

## Determinazione della viscosità del burro come parametro di qualificazione per una ottimale destinazione d'uso

Prof. Fernando Gabriele Giorgio Tateo (Ordinario di Scienze e Tecnologie Alimentari – UniMi) & Prof. Monica Bononi (Cattedra di Analisi Chimica degli Alimenti – UniMi).

Collaborazioni: Chiara Picchi (Di.S.A.A.), Giovanni Brazzale (BSC - Brazzale Science Center), Laura Boscolo (BSC)

### Principi di viscosimetria

La “viscosità” è una caratteristica di una materia allo stato fluido ed è una grandezza misurabile valutando l'attrito che varie particelle del fluido incontrano nell'atto di scorrere le une sulle altre. L'attrito è conseguente alla composizione chimica della materia fluida, in quanto relazionabile all'aderenza dell'una particella di materia rispetto all'altra che vi scorre al fianco. In tal senso la viscosità risulta essere una definita caratteristica dei singoli fluidi, caratteristica che condiziona il diverso comportamento degli stessi anche in una preparazione alimentare che contiene altri costituenti. Poiché risulta complessa l'operazione di misura dell'attrito incontrato da una singola particella di liquido nell'atto di scorrere sulla particella adiacente, si conviene di assimilare il comportamento di una particella al comportamento di un insieme di particelle costituenti uno strato. Lo strato si deve intendere come molto sottile ed interfacciato a molti altri strati, sì che la massa fluida, in regime di assenza di turbolenza deve immaginarsi costituito da una massa lamellare.

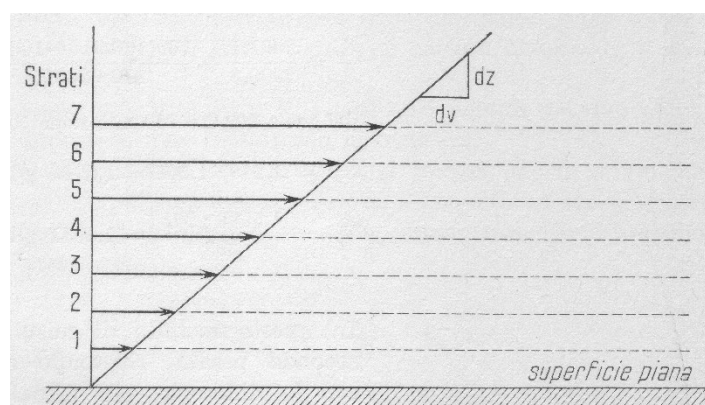


Figura 1

Facendo riferimento alla figura 1, si consideri che in assenza di turbolenza, lo strato 1 che è a diretto contatto con la superficie piana, resta quasi fermo. La velocità degli strati successivi parte dal valore ca.0 e raggiunge il valore massimo nello strato più lontano dalla superficie piana. Le frecce riportate in figura 1 rappresentano dunque dei vettori che indicano la variazione lineare della velocità. Su



ognuno degli strati agiscono quindi due forze: la prima si identifica con l'azione di trascinamento da parte dello strato immediatamente superiore, la seconda è una forza opposta, ritardatrice, costituita dall'azione dello strato inferiore.

La risultante delle due forze risulta direttamente proporzionale al gradiente di velocità ed alla superficie di contatto  $S$  e si esprime come segue:

$$F = \eta S \, dv/dz$$

La costante di proporzionalità “ $\eta$ ” si identifica con la viscosità assoluta (detta anche dinamica) ed è pari ad  $F$  (forza risultante) quando  $S = 1$  e  $dv/dz = 1$ .

Tale forza è quella che si stabilisce fra due strati paralleli di un fluido in moto laminare quando uno degli strati si muove rispetto all'altro con velocità unitaria.

L'unità di misura è quella di (g/cm/sec) e si denomina “*poise*”.

Trasferendo il concetto ad una preparazione alimentare che si identifichi con un impasto di “farina, acqua, materia grassa”, si può facilmente immaginare come il fluido “materia grassa” condizioni la malleabilità dell'impasto risultante non soltanto per la quantità impiegata ma anche in funzione dell'attrito della materia grassa sull'impasto “acqua/farina”. Per esemplificare ancora, se la materia grassa è costituita da olio d'oliva la malleabilità dell'impasto finale risulterà dipendente dalla viscosità dell'olio e sarà diversa da quella ottenuta impiegando burro invece che olio.

