

INGINERIA REOLOGICĂ A PRODUSELOR DIN CARNE

Alexandra OSELSCHI

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract. *Proprietățile structural-mecanice (reologice) ale produselor din carne nu sunt valori constante și în timpul proceselor tehnologice se pot modifica esențial în dependență de diferiți factori tehnologici ca de exemplu: temperatura, conținutul de apă, presiunea, gradul de mărunțire, durata de mărunțire, etc. În lucrare se studiază posibilitatea de a schimba proprietățile reologice în dependență de diferiți factori tehnologici pe exemplul pregătirii tocăturii din carne. Astfel, cunoașterea modificărilor parametrilor reologici la diferite etape ale fluxului tehnologic, ne permit dirijarea procesului, și chiar obținerea unor produse finite cu proprietăți prestabilite.*

Cuvinte cheie: *reologie, carne, tocătură, produs finit, parametri tehnologici.*

Introducere

Reologia inginerescă – reprezintă mecanica tehnică a corpurilor reale sau a sistemelor disperse. Bazându-se pe reologia clasică, ea verifică și studiază proprietățile produselor existente, dar și a celor noi, elaborează metoda calculului proceselor de curgere a lor în organele de lucru ale mașinilor și aparatelor, prognozează și controlează calitatea produselor în procesul de producere. Ingineria reologică ca știință, include în sine un spectru larg de întrebări, baze teoretice, diferite metode și aparate de măsură a proprietăților reologice a "materialelor" alimentare, metodici de optimizare, intensificare a proceselor tehnologice, dar și de control și dirijare a calității produselor.

Produsele alimentare sau materialul alimentar precum: materia primă, semifabricatele, produsele finite, reprezintă în mare măsură amestecuri complexe, constituite din două, trei și mai multe componente în diferite proporții. În plus, fiecare component influențează într-o măsură mai mare sau mai mică proprietățile produsului și nu este posibil de a se face abstracție de la ele sau de a nu le lua în calcul.

Produsele alimentare se disting de altele prin aceea că ele reprezintă în sine materiale de origine animală sau vegetală. În afară de aceasta, aele nu se pot păstra mult timp în forma inițială. În special aceasta se referă la produsele din carne.

Produsele alimentare, ca și alte produse, posedă un șir de proprietăți complexe, printre care grupa proprietăților fizice oferă cea mai largă interpretare despre structura produsului. Astfel, structura produsului alimentar este determinată de proprietățile structural-mecanice care sunt exprimate prin indicatori precum: elasticitatea, vâscozitatea, plasticitatea, adeziunea, etc.

În baza cercetărilor efectuate de-a lungul timpului, s-a stabilit ca majoritatea produselor alimentare, se comporta diferit sub influența forțelor exterioare. Astfel, caracterul schimbării elasticității, vâscozității și plasticității nu au dependență lineară. Cu toate acestea produsele alimentare pot posedea concomitent elasticitate, vâscozitate și plasticitate. Cu studiul acestor tipuri de materiale se ocupă anume ingineria reologică și de aceea produsele alimentare, printre care și produsele din carne, constituie obiect de studiu al ingineriei reologice.

1. Metode de analiză și aparate de măsurare a proprietăților reologice

Clasificarea metodelor de măsurare a caracteristicilor reologice. În ingineria reologică se folosesc următoarele metode de bază de cercetare: diferențială; integrală; analog și model; analiză dimensională; experimentală. De obicei, la baza stau ipotezele ce țin de felul materialului din punct de vedere macroscopic în calitate de mediu continuu deformabil, măsurile de mobilitate a particulelor carora, sunt amplitudinea și viteza de amestecare cu distribuția continuă a proprietăților fizice și de deformare. O asemenea abordare, permite să nu fie revizuite mișcările moleculare grele din corpuri și să fie folosit pentru descrierea procesului aparatul matematic de analiză, aplicat funcțiilor continue. Fiecare dintre metodele enumerate mai sus, cu excepția celei experimentale, poate fi făcută prin metode teoretico-fenomenologice și experimentale. În limitele unui studiu fiind posibilă combinarea metodelor. Reometria produselor alimentare poate fi identificată ca un set de instrumente și metode de măsurare a proprietăților reologice a materialelor, o determinare a caracteristicilor de structură, cinematice și dinamice, interacțiunea organelor de lucru a mașinilor cu produsul alimentar și determinarea schimbărilor proprietăților reologice a materialelor la realizarea proceselor de prelucrare tehnologice chimice, termice ș.a.

