

I risultati della ricerca sulla produzione del Parmigiano-Reggiano: la maturazione del latte, andamento della proteolisi.

Summer A^{1*}, Formaggioni P¹, Franceschi P¹, Malacarne M¹, Mariani P¹..... 165-171

* *Corrispondenza ed estratti:* andrea.summer@unipr.it

¹ Sezione di Scienza e Tecnologie Lattiero-Casearie, Dipartimento di Produzioni Animali, Biotecnologie Veterinarie, Qualità e Sicurezza degli Alimenti. Università degli Studi. Via del Taglio 8, 43100 Parma.

RIASSUNTO – L’obiettivo della ricerca è stato valutare gli effetti del processo di “maturazione casearia” nei riguardi delle frazioni azotate del latte, in relazione alle differenti pratiche di conservazione e di conferimento al caseificio. L’indagine è stata condotta presso due caseifici caratterizzati da due diverse tipologie operative: tipologia “bidoni-vascone”, con stoccaggio alla stalla e trasporto del latte al caseificio nei classici bidoni di 52 litri; tipologia “cisternevascone”, con stoccaggio alla stalla e trasporto del latte al caseificio in cisterne a temperatura controllata ($\pm 18^{\circ}\text{C}$). Nei 2 anni di ricerca sono stati effettuati 4 sopralluoghi all’anno, equamente distribuiti tra estate e inverno. In occasione di ciascun sopralluogo si è provveduto alla raccolta di 3 campioni di latte intero della mungitura della sera, da 3 differenti vasconi, e dei corrispondenti 3 campioni di latte “magro”. Il contenuto delle frazioni azotate nel latte magro è risultato significativamente maggiore rispetto a quello del latte intero della sera, in entrambe le tesi sperimentali. Ciò è stato particolarmente evidente per l’azoto della sieroproteina, mentre l’incremento dell’azoto della caseina, seppure significativo, è risultato di minore entità. Anche i rapporti tra alcune delle frazioni azotate si sono modificati: la maturazione ha determinato, infatti, una diminuzione dell’indice di caseina e dell’indice di paracaseina in entrambe le tesi sperimentali, seppure di entità diversa. La frazione dei proteoso-peptoni ha mostrato le variazioni più significative nel corso della fase di maturazione casearia e peculiarità distintive tra le due tesi sperimentali. Infatti, nella tesi bidoni-vascone, tale aumento è stato maggiore, circa il doppio, rispetto a quello osservato nella tesi cisterne-vascone.
Parole chiave: maturazione del latte, frazioni azotate, condizioni di raccolta, condizioni di trasporto

ABSTRACT – *The results of the research on Parmigiano-Reggiano cheese production: the maturation of milk, trend of proteolysis.* – Aim of the research was to estimate the effects of the process of milk “maturation” on milk nitrogen fractions, in relation to different storing techniques and different transport modalities to the cheese factory. The research was carried out in two cheese factories characterized by two different operating typologies: “churns”, with storing in the farm and transport of milk in cheese factory with the classics 52 liters churns; “tank”, with storing in the farm and transport of milk in cheese factory in tank with controlled temperature ($\pm 18^{\circ}\text{C}$). In the 2 years of research, 4 trials per year were carried out, equally distributed in summer and in winter. At every trial 3 samples of evening milk and the corresponding 3 samples of partially skimmed milk were collected. The content of the nitrogen fractions in the partially skimmed milk was significantly higher than that of evening milk, in both the experimental theses. This fact was particularly marked for whey protein nitrogen, while the increasing of casein nitrogen, even if significant, was lower. Also the ratio between some of the nitrogen fractions were modified: the maturation determined, in fact, a decrease of the casein number and of the paracasein number in both the experimental theses, even though of different entity. The proteose-peptone fraction showed the more marked variations during the maturation and also differences between the two experimental theses. In fact, in the thesis “churns”, the increase was higher, approximately the double, regarding the amount observed in the thesis “tank”.

Keywords: milk “maturation”, nitrogen fractions, storing conditions, transport conditions

I risultati della ricerca sulla produzione del Parmigiano-Reggiano: la maturazione del latte, la componente minerale

Malacarne M^{1*}, Franceschi P¹, Formaggioni P¹, Summer A¹, Mariani P¹..... 173-182

* *Corrispondenza ed estratti:* massimo.malacarne@unipr.it

¹ Sezione di Scienza e Tecnologie Lattiero-Casarie, Dipartimento di Produzioni Animali, Biotecnologie Veterinarie, Qualità e Sicurezza degli Alimenti. Università degli Studi. Via del Taglio 8, 43100 Parma.