Poiché i caratteri fisici di un impasto condizionano anche la fermentescibilità degli stessi oltre che il loro sviluppo in volume e quindi la consistenza finale pre- e post- cottura, e considerato che questi caratteri sono correlati al comportamento delle parti intime degli impasti, risulta immaginabile come piccole differenze nella “viscosità” della materia grassa impiegata siano condizionanti del risultato finale nella preparazione di un prodotto da forno, lievitato o non lievitato che sia.

Per meglio comprendere quanto sia condizionante il valore di viscosità di un fluido nei riguardi del suo comportamento (ad es. al contatto con altre materie) occorre aggiungere che deve distinguersi fra “viscosità assoluta” (o “viscosità dinamica”), “viscosità cinematica” e “viscosità relativa”. Inoltre è da tener presente che i valori di viscosità sono dipendenti dalla temperatura: di norma i valori di viscosità diminuiscono all'aumentare della temperatura. Peraltro, due fluidi che si crede abbiano comportamento simile perché caratterizzati ambedue da un valore molto prossimo di “viscosità assoluta (della anche “dinamica”)” ad un certo valore di temperatura, possono non comportarsi in modo simile ad altra temperatura. Pertanto lo studio di una materia grassa, ad esempio, ed il paragone con altra apparentemente simile, va eseguito studiando la mutazione dei valori di viscosità lungo tutta una serie di dati di temperatura.

La relazione “viscosità/temperatura” eseguita con appositi viscosimetri può consentire quindi di caratterizzare in modo molto più puntuale il comportamento di una materia grassa rispetto ad un'altra e metterne in luce differenze che il solo confronto di un valore di viscosità assoluta non consente di evidenziare.



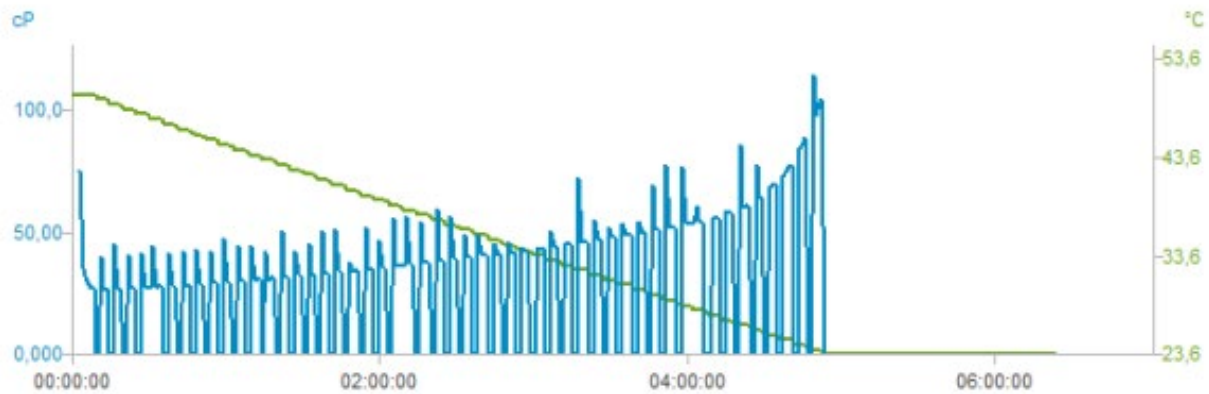
Ovvio è che differenze di viscosità fra materie fluide diverse possono non evidenziarsi attraverso misure di viscosità dinamica e mettersi in evidenza attraverso misure di viscosità cinematica o di viscosità relativa.

#### Le misure di viscosità

Poiché risulta complessa l'operazione di misura dell'attrito incontrato da una singola particella di liquido nell'atto di scorrere sulla particella adiacente, si conviene di assimilare il comportamento di una particella al comportamento di un insieme di particelle costituenti uno strato. Lo strato si deve intendere come molto sottile ed interfacciato a molti altri strati, sì che la massa fluida, in regime di assenza di turbolenza deve immaginarsi costituito da una massa lamellare.

Fase operativa 1). Con l'impiego di un viscosimetro di alta risoluzione (Visco QC Series Rotational Viscometer), adottato in "Brazzale Science Center" la determinazione della viscosità dinamica viene eseguita su burro fuso, di cui si introducono 17 g nel vano cilindrico termostato con Peltier in cui è posizionata la girante di misura. Alla temperatura di 50°C, regolata dal termostato Peltier perché possa essere ridotta fino a 20°C in 60 step da 1 minuto cad, si inizia la registrazione dei dati in cP (*centipoise*), regolando la velocità del rotore della girante sul valore costante di 10 rpm.