Pentru măsurarea proprietăților structural-mecanice a produselor alimentare se folosesc următoarele metode:

- Metoda încărcării continue. Această metodă se bazează pe măsurarea caracteristicilor materialului la aplicarea unei forțe continue.

- Metoda vitezei continue de flexiune. Aceasta metoda se bazează pe schimbarea caracteristicilor materialului la aplicarea unei forțe continue de flexiune.

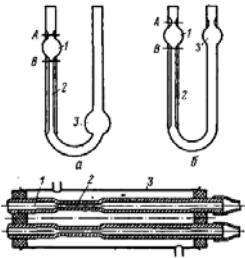
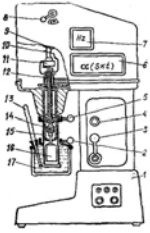
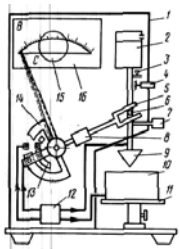
- Metoda forței de încărcare continue. Are la bază măsurarea mărimilor în timpul contactului părții mobile a aparatului cu masa neschimbată.

- Metoda energiei de deformare, bazată pe calculul suprafeței situate mai jos de curba deformării.

Indicii mărimilor măsurabile, în dependență de construcția aparatului, se pot efectua prin aplicarea metodei integrale sau diferențiale. Aparatele folosite la determinarea proprietăților structural-mecanice a produselor alimentare, se clasifică după: destinație; modul exprimării rezultatului; modul afișării rezultatului; principiul funcționalității. După principiul de acțiune, aparatele de măsurare a proprietăților de flexiune se împart în mai multe grupe care sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1

Aparate folosite pentru determinarea parametrilor reologici a produselor alimentare

Viscozimetru	Capilar	Rotational	Plastometre, penetrometre, consistometre
Imagine	 <p>Figura 1. Viscozimetru capilar a) viscozimetru Ubbelode; b) viscozimetru Ostwald; c) viscozimetru BK-4. 1,3-sferă din sticlă; 2-țevă.</p>	 <p>Figura 2. Viscozimetru rotațional „Reotest-RV” 1-corp; 2-clamă; 3-mîner; 4-indicator; 5-clamă; 6-scara aparatului; 7-aparat; 8-buton pornire/oprire; 9-arbore; 10-spirală; 11-disc; 12-arbore; 13-termometru; 14-ambreaj; 15-cilindru; 16-cilindru; 17-rezervor.</p>	 <p>Figura 3. Schema penetrometru PP-5 1-corp; 2-dempfer; 3-micro-întreținător; 4-mîner; 5-degete; 6-mîner; 7-contragreutate; 8-indentor; 9-con; 10-vas; 11-măsuță mobilă; 12-bloc de comandă; 13,14-plastin; 15-lentilă 16-scara de măsură.</p>
Mărimea calc.	Viscozitatea, Pa·s	Tensiunea de forfecare, Pa; viscozitatea efectivă, Pa·s	Tensiunea de forfecare, Pa
Formula de calcul	$\eta = K\rho\tau$ <p>unde: K-constanta aparatului; ρ-densitatea, kg/m³; τ-durata, s.</p>	$\theta_0 = K_0 m_0$ <p>unde: K₀-const. aparat.; m₀-masa încărcăt., kg. $\eta_{ef} = Km / N$ <p>unde: K-const. aparatului; m-masa încărcăt., kg; N-frecv. rot., tur/s</p> </p>	$\theta_0^p = K_p / h_p^2$ <p>unde: K-coeficientul de penetrație; h-adâncimea penetrației, m.</p>

