,71 ± 1,38	3,79 ± 1,58
Od. Insilato	2,14 ± 1,35	2,00 ± 0,96
Od. Caglio	2,43 ± 1,27	1,86 ± 0,95
Salato	4,00 ± 1,00	4,79 ± 1,25
Acido	2,43 ± 0,98	3,07 ± 1,00
Umami	2,57 ± 1,40	2,71 ± 1,07
Amaro	2,29 ± 1,25	2,21 ± 0,80
Piccante	2,29 ± 1,50	3,29 ± 1,59
Ar. L. Pecora	3,57 ± 1,13	3,36 ± 1,22
Ar.Burro	3,29 ± 0,76	3,07 ± 1,07
Ar.L. Cotto	3,57 ± 0,98	3,14 ± 0,95
Ar.Caglio	2,00 ± 1,15	1,86 ± 0,77
Durezza	4,00 ± 1,00	5,07 ± 1,14
Friabilità	4,86 ± 0,90	4,57 ± 0,65
Pastosità	4,43 ± 1,40	3,21 ± 1,12
Farinosità	5,71 ± 2,43	4,79 ± 1,85
Granulosità	3,00 ± 1,15	4,57 ± 1,28
Solubilità	4,86 ± 1,21	4,21 ± 1,42
Cristalli	2,00 ± 2,24	1,79 ± 0,89
Off-flavours	6,14 ± 0,90	5,07 ± 1,14
Qualità Generale		

I valori rappresentano le medie e le dev.st. ottenute dalle valutazioni dei 10 giudici.

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 48 - Profilo sensoriale del Pecorino Romano DOP a 8 mesi di stagionatura, prodotto a Giugno 2020

ATTRIBUTI	NURRI	ONIFAI
Od. L. Pecora	3,71 ± 1,20	4,14 ± 1,46
Od. L. Cotto	3,79 ± 1,25	3,57 ± 0,98
Od. Burro	3,57 ± 0,94	3,57 ± 1,27
Od. Insilato	2,50 ± 1,02	2,29 ± 1,11
Od. Caglio	2,36 ± 1,01	2,29 ± 1,11
Salato	4,00 ± 1,47	5,57 ± 0,98
Acido	2,64 ± 0,74	2,86 ± 0,90
Umami	2,64 ± 0,93	3,00 ± 1,00
Amaro	2,07 ± 0,73	1,86 ± 0,38
Piccante	3,00 ± 1,30	4,14 ± 1,57
Ar. L. Pecora	3,50 ± 0,94	3,43 ± 1,13
Ar.Burro	3,29 ± 0,73	3,29 ± 1,11
Ar.L. Cotto	3,50 ± 0,94	3,43 ± 0,98
Ar.Caglio	2,29 ± 0,73	2,43 ± 0,98
Durezza	3,93 ± 0,83	5,57 ± 0,98
Friabilità	3,93 ± 0,92	5,29 ± 1,25
Pastosità	4,57 ± 1,22	2,86 ± 1,07
Farinosità	5,21 ± 2,19	5,14 ± 1,57
Granulosità	4,14 ± 1,88	5,43 ± 1,27
Solubilità	4,79 ± 0,70	4,71 ± 1,38
Cristalli	1,43 ± 0,51	2,14 ± 0,90
Off-flavours	1,50 ± 0,65	1,71 ± 0,95
Qualità Generale	5,9 ± 1,3	5,1 ± 1,1

I valori rappresentano le medie e le dev.st. ottenute dalle valutazioni dei 10 giudici.

Tabella 49 - Profilo sensoriale del Pecorino Romano DOP a 12 mesi di stagionatura, prodotto a Giugno 2020

ATTRIBUTI	NURRI	ONIFAI
Od. L. Pecora	4,00 ± 1,36	4,29 ± 1,25
Od. L. Cotto	3,57 ± 0,76	4,14 ± 1,07
Od. Burro	3,57 ± 1,22	3,57 ± 1,13
Od. Insilato	2,21 ± 0,89	2,43 ± 1,13
Od. Caglio	2,14 ± 0,86	2,43 ± 0,98
Salato	4,07 ± 1,27	6,00 ± 1,15
Acido	2,57 ± 0,65	3,14 ± 0,90
Umami	2,64 ± 0,84	2,86 ± 0,90
Amaro	1,86 ± 0,36	2,29 ± 0,76
Piccante	2,57 ± 0,85	3,71 ± 1,50
Ar. L. Pecora	3,50 ± 0,94	3,43 ± 0,79
Ar.Burro	3,00 ± 0,96	3,14 ± 0,90
Ar.L. Cotto	3,21 ± 0,80	3,29 ± 0,76
Ar.Caglio	1,86 ± 0,66	2,14 ± 0,69
Durezza	4,50 ± 1,22	4,71 ± 0,76
Friabilità	4,79 ± 0,70	5,14 ± 0,69
Pastosità	3,86 ± 1,03	3,29 ± 0,76
Farinosità	5,36 ± 1,78	5,29 ± 1,38
Granulosità	3,64 ± 1,22	4,57 ± 2,15
Solubilità	4,43 ± 0,85	4,86 ± 1,35
Cristalli	1,57 ± 0,76	2,43 ± 1,27
Off-flavours	1,36 ± 0,50	1,86 ± 0,69
Qualità Generale	6,3 1,0	4,4 1,0

I valori rappresentano le medie e le dev.st. ottenute dalle valutazioni dei 10 giudici.

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 50 – Anali della varianza (ANOVA) a tre fattori condotta sui risultati delle analisi sensoriali eseguite sui formaggi di Pecorino Romano DOP dei caseifici Unione Pastori Nurri e La rinascita di Onifai, a 5, 8, 12 e 18 mesi di stagionatura, relativamente alle produzioni di gennaio, aprile e giugno 2020

ATTRIBUTI	**P-Value**		
	Fattore Caseificio	**Fattore Stagionatura**	**Fattore Periodo di Prod.**
Od. L. Pecora	n.s.	n.s.	n.s.
Od. L. Cotto	n.s.	n.s.	n.s.
Od. Burro	n.s.	n.s.	n.s.
Od. Insilato	n.s.	n.s.	n.s.
Od. Caglio	n.s.	n.s.	n.s.
Salato	**0,0006**	n.s.	n.s.
Acido	n.s.	n.s.	n.s.
Umami	n.s.	n.s.	n.s.
Amaro	n.s.	n.s.	n.s.
Piccante	**0,0006**	n.s.	n.s.
Ar. L. Pecora	n.s.	n.s.	n.s.
Ar.Burro	n.s.	n.s.	n.s.
Ar.L. Cotto	n.s.	n.s.	n.s.
Ar.Caglio	n.s.	n.s.	n.s.
Durezza	n.s.	n.s.	**0,0499**
Friabilità	**0,0093**	n.s.	n.s.
Pastosità	**0,0352**	n.s.	**0,0393**
Farinosità	n.s.	n.s.	n.s.
Granulosità	n.s.	n.s.	n.s.
Solubilità	n.s.	n.s.	n.s.
Cristalli	n.s.	n.s.	n.s.
Off-flavours	n.s.	n.s.	n.s.
Qualità Generale	**0,0255**	n.s.	n.s.

n.s. = non significativo

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 51 - Profilo sensoriale del Pecorino Romano DOP a 18 mesi di stagionatura, prodotto a Gennaio 2020

ATTRIBUTI	AGRIEXPORT	CAO	SARDA FORMAGGI	CONCORDIA	AGROALIM. SERRA	L'ARMENTIZIA
Od. L. Pecora	4,14 ± 1,21	4,14 ± 1,35	4,14 ± 1,46	4,14 ± 1,57	3,86 ± 1,68	4,00 ± 1,29
Od. L. Cotto	3,71 ± 1,38	3,29 ± 0,76	3,29 ± 0,76	3,57 ± 0,98	3,14 ± 1,35	4,00 ± 1,00
Od. Burro	3,00 ± 1,15	3,14 ± 1,21	3,86 ± 1,35	3,71 ± 1,38	3,57 ± 1,51	3,43 ± 1,13
Od. Insilato	2,43 ± 1,13	2,57 ± 1,13	2,71 ± 0,95	2,43 ± 0,79	2,71 ± 1,38	2,57 ± 0,79
Od. Caglio	2,29 ± 0,49	2,29 ± 0,49	2,43 ± 0,53	2,43 ± 0,53	2,57 ± 0,79	2,43 ± 0,79
Salato* **	**4,00 ± 1,15**	**5,14 ± 1,46**	**5,29 ± 1,38**	**5,14 ± 0,90**	**6,43 ± 0,98**	**6,00 ± 1,29**
Acido* **	**2,43 ± 1,27**	**3,29 ± 0,95**	**3,57 ± 0,98**	**3,29 ± 0,76**	**2,86 ± 0,69**	**3,29 ± 1,25**
Umami	2,86 ± 1,07	3,29 ± 1,25	3,00 ± 0,82	2,57 ± 0,79	2,71 ± 0,95	3,00 ± 1,41
Amaro	2,14 ± 0,90	2,43 ± 0,98	2,43 ± 1,13	2,29 ± 0,76	2,71 ± 0,95	2,43 ± 1,27
Piccante* **	**2,71 ± 0,76**	**3,57 ± 1,90**	**3,14 ± 1,07**	**3,00 ± 1,15**	**4,00 ± 1,41**	**4,14 ± 1,57**
Ar. L. Pecora	3,43 ± 0,98	3,86 ± 0,90	3,43 ± 0,98	3,57 ± 1,27	3,57 ± 1,13	3,71 ± 1,11
Ar.Burro	3,00 ± 1,15	3,00 ± 0,82	3,14 ± 0,90	3,14 ± 1,21	3,00 ± 1,29	3,00 ± 0,82
Ar.L. Cotto	3,29 ± 0,76	2,71 ± 0,49	2,86 ± 0,38	2,86 ± 0,38	3,00 ± 0,58	2,86 ± 0,38
Ar.Caglio	2,29 ± 0,49	2,43 ± 0,79	2,43 ± 0,53	2,14 ± 0,69	2,71 ± 0,76	2,43 ± 0,53
Durezza* **	**4,86 ± 0,69**	**5,29 ± 0,76**	**5,00 ± 1,15**	**4,86 ± 1,07**	**5,86 ± 1,21**	**6,29 ± 1,11**
Friabilità	4,14 ± 0,69	5,00 ± 0,82	4,29 ± 0,49	4,71 ± 0,49	4,71 ± 0,95	5,00 ± 1,00
Pastosità **	**4,00 ± 1,00**	**3,14 ± 0,90**	**3,71 ± 1,25**	**3,14 ± 1,21**	**2,71 ± 0,76**	**3,00 ± 1,15**
Farinosità	5,00 ± 1,63	5,14 ± 1,68	4,86 ± 1,57	4,57 ± 1,99	4,14 ± 1,21	4,14 ± 1,95
**Granulosità* **	**3,86 ± 1,46**	**4,29 ± 1,38**	**4,29 ± 1,38**	**4,71 ± 2,06**	**5,57 ± 1,27**	**5,86 ± 1,46**
Solubilità	5,00 ± 0,82	4,71 ± 0,95	4,86 ± 1,21	4,43 ± 0,98	4,71 ± 0,95	4,57 ± 1,62
**Cristalli* **	**2,14 ± 0,90**	**3,71 ± 1,80**	**3,57 ± 1,27**	**3,00 ± 0,82**	**3,71 ± 1,38**	**3,43 ± 1,40**
**Off-flavours* **	**1,57 ± 0,53**	**2,00 ± 1,53**	**2,43 ± 1,72**	**1,57 ± 0,79**	**2,57 ± 1,72**	**2,86 ± 1,77**
Qualità Generale* **	**6,7 ± 0,8**	**5,4 ± 0,8**	**5,6 ± 1,3**	**5,7 ± 1,1**	**4,0 ± 0,8**	**4,1 ± 0,7**

I valori rappresentano le medie e le dev.st. ottenute dalle valutazioni dei 10 giudici.
Gli asterischi denotano una probabilità di differenza statisticamente significativa secondo la notazione: *p=95.0%; **p=99.0%; ***p=99.9%.

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 52 - Profilo sensoriale del Pecorino Romano DOP a 18 mesi di stagionatura, prodotto a Gennaio 2020

ATTRIBUTI	LACESA	FRATELLI PINNA	ALLEV. MORES	UN. PASTORI NURRI	LA RINASCITA	LATTERIA ITTIRI
Od. L. Pecora	3,86 ± 1,21	3,57 ± 0,79	3,86 ± 1,35	3,86 ± 1,07	n.d.	n.d.
Od. L. Cotto	3,71 ± 1,11	3,43 ± 0,98	3,43 ± 0,98	3,71 ± 1,11	n.d.	n.d.
Od. Burro	3,57 ± 1,27	3,00 ± 0,58	3,43 ± 0,98	3,29 ± 0,76	n.d.	n.d.
Od. Insilato	2,43 ± 0,79	2,71 ± 0,76	2,86 ± 1,35	2,57 ± 0,79	n.d.	n.d.
Od. Caglio	2,57 ± 0,79	2,57 ± 0,79	2,57 ± 0,79	2,29 ± 0,49	n.d.	n.d.
Salato* **	**4,29 ± 1,50**	**5,57 ± 1,27**	**5,57 ± 0,98**	**4,00 ± 1,29**	**n.d.**	**n.d.**
Acido***	2,71 ± 0,76	3,29 ± 0,76	3,29 ± 0,95	2,29 ± 0,76	n.d.	n.d.
Umami	2,86 ± 0,90	3,14 ± 1,21	3,29 ± 1,38	3,14 ± 1,21	n.d.	n.d.
Amaro	2,00 ± 0,58	2,43 ± 1,27	2,43 ± 0,98	2,14 ± 0,90	n.d.	n.d.
Piccante* **	**3,14 ± 1,21**	**3,43 ± 1,62**	**3,57 ± 1,90**	**2,57 ± 1,27**	**n.d.**	**n.d.**
Ar. L. Pecora	3,43 ± 0,53	3,14 ± 0,69	3,71 ± 0,95	3,29 ± 0,95	n.d.	n.d.
Ar.Burro	2,86 ± 1,21	2,86 ± 0,69	3,00 ± 1,00	3,00 ± 0,82	n.d.	n.d.
Ar.L. Cotto	2,86 ± 1,07	2,86 ± 0,38	2,86 ± 0,69	3,29 ± 0,76	n.d.	n.d.
Ar.Caglio	2,29 ± 0,49	2,57 ± 0,79	2,57 ± 0,53	2,29 ± 0,76	n.d.	n.d.
Durezza* **	**5,00 ± 1,29**	**5,71 ± 1,38**	**5,71 ± 1,25**	**5,00 ± 1,53**	**n.d.**	**n.d.**
Friabilità	4,00 ± 1,41	4,71 ± 0,95	4,86 ± 0,69	5,00 ± 0,82	n.d.	n.d.
Pastosità **	**3,57 ± 1,51**	**3,71 ± 1,25**	**3,14 ± 1,21**	**3,71 ± 1,38**	**n.d.**	**n.d.**
Farinosità	4,57 ± 1,81	4,57 ± 1,40	4,29 ± 1,80	5,29 ± 1,50	n.d.	n.d.
Granulosità*	4,71 ± 2,29	5,57 ± 1,27	5,71 ± 1,38	4,14 ± 1,21	n.d.	n.d.
Solubilità	4,71 ± 0,95	4,43 ± 1,13	4,43 ± 0,98	4,43 ± 0,79	n.d.	n.d.
Cristalli*	**3,43 ± 0,98**	**3,43 ± 1,40**	**3,14 ± 1,07**	**2,57 ± 0,98**	**n.d.**	**n.d.**
Off-flavours*	**1,57 ± 0,53**	**2,86 ± 1,95**	**2,43 ± 1,27**	**1,86 ± 0,69**	**n.d.**	**n.d.**
Qualità Generale* **	**5,9 ± 0,9**	**5,0 ± 1,8**	**4,9 ± 1,1**	**6,0 ± 1,0**	**n.d.**	**n.d.**

I valori rappresentano le medie e le dev.st. ottenute dalle valutazioni dei 10 giudici. n.d. campioni non disponibili
Gli asterischi denotano una probabilità di differenza statisticamente significativa secondo la notazione: *p=95.0%; **p=99.0%; ***p=99.9%.

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 53 - Profilo sensoriale del Pecorino Romano DOP a 18 mesi di stagionatura, prodotto a Aprile 2020

ATTRIBUTI	AGRIEXPORT	CAO	SARDA FORMAGGI	CONCORDIA	AGROALIM. SERRA	L'ARMENTIZIA
Od. L. Pecora	4,43 ± 1,40	3,57 ± 1,27	4,14 ± 1,35	3,86 ± 1,35	3,86 ± 1,41	4,14 ± 1,46
Od. L. Cotto	3,71 ± 1,25	3,29 ± 0,76	3,29 ± 1,25	3,57 ± 0,98	3,14 ± 0,98	3,71 ± 1,11
Od. Burro	3,43 ± 0,98	3,29 ± 0,76	3,00 ± 0,82	3,29 ± 1,25	3,57 ± 0,98	3,43 ± 1,13
Od. Insilato	2,43 ± 0,98	2,14 ± 1,07	2,57 ± 0,79	2,00 ± 0,82	2,71 ± 0,95	2,43 ± 0,98
Od. Caglio	2,43 ± 0,98	2,29 ± 1,11	2,29 ± 0,76	2,00 ± 0,82	2,57 ± 1,11	2,29 ± 1,11
Salato* **	**4,14 ± 1,35**	**4,71 ± 1,11**	**5,57 ± 0,98**	**4,86 ± 1,57**	**6,43 ± 1,86**	**6,00 ± 1,73**
Acido	2,57 ± 1,13	2,86 ± 1,46	3,00 ± 1,00	2,86 ± 1,07	2,86 ± 1,35	2,86 ± 0,69
Umami	2,86 ± 0,90	2,86 ± 1,07	3,29 ± 1,25	2,86 ± 0,69	2,71 ± 1,00	2,71 ± 0,76
Amaro	2,14 ± 0,90	2,29 ± 1,25	2,43 ± 0,79	2,14 ± 0,90	2,71 ± 0,49	2,43 ± 0,98
Piccante*	**2,71 ± 1,25**	**3,00 ± 1,63**	**3,71 ± 1,38**	**3,29 ± 1,60**	**4,00 ± 1,90**	**3,57 ± 1,27**
Ar. L. Pecora	3,43 ± 0,53	3,00 ± 0,58	3,43 ± 0,98	3,43 ± 1,13	3,57 ± 0,76	3,29 ± 1,11
Ar.Burro	3,29 ± 0,95	2,86 ± 0,90	2,86 ± 0,69	3,14 ± 0,90	3,00 ± 0,69	3,00 ± 0,82
Ar.L. Cotto	3,14 ± 0,69	2,71 ± 0,49	3,00 ± 0,82	2,86 ± 0,69	3,00 ± 0,69	3,29 ± 0,95
Ar.Caglio	2,29 ± 0,76	2,29 ± 0,95	2,43 ± 0,98	2,29 ± 0,76	2,71 ± 1,21	2,29 ± 0,95
Durezza* **	**5,71 ± 1,70**	**6,29 ± 1,98**	**5,43 ± 1,27**	**5,43 ± 1,27**	**5,86 ± 1,38**	**6,43 ± 1,27**
Friabilità	4,43 ± 0,98	4,86 ± 1,07	5,14 ± 0,69	4,57 ± 0,98	4,71 ± 0,76	5,14 ± 1,57
Pastosità **	**3,29 ± 1,50**	**3,00 ± 1,15**	**3,00 ± 1,15**	**3,00 ± 1,15**	**2,71 ± 0,79**	**2,71 ± 1,25**
Farinosità	5,29 ± 1,80	4,71 ± 1,38	4,29 ± 1,70	4,86 ± 1,68	4,14 ± 1,51	4,29 ± 0,95
Granulosità	4,86 ± 1,57	4,86 ± 1,57	4,86 ± 1,95	4,71 ± 1,60	5,57 ± 1,72	5,71 ± 1,89
Solubilità	4,43 ± 1,40	4,86 ± 1,21	4,71 ± 1,11	4,71 ± 1,25	4,71 ± 1,40	4,57 ± 1,81
Cristalli* **	**4,00 ± 1,00**	**2,57 ± 1,40**	**2,86 ± 0,69**	**3,86 ± 1,77**	**3,71 ± 1,07**	**2,71 ± 0,76**
Off-flavours	1,71 ± 0,76	2,57 ± 1,62	2,71 ± 1,89	1,57 ± 0,79	2,57 ± 2,07	2,14 ± 1,77
Qualità Generale* **	**5,9 ± 0,9**	**4,6 ± 1,4**	**4,3 ± 1,0**	**6,0 ± 1,6**	**4,0 ± 1,3**	**4,7 ± 1,5**

I valori rappresentano le medie e le dev.st. ottenute dalle valutazioni dei 10 giudici.
Gli asterischi denotano una probabilità di differenza statisticamente significativa secondo la notazione: *p=95.0%; **p=99.0%; ***p=99.9%.

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 54 - Profilo sensoriale del Pecorino Romano DOP a 18 mesi di stagionatura, prodotto a Aprile 2020

ATTRIBUTI	LACESA	FRATELLI PINNA	ALLEV. MORES	UN. PASTORI NURRI	LA RINASCITA	LATTERIA ITTIRI
Od. L. Pecora	4,00 ± 1,41	3,57 ± 1,27	3,86 ± 1,35	3,86 ± 1,35	4,14 ± 1,57	3,86 ± 1,57
Od. L. Cotto	3,57 ± 0,98	3,86 ± 1,21	3,57 ± 1,27	3,86 ± 1,07	3,71 ± 0,95	3,29 ± 0,76
Od. Burro	3,43 ± 0,98	3,43 ± 0,98	3,86 ± 1,46	4,00 ± 1,29	3,71 ± 1,50	3,57 ± 1,51
Od. Insilato	2,14 ± 0,90	2,71 ± 1,25	2,29 ± 1,11	2,29 ± 1,11	2,43 ± 0,98	2,29 ± 1,11
Od. Caglio	2,57 ± 1,27	2,57 ± 0,98	2,43 ± 1,13	2,29 ± 0,95	2,14 ± 0,90	2,29 ± 1,11
Salato* **	**4,43 ± 1,13**	**5,14 ± 1,35**	**5,57 ± 0,98**	**4,29 ± 0,95**	**5,00 ± 1,29**	**4,57 ± 0,79**
Acido	2,86 ± 1,07	3,00 ± 1,15	3,00 ± 1,41	2,86 ± 0,69	2,57 ± 0,79	2,43 ± 0,79
Umami	2,86 ± 1,35	3,00 ± 0,82	3,14 ± 1,07	2,86 ± 1,07	3,14 ± 1,35	3,14 ± 1,07
Amaro	2,00 ± 1,00	2,14 ± 1,07	2,29 ± 1,11	2,14 ± 0,90	2,14 ± 1,07	2,00 ± 0,82
Piccante*	**2,86 ± 1,46**	**3,43 ± 1,90**	**2,86 ± 1,46**	**2,86 ± 1,07**	**3,71 ± 2,06**	**2,86 ± 1,35**
Ar. L. Pecora	3,57 ± 0,98	3,43 ± 0,98	3,29 ± 0,95	3,86 ± 0,90	3,57 ± 0,98	3,43 ± 1,13
Ar.Burro	3,14 ± 0,90	3,43 ± 0,98	3,00 ± 0,82	3,43 ± 1,13	3,43 ± 1,13	3,14 ± 1,35
Ar.L. Cotto	3,14 ± 0,90	3,29 ± 0,95	3,00 ± 0,82	3,14 ± 1,07	3,43 ± 0,79	3,00 ± 0,82
Ar.Caglio	2,43 ± 1,13	2,29 ± 1,25	2,43 ± 0,98	2,43 ± 0,79	2,43 ± 0,79	2,29 ± 0,76
Durezza* **	**5,71 ± 0,95**	**6,14 ± 1,57**	**6,14 ± 1,35**	**5,00 ± 1,00**	**4,71 ± 0,49**	**5,86 ± 1,57**
Friabilità	4,86 ± 0,90	4,29 ± 1,11	4,57 ± 0,79	4,43 ± 0,53	4,71 ± 0,76	4,86 ± 0,69
Pastosità **	**3,29 ± 1,11**	**3,14 ± 1,07**	**2,71 ± 1,11**	**3,71 ± 1,11**	**3,57 ± 1,51**	**3,00 ± 1,15**
Farinosità	4,86 ± 1,46	5,00 ± 1,53	5,00 ± 1,00	4,86 ± 1,68	5,14 ± 1,77	4,57 ± 1,51
Granulosità	4,86 ± 1,21	5,00 ± 1,29	4,71 ± 1,11	4,43 ± 1,40	3,86 ± 1,57	5,14 ± 1,21
Solubilità	4,71 ± 0,76	4,14 ± 1,07	4,43 ± 1,27	4,43 ± 0,79	4,86 ± 1,07	4,71 ± 0,95
Cristalli* **	**2,43 ± 0,79**	**3,57 ± 1,40**	**2,71 ± 0,95**	**2,43 ± 0,98**	**2,71 ± 0,95**	**2,86 ± 0,69**
Off-flavours	2,00 ± 1,15	2,14 ± 1,46	1,71 ± 0,95	1,57 ± 0,79	1,86 ± 0,90	1,86 ± 0,90
Qualità Generale* **	**6,0 ± 0,8**	**5,1 ± 1,2**	**5,1 ± 1,6**	**6,1 ± 1,2**	**5,9 ± 0,4**	**6,0 ± 1,0**

I valori rappresentano le medie e le dev.st. ottenute dalle valutazioni dei 10 giudici.
Gli asterischi denotano una probabilità di differenza statisticamente significativa secondo la notazione: *p=95.0%; **p=99.0%; ***p=99.9%.