Fase operativa 2). Si registra il grafico prodotto dal viscosimetro, ottenendo una sequenza di barre identificative degli step di misura che consentono di individuare il valore della viscosità dinamica in corrispondenza della temperatura del burro contenuto nel vano in cui è immersa la girante. I valori di viscosità si incrementano con il decremento della temperatura. La figura seguente (figura 2) mostra il tracciato di cui sopra e parte della tabella che riporta i valori correlati di cP e di °C. Notare che il grafico si arresta in corrispondenza dell'arresto della girante di misura, condizione in cui non risulta più possibile, per la consistenza raggiunta dal burro solidificato, rilevare un valore di viscosità significativo (velocità rpm = 0). Nel caso esemplificato in figura il massimo valore di viscosità si assesta su 106,1 cP in corrispondenza di una temperatura di 23,6°C.



Vis. Din.	Velocità	Mom. torcente	Tempo di esec.	Temp.	Vis. Cin.	Vel. di Taglio	Sforzo di Taglio	Deformazione	TR	W/E
cP	rpm	%	hh:mm:ss	°C	mm <sup>2</sup> /s	1/s	N/m <sup>2</sup>	rad	%	
26,99	10,0	23,6	00:01:00	50,0	26,99	12,91	0,348	—	0,0	—
26,76	10,0	23,4	00:01:00	49,5	26,76	12,91	0,345	—	0,0	—
27,10	10,0	23,7	00:01:00	49,0	27,10	12,91	0,350	—	0,0	—
27,22	10,0	23,8	00:01:00	48,5	27,22	12,91	0,351	—	0,0	—
27,45	10,0	24,0	00:01:00	48,0	27,45	12,91	0,354	—	0,0	—
27,68	10,0	24,2	00:01:00	47,5	27,68	12,91	0,357	—	0,0	—
28,25	10,0	24,7	00:01:00	46,9	28,25	12,91	0,365	—	0,0	—
28,48	10,0	24,9	00:01:00	46,4	28,48	12,91	0,368	—	0,0	—
28,93	10,0	25,3	00:01:00	45,9	28,93	12,91	0,373	—	0,0	—
29,39	10,0	25,7	00:01:00	45,4	29,39	12,91	0,379	—	0,0	—
43,34	10,0	37,9	00:01:00	33,7	43,34	12,91	0,559	—	0,0	—
44,26	10,0	38,7	00:01:00	33,2	44,26	12,91	0,571	—	0,0	—
45,06	10,0	39,4	00:01:00	32,7	45,06	12,91	0,582	—	0,0	—
46,09	10,0	40,3	00:01:00	32,2	46,09	12,91	0,595	—	0,0	—
47,00	10,0	41,1	00:01:00	31,7	47,00	12,91	0,607	—	0,0	—
48,03	10,0	42,0	00:01:00	31,2	48,03	12,91	0,620	—	0,0	—
49,06	10,0	42,9	00:01:00	30,7	49,06	12,91	0,633	—	0,0	—
50,09	10,0	43,8	00:01:00	30,2	50,09	12,91	0,647	—	0,0	—
51,46	10,0	45,0	00:01:00	29,7	51,46	12,91	0,664	—	0,0	—
52,26	10,0	45,7	00:01:00	29,2	52,26	12,91	0,675	—	0,0	—
53,41	10,0	46,7	00:01:00	28,6	53,41	12,91	0,689	—	0,0	—
54,55	10,0	47,7	00:01:00	28,1	54,55	12,91	0,704	—	0,0	—
55,92	10,0	48,9	00:01:00	27,6	55,92	12,91	0,722	—	0,0	—
58,10	10,0	50,8	00:01:00	27,1	58,10	12,91	0,750	—	0,0	—
61,07	10,0	53,4	00:01:00	26,6	61,07	12,91	0,788	—	0,0	—
66,30	10,0	57,1	00:01:00	26,1	66,30	12,91	0,843	—	0,0	—
71,02	10,0	62,1	00:01:00	25,6	71,02	12,91	0,917	—	0,0	—
78,45	10,0	68,6	00:01:00	25,1	78,45	12,91	1,013	—	0,0	—
89,32	10,0	78,1	00:01:00	24,6	89,32	12,91	1,153	—	0,0	—
106,1	10,0	92,8	00:01:00	24,1	106,1	12,91	1,370	—	0,0	—
>>>	10,0	>>>	00:00:00	23,6	>>>	12,91	>>>	—	0,0	01
>>>	0,00	>>>	00:00:00	23,6	>>>	12,91	>>>	—	0,0	01

Figura 2

Fase operativa 3) I dati della tabella registrata dal viscosimetro (Viscosità dinamica vs Temperatura) vengono riportati su Excel ove vengono calcolati i valori di  $\Delta$  cP (maggiori – minori) e viene realizzato un grafico a linea (figura 3).