2. Realizari si discutii

Proprietățile structural-mecanice a alimentelor nu reprezintă niște "constante" și în timpul prelucrării tehnologice se pot modifica semnificativ în dependență de diferiți factori tehnologici, de exemplu: temperatura, conținutul de apă, presiunea, gradul de mărunțire, durata de mărunțire și altele. Voi prezenta mai jos o sinteză a studiilor efectuate privind modificarea unor proprietăți structural-mecanice provocate de diferiți factori tehnologici pe exemplul procesului de preparare a tocăturii cu umplerea ulterioară a membranelor.

Influența pH-ului tocăturii. Studiul s-a efectuat în intervalul de variație a pH-ului de la 3 la 10. Cercetările au stabilit, că la valoarea pH-ului în jur de 5,0, tocătura are cea mai mare fluiditate, adică viscozitatea și tensiunea limită de forfecare au valorile cele mai mici. La schimbarea pH-ului în direcția mai mare sau mai mică de la această valoare, corespunzător minimumului de viscozitate, valoarea acestuia poate crește de 4-5 ori.

Influența temperaturii. Cercetările s-au desfășurat în intervalul de temperaturi cuprins între 2 și 35°C cu ajutorul aparatului RV-8. Ca obiect de cercetare s-au luat cremvurști rusești și salam doctorscaia. Studiul a demonstrat că ridicarea temperaturii tocăturii de la 2 la 35 °C duce la scăderea tuturor caracteristicilor reologice și anume: tensiunea limită de flexiune, vâscozitatea și vâscozitatea efectivă la viteză unitară, cu excepția ritmului de distrugere a structurii. Modificările acestor caracteristici în dependență de temperatură sunt prezentate în reogramele din fig.4.

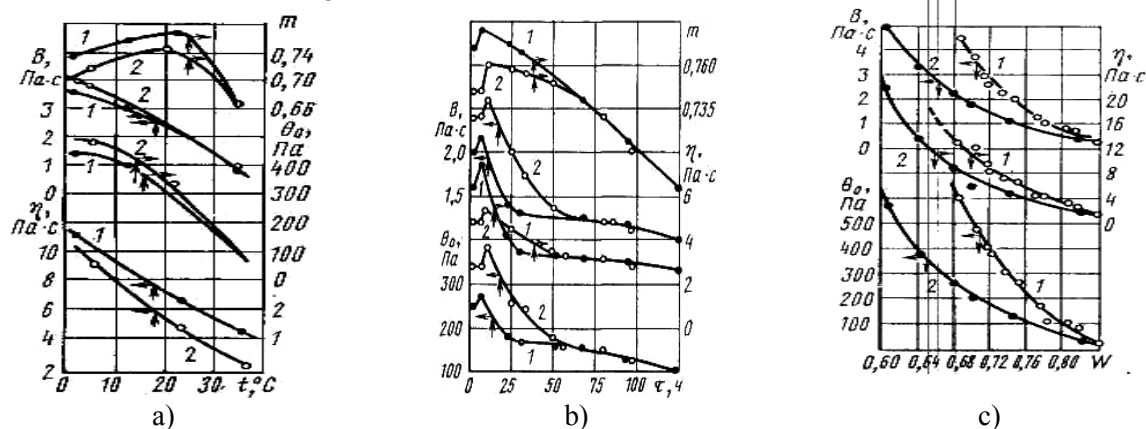


Fig.4. Dependența modificărilor proprietăților structural-mecanice a tocăturii pentru salamuri de: a- temperatură, b-umiditate, c-durata îndesării: 1 – tocătură de cremvurști rusești, 2 – tocătură de salam doctorscaia.