RIASSUNTO – L’obiettivo della ricerca è stato valutare gli effetti del cosiddetto processo di “maturazione casearia” nei riguardi della componente minerale e degli equilibri salini del latte, ai fini della produzione del formaggio Parmigiano-Reggiano, in relazione alle pratiche di raccolta ed alle modalità di affioramento del latte: tipologia “bidoni-vascone”, 24 prove, stoccaggio alla stalla e trasporto del latte in caseificio nei classici bidoni, affioramento naturale del latte in caseificio in vascone; tipologia “cisterne-vascone”, 24 prove, stoccaggio alla stalla e trasporto del latte in caseificio in cisterne a temperatura controllata ($\epsilon 18^{\circ}\text{C}$), affioramento naturale del latte in caseificio in vascone della capacità di 10-12 hL. Per quanto riguarda il calcio, il latte magro ha mostrato contenuti significativamente maggiori rispetto al latte intero della sera, in tutti e 2 i sistemi studiati (+2,82% bidoni-vascone; +2,27% cisterne-vascone). L’incremento ha riguardato soltanto la frazione colloidale (+5,32% bidoni-vascone; +3,93% cisterne-vascone). Riguardo il fosforo totale, il latte magro si è caratterizzato per contenuti significativamente più elevati rispetto al latte intero della sera (+3,36% bidoni-vascone; +2,59% cisterne-vascone). L’incremento ha riguardato, sia la frazione solubile (+2,73% bidoni-vascone; +1,56% cisterne-vascone), che, in modo particolare, la frazione colloidale (+6,64% bidoni-vascone; +5,99% cisterne-vascone). Oltre che influire sulla ripartizione tra solubile e colloidale, di uno stesso minerale, la maturazione casearia ha determinato anche una variazione statisticamente significativa del rapporto molare tra Ca e P a livello della fase solubile. Il latte magro, infatti, ha mostrato valori del rapporto Ca/P nella fase solubile inferiori di 4,72%, e di 4,26%, nei confronti di quelli osservati nel latte intero della sera, nell’ordine per le tesi bidoni-vascone e cisterne-vascone. Il grado di mineralizzazione della micella di caseina – valore espresso dal rapporto tra il contenuto delle frazioni colloidali di calcio o di fosforo e l’azoto della caseina – si è modificato significativamente nel corso della maturazione casearia: il latte magro ha manifestato valori significativamente più elevati, sia di Ca coll/CN (+4,12% bidoni-vascone; +2,60% cisterne-vascone), che di P coll/CN (+4,50% bidoni-vascone; +4,54% cisterne-vascone) rispetto al latte intero della mungitura della sera.

Parole chiave: maturazione del latte, Parmigiano-Reggiano, affioramento naturale, equilibri salini

ABSTRACT – *The results of the research in Parmigiano-Reggiano cheese production: the maturation of milk, the mineral component.* – The “maturation” of milk for Parmigiano-Reggiano cheese is characterised by natural creaming process: the full cream milk is placed in large flat vats, for about 10-12 hours, to obtain the gravity separation of milk fat. The modifications of mineral *equilibria* of milk during the “maturation” phase in were studied. In particular, the following operative conditions (thesis) were considered: A, storage at the dairy herd and delivery of milk to the cheese factory in cans and creaming at the cheese factory in large flat; B, storage at the dairy herd and delivery to the cheese factory in thermoregulated tank ($\epsilon 18^{\circ}\text{C}$), creaming at the cheese factory in large flat vats. Twenty four full cream (FC) milk samples and the corresponding partially skimmed (PS) milk, by natural creaming, were analysed in each operative condition. PS milk was characterised by a higher content of total Ca than FC milk of the evening milking (+2.82% in A; +2.27% in B; $P\delta 0.01$). The increase of Ca involved only the colloidal fraction (+5.32% in A; +3.93% in B; $P\delta 0.01$), while the soluble Ca content of PS milk resulted lower than FC milk. Concerning total P, PS milk was characterised by a higher content than FC milk (+3.36% in A; +2.59% in B; $P\delta 0.01$). In this case, the increase involved both P fractions: soluble (+2.73% in A; +1.56% in B; $P\delta 0.01$) and, particularly, colloidal (+6.64% in A; +5.99% in B; $P\delta 0.01$). The dairy “maturation” of milk determined significant variations of the percentage distribution between the soluble and the colloidal phase, of both Ca and P. Colloidal fractions of both minerals resulted higher ($P\delta 0.01$) in PS milk than FC milk: +1.61 and +1.07 percentage units for colloidal Ca and + 1.54 and +1.59 percentage units for P, in A and B, respectively. The molar *ratio* between Ca and P in the soluble phase decreased throughout the dairy maturation (-4.41% in A; -4.26% in B; $P\delta 0.01$). The mineralisation degree of the casein micelle – value expressed as the content of colloidal Ca or colloidal P per casein unit – modified during maturation of milk. In particular, PS milk evidenced higher values of either colloidal Ca/casein (+4.12% in A; +2,60% in B; $P\delta 0.01$) and colloidal P/casein (+4.50% in A; +4.54% in B; $P\delta 0.01$) ratio than FC milk.