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 55 - Profilo sensoriale del Pecorino Romano DOP a 18 mesi di stagionatura, prodotto a Giugno 2020

ATTRIBUTI	AGRIEXPORT	CAO	SARDA FORMAGGI	CONCORDIA	AGROALIM. SERRA	L'ARMENTIZIA
Od. L. Pecora	4,17 ± 1,72	3,83 ± 1,47	3,71 ± 1,11	3,67 ± 1,21	4,43 ± 0,98	3,86 ± 1,57
Od. L. Cotto	3,67 ± 1,21	3,67 ± 1,21	3,71 ± 0,95	3,17 ± 0,98	3,71 ± 1,11	3,43 ± 0,98
Od. Burro	3,33 ± 1,21	3,50 ± 1,05	3,71 ± 0,95	2,67 ± 1,21	3,43 ± 0,98	3,14 ± 0,90
Od. Insilato	3,00 ± 1,10	2,33 ± 0,52	2,71 ± 1,11	2,67 ± 1,03	2,86 ± 1,07	2,29 ± 0,76
Od. Caglio*	**2,33 ± 1,03**	**2,50 ± 0,55**	**2,43 ± 1,13**	**2,50 ± 0,84**	**3,00 ± 1,00**	**3,29 ± 1,11**
Salato***	**4,50 ± 1,22**	**5,17 ± 1,17**	**6,00 ± 0,58**	**5,50 ± 1,05**	**6,00 ± 1,29**	**6,86 ± 1,57**
Acido*	**3,00 ± 1,10**	**2,83 ± 0,75**	**3,29 ± 0,95**	**3,00 ± 1,10**	**3,57 ± 1,13**	**3,86 ± 1,07**
Umami	3,00 ± 1,10	2,67 ± 0,82	3,00 ± 1,15	2,67 ± 0,82	3,00 ± 1,15	3,00 ± 1,15
Amaro	2,67 ± 1,21	2,17 ± 0,75	2,29 ± 0,95	2,67 ± 1,63	3,29 ± 1,60	3,14 ± 0,69
Piccante	2,83 ± 1,60	3,50 ± 1,38	3,86 ± 1,35	3,00 ± 1,26	3,43 ± 1,27	3,86 ± 1,07
Ar. L. Pecora*	**3,33 ± 1,03**	**3,17 ± 0,75**	**3,14 ± 0,69**	**3,83 ± 0,75**	**3,86 ± 0,69**	**3,71 ± 0,95**
Ar.Burro	3,33 ± 1,21	2,83 ± 0,98	2,86 ± 0,90	2,83 ± 0,75	3,00 ± 0,82	3,00 ± 1,00
Ar.L. Cotto	3,00 ± 0,63	3,50 ± 1,05	3,29 ± 0,76	3,17 ± 0,75	3,29 ± 0,95	3,00 ± 0,82
Ar.Caglio	2,17 ± 0,75	2,50 ± 0,55	2,14 ± 0,69	2,33 ± 0,82	2,43 ± 0,98	3,14 ± 1,35
Durezza**	**5,50 ± 1,05**	**5,50 ± 1,05**	**5,57 ± 1,40**	**6,33 ± 1,21**	**6,00 ± 1,15**	**6,43 ± 1,40**
Friabilità	4,67 ± 0,82	4,50 ± 1,05	4,86 ± 1,07	5,00 ± 0,89	4,71 ± 0,76	5,29 ± 1,38
Pastosità**	**4,17 ± 0,98**	**3,67 ± 0,82**	**3,29 ± 1,25**	**2,83 ± 0,75**	**3,00 ± 1,00**	**2,71 ± 0,76**
Farinosità	4,67 ± 1,86	4,50 ± 1,76	4,43 ± 1,27	4,00 ± 1,41	3,71 ± 2,21	4,57 ± 2,30
Granulosità***	**5,00 ± 1,26**	**4,50 ± 1,76**	**5,00 ± 1,29**	**5,83 ± 1,72**	**5,57 ± 1,72**	**5,86 ± 2,27**
Solubilità	4,17 ± 0,75	4,50 ± 1,05	4,71 ± 1,25	4,50 ± 1,38	4,14 ± 1,86	4,43 ± 1,40
Cristalli***	**3,00 ± 1,26**	**2,83 ± 0,75**	**4,00 ± 1,15**	**4,50 ± 1,22**	**3,57 ± 0,98**	**2,43 ± 0,98**
Off-flavours	2,33 ± 1,97	1,33 ± 0,52	2,14 ± 1,07	2,50 ± 2,35	2,43 ± 1,90	3,00 ± 1,91
Qualità Generale***	**5,5 ± 0,8**	**5,5 ± 1,2**	**4,9 ± 1,1**	**4,3 ± 1,5**	**4,3 ± 1,3**	**3,1 ± 0,9**

I valori rappresentano le medie e le dev.st. ottenute dalle valutazioni dei 10 giudici.
Gli asterischi denotano una probabilità di differenza statisticamente significativa secondo la notazione: *p=95.0%; **p=99.0%; ***p=99.9%.

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 56 - Profilo sensoriale del Pecorino Romano DOP a 18 mesi di stagionatura, prodotto a Giugno 2020

ATTRIBUTI	LACESA	FRATELLI PINNA	ALLEV. MORES	UN. PASTORI NURRI	LA RINASCITA	LATTERIA ITTIRI
Od. L. Pecora	4,00 ± 1,41	3,67 ± 1,37	3,67 ± 0,52	3,83 ± 0,75	4,29 ± 1,50	4,00 ± 1,41
Od. L. Cotto	3,57 ± 0,79	3,50 ± 1,05	3,50 ± 1,05	3,33 ± 0,82	3,71 ± 0,95	3,29 ± 0,76
Od. Burro	3,71 ± 1,25	3,17 ± 0,98	3,50 ± 1,22	3,33 ± 1,21	3,29 ± 0,76	3,43 ± 1,13
Od. Insilato	2,71 ± 1,11	2,17 ± 0,75	2,33 ± 0,82	2,33 ± 0,52	2,57 ± 0,79	2,71 ± 0,76
Od. Caglio*	**2,71 ± 0,95**	**2,33 ± 0,52**	**2,33 ± 0,52**	**2,33 ± 0,52**	**2,57 ± 0,53**	**2,29 ± 0,76**
Salato***	**5,29 ± 1,89**	**5,50 ± 1,64**	**5,33 ± 1,03**	**4,50 ± 1,38**	**4,57 ± 1,51**	**4,86 ± 0,90**
Acido*	**3,14 ± 1,07**	**2,83 ± 0,75**	**3,67 ± 1,21**	**3,17 ± 0,75**	**2,86 ± 0,69**	**2,86 ± 0,90**
Umami	3,14 ± 0,90	2,83 ± 1,17	2,83 ± 0,98	2,67 ± 0,82	2,86 ± 1,21	2,71 ± 0,95
Amaro	2,00 ± 0,58	2,00 ± 0,63	2,83 ± 1,17	2,50 ± 1,38	2,71 ± 0,76	2,71 ± 0,95
Piccante	3,29 ± 1,50	3,33 ± 1,51	3,67 ± 1,63	3,00 ± 1,10	3,86 ± 2,12	3,29 ± 1,80
Ar. L. Pecora*	**3,57 ± 0,98**	**3,00 ± 0,89**	**3,33 ± 0,82**	**3,17 ± 1,17**	**3,43 ± 0,98**	**3,29 ± 0,95**
Ar.Burro	3,14 ± 0,90	2,67 ± 1,03	3,17 ± 0,98	3,17 ± 0,98	3,00 ± 1,00	3,57 ± 1,27
Ar.L. Cotto	3,43 ± 0,98	3,00 ± 0,63	3,00 ± 0,89	3,17 ± 0,75	3,14 ± 0,69	3,43 ± 0,79
Ar.Caglio	2,43 ± 0,98	2,17 ± 0,41	2,67 ± 0,82	2,33 ± 0,52	2,57 ± 0,53	2,43 ± 0,53
Durezza**	**5,57 ± 1,27**	**5,67 ± 0,82**	**5,33 ± 1,03**	**4,50 ± 0,55**	**5,43 ± 1,40**	**5,43 ± 1,13**
Friabilità	5,14 ± 0,90	5,00 ± 0,89	4,33 ± 0,52	4,33 ± 0,52	4,71 ± 0,95	4,86 ± 1,21
Pastosità**	**3,14 ± 1,07**	**2,83 ± 0,75**	**3,33 ± 1,37**	**3,67 ± 1,37**	**3,71 ± 0,76**	**2,86 ± 0,90**
Farinosità	4,29 ± 1,60	4,67 ± 1,37	5,00 ± 1,55	5,00 ± 2,00	5,14 ± 1,86	4,86 ± 1,21
Granulosità***	**5,57 ± 1,72**	**5,33 ± 1,63**	**4,83 ± 1,47**	**4,17 ± 1,94**	**4,57 ± 1,40**	**4,71 ± 1,60**
Solubilità	5,00 ± 1,29	4,50 ± 1,05	4,50 ± 0,84	4,33 ± 0,52	4,71 ± 1,25	4,57 ± 1,27
Cristalli***	**3,57 ± 1,72**	**3,00 ± 1,67**	**2,17 ± 0,75**	**1,83 ± 0,75**	**2,71 ± 0,76**	**3,71 ± 1,50**
Off-flavours	2,00 ± 1,15	2,17 ± 1,60	2,33 ± 2,34	2,33 ± 2,34	1,71 ± 0,95	2,43 ± 1,40
Qualità Generale***	**5,3 ± 1,1**	**5,0 ± 1,3**	**4,8 ± 1,2**	**5,3 ± 1,4**	**5,7 ± 1,1**	**5,4 ± 1,0**

I valori rappresentano le medie e le dev.st. ottenute dalle valutazioni dei 10 giudici.
Gli asterischi denotano una probabilità di differenza statisticamente significativa secondo la notazione: *p=95.0%; **p=99.0%; ***p=99.9%.

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale
REPUBBLICA ITALIANA
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
POR FESR
SARDEGNA 2014-2020

Tabella 57 – Valori medi del Profilo sensoriale del Pecorino Romano DOP a 18 mesi di stagionatura

ATTRIBUTI	GENNAIO	APRILE	GIUGNO
Od. L. Pecora	3,96 ± 1,24	3,95 ± 1,33	3,94 ± 1,23
Od. L. Cotto	3,53 ± 1,02	3,57 ± 1,01	3,53 ± 0,94
Od. Burro	3,40 ± 1,12	3,49 ± 1,11	3,36 ± 1,03
Od. Insilato**	**2,60 [a] ± 0,95**	**2,33 [b] ± 0,96**	**2,56 [a] ± 0,86**
Od. Caglio**	**2,44 [a] ± 0,63**	**2,36 [a] ± 0,98**	**2,56 [b] ± 0,83**
Salato*	**5,14 [ab] ± 1,40**	**4,95 [a] ± 1,33**	**5,36 [b] ± 1,40**
Acido***	**3,03 [a] ± 0,96**	**2,83 [a] ± 1,03**	**3,18 [b] ± 0,96**
Umami	2,99 ± 1,07	2,98 ± 0,99	2,87 ± 0,97
Amaro	**2,34 [a] ± 0,95**	**2,20 [a] ± 0,90**	**2,59 [b] ± 1,07**
Piccante	3,33 ± 1,42	3,19 ± 1,49	3,42 ± 1,43
Ar. L. Pecora	3,51 ± 0,93	3,42 ± 0,89	3,41 ± 0,87
Ar.Burro	3,00 ± 0,95	3,13 ± 0,92	3,05 ± 0,95
Ar.L. Cotto**	**2,94 [a] ± 0,61**	**3,07 [a] ± 0,79**	**3,21 [b] ± 0,78**
Ar.Caglio	2,41 ± 0,63	2,39 ± 0,91	2,45 ± 0,78
Durezza***	**5,36 [a] ± 1,19**	**5,80 [b] ± 1,40**	**5,62 [b] ± 1,18**
Friabilità	4,64 ± 0,89	4,76 ± 0,93	4,79 ± 0,93
Pastosità*	3,39 [a] ± 1,17	3,08 [b] ± 1,15	3,26 [a] ± 1,02
Farinosità	4,66 ± 1,61	4,77 ± 1,45	4,56 ± 1,66
Granulosità	4,87 ± 1,61	4,88 ± 1,50	5,09 ± 1,64
Solubilità	4,63 ± 1,01	4,58 ± 1,14	4,51 ± 1,16
Cristalli	3,21 ± 1,25	3,05 ± 1,16	3,13 ± 1,32
Off-flavours	2,17 ± 1,36	2,04 ± 1,30	2,23 ± 1,63
Qualità Generale**	**5,3 [a] ± 1,3**	**5,4 [a] ± 1,3**	**4,9 [b] ± 1,3**

I valori rappresentano le medie e le dev.st. ottenute dalle valutazioni dei 10 giudici per i 12 caseifici.
Gli asterischi denotano una probabilità di differenza statisticamente significativa secondo la notazione: *p=95.0%; **p=99.0%; ***p=99.9%.

Lettere diverse sulla stessa riga indicano medie statisticamente differenti.

Figura 1 – Punti di acquisizione spettro NIR sullo scalzo della forma del formaggio Pecorino Romano.

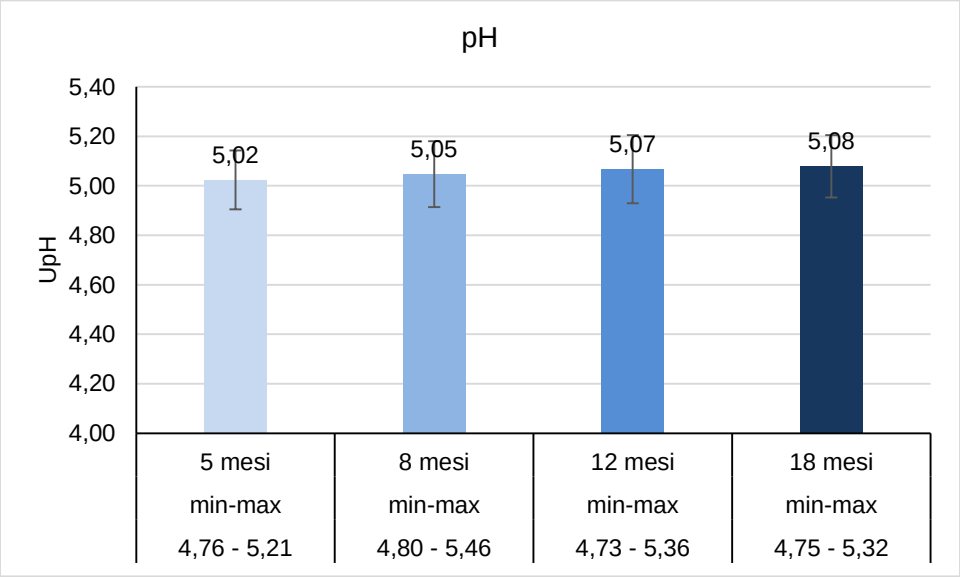

Figura 2 – Evoluzione del pH del Pecorino Romano DOP in funzione della stagionatura (5, 8, 12 e 18 mesi).

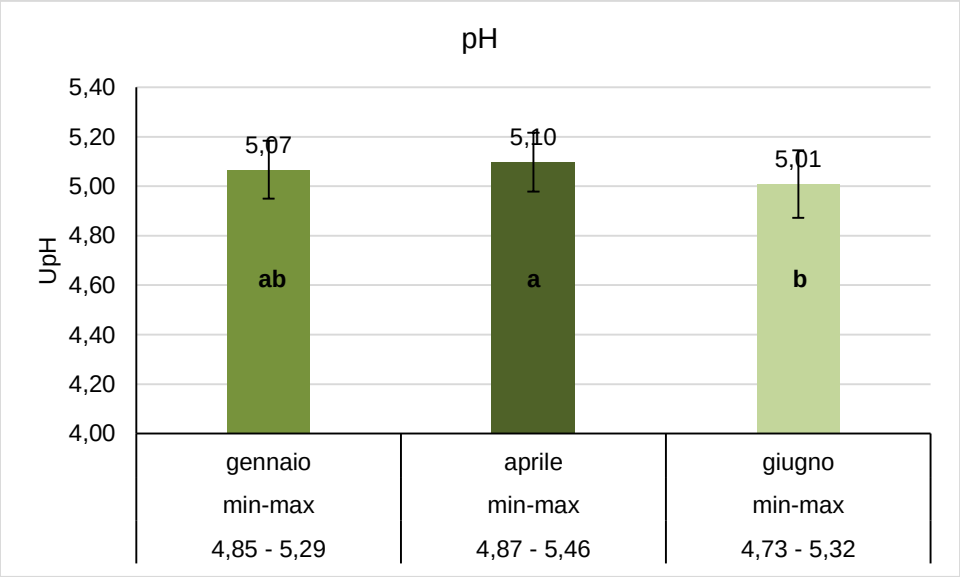

Figura 3 – Evoluzione del pH del Pecorino Romano DOP in funzione del periodo di produzione (gennaio, aprile e giugno).

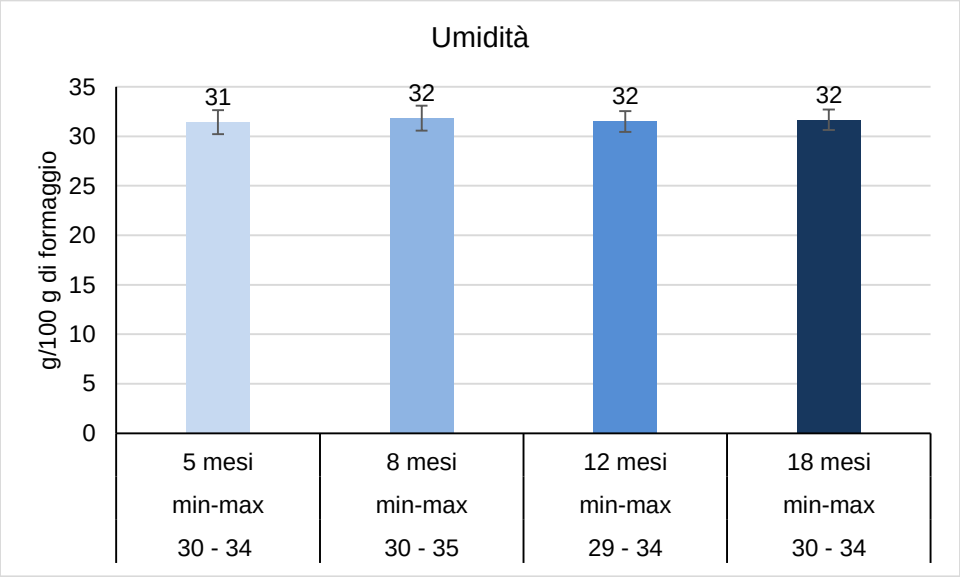

Figura 4 – Evoluzione del contenuto di umidità nel Pecorino Romano DOP in funzione della stagionatura (5, 8, 12 e 18 mesi).

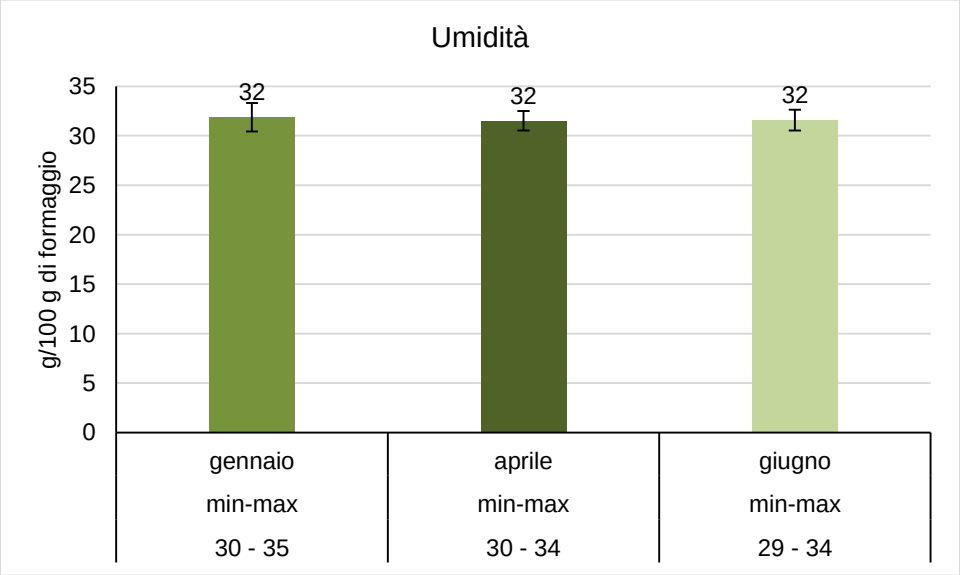

Figura 5 – Evoluzione del contenuto di umidità nel Pecorino Romano DOP in funzione del periodo di produzione (gennaio, aprile e giugno).

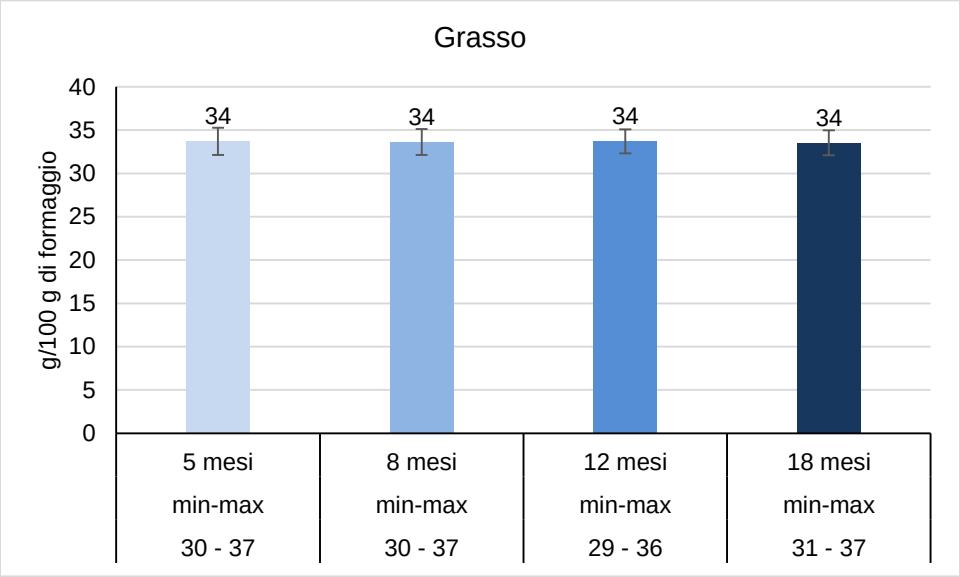

Figura 6 – Evoluzione del contenuto di grasso nel Pecorino Romano DOP in funzione della stagionatura (5, 8, 12 e 18 mesi).

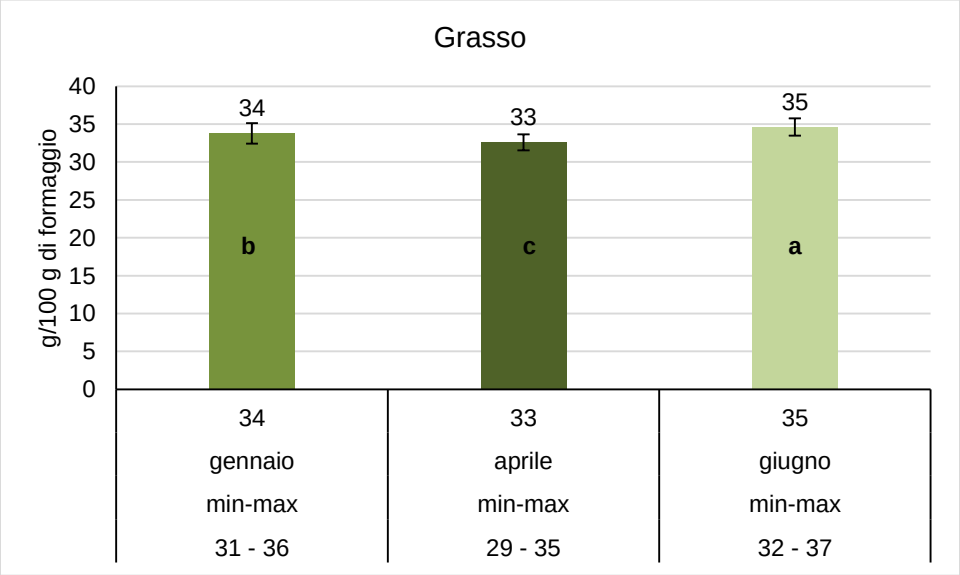

Figura 7 – Evoluzione del contenuto di grasso nel Pecorino Romano DOP in funzione del periodo di produzione (gennaio, aprile e giugno).