Influența umidității. Cercetarea s-a efectuat pe tocături la schimbarea umidității relative W de la 0,55 pînă la 0,8 kg la 1 kg de masă de tocătură neprelucrată termic. Pentru a aduce farșul la umiditatea necesară s-a adăugat apă în timpul cutterizării, sau după cutterizare, amestecînd-o cu tocătura. Cercetarea a arătat că sporirea umidității duce la reducerea semnificativă a proprietăților reologice: tensiunea limită de flexiune, vâscozitatea și vâscozitatea efectivă la viteză unitară. Rezultatele cercetării sunt prezentate în fig.4.c.

Influența duratei de îndesare. Pentru restabilirea structurii după prelucrarea mecanică, salamurile se supun îndesării, adică menținerii unui oarecare timp într-o cameră pe stilaje. Pentru a determina influența duratei de îndesare asupra caracteristicilor reologice a salamurilor sprițuite, batoanele au fost ținute la îndesat de la 0 la 125 ore. Rezultatele cercetării sunt redată în fig.4.b.

În primele 2 ore de îndesare, valoarea forței de forfecare nu s-a modificat aproape deloc. După 4-6 ore (a doua perioadă), caracteristicile de forfecare au crescut la maximum, astfel durata de 4-6 ore este critică, cînd se finisează procesul de autore stabilire a structurii. Menținerea ulterioară este însoțită de descreșterea semnificativă a tuturor caracteristicilor, adică duce la slăbirea structurii tocăturii.

Influența gradului de mărunțire. Ca obiect de cercetare a fost selectată carnea de vită de calitate superioară. Aceasta a fost mărunțită prin mașina de tocat cu sita de 3 mm de 25 de ori. Rezultatele cercetării sunt redată în fig.5.

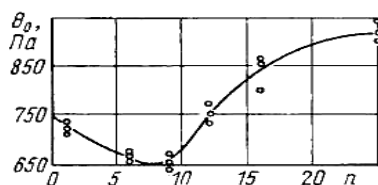


Fig.5. Influența gradului de mărunțire n asupra valorii forței de flexiune θ_0 .

Cercetarea a stabilit că cu mărirea gradului de mărunțire a tocăturii forța de flexiune limită θ_0 se modifică semnificativ. La numărul de mărunțiri n egal cu 7-8, forța de flexiune limită scăzînd atinge valoarea minimă, ulterior prin mărirea numărului de mărunțiri și spre sfîrșit, se ating valori mai mari ca cele de la început.

Influența duratei de mărunțire. Una din operațiile de bază în producerea salamurilor o reprezintă tratamentul mecanic, adică durata de mărunțire a cărnii. Durata de mărunțire a cărnii reprezintă adîncimea prelucrării tehnologice și influențează asupra formei de legare a apei și modificarea proprietăților structural-mecanice. Studiul influenței duratei de mărunțire asupra proprietăților structural-mecanice s-a efectuat prin mărunțirea cărnii la cutter timp de 25 min. Rezultatele valorilor θ_0, η, B, m , sunt reprezentate sub formă de reograme în fig.3. Din reogramă se vede că mărunțirea cărnii în primele 5 min. duce la reducerea bruscă a valorilor tuturor caracteristicilor, iar în punctul de 5 min. ating valorile minime. În continuare θ_0 și m cresc și

la durarea de mărunțire 14 min. ating vaorile maxime. Valorile B și η scad mai puțin intens și în a 14-a min ating valorile minime. Mărunțirea ulterioară, după 14 min., duce la scăderea tuturor caracteristicilor.

