

INTERACTIE TUSSEN VLEESGRONDSTOFFEN BIJ DE BEREIDING VAN EEN WORSTDEEG

P.C. Moerman en B.J. Tinbergen
Instituut CIVO-Technologie TNO

Centraal Instituut voor Voedingsonderzoek TNO

Publikatie Nr. 1365-T

Samenvatting

De stabiliteit van kookworstsoorten tijdens de verhitting kan niet uitsluitend worden verklaard door waterbinding en vetemulgering. Uit het beschreven onderzoek blijkt dat het ontsluiten van de vlees-eiwitten tijdens het cutterproces en de daarbij optredende temperatuur bepalend zijn voor de stabiliteit. Nevenfactoren zijn het gedrag van rauw bindweefsel, waardoor de stabiliteit ongunstig kan worden beïnvloed en het beschadigen van vetcellen door een onjuiste behandeling van het vetweefsel.

Bij het onderzoek is verder gebleken dat het mogelijk is om de bewerkingen mengen en verkleinen, welke in de cutter plaats vinden, goed te beschrijven, zodat mogelijkheden aanwezig zijn om deze processen te beheersen.

Inleiding

Voor een goed begrip van de te bespreken interactie tussen grondstoffen is het nuttig eerst een globaal overzicht te geven van de meest voorkomende vleeswaren. Vleeswaren kan men indelen in twee grote groepen, namelijk de enkelvoudige vleeswaren (bereid vlees) die bestaan uit een losse spier, een deelstuk of een orgaan (bijvoorbeeld rookvlees, ham of lever) en de samengestelde vleeswaren (vleesbereidingen) waarbij de grondstoffen min of meer zijn verkleind. Tot deze laatste groep behoren onder andere alle worstsoorten en vleesconserven zoals luncheon meat. Het te bespreken onderwerp heeft betrekking op de kookworstsoorten (inclusief de conserven). Gemakshalve zal in het onderstaande steeds de term worst worden gebruikt, hoewel veel onderzoek slaat op produkten in bus.

De kookworstsoorten bestaan uit de volgende bestanddelen: vlees (spierweefsel), spek en vetweefsel, bindweefsel, water en hulpstoffen zoals nitrietpekelsout, meel, specerijen en dergelijke. Door variatie in samenstelling, mate van verkleining, uitwendige afmetingen en de gebruikte specerijen en andere smaakstoffen kan men een zeer grote verscheidenheid van produkten verkrijgen.

In: Uitkomst en Uitzicht; Proceedings van het Symposium
40 jaar Voedingsorganisatie TNO, Utrecht, 7-10 oktober,
1980. Wageningen, Pudoc, 1980.

115

Wanneer men de grondstoffen mengt en daarna verkleint tot de gewenste fijnheid zal men zonder meer geen stabiel produkt verkrijgen dat gepasteuriseerd of gesteriliseerd kan worden. Deze instabiliteit blijkt uit de afscheiding van vet en gelei tijdens de verhitting, de zogenaamde vet- en geleiafzet. In de loop van de tijd zijn er verschillende werkwijzen ontwikkeld die leiden tot stabiele produkten. In de praktijk wordt van deze produkten gezegd dat ze een goede "binding" bezitten.

Het doel van het beschreven onderzoek is meer inzicht te verkrijgen in de factoren die de stabiliteit van worstdegen beïnvloeden zowel ten aanzien van de interactie tussen de gebruikte grondstoffen als ten aanzien van de toegepaste werkwijzen.

Over de interactie tussen de grondstoffen bestaan diverse hypothesen, waarmee bepaalde verschijnselen meer of minder goed kunnen worden verklaard. Desondanks wordt hiermee geen verklaring gegeven van alle verschijnselen die samenhangen met de "binding" of stabiliteit van het worstdeeg.