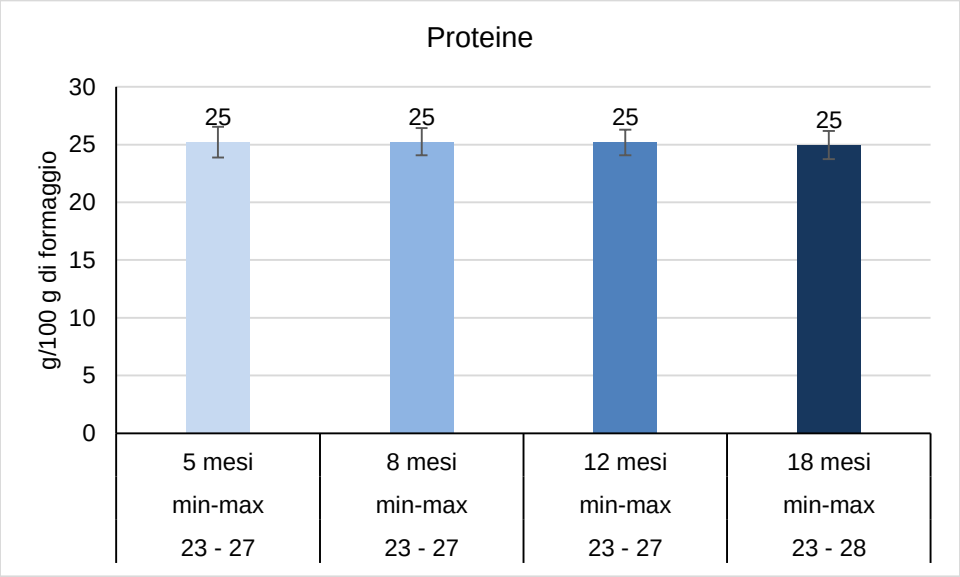

Figura 8 – Evoluzione del contenuto di proteine nel Pecorino Romano DOP in funzione della stagionatura (5, 8, 12 e 18 mesi).

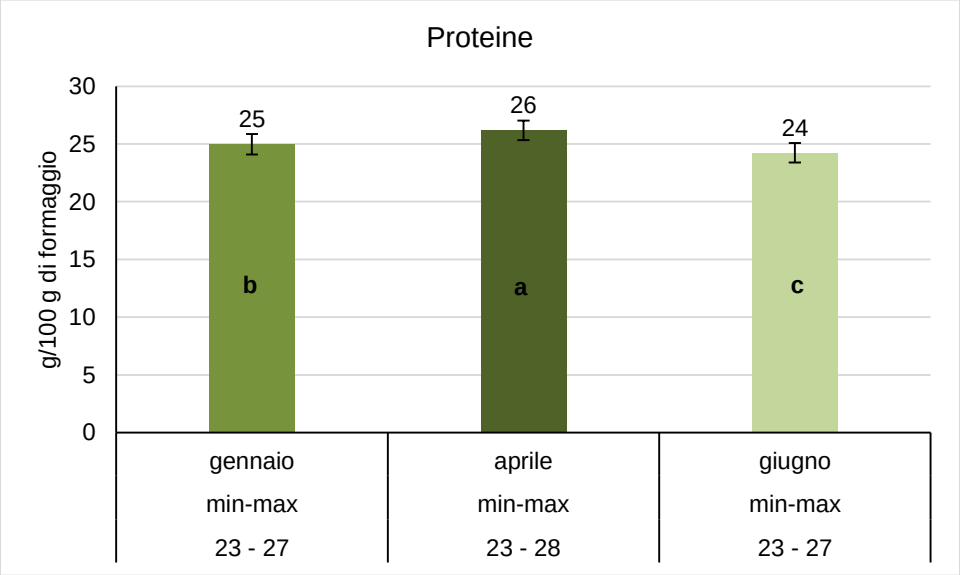

Figura 9 – Evoluzione del contenuto di proteine nel Pecorino Romano DOP in funzione del periodo di produzione (gennaio, aprile e giugno).

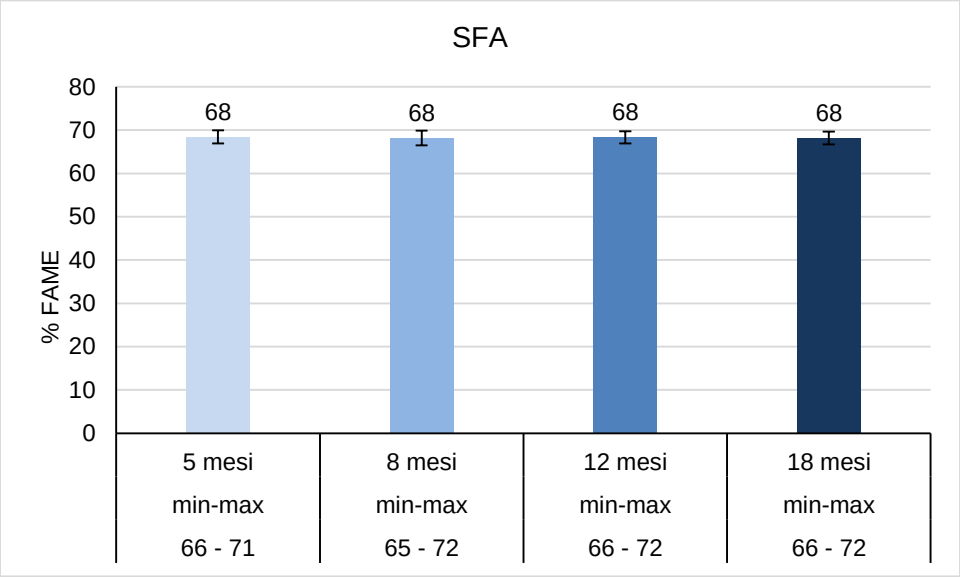

Figura 10 – Evoluzione del contenuto di Acidi Grassi Saturi (SFA) nel Pecorino Romano DOP in funzione della stagionatura (5, 8, 12 e 18 mesi).

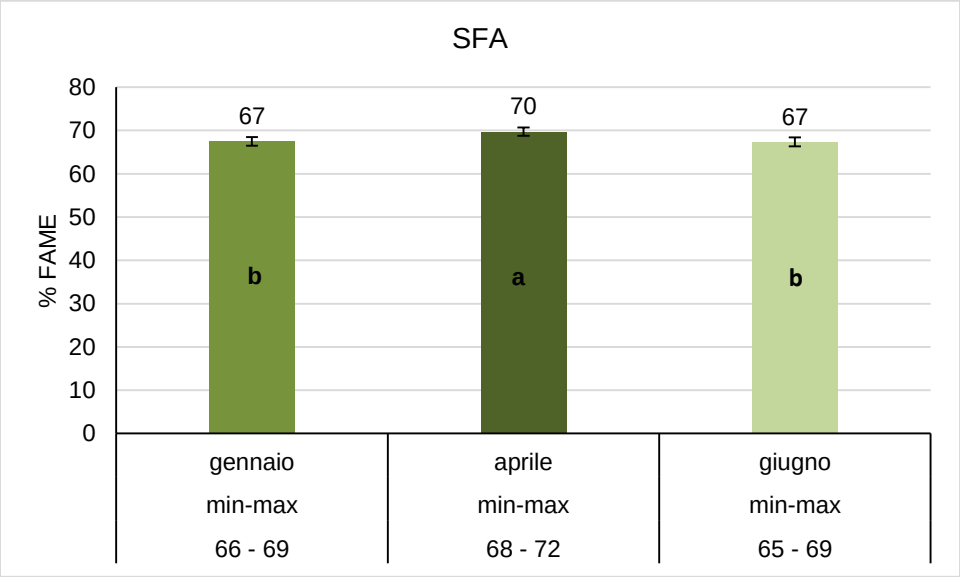

Figura 11 – Evoluzione del contenuto di Acidi Grassi Saturi (SFA) nel Pecorino Romano DOP in funzione del periodo di produzione (gennaio, aprile e giugno).

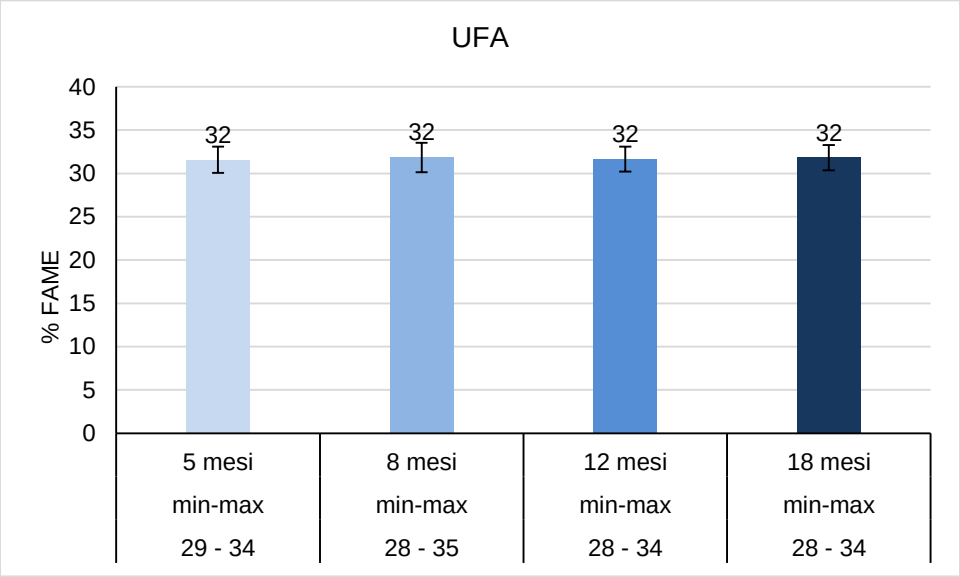

Figura 12 – Evoluzione del contenuto di Acidi Grassi Insaturi (UFA) nel Pecorino Romano DOP in funzione della stagionatura (5, 8, 12 e 18 mesi).

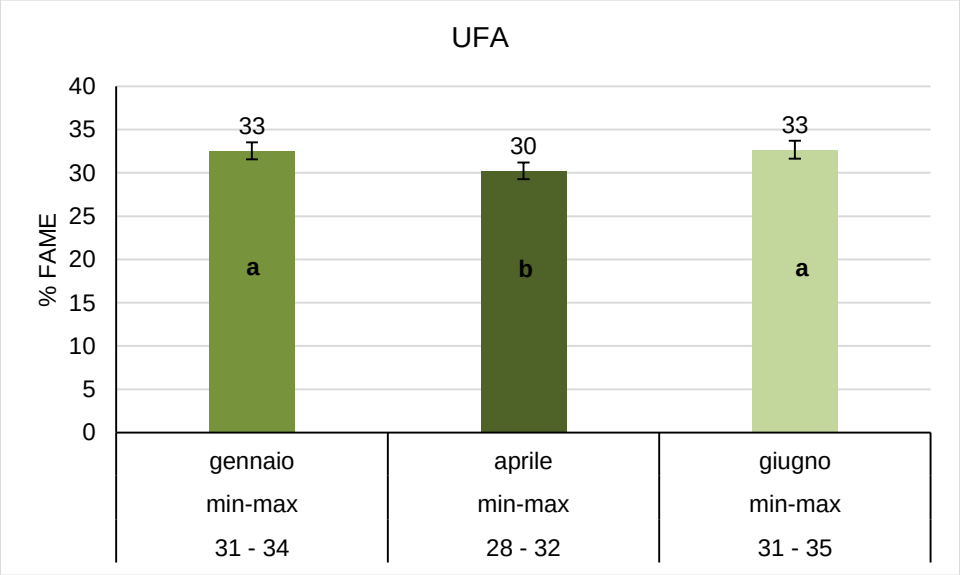

Figura 13 – Evoluzione del contenuto di Acidi Grassi Insaturi (UFA) nel Pecorino Romano DOP in funzione del periodo di produzione (gennaio, aprile e giugno).

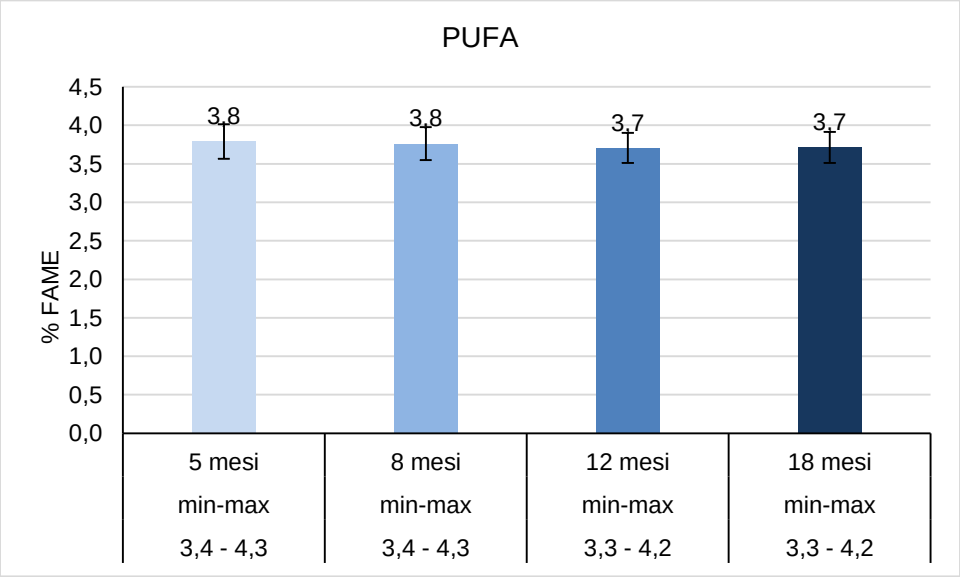

Figura 14 – Evoluzione del contenuto di Acidi Grassi Polinsaturi (PUFA) nel Pecorino Romano DOP in funzione della stagionatura (5, 8, 12 e 18 mesi).

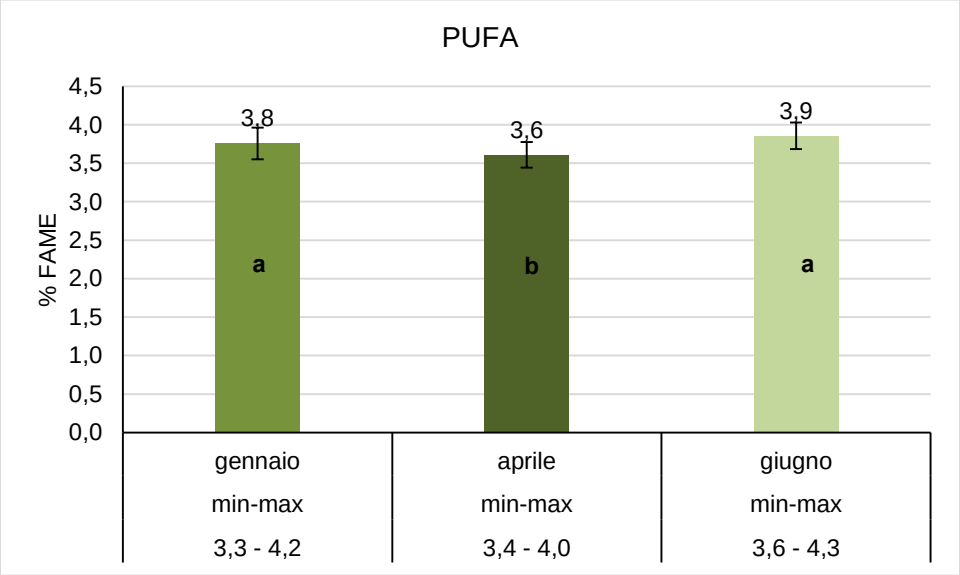

Figura 15 – Evoluzione del contenuto di Acidi Grassi Polinsaturi (PUFA) nel Pecorino Romano DOP in funzione del periodo di produzione (gennaio, aprile e giugno).

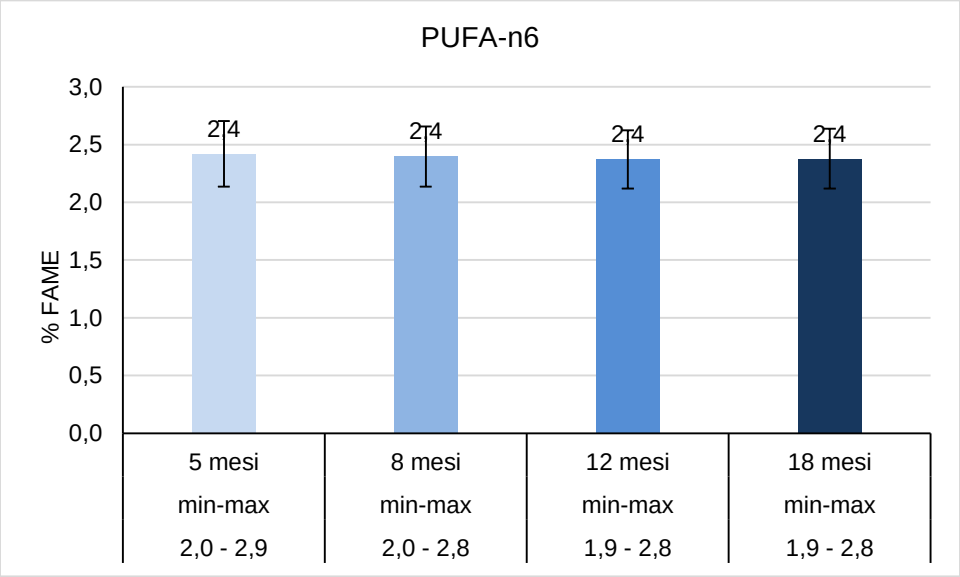

Figura 16 – Evoluzione del contenuto di PUFA-n6 nel Pecorino Romano DOP in funzione della stagionatura (5, 8, 12 e 18 mesi).

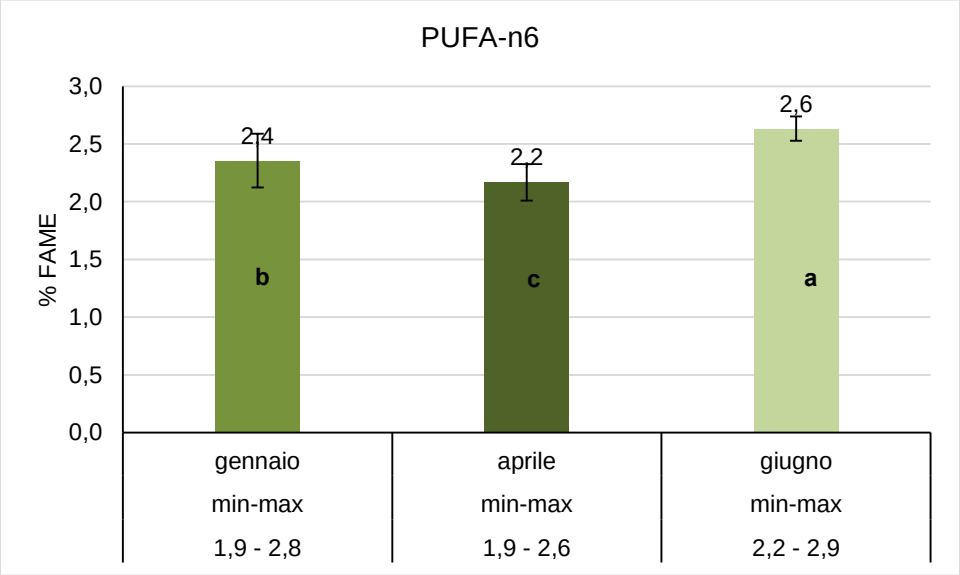

Figura 17 – Evoluzione del contenuto di PUFA-n6 nel Pecorino Romano DOP in funzione del periodo di produzione (gennaio, aprile e giugno).

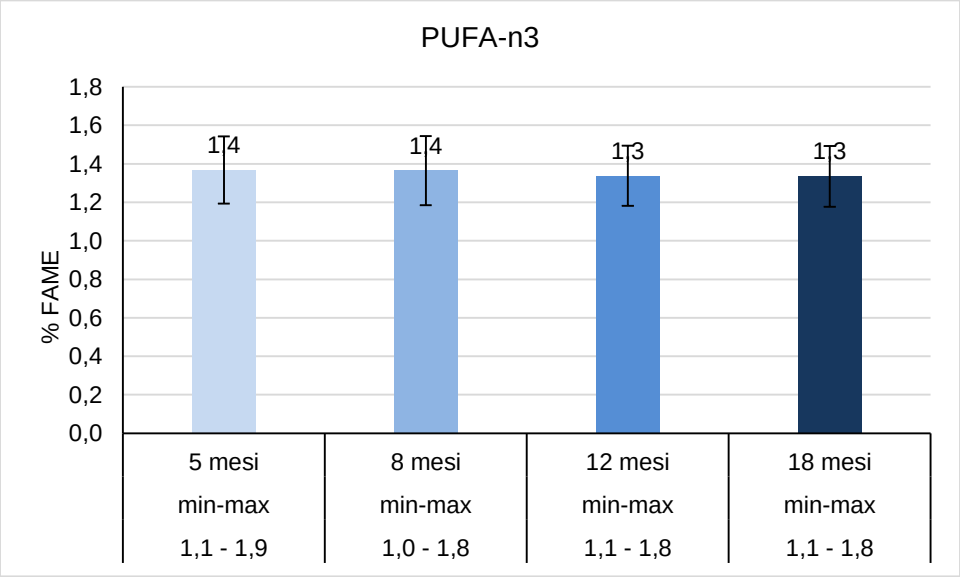

Figura 18 – Evoluzione del contenuto di PUFA-n3 nel Pecorino Romano DOP in funzione della stagionatura (5, 8, 12 e 18 mesi).

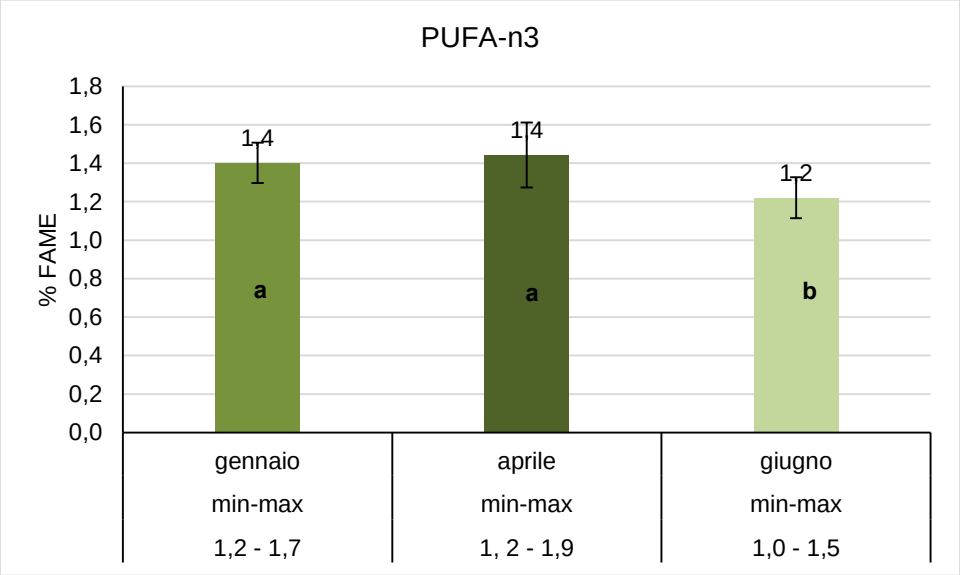

Figura 19 – Evoluzione del contenuto di PUFA-n3 nel Pecorino Romano DOP in funzione del periodo di produzione (gennaio, aprile e giugno).