Influența presiunii. În producerea salamurilor sunt importante și procesele ce țin de șprițuire, dozare, formare, transportarea prin țevi, etc. Astfel, produsul este influențat de acțiunea presiunii care atinge valori de $1 \cdot 10^6$ Pa. De aceea, este necesar să se țină cont și de influența presiunii asupra proprietăților structural-mecanice a produselor. Ca obiect de cercetare s-au luat tocătură de crenvurști rusești care a fost supusă în prima serie de cercetări unei singure acțiuni de presiune, iar în a doua - la o cantitate anumită de tocătură s-au determinat proprietățile structural-mecanice la creșterea consecutivă a presiunii de la 0,1 pînă la 1 MPa. Analiza reogramelor arată că în primul caz se observa o oarecare creștere a mărimii η , cu toate că aceasta poate fi considerată ca constantă. Mărimile θ_0 , B , m în ambele serii cresc, cu toate că în a doua serie valorile lor sunt mai mici ca în prima. Plasticitatea $\varphi = \theta_0/\eta$ tocăturii în ambele cazuri rămîne constantă. Din materialul analizat se vede că factorii tehnologici enumerați au o influență esențială asupra proprietăților structural-mecanice a produselor din carne. De aceea, în timpul proceselor tehnologice, este necesar controlul lor și în caz de necesitate-corectarea lor, cu scopul de a obține produse calitative.

Concluzii

Obținerea produselor din carne de calitate superioară, este astăzi o prioritate, în condițiile în care pe piață au apărut tot mai multi aditivi și condimente, diferite adausuri cu origine și efecte dubioase. Pe de altă parte consumatorul secolului XXI este mult mai exigent și are un șir de cerințe fata de ceea ce consumă, astfel el identifică și apreciază calitatea produsului în funcție de aspect exterior, gust și textură. Cea din urmă caracteristică, fiind extrem de importantă. Totodată textura alimentului, este rezultatul respectării cerințelor instrucțiunilor tehnologice la fiecare etapă a fluxului tehnologic. Orice abatere sau deviere poate avea ca efect un rebut tehnologic mai mult sau mai puțin semnificativ. Asigurarea producerii produselor din carne de calitate se poate efectua numai prin controlul permanent al proceselor tehnologice și a calității materiei prime, semifabricatelor și produselor finite, la toate etapele fluxului tehnologic, folosind diferite metode de control. În acest sens, azi mai mult ca niciodată aspectul ce ține de controlul proceselor tehnologice este actual și foarte important. Studiile efectuate în acest sens demonstrează marile posibilități pe care le oferă ingineria reologică. Astfel, prin controlarea parametrilor reologici la diferite etape ale procesului de producere a salamurilor, putem garanta calitatea produsului finit și a texturii pe care ne-o dorim. Rezultatele cercetărilor scot în evidență anumiți parametri tehnologici optimali. Astfel pentru obținerea salamului fiert de calitate superioară, s-a demonstrat că la valoarea pH-ul egal cu 5, tocătura cărnii de bovină are fluiditatea maximă și vîscozitatea minimă. S-a stabilit, că majorarea temperaturii tocăturii de la 2 la 35°C duce la diminuarea valorii tuturor parametrilor reologici, astfel se explică necesitatea menținerii temperaturilor scăzute la cutterizare; durata îndesării optimale este de 2 ore; iar umiditatea optimală a tocăturii în jur de 5,0.

Ținînd cont de modificarea principailor parametrilor reologici: vîscozitate, elasticitate, plasticitate, flexiune, forfecare, pe parcursul procesului tehnologic, precum și controlînd și dirijînd valorile lor, putem obține produse de calitate sporită, dar și produse cu calități programate. Astfel ingineria reologică deschide posibilități de automatizare a întreg fluxului tehnologic de producere.

Bibliografie

1. Рогов И. А., "Технология мяса и мясных продуктов", Москва, "Агропромиздат" 1988.
2. Ильиных В.В., «Инженерная Реология», Кемерово, 2005.
3. Косой В.Д. Юдина С.М. Малышев А.Н. *Инженерная реология в производстве колбас*, КолосС, 2005.
4. Пирогов А. Н., Доня Д. В. , *Инженерная Реология*, Кемерово, 2004.
5. Антипова Л. В., Глотова И. А., Рогов И. А., "Методы исследования мяса и мясных продуктов", Москва, "Колос ", 2004.
6. Roudot Alainе-Claude « *Rhéologie et analyse de texture des aliments* », Ed. Tec&Doc, 2003.
7. Справочник из серий "Техника и технология месной промышленности", Москва 1978.