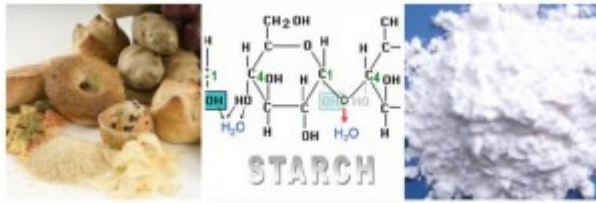


Gelatinizzazione e retrogradazione dell'amido



L'amido è un polisaccaride complesso insolubile in acqua, utilizzato come riserva nelle cellule vegetali. Rappresenta la più importante fonte di carboidrati disponibili all'assorbimento ed utilizzabili dal metabolismo cellulare umano.

Si trova in gran quantità nei tessuti vegetali come tuberi, nei cereali e nei legumi in forma cristallina nei granuli di amido all'interno del citoplasma. L'amido è costituito da amilosio (polimero lineare del glucosio) e amilopectina (polimero ramificato del glucosio). Le ramificazioni presenti nell'amilopectina (ogni 10-20 residui) impediscono la formazione ad elica tipica dell'amilosio ma favoriscono la formazione di strutture ad albero in cui su di uno scheletro formato prevalentemente da catene formate da circa 15 unità si innestano gruppi di catene più lunghe circa 40 unità. Si suppone che l'amilopectina sia orientata radialmente nel granulo di amido con l'estremità riducente rivolta verso la parte interna del granulo (figura). La disposizione dell'amilosio e dell'amilopectina all'interno del granulo di amido mostra proprietà semicristalline che lo rendono insolubile a temperatura ambiente e resistente alla digestione da parte degli enzimi presenti nell'apparato digerente umano.

Affinché l'amido presente nei granuli diventi digeribile è necessario che perda la sua struttura cristallina e ordinata e passi ad una struttura disordinata, con le caratteristiche di un gel (**gelatinizzazione**).

Il processo di gelatinizzazione dell'amido a partire dai granuli d'amido è resa possibile grazie al *riscaldamento in ambiente acquoso*. In queste condizioni i granuli di amido, idratandosi progressivamente, si gonfiano, l'amido perde la sua struttura cristallina; l'amilopectina e l'amilosio entrano in soluzione formando legami con le molecole di acqua. Il risultato si traduce in una diminuzione dell'acqua libera e con una viscosità più o meno consistente della sospensione. Tale fenomeno si può osservare quando si cuoce in acqua pasta, riso o farine e semole (ad esempio nella preparazione di semolini e polenta) oppure in forno durante la cottura di impasti a base di farina ad alto contenuto d'umidità (es preparazione del pane o dolci).

A seguito della gelatinizzazione le catene dell'amilosio e dell'amilopectina sono molto più esposte all'azione idrolitica degli enzimi digestivi rispetto che in un amido non gelatinizzato. Quindi questo processo è fondamentale per favorire e l'utilizzazione metabolica dell'amido contenuto negli alimenti.

Il raffreddamento favorisce il ripristino della struttura ordinata con conseguente "**ricristallizzazione o retrogradazione**" dell'amido. Sebbene l'amido in realtà non riesca mai a tornare in una configurazione simile a quella iniziale, si forma una struttura intermedia rigida dovuta al riarrangiamento delle catene di amilosio e amilopectina ed esclusione di acqua. Un esempio di retrogradazione di amido si può osservare quando il pane diventa raffermo. L'amido retrogradato può essere nuovamente gelatinizzato sottoponendolo a calore

La gelatinizzazione e la retrogradazione dell'amido sono influenzati da diversi fattori:

- *contenuto in acqua e temperatura*: l'umidità minima richiesta per iniziare il processo di gelatinizzazione è di circa il 25 % e la temperatura deve essere tra 50 e 70°C a seconda dell'origine vegetale dell'amido.
- *presenza di soluti* (cloruro di sodio, zuccheri) , di lipidi o proteine : a particolari concentrazioni determinano un aumento della temperatura di gelatinizzazione e rallentano la velocità di retrogradazione dell'amido.
- *l'origine vegetale dell'amido*: non tutti gli amidi sono uguali , essi differiscono soprattutto per il diverso rapporto di amilosio e amilopectina. L'amilosio tende a riscristallizzare molto velocemente dell'amilopectina; per cui il tempo che impiega l'amido a riscristallizzare dipende dalla quantità di amilosio che contiene. Ne consegue che amidi ricchi di amilosio (mais, frumento, legumi) gelatinizzano con più difficoltà e riscristallizzano più facilmente, rispetto agli amidi contenuti percentuali più elevate di amilopectina (patata, riso). La quantità di amido retrogradato è quindi direttamente proporzionale al contenuto di amilosio. L'amido riveste particolare importanza nell'industria alimentare come additivo alimentare quale agente addensante ricoprendo quindi un ruolo funzionale e non nutrizionale ad esempio lo troviamo nei prodotti congelati, nelle bevande, nei prodotti per l'infanzia, caramelle , salse, formaggi cremosi ecc...)Esistono attualmente in commercio tantissimi tipi di amido nativo o modificato per le diverse applicazioni. Infatti anche modificazioni strutturali (es,cross linked, derivatizzazione, ossidazione,) alterano le proprietà dell'amido di gelificare e retrogradare. L' amido ottenuto da mais o riso geneticamente modificato come WAXY e sono caratterizzati da una bassissima percentuale di amilosio (1-2%) e una altissima percentuale di amilopectina (99-98%); queste caratteristiche rendono amido WAXY molto resistenti alla retrogradazione.Esistono anche amidi che contengono una elevatissima percentuale di amilosio;l'amilosio crea forti legami e da origine a gel molto resistenti.