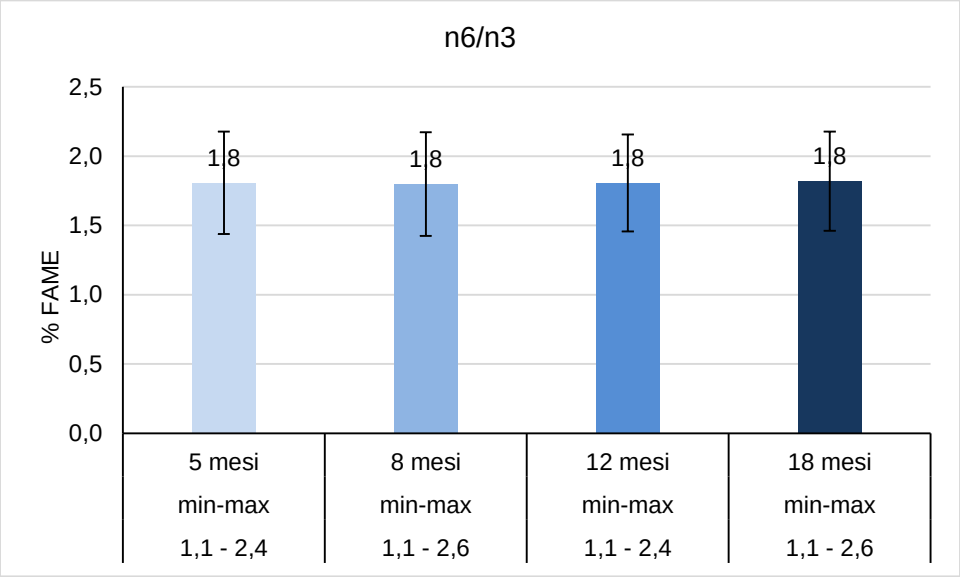

Figura 20 – Evoluzione del rapporto PUFA-n6/PUFA-n3 nel Pecorino Romano DOP in funzione della stagionatura (5, 8, 12 e 18 mesi).

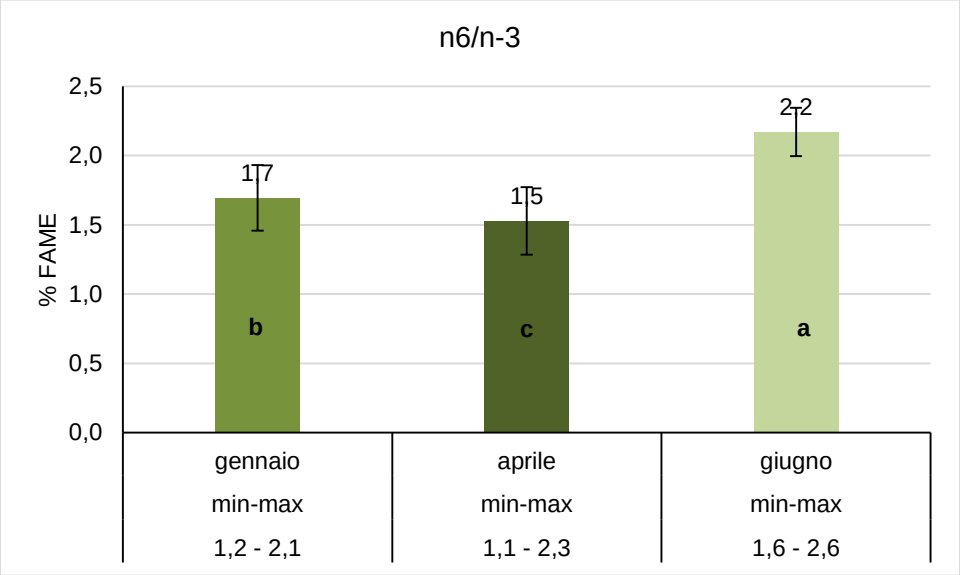

Figura 21 – Evoluzione del rapporto PUFA-n6/PUFA-n3 nel Pecorino Romano DOP in funzione del periodo di produzione (gennaio, aprile e giugno).

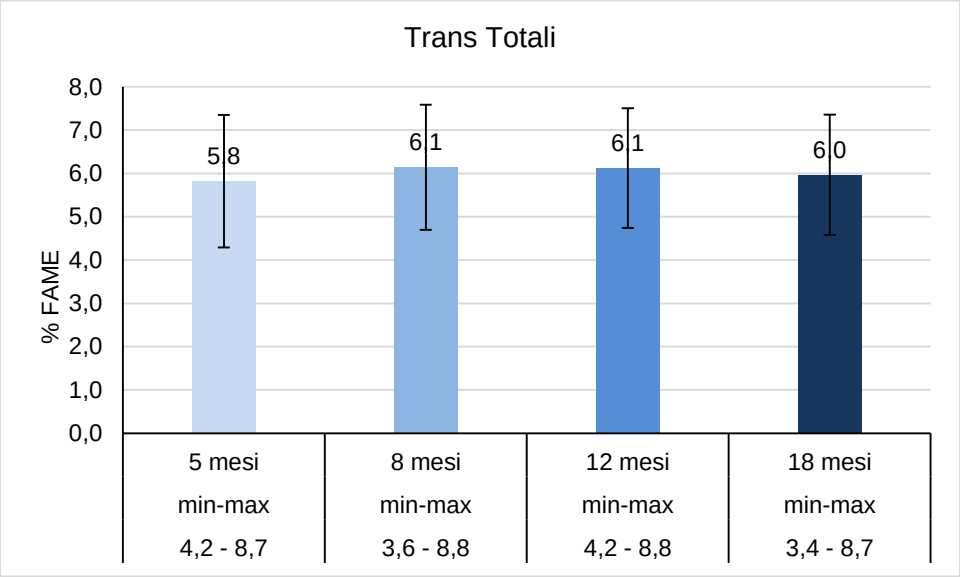

Figura 22 – Evoluzione del contenuto di Acidi Grassi Trans Totali nel Pecorino Romano DOP in funzione della stagionatura (5, 8, 12 e 18 mesi).

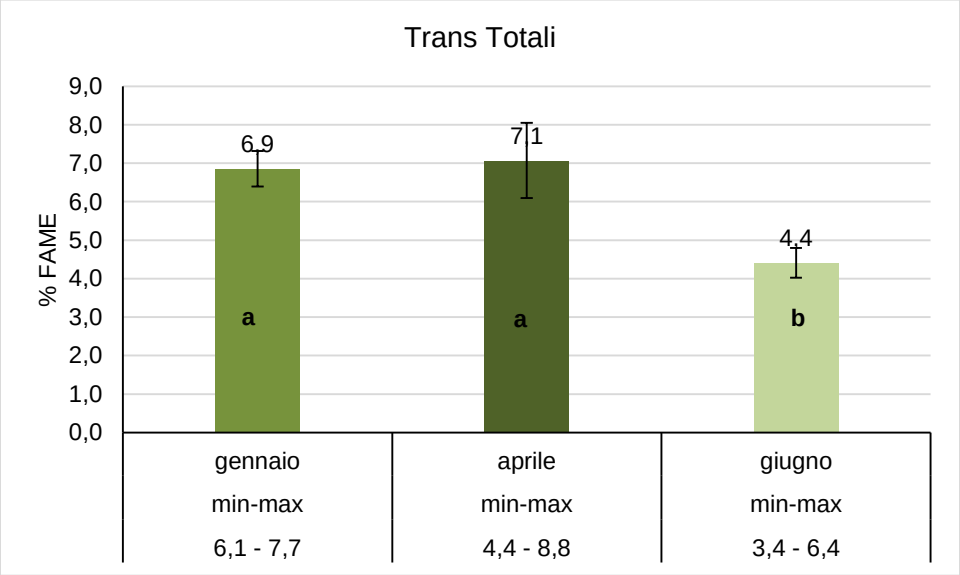

Figura 23 – Evoluzione del contenuto di Acidi Grassi Trans Totali nel Pecorino Romano DOP in funzione del periodo di produzione (gennaio, aprile e giugno).

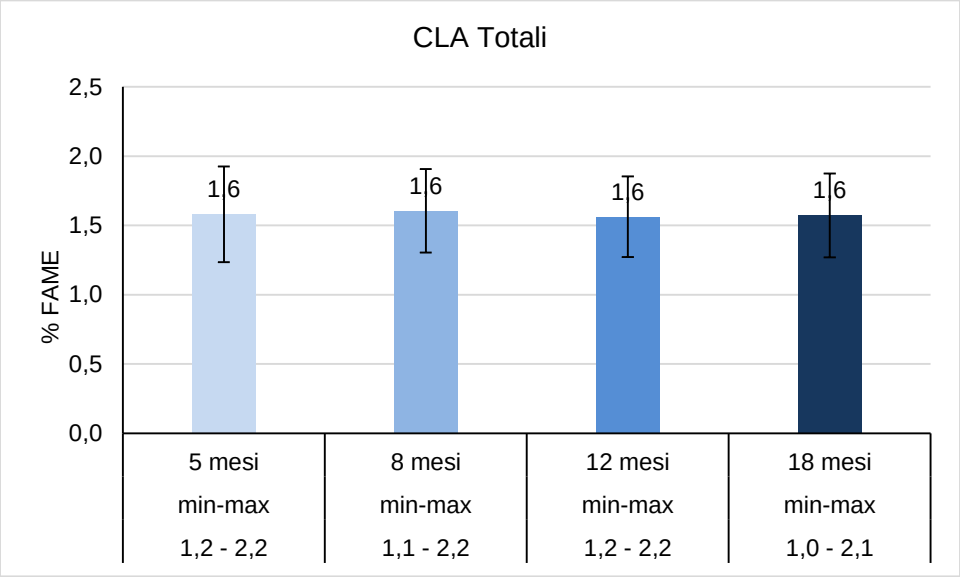

Figura 24 – Evoluzione del contenuto di CLA Totali nel Pecorino Romano DOP in funzione della stagionatura (5, 8, 12 e 18 mesi).

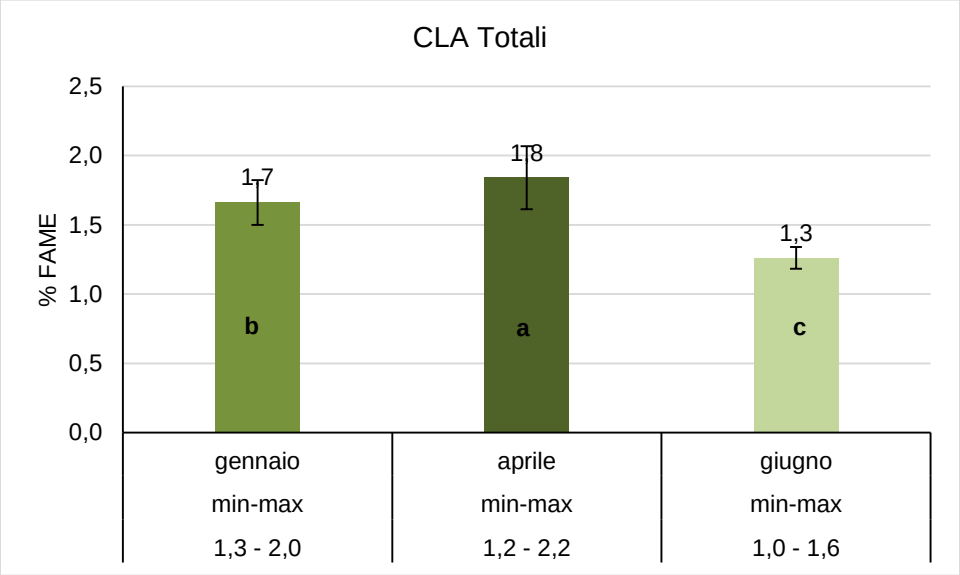

Figura 25 – Evoluzione del contenuto di CLA Totali nel Pecorino Romano DOP in funzione del periodo di produzione (gennaio, aprile e giugno).

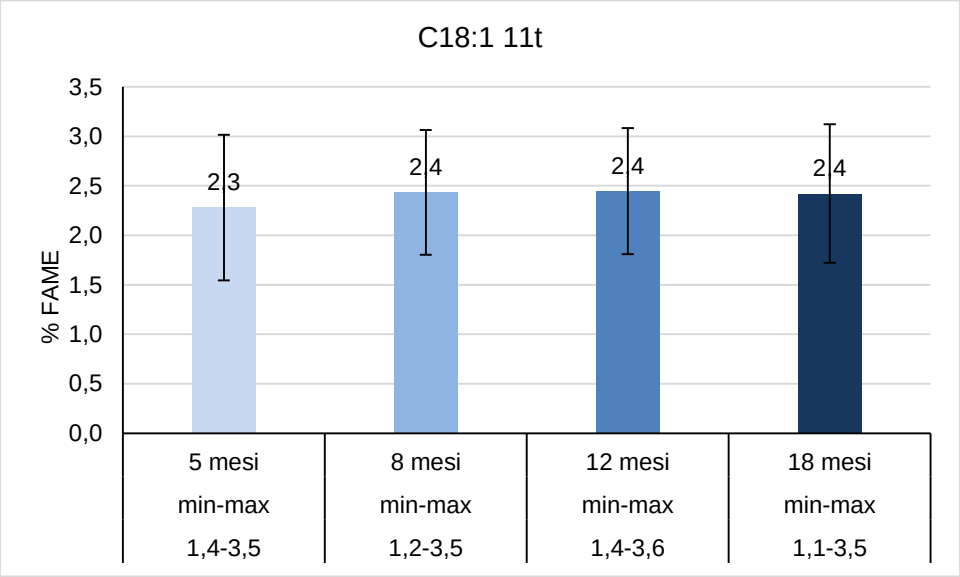

Figura 26 – Evoluzione del contenuto di C18:1 11t (acido vaccenico) nel Pecorino Romano DOP in funzione della stagionatura (5, 8, 12 e 18 mesi).

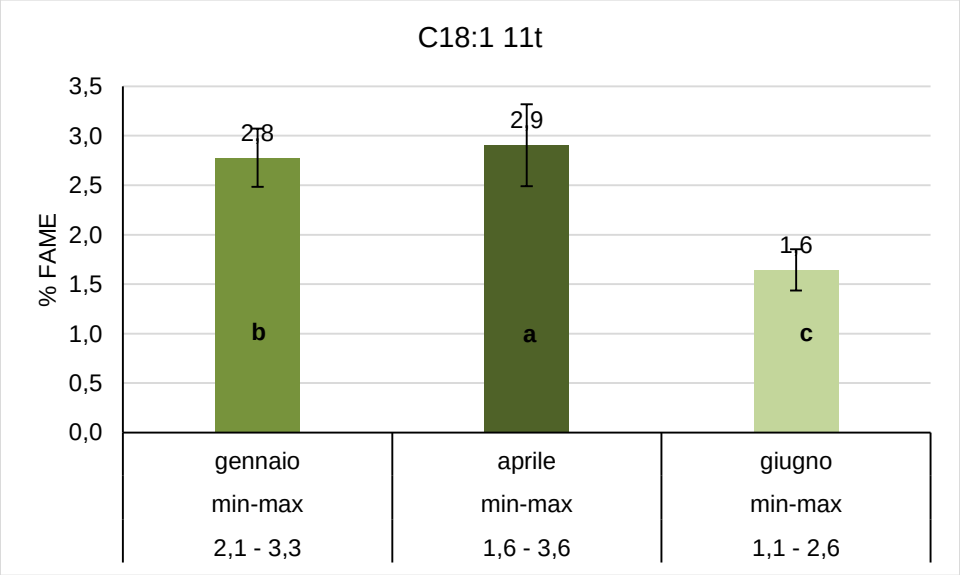

Figura 27 – Evoluzione del contenuto di C18:1 11t (acido vaccenico) nel Pecorino Romano DOP in funzione del periodo di produzione (gennaio, aprile e giugno).

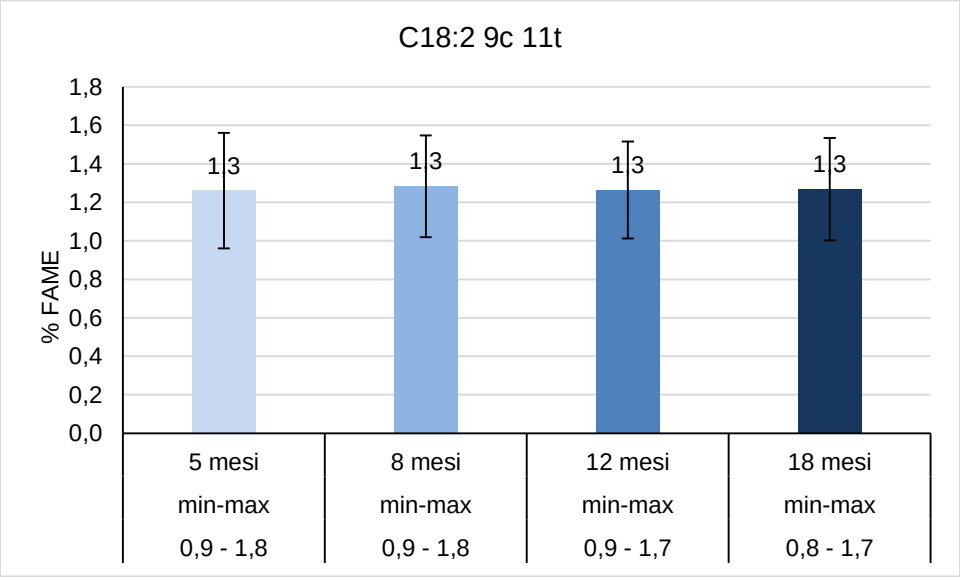

Figura 28 – Evoluzione del contenuto di C18:2 9c 11t (acido rumenico) nel Pecorino Romano DOP in funzione della stagionatura (5, 8, 12 e 18 mesi).

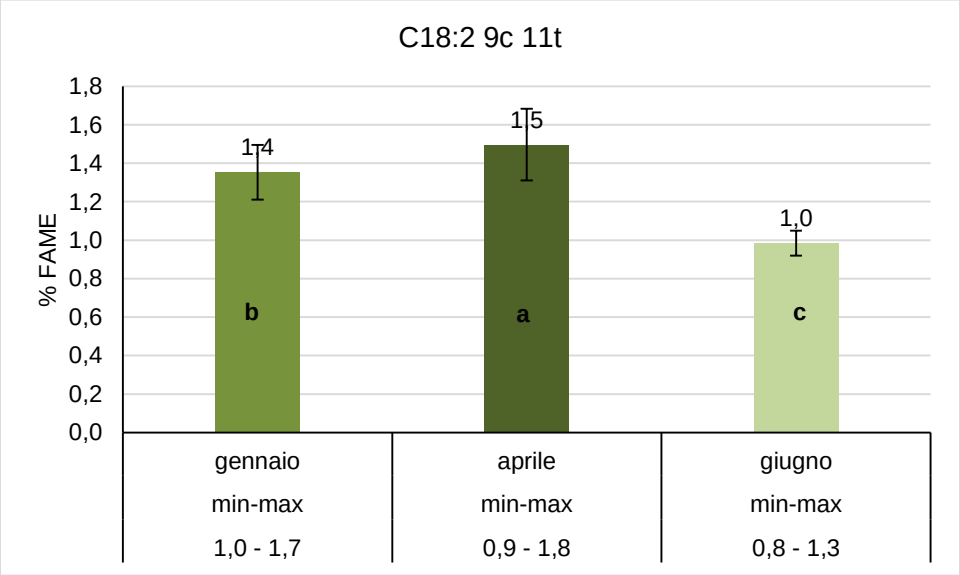

Figura 29 – Evoluzione del contenuto di C18:2 9c 11t (acido rumenico) nel Pecorino Romano DOP in funzione del periodo di produzione (gennaio, aprile e giugno).

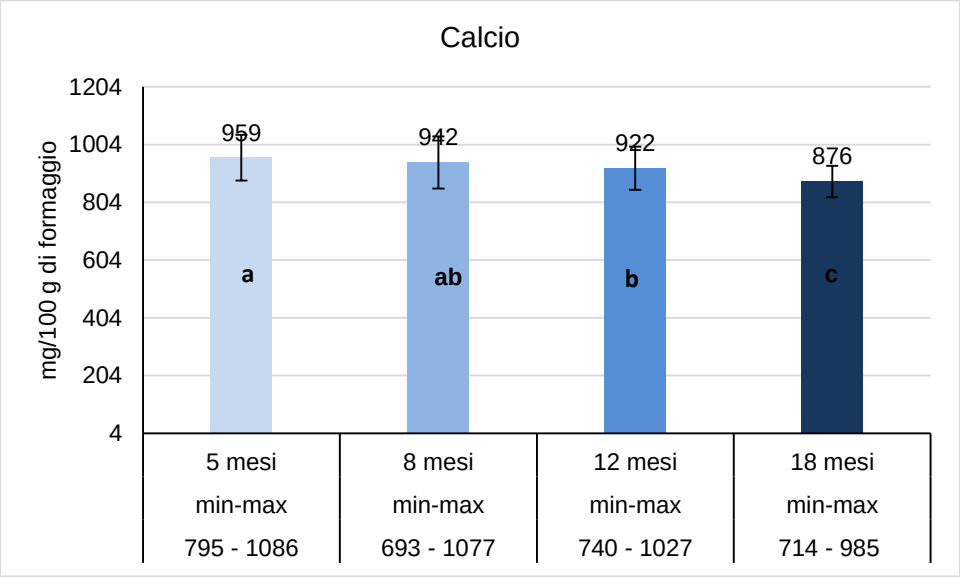

Figura 30 – Evoluzione del contenuto di Calcio nel Pecorino Romano DOP in funzione della stagionatura (5, 8, 12 e 18 mesi).

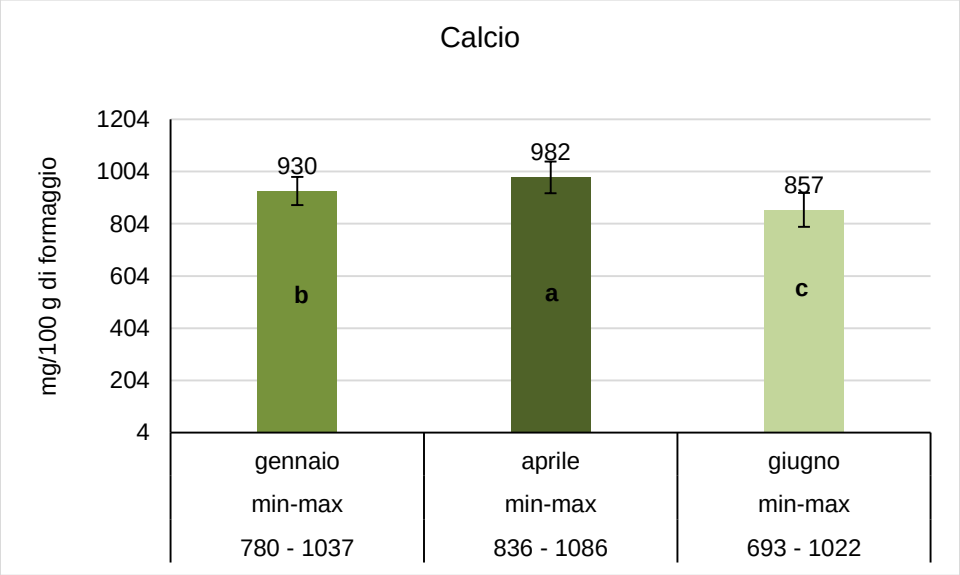

Figura 31 – Evoluzione del contenuto di Calcio nel Pecorino Romano DOP in funzione del periodo di produzione (gennaio, aprile e giugno).

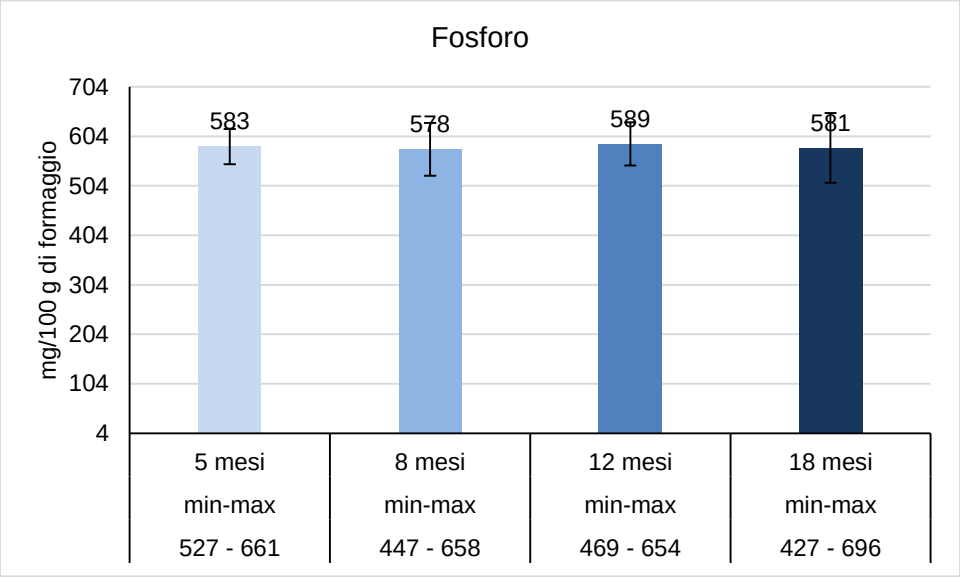

Figura 32 – Evoluzione del contenuto di Fosforo nel Pecorino Romano DOP in funzione della stagionatura (5, 8, 12 e 18 mesi).