In dit verband kan gewezen worden op het onderzoek van Hamm (1960) over het waterbindend vermogen van vlees. Hierbij werd vooral gelet op de interactie tussen (spier)eiwit, water en hulpstoffen. Een andere publicatie die veel invloed heeft gehad is die van Hansen (1960), waarin gesteld wordt dat de bereiding van worstdegen een emulgeringsproces is, waarbij alle vetdeeltjes of vetdruppeltjes omgeven worden door een dun laagje oplosbaar eiwit. De Amerikaanse term "emulsion" voor een worstdeeg is dan ook zeer gebruikelijk. Uitgaande van deze gedachte wordt het onderzoek meestal verricht met behulp van waterige extracten van vlees waarmee vet of olie wordt geëmulgeerd. De hiermee verkregen emulsies hebben een water/eiwitverhouding van circa 100 of hoger, terwijl deze verhouding voor worstdegen rond 4 ligt.

Ook ons eigen onderzoek ging in het begin van de veronderstelling uit dat een worstdeeg een emulsie is, totdat bleek dat hiermee onjuiste conclusies werden getrokken (de Fiellietaz Goethart, 1971). Naast de emulgering spelen ook andere factoren een rol omdat niet alleen het spiereiwit, dat maar voor een klein deel oplost, maar ook het onoplosbare bindweefsel en de aard van het vetweefsel van grote invloed blijken te zijn op de stabiliteit, naast andere factoren zoals pH en dergelijke.

Begrippen en onderzoeksmethoden

Voor een goed begrip is het nuttig in het kort de bereidingswijze van een kookworstsoort te beschrijven en de hierbij gebezigde vaktermen te verklaren.

Een vaak toegepaste werkwijze is de volgende:

Mager vlees wordt met water of ijs, zout en eventueel andere hulpstoffen sterk verkleind tot een homogene visceuze massa ontstaat die farce wordt genoemd. Tegenwoordig wordt zo'n farce meestal met een cutter gemaakt. Een cutter heeft snel draaiende messen in een (roterende) schotel. Deze farce wordt gemengd met de overige grondstoffen en ingrediënten en zonodig verkleind tot de gewenste deeltjesgrootte is verkregen. Het eindprodukt heet een worstdeeg. Dit deeg wordt overgebracht in een darm of bus en al dan niet na roken verhit waarbij een worst of vleeswaar in bus ontstaat.

In moderne apparatuur wordt de farce- en deegbereiding vaak in één arbeidsgang uitgevoerd.

Kenmerkend voor het cutterproces zijn de hoge messnelheden en de grote motorvermogens die worden gebruikt. Gelijktijdig met het verkleinen (en mengen) vindt dan ook een temperatuurstijging plaats. Om dat te beperken worden bijna steeds gedeeltelijk bevroren grondstoffen of ijs gebruikt. De cuttertijd is vooral bepalend voor de fijnheid of deeltjesgrootte en de farce- of deegtemperatuur voor de "binding" of stabiliteit tijdens de verhitting. Dit wordt in de volgende paragraaf nader toegelicht.

De methode die bij dit onderzoek werd toegepast was meestal de volgende: Tijdens het cutterproces werden op vooraf bepaalde tijdstippen monsters genomen van de farce en/of het worstdeeg, terwijl gelijktijdig de temperatuur werd gemeten. Hoewel de schotelvulling geen grote invloed uitoefent op de werking van de cutter is het effect toch niet geheel te verwaarlozen. De grootte van de monsters moet daarom zodanig zijn dat na beëindiging van de proef de schotel nog redelijk gevuld is; meestal was het monster kleiner dan 5% van de schotelvulling. De monsters werden overgebracht in kleine conservenbussen en na gesloten te zijn verhit op één of meerdere temperaturen. Na afkoeling, zodat het vet weer was gestold, maar de gelei nog vloeibaar was, werd het vet en de gelei afzonderlijk verzameld, gewogen en berekend als percentage van de businhoud.

Met behulp van deze methode, waarbij het in de praktijk toegepaste cutterproces zo dicht mogelijk wordt benaderd, is de invloed van een groot aantal factoren op de "binding" onderzocht. In het onderstaande worden de voornaamste factoren besproken. Daarna worden nog enkele proces-technologische aspecten van het cutterproces behandeld, namelijk het mengen en verkleinen.