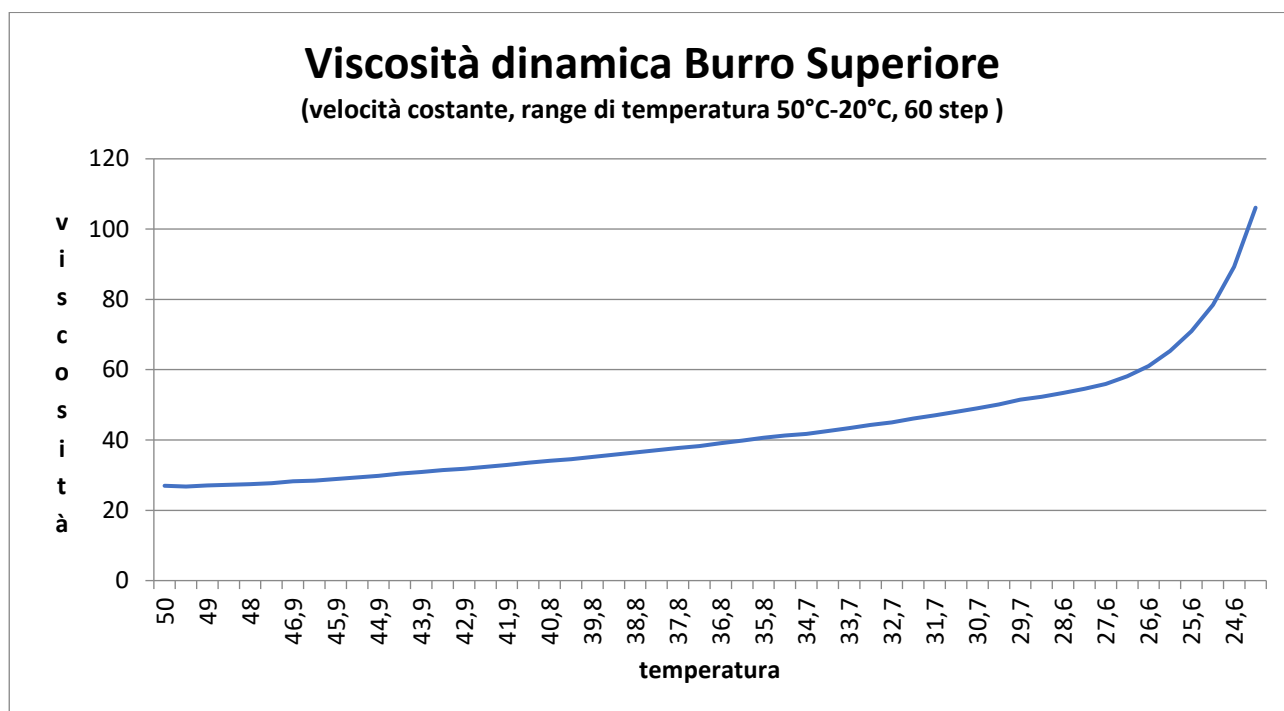


Figura 3

I valori di viscosità seguono un incremento crescente linearmente ed assimilabile ad una retta fino ad un punto in cui l'andamento di cP inizia a diventare iperbolico. Si individua tale punto della curva studiando l'andamento dei valori di  $\Delta$  cP. Nel caso descritto in questo esempio il valore di  $\Delta$  cP che individua il punto d'inizio della solidificazione è 0,92, corrispondente ad una temperatura di 33,2°C. Per individuare il punto di inizio dell'andamento iperbolico della curva e verificare che tale punto sia stato scelto correttamente, si traccia con Excel la linea di tendenza nel tratto compreso fra 50°C e la temperatura ipotizzata come quella di incipiente solidificazione IS. Si ottiene in tal modo l'equazione di una retta corrispondente alla linea di tendenza e il valore di  $R^2$  della linea di tendenza (figura 4). Si conviene di assumere come valore di IS quello che ha consentito di tracciare una linea di tendenza con valore di  $R^2$  compreso nell'intorno di 0,98.