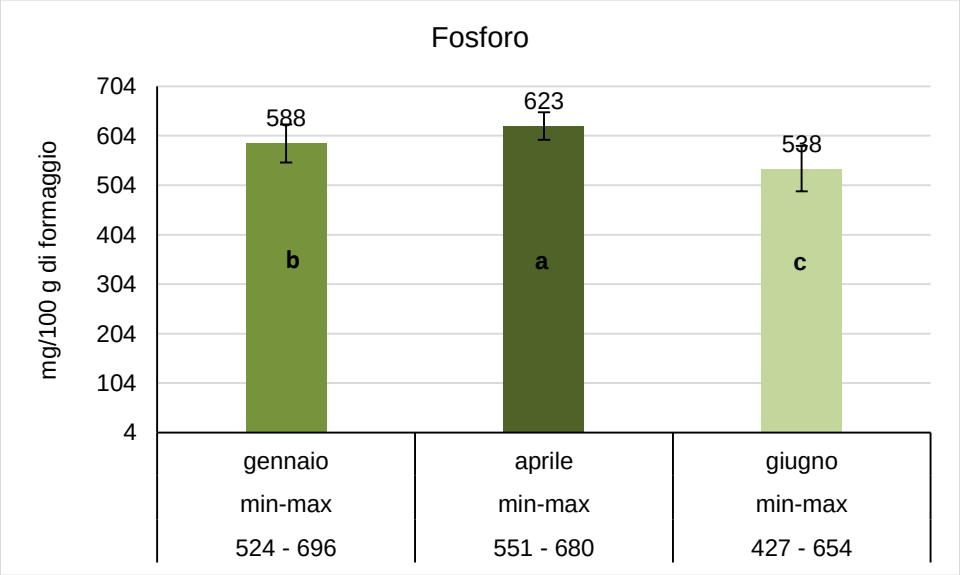

Figura 33 – Evoluzione del contenuto di Fosforo nel Pecorino Romano DOP in funzione del periodo di produzione (gennaio, aprile e giugno).

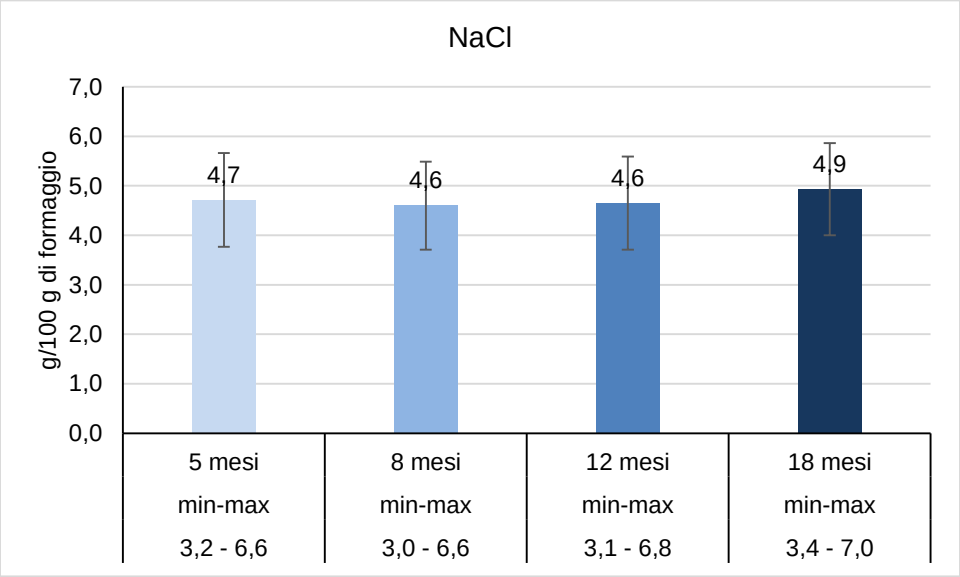

Figura 34 – Evoluzione del contenuto di NaCl nel Pecorino Romano DOP in funzione della stagionatura (5, 8, 12 e 18 mesi).

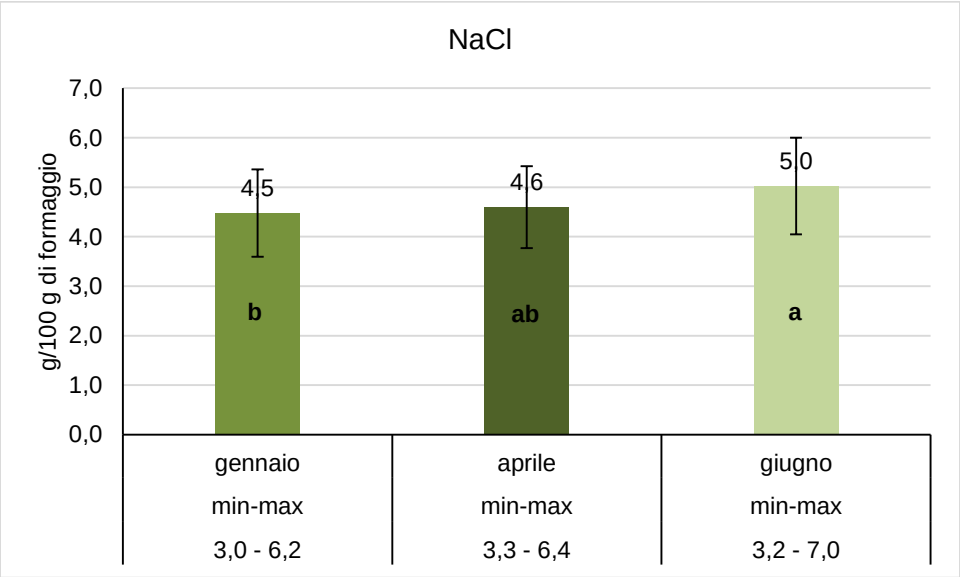

Figura 35 – Evoluzione del contenuto di NaCl nel Pecorino Romano DOP in funzione del periodo di produzione (gennaio, aprile e giugno).

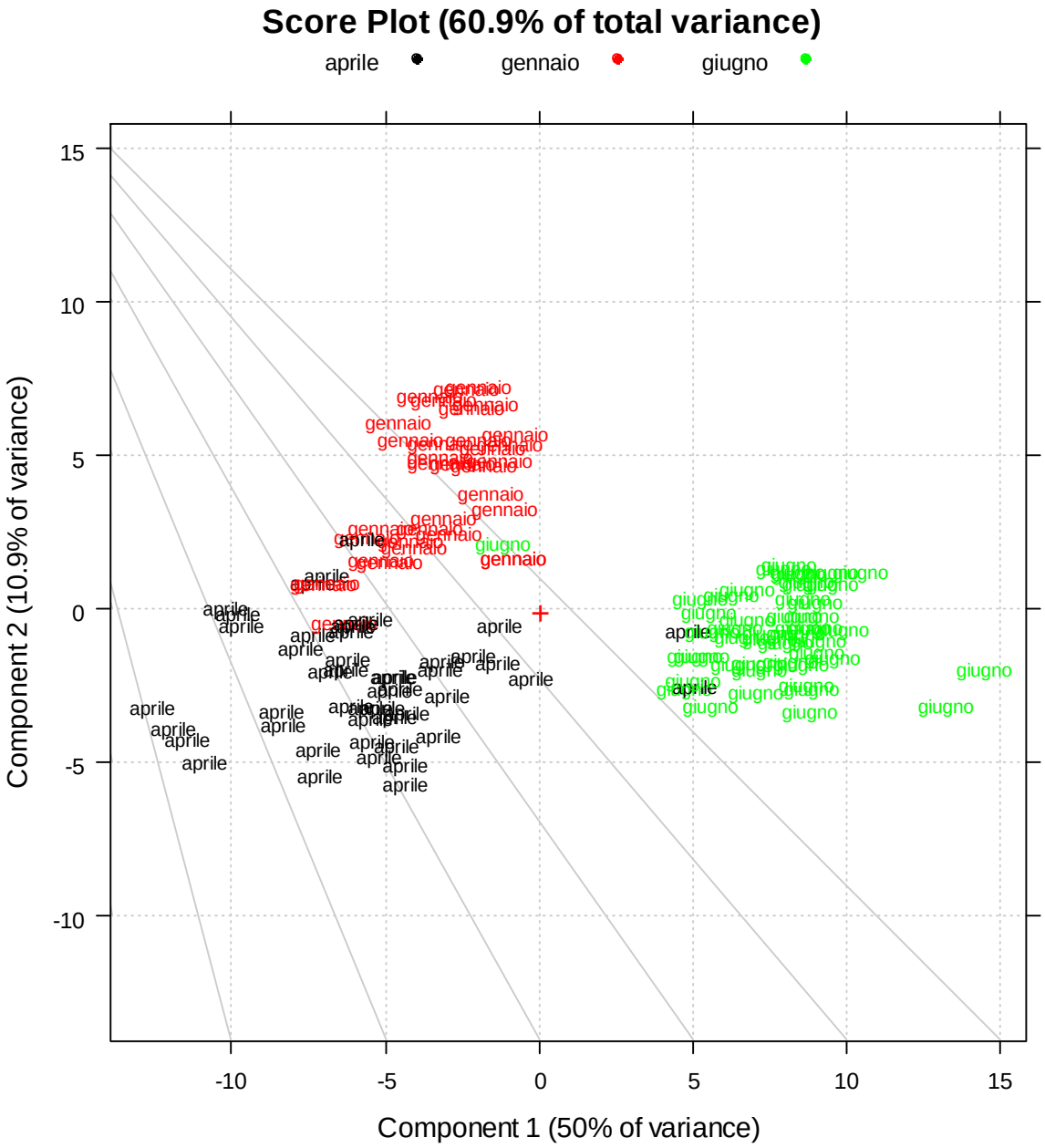

Figura 36 - Score plot dell'analisi delle componenti principali ottenuta sul dataset dei parametri fisico-chimici e nutrizionali dei campioni di Pecorino Romano DOP. Grafico Componente 1 *vs* Componente 2. Campioni etichettati in base al periodo di produzione.

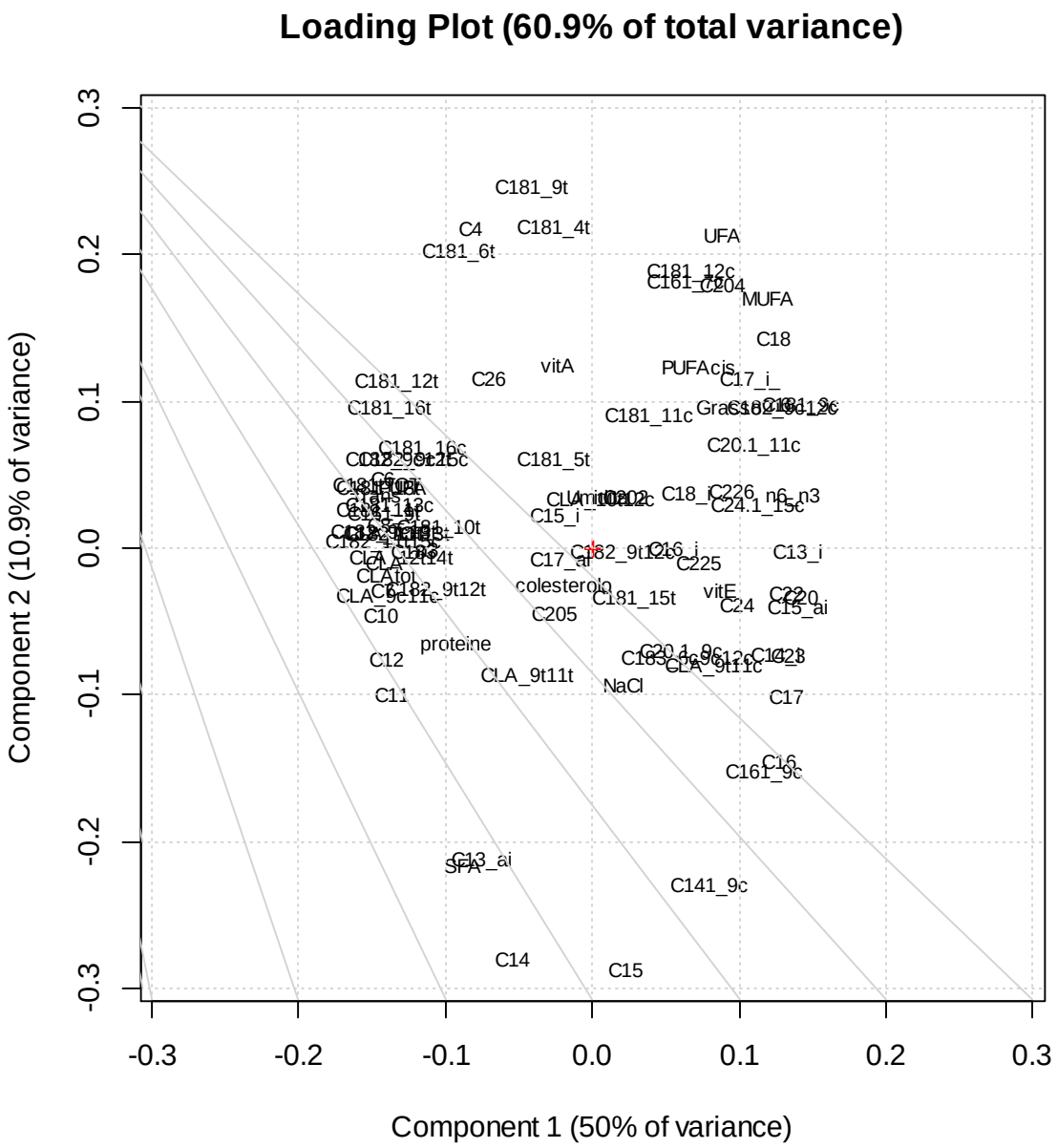

Figura 37 - Loading plot dell'analisi delle componenti principali ottenuta sul dataset dei parametri fisico-chimici e nutrizionali dei campioni di Pecorino Romano DOP. Grafico Componente 1 *vs* Componente 2.

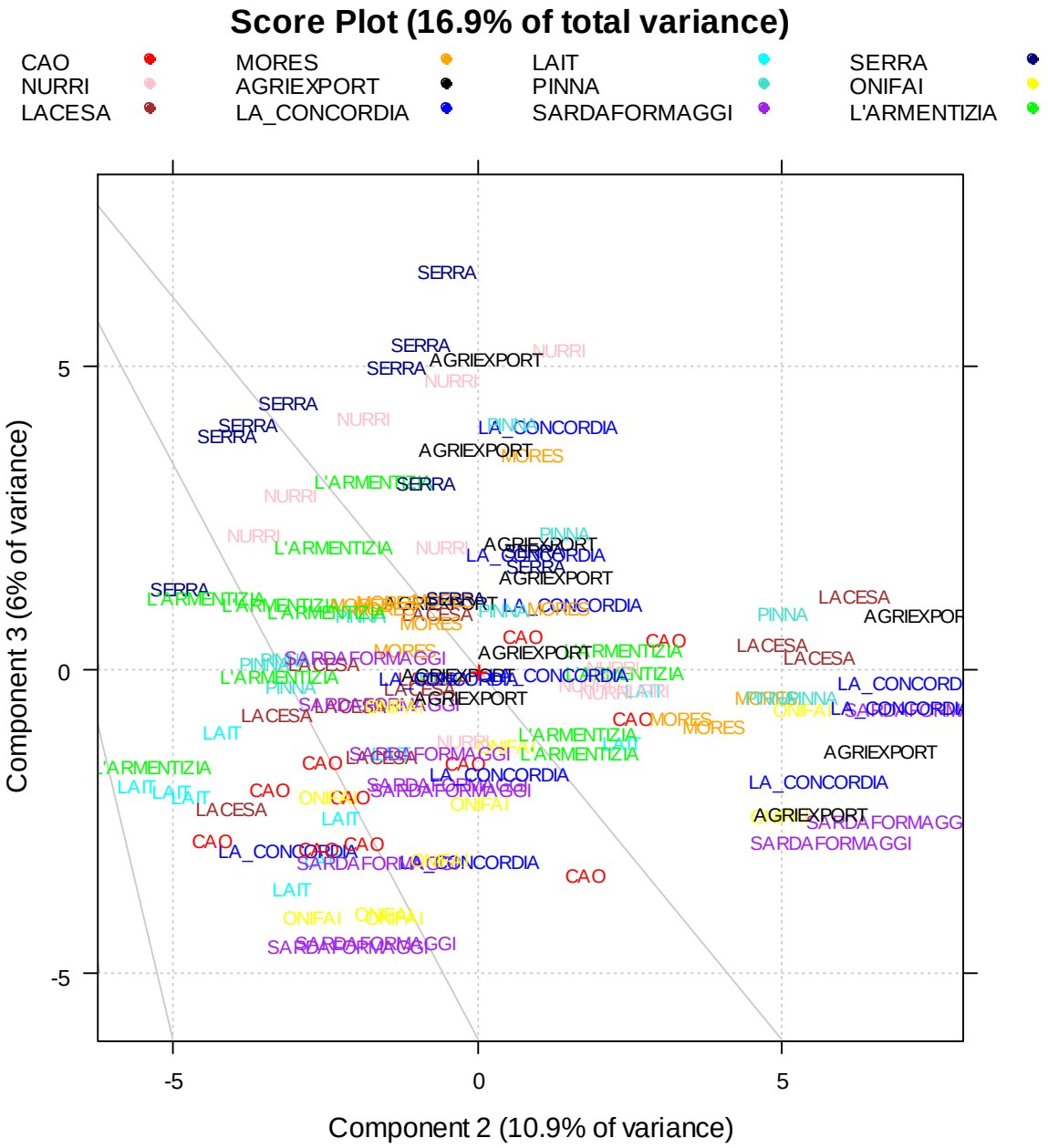

Figura 38 - Score plot dell'analisi delle componenti principali ottenuta sul dataset dei parametri fisico-chimici e nutrizionali dei campioni di Pecorino Romano DOP. Grafico Componente 3 *vs* Componente 2. Campioni etichettati in base alle aziende di produzione.

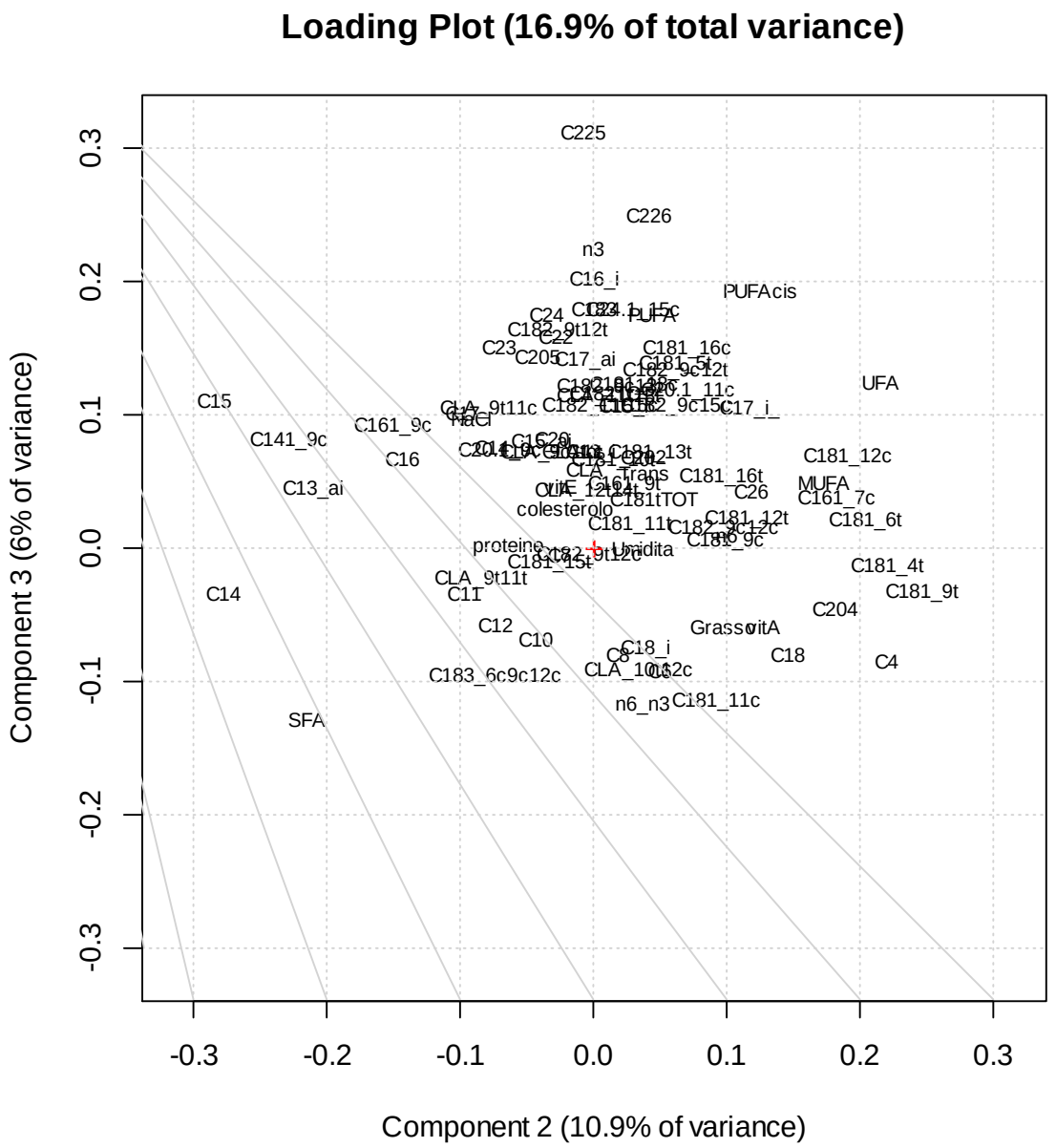

Figura 39 - Loading plot dell'analisi delle componenti principali ottenuta sul dataset dei parametri fisico-chimici e nutrizionali dei campioni di Pecorino Romano DOP. Grafico Componente 3 *vs* Componente 2.

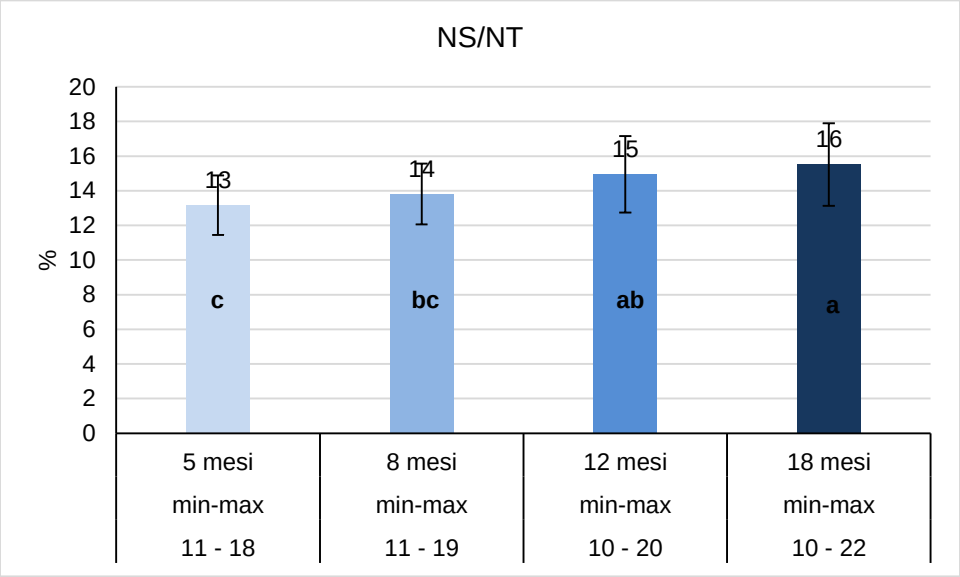

Figura 40 – Evoluzione della proteolisi (NS/NT) nel Pecorino Romano DOP in funzione della stagionatura (5, 8, 12 e 18 mesi).