Keywords: milk maturation, Parmigiano-Reggiano cheese, natural creaming, salts *equilibria*

Evoluzione della frazione amminoacidica e peptidica del Parmigiano-Reggiano fino all'ottavo mese di stagionatura

Cavatorta V¹, Sforza S¹, Lambertini F¹, Bellini M¹, Stefani F¹, Galaverna G¹, Dossena A^{1*}, Marchelli R¹.....183-203

* *Corrispondenza ed estratti:* arnaldo.dossena@unipr.it

¹ Dipartimento di Chimica Organica ed Industriale, Università degli Studi. Viale GP Usberti 17/a, 43100 Parma.

RIASSUNTO – Il lavoro descritto nel presente articolo è stato svolto nell'ambito di un progetto finanziato dalla regione Emilia-Romagna ed ha avuto come oggetto di studio l'evoluzione della frazione amminoacidica e di quella peptidica a basso peso molecolare durante i primi otto mesi di stagionatura del Parmigiano-Reggiano. E' stata analizzata una serie di forme di Parmigiano-Reggiano provenienti dallo stesso latte e dallo stesso processo produttivo che, a tempi prestabiliti, sono state campionate nelle zone esterna, intermedia e centrale. Da opportune aliquote di formaggio, latte e sieroinnesto sono state estratte separatamente la frazione costituita da peptidi (analizzata mediante HPLC-MS) e quella da amminoacidi liberi (analizzata mediante HPLC-FLD). La frazione amminoacidica nelle prime ore risulta decisamente più abbondante all'esterno che all'interno, differenza che poi si attenua fino a scomparire nel primo mese di stagionatura. Fino all'ottavo mese gli amminoacidi mostrano un incremento costante ed omogeneo in tutta la forma. Per la frazione peptidica sono stati identificati e monitorati 58 peptidi tra quelli maggiormente presenti nei campioni analizzati. Nelle prime ore essa è caratterizzata dai prodotti dell'azione della chimosina e degli enzimi endogeni del latte, dal 1° al 4° mese dai peptidi prodotti dalle proteasi dei batteri lattici, in maniera maggiore all'esterno della forma, e dal 5° mese da peptidi prodotti dall'azione concomitante di enzimi endogeni del latte ed aminopeptidasi microbiche. Questa frazione è quella destinata a caratterizzare il formaggio Parmigiano-Reggiano fino alla fine della stagionatura.
Parole chiave: Parmigiano-Reggiano, proteolisi, stagionatura, oligopeptidi, amminoacidi

ABSTRACT – *Evaluation of the aminoacidic and peptide fraction of Parmigiano-Reggiano cheese until the 8th month of ripening.* – The work described in the present paper has been done for a project funded by the Emilia-Romagna region and it has concerned the evolution of the aminoacidic and low molecular weight peptide fraction during the first 8 months of ageing of Parmigiano-Reggiano cheese. Several samples of Parmigiano-Reggiano have been analyzed, all made starting from the same milk and produced in the same factory. Samples have been taken at different times in the external, median and central part of the cheeses. The fraction made by the free amino acids and the one made by the peptides have been separately extracted and analyzed by HPLC-fluorescence (the former) and by HPLC/ESI-MS (the latter). The aminoacidic fraction during the first hours is much more abundant in the external part; this difference disappears in the first month of ageing. This fraction constantly and homogeneously increases up to the 8th month of ageing. 58 peptides among the most present in all samples analyzed have been identified and monitored. The peptide fraction is mainly characterized in the first hours by the peptides produced by the chymosin and the endogenous milk enzymes, from 1st to 4th month by the peptides generated by bacterial endoproteases and starting from the 5th month by the peptides produced by the endogenous milk enzymes and bacterial aminoproteases. These last peptides will characterize the Parmigiano-Reggiano cheese at the end of the ripening.
Keywords: Parmigiano-Reggiano cheese, proteolysis, cheese ripening, oligopeptides, amino acids