Gelificazione dell'amido

Quali sono le reazioni chimiche che interessano l'amido durante la cottura?

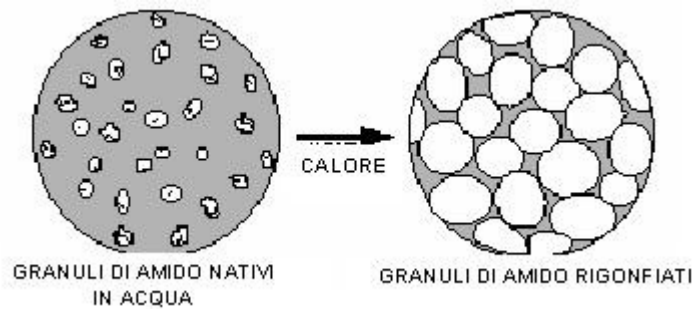
Come viene modificato chimicamente durante la gelificazione?

Sapreste indicarmi qualche link in cui venga rappresentata graficamente la chimica di gelificazione dell'amido?

Il processo di formazione di un gel (gelatinizzazione e non gelificazione) a partire dai granuli d'amido (struttura di deposito energetico nei semi di cereali e altri vegetali, nella farina da essi derivati e nei prodotti di formulazione) consiste nel rigonfiamento per idratazione della parte amorfa dei granuli, con destabilizzazione delle regioni cristalline in essa disperse, le quali fondono. In parole povere, si passa da una struttura ordinata e in parte cristallina a una struttura disordinata, con le caratteristiche di un gel.

Le regioni amorphe dei granuli di amido sono prevalentemente costituite da amilosio (polimero lineare del glucosio) e da parte delle catene di amilopectina (polimero ramificato del glucosio), mentre le regioni cristalline sono costituite dalle catene laterali dell'amilopectina, ordinate in direzione centro-periferia. La struttura complessiva del granulo vede una successione alternata di regioni amorphe e regioni cristalline concentriche.

Il fenomeno della gelatinizzazione consiste nella disorganizzazione dei granuli d'amido in ambiente acquoso, a un'idonea temperatura, tra 50 e 70°C a seconda dell'origine vegetale dell'amido. Non si tratta, quindi, di una reazione chimica, ma di un processo fisico.



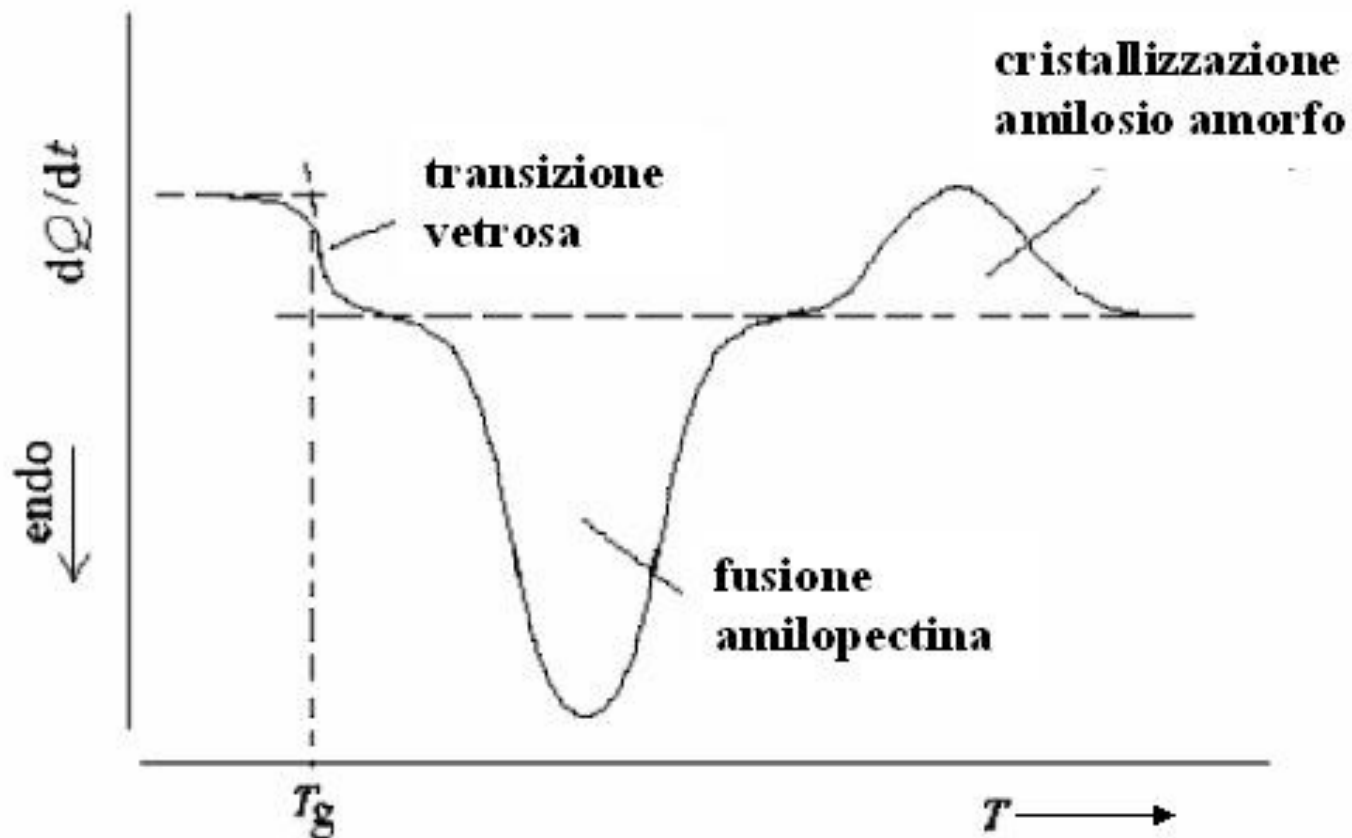
Affinchè questo processo abbia luogo è necessario che la concentrazione dell'acqua all'interfaccia raggiunga un valore soglia (circa 30-35% di acqua) e si è evidenziato come la gelatinizzazione proceda tanto più completamente quanta più acqua è disponibile.