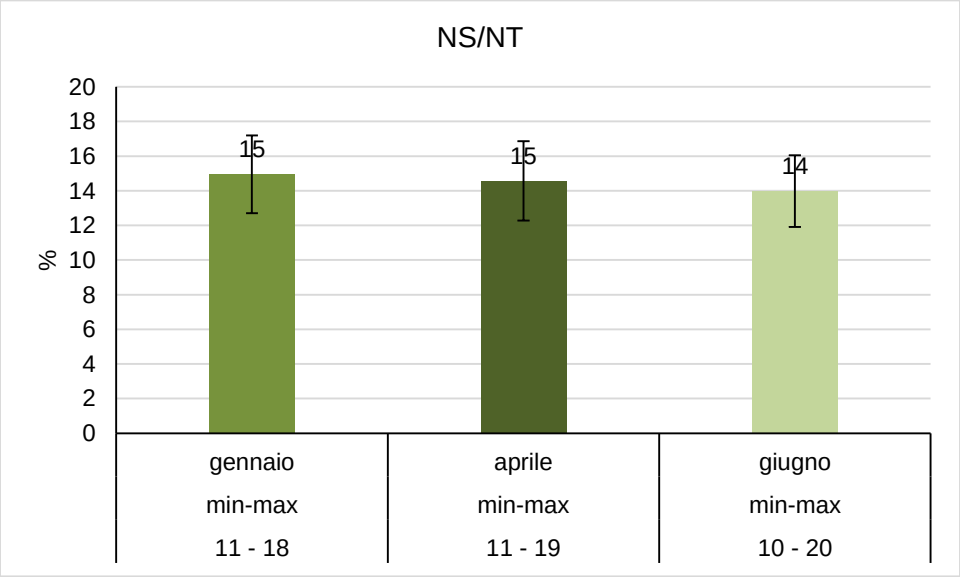

Figura 41 – Evoluzione della proteolisi (NS/NT) nel Pecorino Romano DOP in funzione del periodo di produzione (gennaio, aprile e giugno).

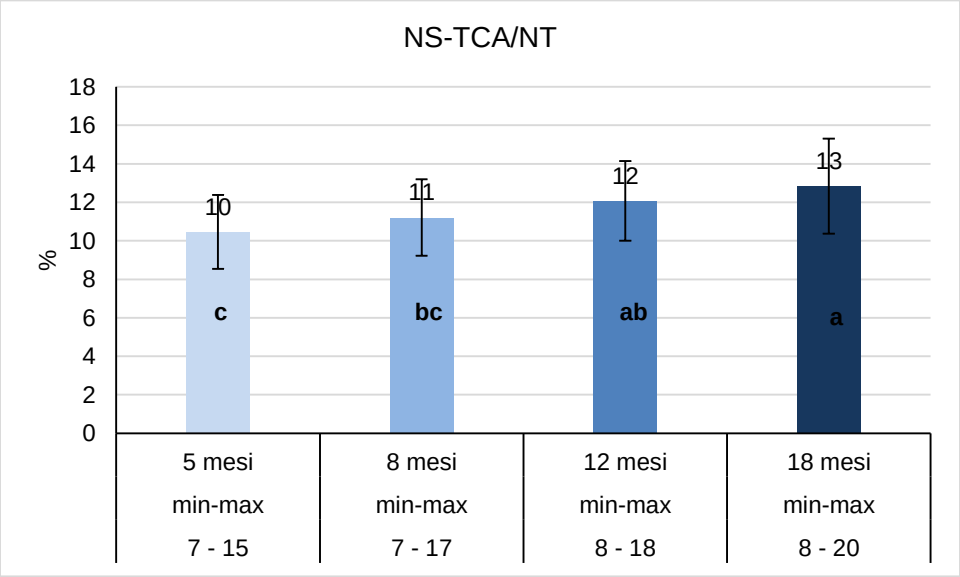

Figura 42 – Evoluzione della proteolisi (NS-TCA/NT) nel Pecorino Romano DOP in funzione della stagionatura (5, 8, 12 e 18 mesi).

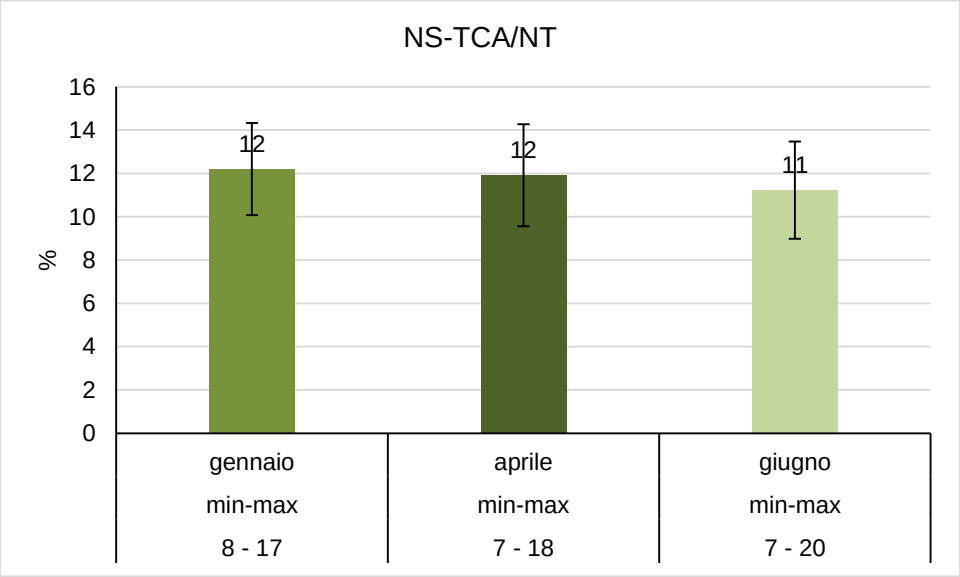

Figura 43 – Evoluzione della proteolisi (NS-TCA/NT) nel Pecorino Romano DOP in funzione del periodo di produzione (gennaio, aprile e giugno).

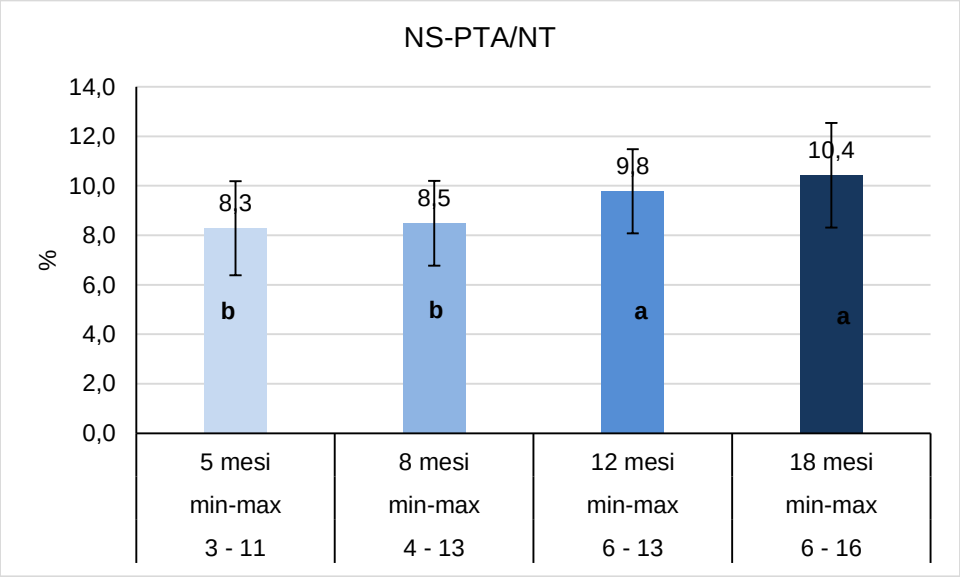

Figura 44 – Evoluzione della proteolisi (NS-PTA/NT) nel Pecorino Romano DOP in funzione della stagionatura (5, 8, 12 e 18 mesi).

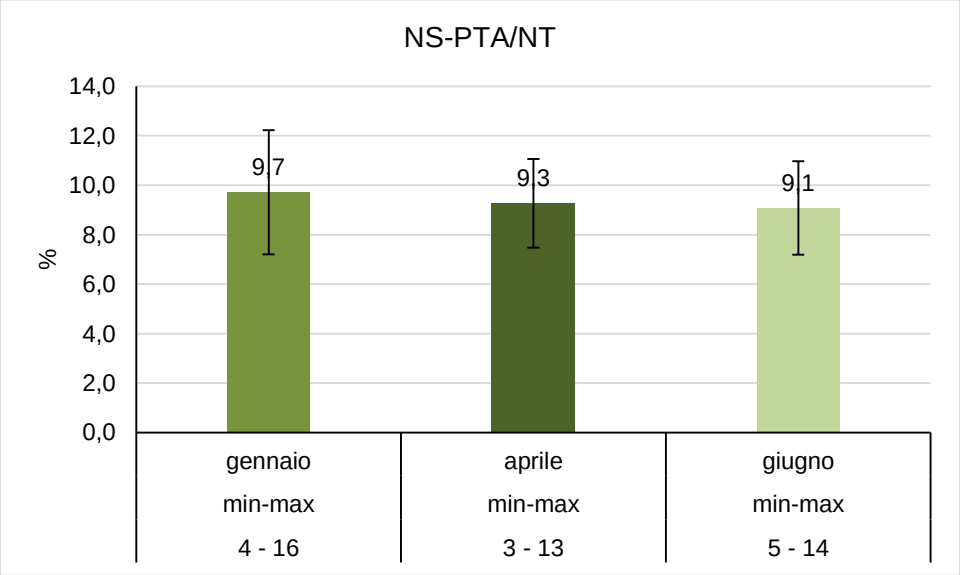

Figura 45 – Evoluzione della proteolisi (NS-PTA/NT) nel Pecorino Romano DOP in funzione del periodo di produzione (gennaio, aprile e giugno).

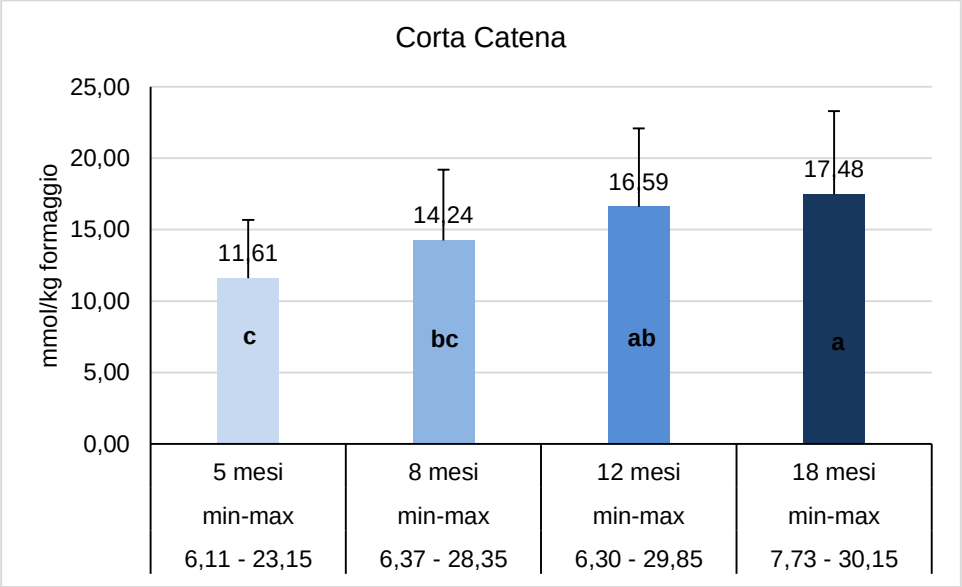

Figura 46 – Evoluzione della lipolisi (Acidi grassi liberi a Corta Catena) nel Pecorino Romano DOP in funzione della stagionatura (5, 8, 12 e 18 mesi).

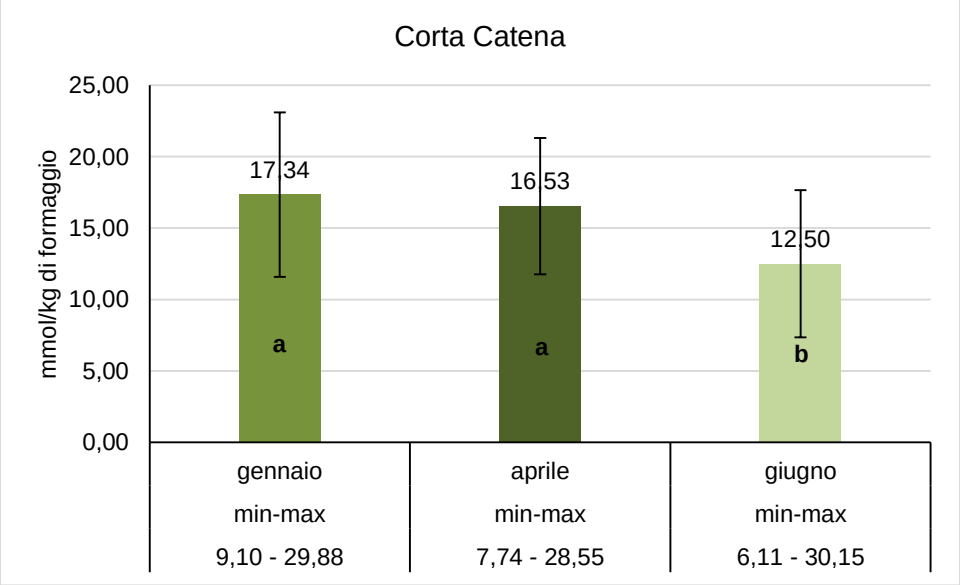

Figura 47 – Evoluzione della lipolisi (Acidi grassi liberi a Corta Catena) nel Pecorino Romano DOP in funzione del periodo di produzione (gennaio, aprile e giugno).

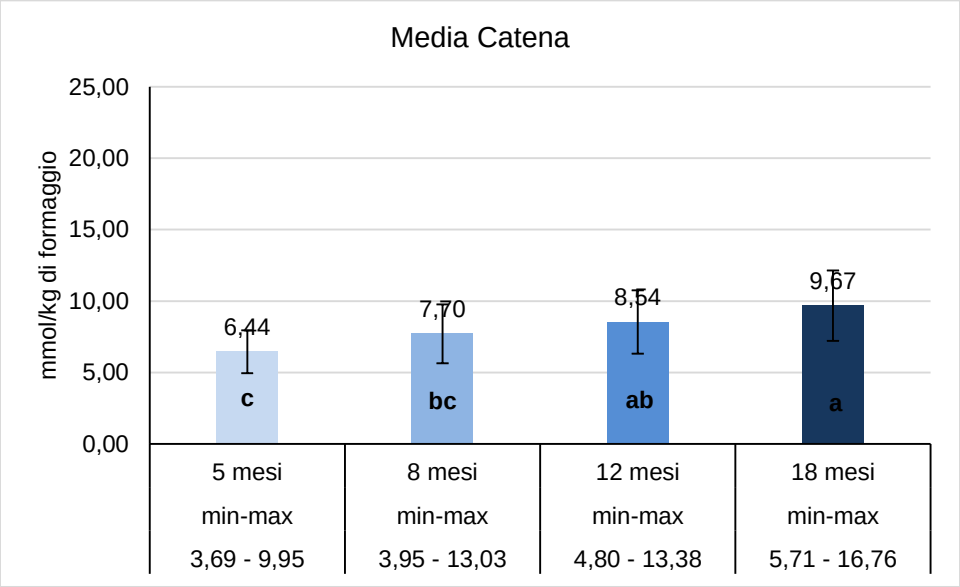

Figura 48 – Evoluzione della lipolisi (Acidi grassi liberi a Media Catena) nel Pecorino Romano DOP in funzione della stagionatura (5, 8, 12 e 18 mesi).

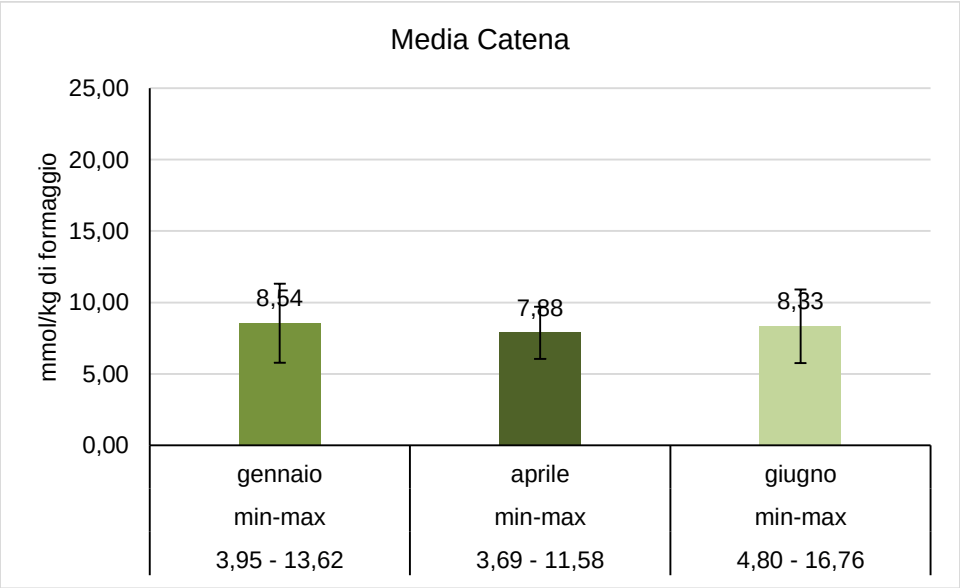

Figura 49 – Evoluzione della lipolisi (Acidi grassi liberi a Media Catena) nel Pecorino Romano DOP in funzione del periodo di produzione (gennaio, aprile e giugno).

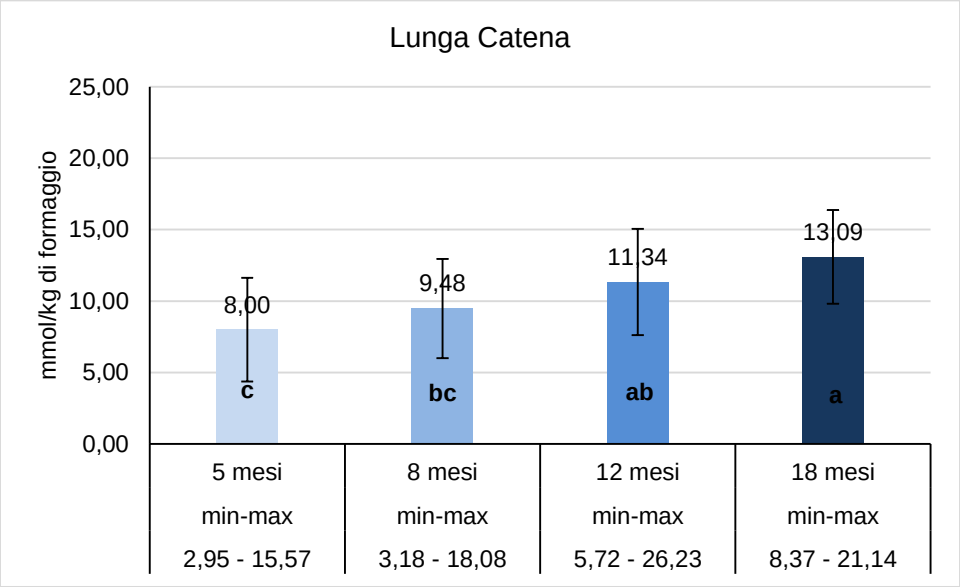

Figura 50 – Evoluzione della lipolisi (Acidi grassi liberi a Lunga Catena) nel Pecorino Romano DOP in funzione della stagionatura (5, 8, 12 e 18 mesi).

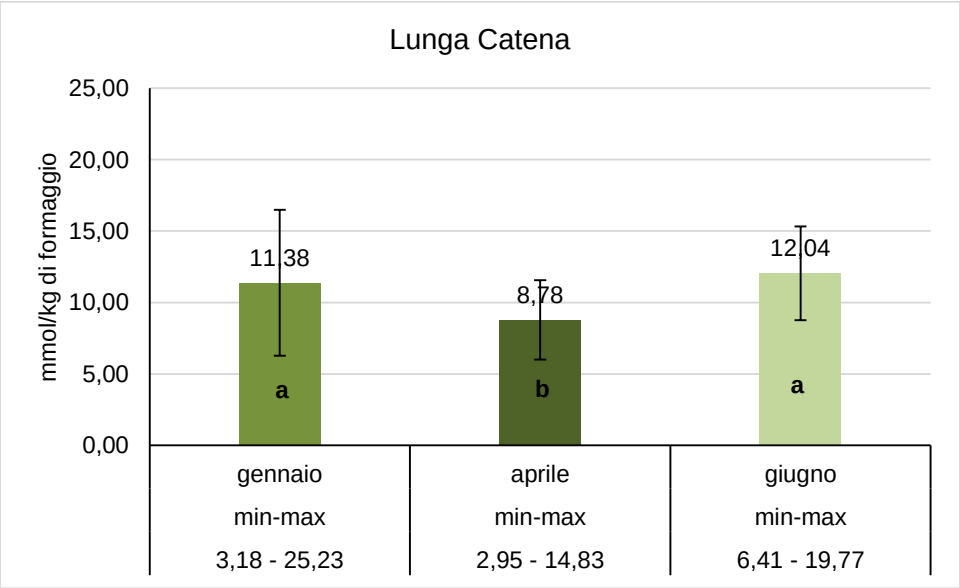

Figura 51 – Evoluzione della lipolisi (Acidi grassi liberi a Lunga Catena) nel Pecorino Romano DOP in funzione del periodo di produzione (gennaio, aprile e giugno).

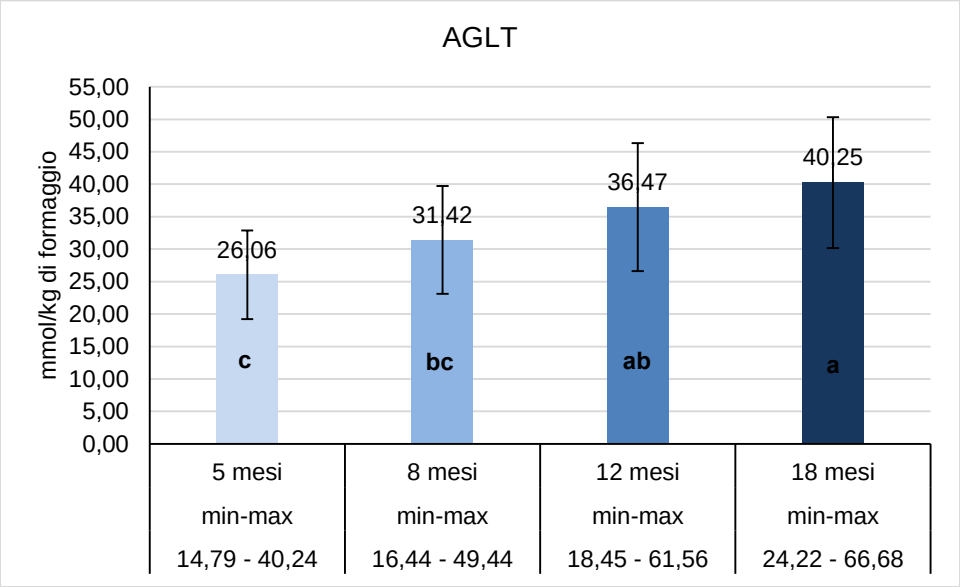

Figura 52 – Evoluzione della lipolisi (Acidi grassi liberi Totali, AGLT) nel Pecorino Romano DOP in funzione della stagionatura (5, 8, 12 e 18 mesi).

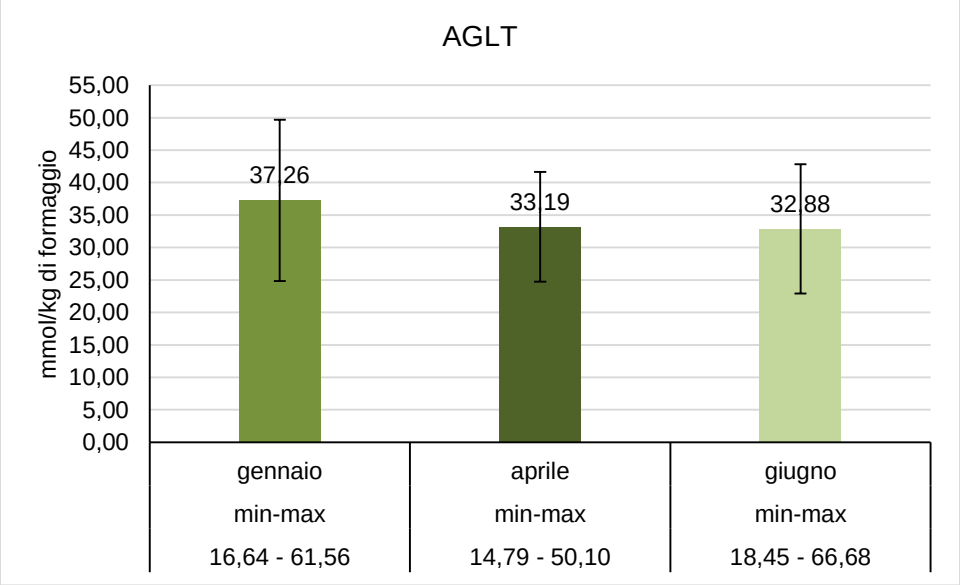

Figura 53 – Evoluzione della lipolisi (Acidi grassi liberi Totali, AGLT) nel Pecorino Romano DOP in funzione del periodo di produzione (gennaio, aprile e giugno).

