



Figura 9.2 Struttura delle submicelle e micelle caseiniche.

Il fenomeno più sfruttato per ottenere la precipitazione delle caseine è però la coagulazione enzimatica o presamica. In questo processo si usano enzimi proteolitici, di solito quelli presenti nel **caglio**, ottenuto dall'**abomaso** di vitello, che agiscono sulla k-caseina idrolizzando il legame peptidico tra l'amminoacido 105 e 106 della sequenza, staccando in questo modo il glicopeptide che mantiene stabili le micelle caseiniche (Fig. 9.1). A questo punto rimane associata alle micelle caseiniche solo la porzione idrofobica della k-caseina (denominata **paracaseina**) che quindi non è più stabile nel sistema acquoso e inizia la fase di aggregazione e poi di precipitazione dell'intera micella. Questo meccanismo è largamente sfruttato per la produzione del formaggio, il quale non è altro che la frazione caseinica coagulata che durante la precipitazione ingloba la frazione lipidica e i sali di calcio originando la cagliata.

Da un punto di vista nutrizionale, le caseine hanno un'elevata qualità biologica, legata in particolare al profilo amminoacidico, che contiene tutti gli amminoacidi essenziali. Sono però meno digeribili rispetto alla frazione delle proteine del siero in quanto, essendo instabili in ambiente acido, tendono a coagulare nello stomaco e, quindi, ad essere idrolizzate più lentamente dagli enzimi digestivi proteolitici. In ogni caso l'utilizzazione proteica netta delle caseine è superiore a 80.

La seconda frazione proteica del latte è rappresentata dalle **sieroproteine** che costituiscono circa il 20% dell'intero contenuto proteico del latte vaccino. Hanno valore biologico pari a 92, quindi più elevato delle caseine per il maggior contenuto di Cys, Trp e Lys, e sono più digeribili perché non coagulano nell'ambiente acido dello stomaco. Sono proteine solubili, prive di serine fosforilate,

contengono numerosi ponti disolfuro termolabili per cui coagulano per riscaldamento. Le principali sieroproteine (Tab. 9.2) sono rappresentate da β -lattoglobulina (la più abbondante in quanto costituisce circa la metà di tutte le siero proteine), α -lattoalbumina, proteosio-peptone, albumina del siero o sieroalbumina e immunoglobuline.

La **β -lattoglobulina** è costituita da 162 amminoacidi, con prevalenza di regioni a foglietto β (9) e una regione ad α -elica, 2 ponti disolfuro, 1 gruppo -SH libero che può formare legami tramite ponti disolfuro con altre frazioni proteiche del latte, soprattutto durante i trattamenti termici.

L' **α -lattoalbumina** è costituita da 123 amminoacidi, 4 ponti disolfuro, 4 regioni ad α -eliche, 2 foglietti β e costituisce la subunità B dell'enzima **lattosio sintasi**. È una proteina globulare con azione lievemente batteriostatica e può avere anche azione allergizzante.

La **sieroalbumina** proviene dal sangue periferico dell'animale ed è utilizzata come target per test immunologici utili per determinare l'origine del latte.

Le **immunoglobuline** conferiscono le proprietà immunologiche e abbondano nel **colostro**.

Tra le sieroproteine troviamo anche la **lattotferina**, una glicoproteina fosforilata deputata al trasporto di due atomi di ferro per molecola, e molte proteine ad attività enzimatica. Tra gli enzimi più importanti presenti nel latte si segnalano la **fosfatasi alcalina** e la **perossidasi**, le cui attività enzimatiche residue determinate nel latte sono utilizzate come marker dei trattamenti termici. Enzimi con azione batteriostatica come il **lisozima** e la **lattoperossidasi** o enzimi idrolitici come **lipasi**, **proteasi**, **lattasi** sono importanti nelle trasformazioni lattiero-casearie.