Cavatorta *et al* (2007) *Sci Tecn Latt-Cas*, 58 (3), 183-203

Caratterizzazione del Parmigiano-Reggiano di 12 mesi

Pecorari A^{1*}, Gambini G¹, Panari G¹, Nocetti M¹..... 205-217

* *Corrispondenza ed estratti:* apecorari@parmigiano-reggiano.it

¹ Consorzio del Formaggio Parmigiano-Reggiano. Via Kennedy 18, 42100 Reggio Emilia.

RIASSUNTO – In questo lavoro sono presentati i risultati delle analisi eseguite sui campioni di Parmigiano-Reggiano che vengono prelevati sistematicamente nel corso delle operazioni di valutazione di idoneità del formaggio, espletate a 12 mesi di stagionatura. I risultati della ricerca contribuiscono ad una migliore conoscenza degli aspetti compositivi del Parmigiano-Reggiano all'atto dell'acquisizione del marchio DOP. Il confronto con i risultati delle ricerche, condotte negli ultimi 20 anni, mostra che il Parmigiano-Reggiano attuale palesa un contenuto in grasso leggermente superiore rispetto alle produzioni degli anni 1980 e 1990; non si evidenziano differenze importanti per quanto riguarda gli altri parametri analitici: umidità, proteine e azoto solubile. La concentrazione della produzione in strutture di dimensioni maggiori e l'introduzione di pratiche innovative in alcune fasi del processo produttivo (come l'affioramento del grasso del latte, la salatura a immersione e il condizionamento termico degli ambienti) non hanno modificato sostanzialmente la composizione del Parmigiano-Reggiano. Per quanto riguarda la variabilità dei dati, si osserva come i più elevati coefficienti di variazione siano quelli relativi ai contenuti di grasso e di cloruro di sodio a testimonianza del carattere marcatamente artigianale che contraddistingue la produzione del Parmigiano-Reggiano. Questi parametri rappresentano, infatti, le variabili compositive più strettamente dipendenti dalle modalità operative adottate dai singoli caseifici. Sono, infine, emerse alcune interessanti indicazioni relativamente agli aspetti maturativi del Parmigiano-Reggiano. In particolare si è potuto notare che nella zona periferica della forma tende ad accumularsi, rispetto al centro, una maggiore quantità di acido lattico e, soprattutto, si evidenzia un numero significativamente più elevato di batteri lattici mesofili. Tali diversi andamenti, che potrebbero essere in parte spiegati dal gradiente termico che si instaura nelle due zone della forma nelle ore successive alla estrazione della massa caseosa dalla caldaia, meritano ulteriori approfondimenti scientifici.

Parole chiave: Parmigiano-Reggiano, composizione, proteolisi, batteri lattici

SUMMARY – *The characterisation of 12 months old Parmigiano-Reggiano cheese.* – The research reports the results of the analysis of the Parmigiano-Reggiano cheese samples taken during the quality inspection operations carried out in compliance with the product specification, when the cheese is 12 months old. The available data are generally referred to the 2 years old cheese, when it is on the market. Then the aim of this work is to characterize the 12 months ripened cheese. Gross composition (moisture, protein, fat and sodium chloride) and soluble nitrogen were determined and the obtained data were compared with the results of the searches carried out in the last 20 years. The comparison shows that the today produced Parmigiano-Reggiano cheese has a fat content slightly higher than the cheese made in the 80's while there are not differences for the other analytical parameters. The evolution of the production system (reduction of the number of cheese factories and the increase of their size, the introduction of new technologies in some steps such as the natural creaming of milk fat and the salting) did not influence significantly the composition of the Parmigiano-Reggiano cheese and its handicraft methods of production. Furthermore some samples were cut to obtain two factions representing the inner part and the outer part of the wheels; then the number of mesophilic lactic acid bacteria and the content of lactic acid were determined. The results show significantly higher values of bacterial count and lactic acid in the external area, likely due to the thermal gradient which is present in cheese after cheese making and seems to be reflected in all the ripening.

Keywords: Parmigiano-Reggiano, chemical composition, proteolysis, lactic acid bacteria