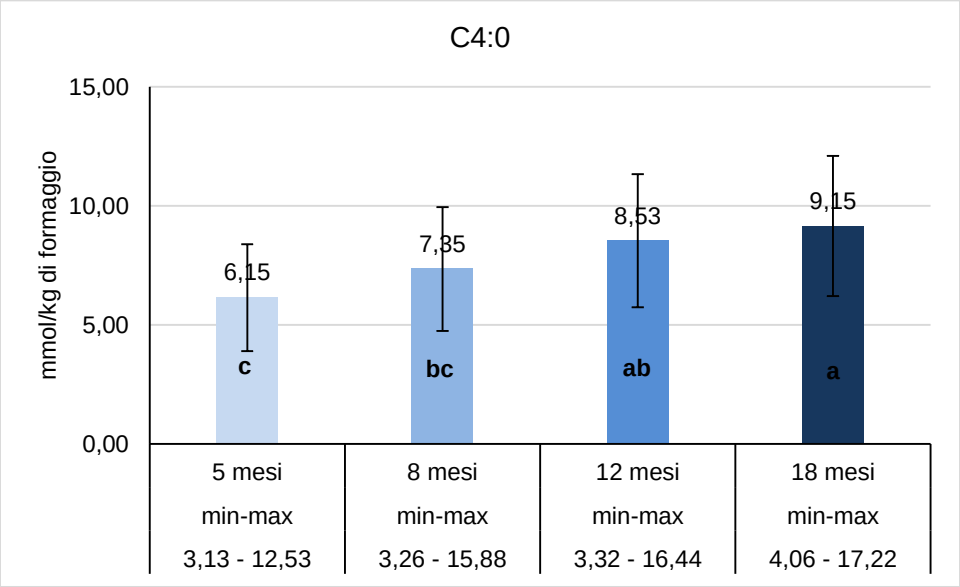

Figura 54 – Evoluzione della lipolisi (Acido butirrico, C4:0) nel Pecorino Romano DOP in funzione della stagionatura (5, 8, 12 e 18 mesi).

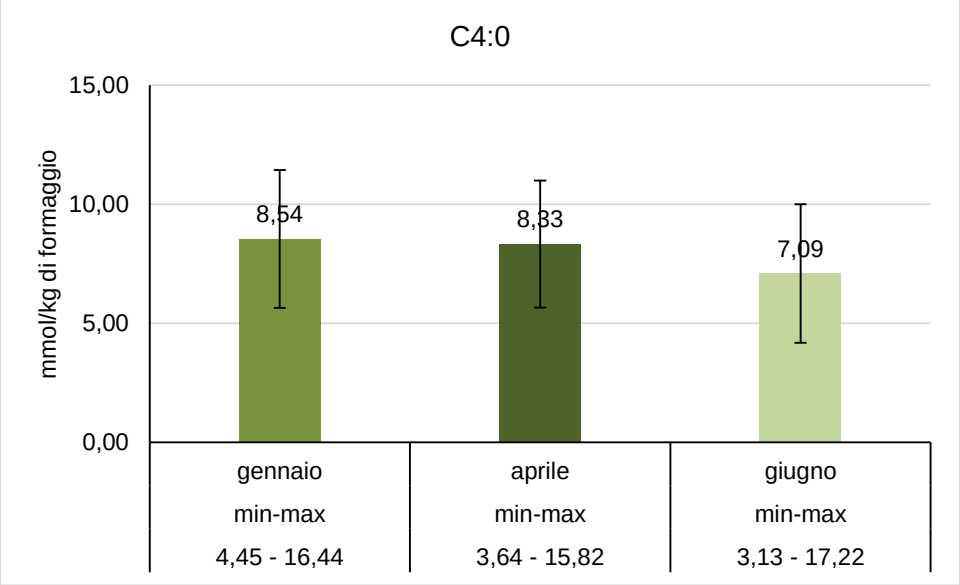

Figura 55 – Evoluzione della lipolisi (Acido butirrico, C4:0) nel Pecorino Romano DOP in funzione del periodo di produzione (gennaio, aprile e giugno).

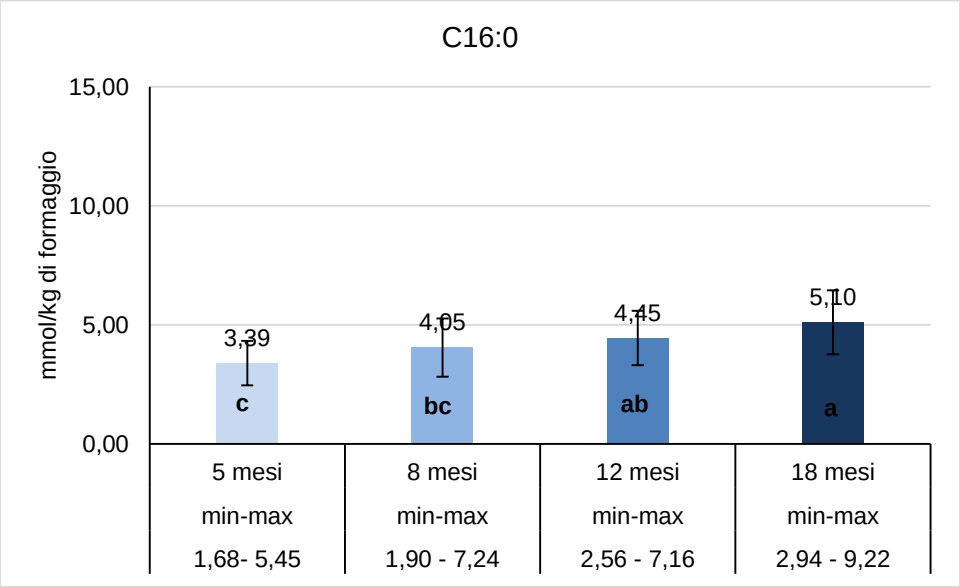

Figura 56 – Evoluzione della lipolisi (Acido palmitico, C16:0) nel Pecorino Romano DOP in funzione della stagionatura (5, 8, 12 e 18 mesi).

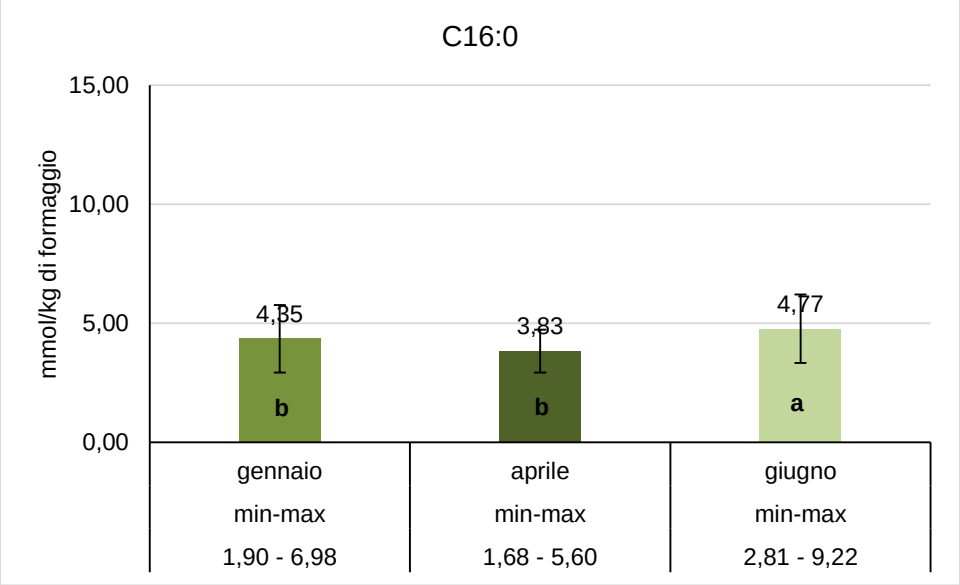

Figura 57 – Evoluzione della lipolisi (Acido palmitico, C16:0) nel Pecorino Romano DOP in funzione del periodo di produzione (gennaio, aprile e giugno).

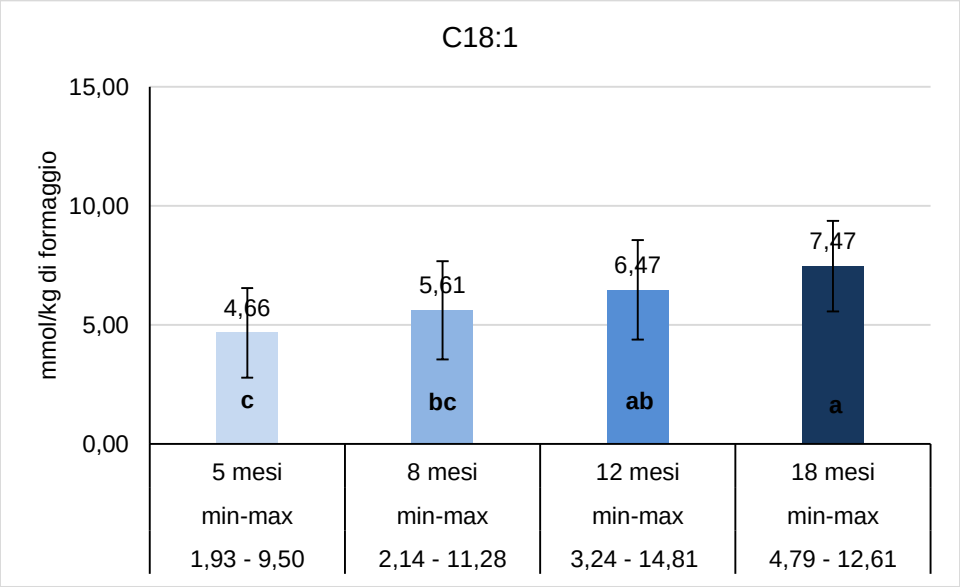

Figura 58 – Evoluzione della lipolisi (Acido oleico, C18:1) nel Pecorino Romano DOP in funzione della stagionatura (5, 8, 12 e 18 mesi).

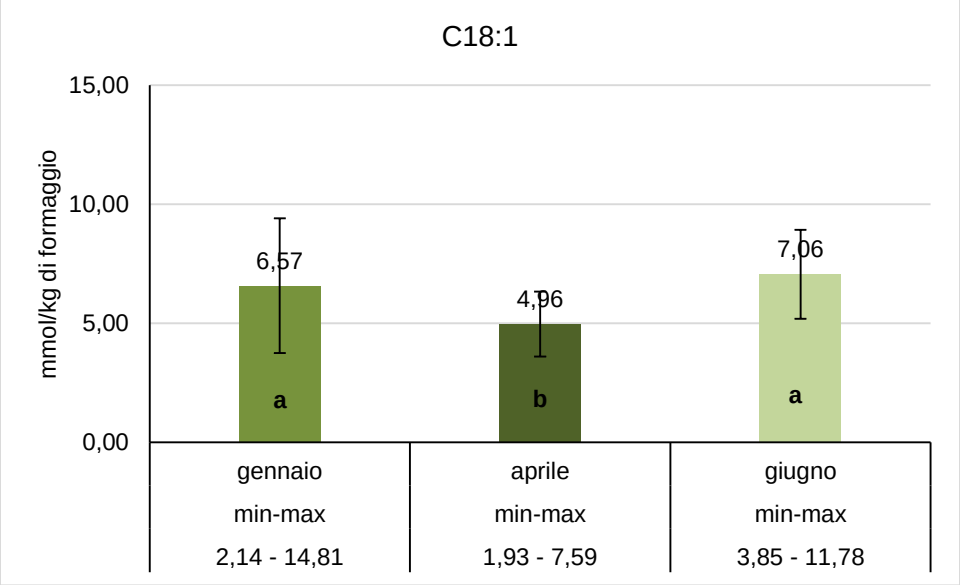

Figura 59 – Evoluzione della lipolisi (Acido oleico, C18:1) nel Pecorino Romano DOP in funzione del periodo di produzione (gennaio, aprile e giugno).

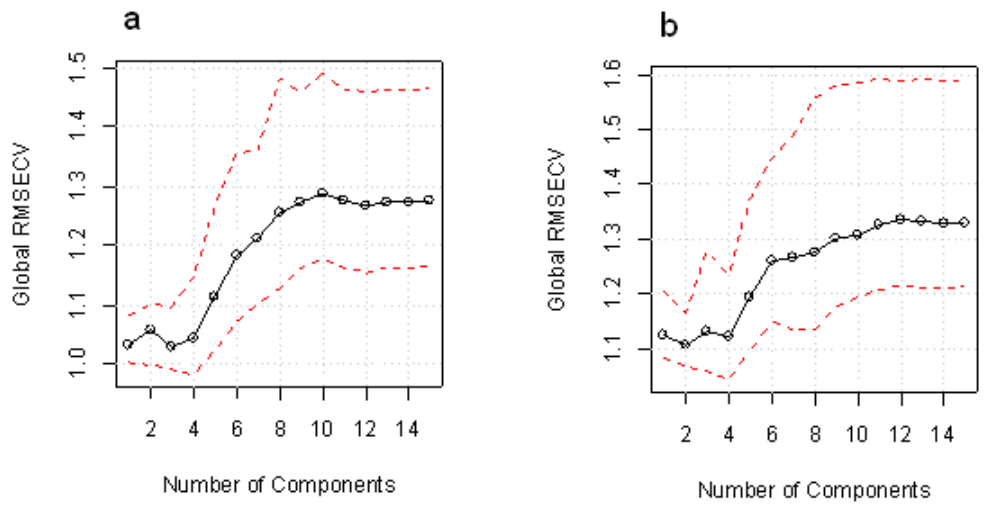

Figura 60 - Andamento del RMSECV, rispetto al numero di componenti principali dei modelli, per la stima dell'umidità utilizzando gli spettri acquisiti sullo scalzo con sacco barriera (a) e senza sacco barriera (b).

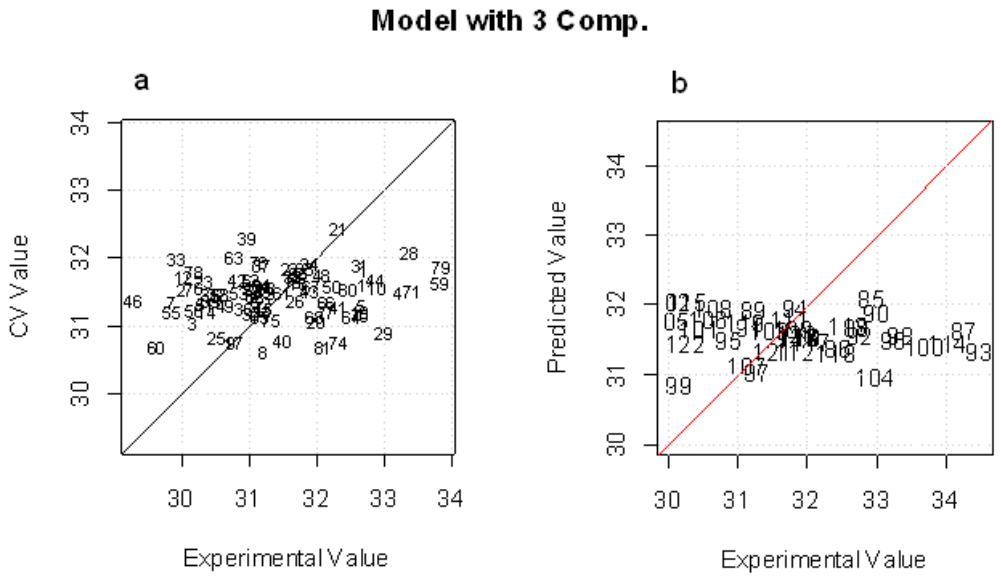

Figura 61 - Grafici Predetto vs Misurato ottenuti dal modello per la stima dell'umidità, tramite acquisizioni spettrali sullo scalzo delle forme con sacco barriera. a) calibrazione b) validazione esterna.

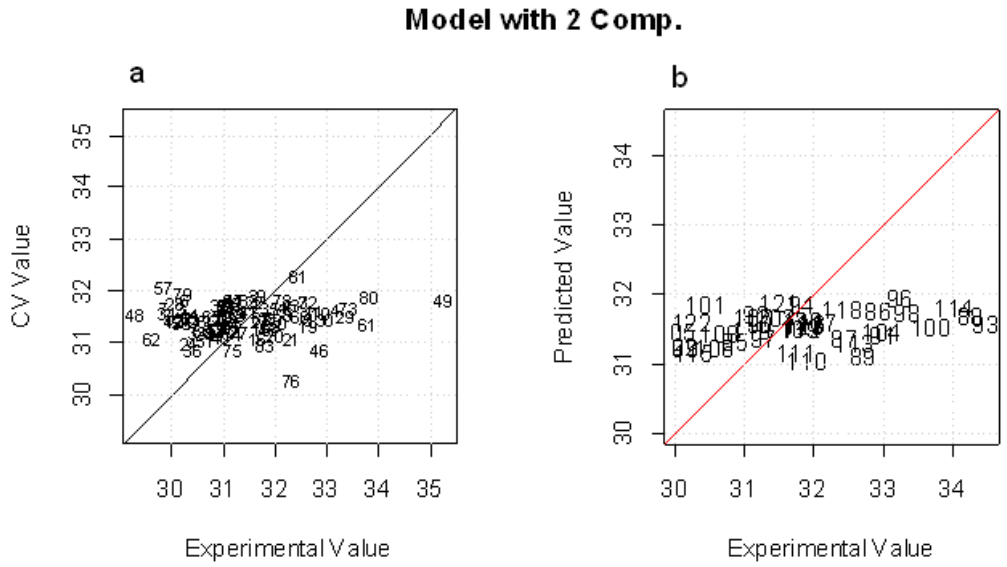

Figura 62 - Grafici Predetto vs Misurato ottenuto dal modello per la stima dell'umidità tramite acquisizioni spettrali sullo scalzo delle forme senza sacco barriera. a) calibrazione b) validazione esterna.

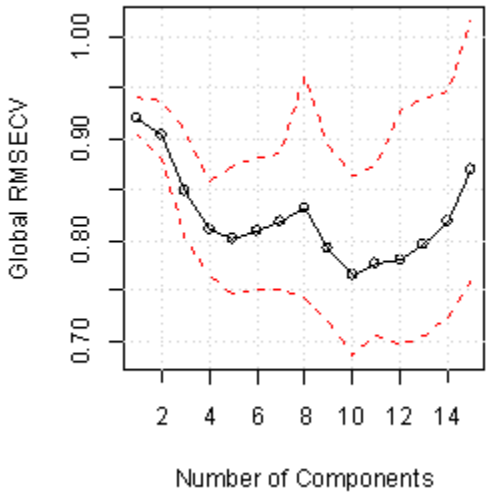

Figura 63 - Andamento del RMSECV rispetto al numero di componenti principali del modello per la stima dell'umidità utilizzando gli spettri acquisiti sulla pasta.

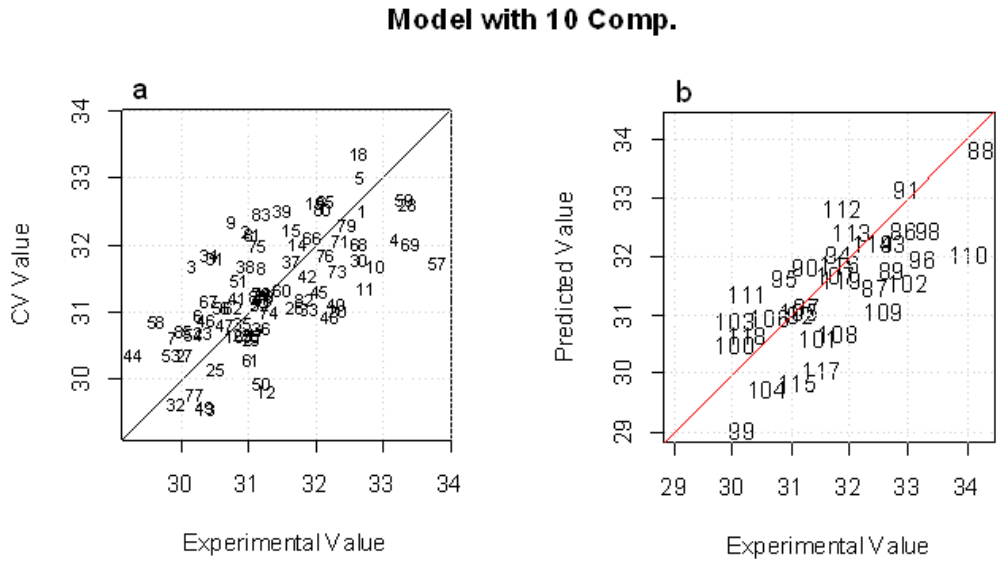

Figura 64 - Grafici Predetto vs Misurato ottenuto dal modello per la stima dell'umidità tramite acquisizioni spettrali sulla pasta. a) calibrazione b) validazione esterna.

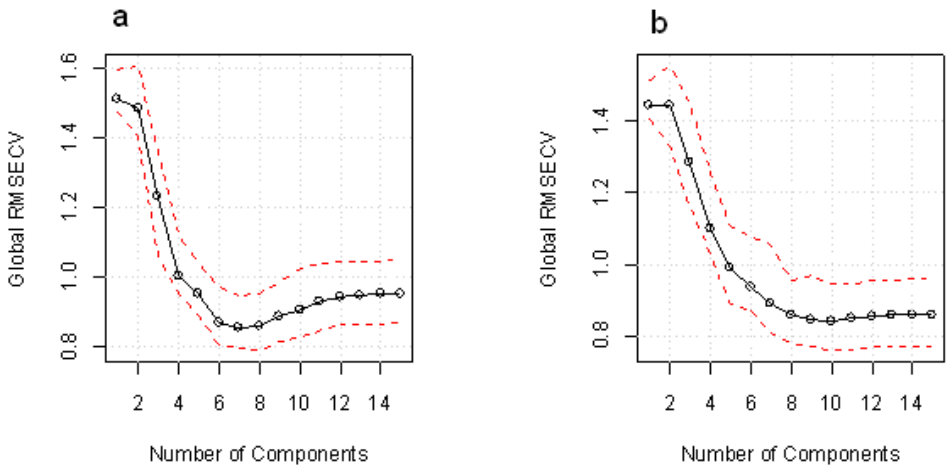

Figura 65 - Andamento del RMSECV rispetto al numero di componenti principali dei modelli per la stima del grasso utilizzando gli spettri acquisiti sullo scalzo con sacco barriera (a) e senza sacco barriera (b).

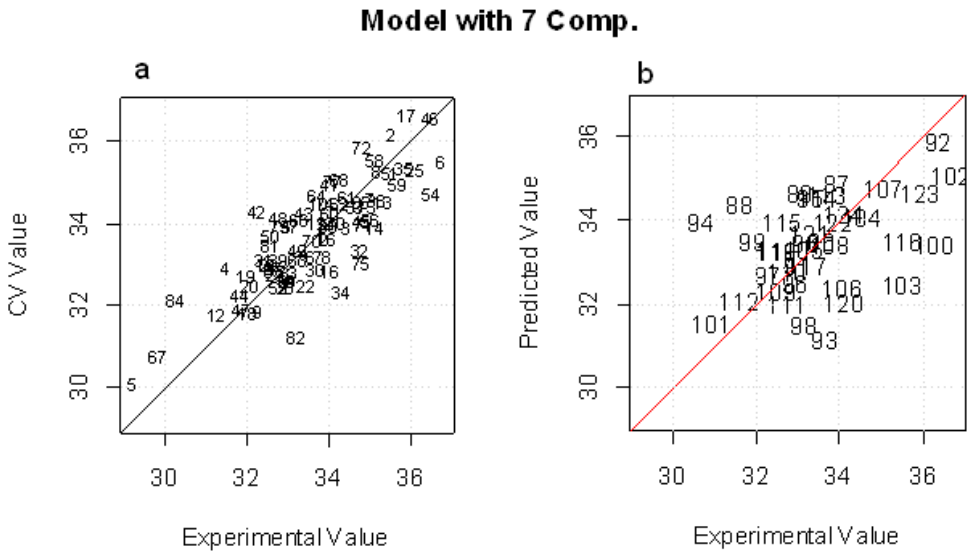

Figura 66 - Grafici Predetto vs Misurato ottenuto dal modello per la stima del grasso tramite acquisizioni spettrali sullo scalzo delle forme con sacco barriera. a) calibrazione b) validazione esterna.