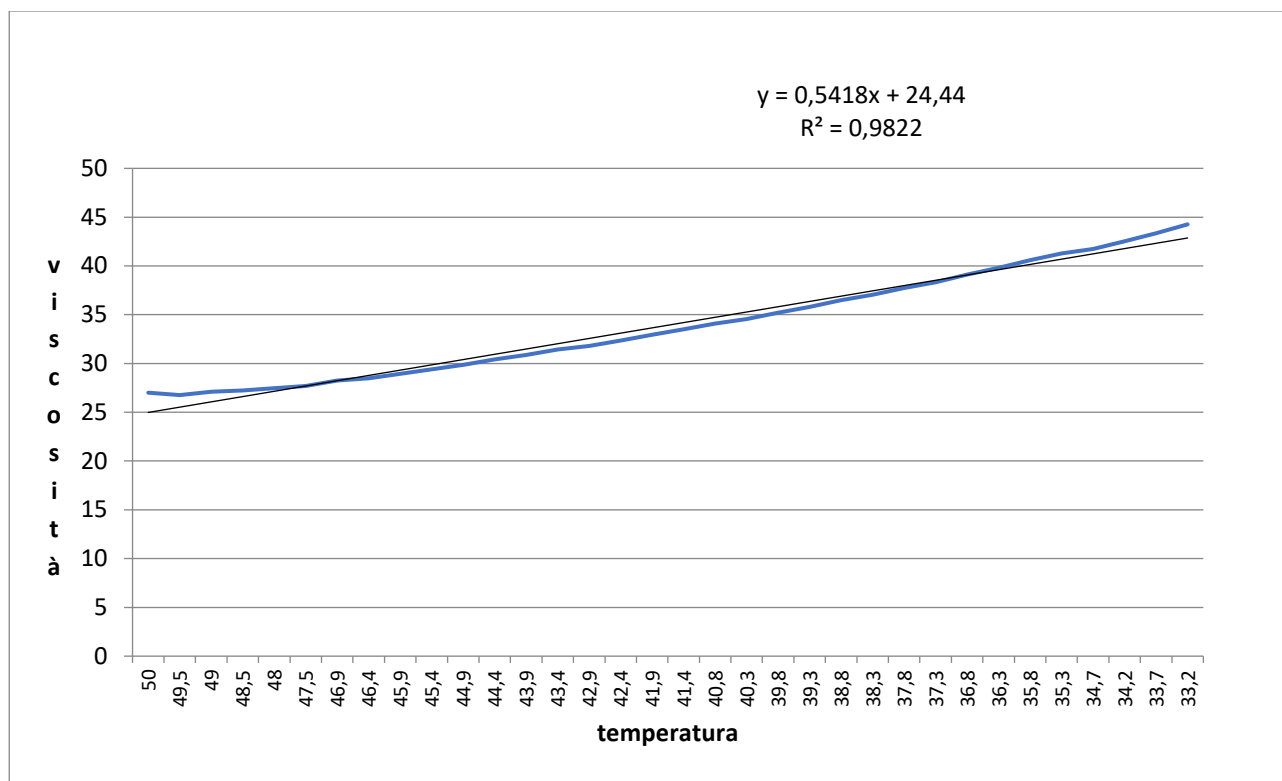


Figura 4

#### Considerazioni conclusive.

Il testo qui riportato non può essere esaustivo della generale problematica riguardante i criteri di confronto da adottare nell'esame di due o più burri, in quanto le nozioni particolari da applicare sono numerose e la loro descrizione esula dai contenuti di una news costituita da un testo da divulgare su web.

La determinazione del punto di incipiente solidificazione (IS) qui descritta è solo uno dei criteri che consentono di produrre dati desumibili dall'esame viscosimetrico e la descrizione dell'operatività serve solo da esempio per comunicare al lettore che l'applicazione di un metodo non può essere esente da un attento lavoro di interpretazione del dato.

La presente nota serve comunque a trasmettere al lettore interessato la nozione fondamentale della esistenza di una serie complessa di considerazioni analitiche da adottare da parte dell'esperto per qualificare un burro e verificare la sua attitudine all'impiego in una applicazione tecnologica di produzione. Con ciò si smitizza il significato dato troppo spesso a indici analitici e sensoriali di semplicistica concezione. Ciò a riaffermazione di quanto già sommariamente esposto nella parte introduttiva di questa nota.