Il fenomeno avviene rapidamente durante la cottura in acqua di farine e semole (ad esempio nella preparazione di semolini e polenta) o durante la cottura in forno di impasti a base di farina ad alto contenuto d'umidità, come quelli utilizzati nella panificazione tradizionale. La gelatinizzazione caratterizza ovviamente anche la cottura di pasta e riso (entrambi prodotti amilacei) in eccesso di acqua: l'acqua diffonde all'interno della struttura porosa e la gelatinizzazione dell'amido procede a partire da una zona periferica di prodotto che si rigonfia (zona gelificata) verso l'interno del prodotto, non ancora interessato alla diffusione e alla gelatinizzazione. In questo caso la posizione del fronte di avanzamento della zona gelificata cambia nel tempo e la velocità di avanzamento, che corrisponde alla velocità di cottura, dipende dall'interazione fra amido e acqua che avviene all'interfaccia di separazione fra le due zone: avremo così pasta o riso più o meno al dente.

Nella cottura di prodotti meno umidi, come i biscotti, è possibile riscontrare nel prodotto finito una parziale conservazione dei granuli d'amido allo stato nativo. In questo caso la maggior parte dell'amido non gelatinizza a causa del basso contenuto d'acqua del sistema: si forma una struttura rigida e friabile, sostenuta da un film proteico sviluppato solo parzialmente e legato a granuli disidratati, zuccheri e lipidi (grassi).

Dunque, la gelatinizzazione dell'amido può aver luogo solo al di sopra di una soglia di temperatura, abitualmente denominata *temperatura di transizione vetrosa* (T_g), in presenza di una adeguata quantità di acqua, ed è, a livello chimico-fisico, scomponibile in una serie di eventi che si susseguono nell'intervallo di temperatura 50 ñ 85° C: transizione vetrosa, fusione della frazione di amilopectina cristallina, cristallizzazione di amilosio amorfo.

La successiva figura evidenzia il fenomeno, così come viene interpretato e misurato da una tecnica calorimetrica: si osservi come, riscaldando una sospensione di amido in acqua, sia assorbita energia nel sistema perché avvenga prima la transizione vetrosa e poi la fusione dei cristalli di amilopectina, mentre successivamente il sistema cede energia nel momento in cui l'amilosio amorfo cristallizza.



La nuova struttura che si forma ha consistenza caratteristica: pasta o riso cotti sono morbidi, semolino o polenta sono gelinosi e ben coerenti, nel pane cotto la struttura gelatinizzata umida si disidrata e si forma (anche per co-strutturazione con le componenti proteiche) una fase leggera e porosa inglobante le bolle di anidride carbonica e aria prodotte durante la lievitazione: è la mollica!

Infine, la gelatinizzazione dell'amido, processo che contraddistingue la cottura di tutti i prodotti derivati dai cereali, favorisce l'assimilazione e l'utilizzazione metabolica del glucosio, quindi garantisce all'organismo energia di pronta utilizzazione. Nella storia, il ricorso a prodotti come il pane, le focacce e le *puls* (polentine di sfarinati di cereali) o le minestre di cereali cotti ha costituito un elemento fondamentale per la sopravvivenza dell'uomo e il radicamento della civiltà!