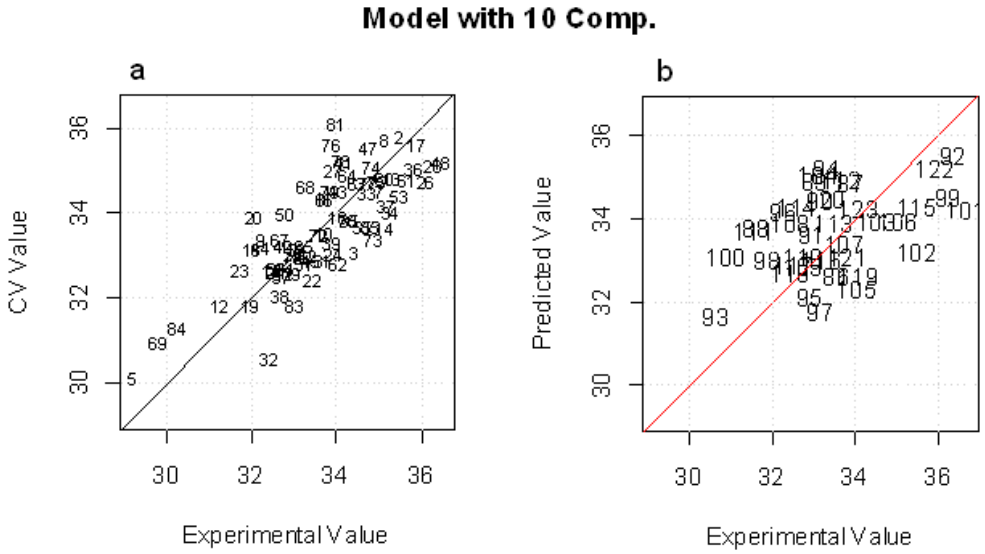

Figura 67 - Grafici Predetto vs Misurato ottenuto dal modello per la stima del grasso tramite acquisizioni spettrali sullo scalzo delle forme senza sacco barriera. a) calibrazione b) validazione esterna.

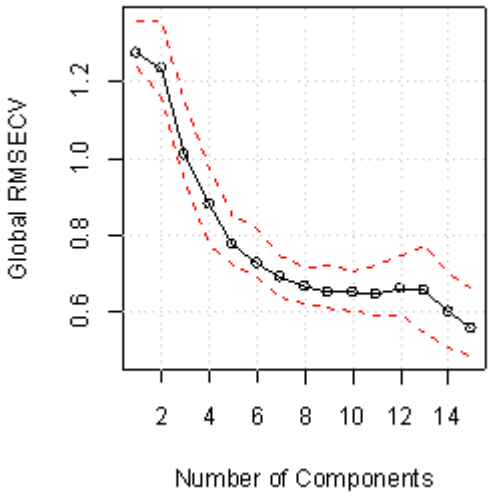

Figura 68 - Andamento del RMSECV rispetto al numero di componenti principali del modello per la stima del grasso utilizzando gli spettri acquisiti sulla pasta.

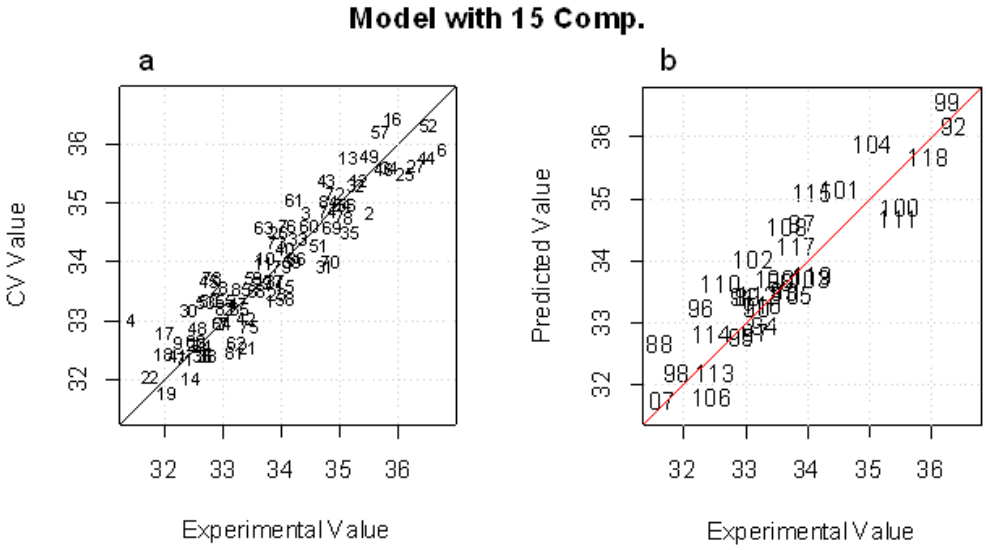

Figura 69 - Grafici Predetto vs Misurato ottenuto dal modello per la stima del grasso tramite acquisizioni spettrali sulla pasta. a) calibrazione b) validazione esterna.

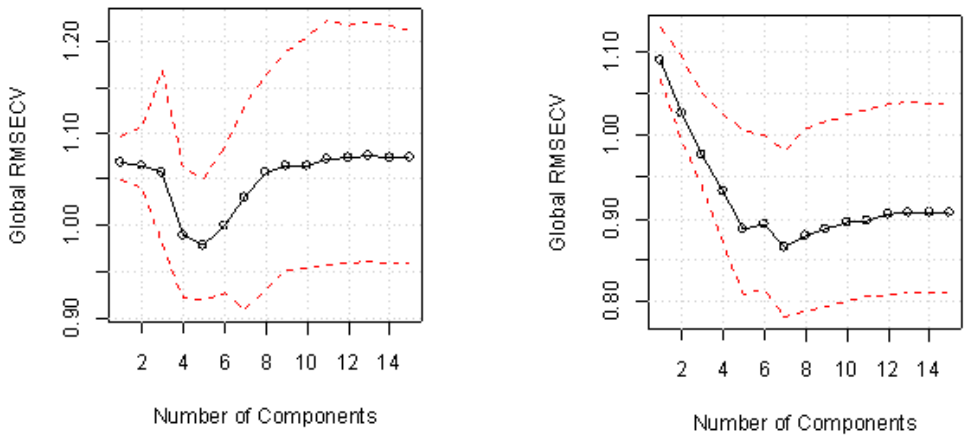

Figura 70 - Andamento del RMSECV rispetto al numero di componenti principali dei modelli per la stima delle proteine utilizzando gli spettri acquisiti sullo scalzo con sacco barriera (a) e senza sacco barriera (b).

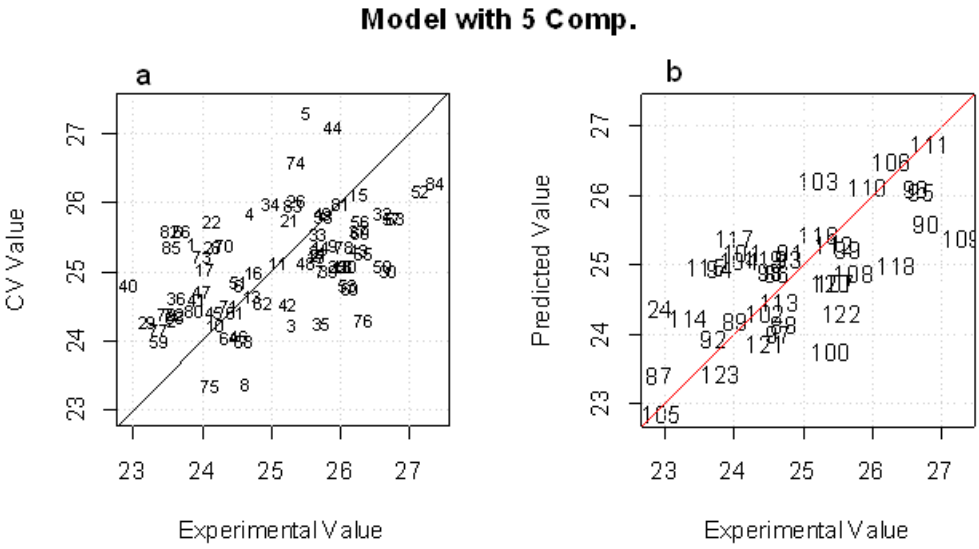

Figura 71 - Grafici Predetto vs Misurato ottenuto dal modello per la stima delle proteine tramite acquisizioni spettrali sullo scalzo delle forme con sacco barriera. a) calibrazione b) validazione esterna.

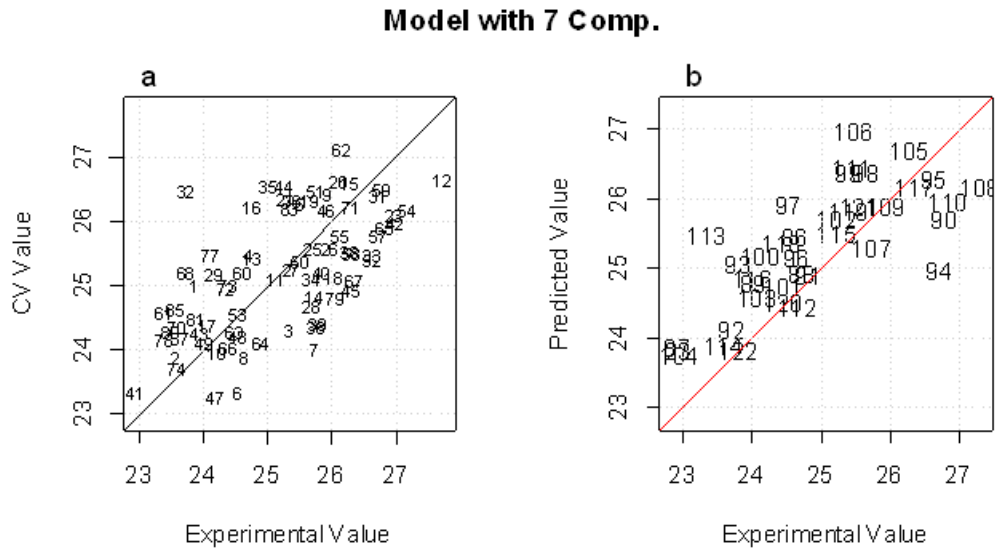

Figura 72 - Grafici Predetto vs Misurato ottenuto dal modello per la stima delle proteine tramite acquisizioni spettrali sullo scalzo delle forme senza sacco barriera. a) calibrazione b) validazione esterna.

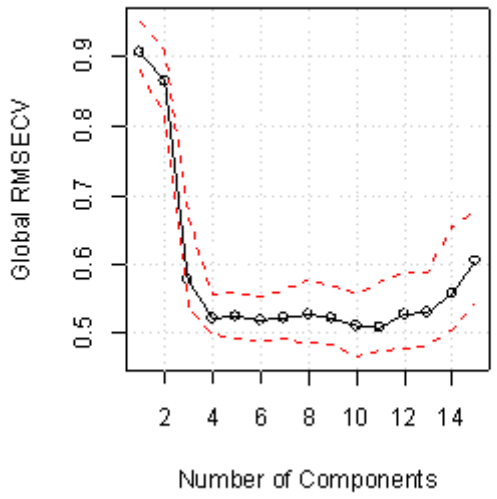

Figura 73 - Andamento del RMSECV rispetto al numero di componenti principali del modello per la stima delle proteine utilizzando gli spettri acquisiti sulla pasta.

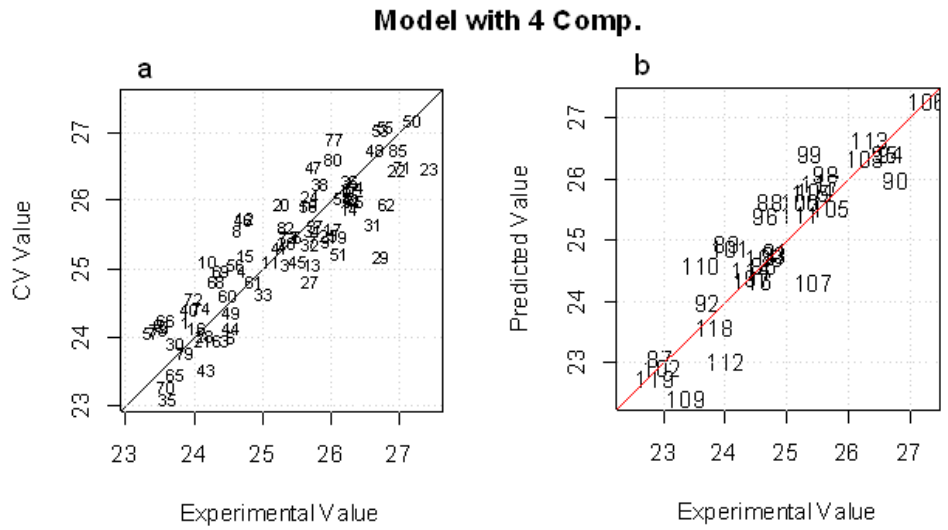

Figura 1 Grafici Predetto vs Misurato ottenuto dal modello per la stima delle proteine tramite acquisizioni spettrali sulla pasta. a) calibrazione b) validazione esterna.

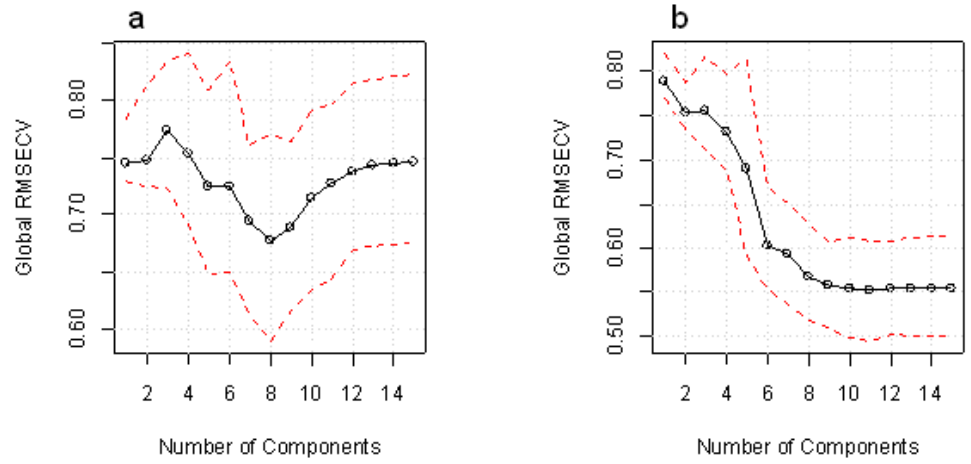

Figura 75 - Andamento del RMSECV rispetto al numero di componenti principali dei modelli per la stima del cloruro di sodio utilizzando gli spettri acquisiti sullo scalzo con sacco barriera (a) e senza sacco barriera (b).

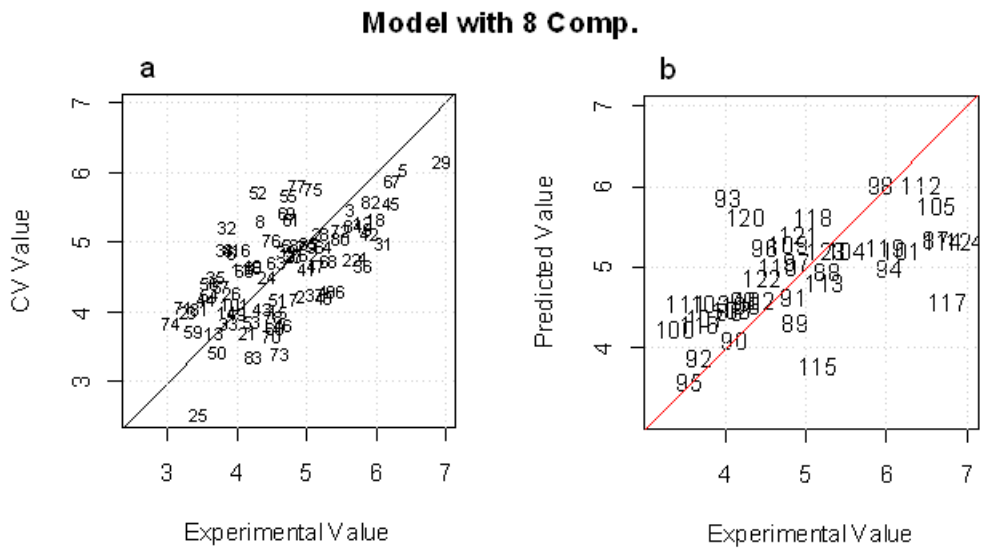

Figura 76 - Grafici Predetto vs Misurato ottenuto dal modello per la stima del cloruro di sodio tramite acquisizioni spettrali sullo scalzo delle forme con sacco barriera. a) calibrazione b) validazione esterna.

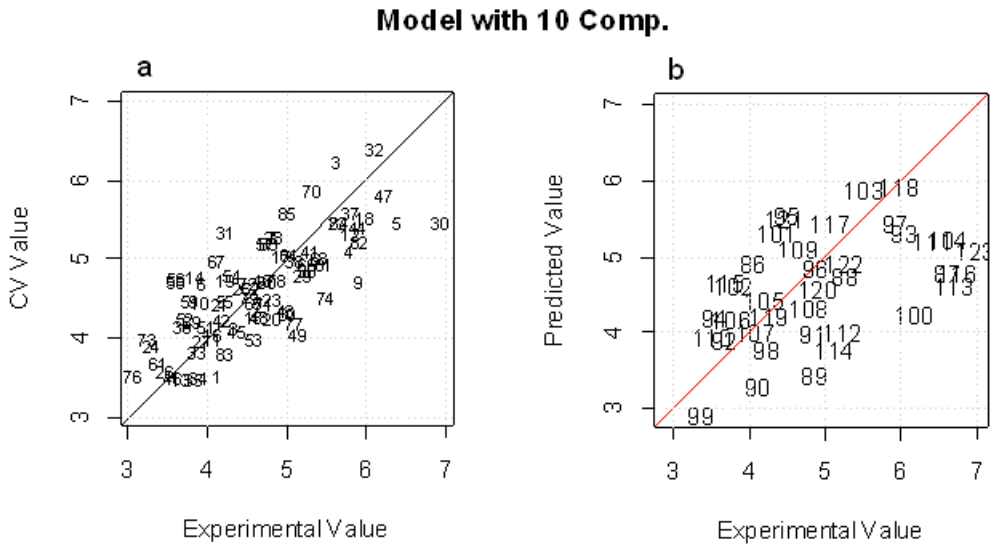

Figura 77 Grafici Predetto vs Misurato ottenuto dal modello per la stima del cloruro di sodio tramite acquisizioni spettrali sullo scalzo delle forme senza sacco barriera. a) calibrazione b) validazione esterna.

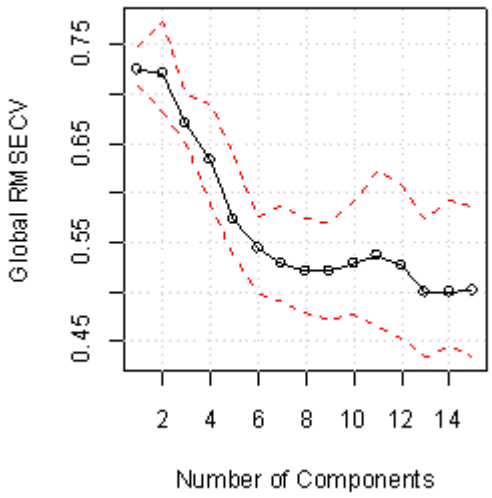

Figura 78 - Andamento del RMSECV rispetto al numero di componenti principali del modello per la stima del cloruro di sodio utilizzando gli spettri acquisiti sulla pasta.

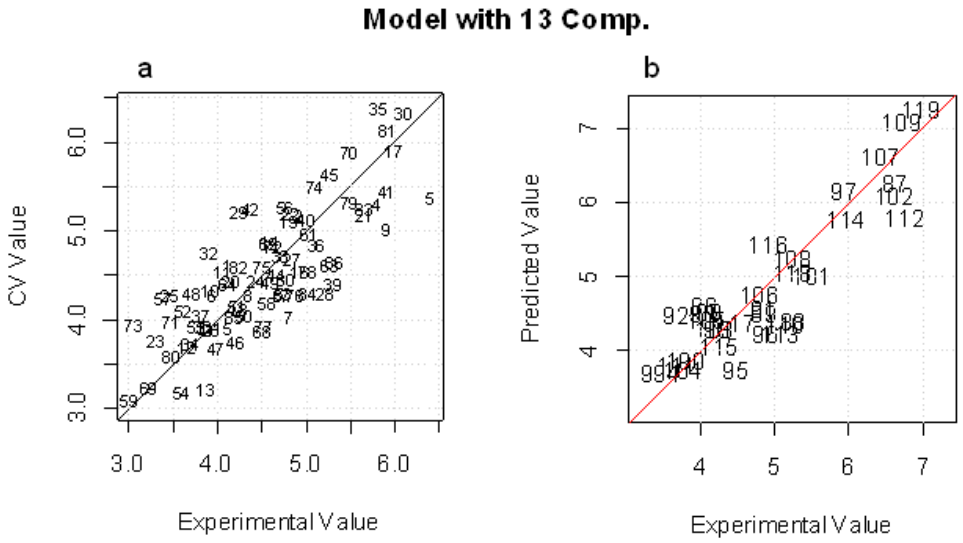

Figura 79 - Grafici Predetto vs Misurato ottenuto dal modello per la stima del cloruro di sodio tramite acquisizioni spettrali sulla pasta. a) calibrazione b) validazione esterna.

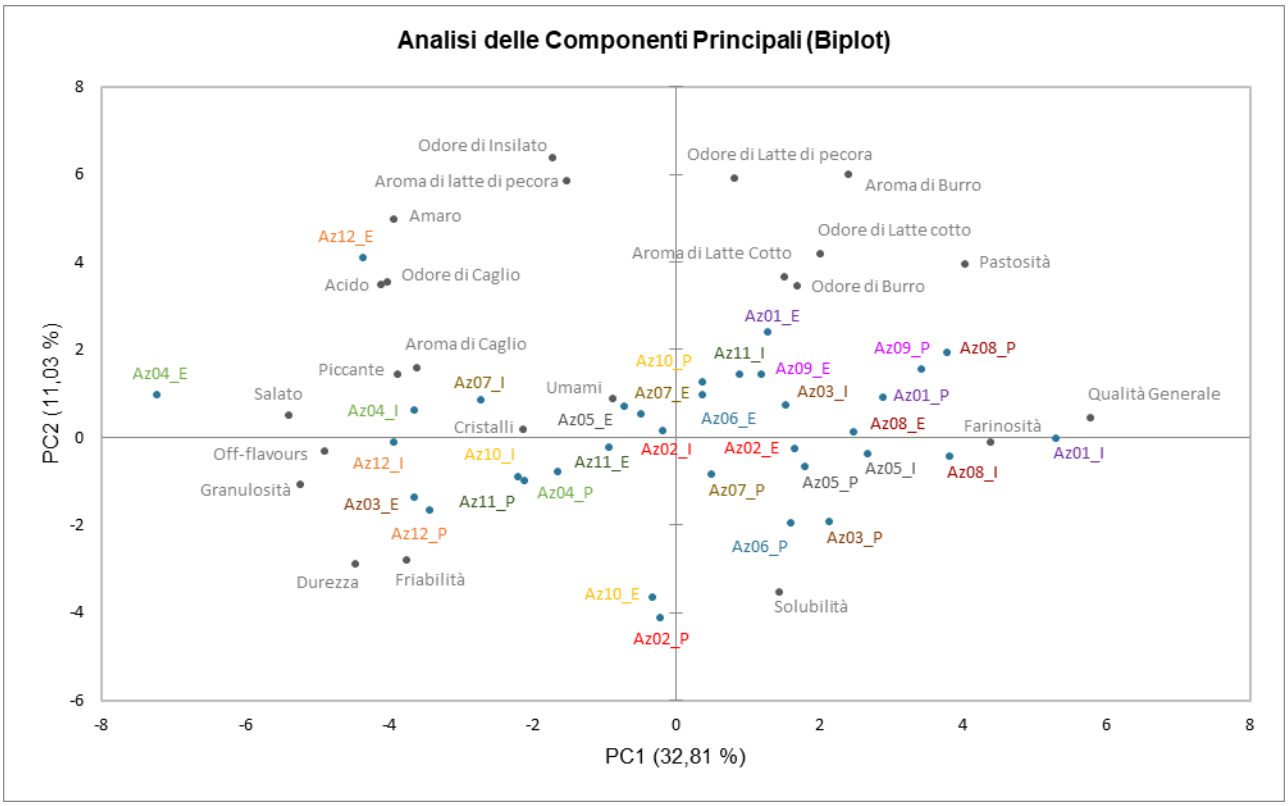

Figura 80 - Analisi delle Componenti Principali (Biplot) eseguita sui campioni di Pecorino Romano DOP a 18 mesi di stagionatura, prodotti dalle 12 aziende (Az) nel periodo invernale (I) primaverile (P) ed estivo (E).