Alvorens tot de bespreking over te gaan dienen er nog twee opmerkingen te worden gemaakt:

1. Het onderzoek heeft betrekking op de bereiding van worstdegen bij lage temperaturen met behulp van een farce. Deze werkwijze wordt in

de praktijk veel toegepast. Daarnaast kent men echter een andere werkwijze waarbij temperaturen boven 25°C worden toegepast. Mede door het gebruik van bepaalde hulpstoffen speelt emulgering dan wel een belangrijke rol. Deze tweede werkwijze blijft echter grotendeels buiten beschouwing.

2. De meting van de "binding" geschiedde met behulp van de vet- en/ of geleiafzet. Bij een stabiel deeg komt geen afzet voor, zodat ook geen variaties meetbaar zijn. Bij het onderzoek is daarom bewust de samenstelling zodanig gekozen dat het deeg niet geheel stabiel zou zijn, althans in het grootste gedeelte van het meetgebied.

Invloed van cuttertijd en- temperatuur

Het cutterproces blijkt meer te zijn dan snijden met ronddraaiende messen. Het is een vrij complex geheel dat nog niet volledig is doorgrond. Men kan in dit proces de volgende eenheidsbewerkingen of "unit operations" onderscheiden:

- verkleinen (snijden),
- mengen,
- verwarmen ("wrijvings"-warmte van de messen),
- "ontsluiten" van de eiwitten.

De eerste twee bewerkingen zijn van mechanische aard, deze worden later afzonderlijk besproken. De derde bewerking is slechts een gevolg van de twee eerste, maar is wel van grote betekenis, zoals uit het onderstaande blijkt.

De nadruk zal hier echter gelegd worden op de vierde bewerking, het "ontsluiten" van de eiwitten. Deze bewerking is bepalend voor de "binding". Om aan te tonen dat deze vierde bewerking van wezenlijke invloed is, het volgende:

Wanneer vlees in een cutter in bevroren toestand wordt verkleind, ontstaat een korrelige rulle massa. Na ontdooien en eventueel mengen met zout en water blijft een gehaktachtige structuur bestaan.

Indien echter vlees bij temperaturen boven 0°C wordt gecutterd, vooral bij toevoeging van zout en water, ontstaat een op het oog homogene, samenhangende massa waarin slechts weinig losse deeltjes zijn te herkennen. Bij microscopisch onderzoek blijkt dat deze massa bestaat uit een amorfe eiwitgel, waarin zich stukjes spier- en vetweefsel, losse vetcellen en weefselfragmenten bevinden. Kennelijk is dus de celinhoud grotendeels buiten de cellen getreden. Dit wordt nu aangeduid met het "ontsluiten". Deze amorfe eiwitgel omhult alle andere bestanddelen en coaguleert bij verhitting. Hierdoor worden alle andere bestanddelen gefixeerd en ingesloten. Zolang de eiwitgel intact blijft, treedt er geen vet- en/of geleiafzet van enige betekenis op.

Wanneer we het cutterproces van de farce met grove delen vlees en spek op de voet volgen verkrijgen we het volgende beeld (Fig. 1):

- in het begin neemt de stabiliteit toe met de tijd (en de temperatuur), in deze opbouwfase (I) worden de grove bestanddelen verkleind en omhuld met de eiwitgel uit de farce;
- daarna volgt een periode waarin wel verdere verkleining plaatsvindt maar de stabiliteit niet noemenswaardig verandert: de stabiele fase (II), in deze periode stijgt de temperatuur geleidelijk;
- tenslotte begint de stabiliteit af te nemen en bij deegtemperaturen van ca. 16 tot 18°C en hoger neemt de stabiliteit zo sterk af dat bij verhitting bijna een volledige ontmenging optreedt: de instabiele fase (III).

De overgang tussen fase II en III wordt voornamelijk door de temperatuur bepaald en niet door de mate van verkleining. Vandaar dat men in de praktijk meestal ijs toevoegt om langer te kunnen cutteren zonder dat de temperatuur te hoog oploopt. Het is nog niet duidelijk of deze instabiliteit optreedt door veranderingen in de eiwitgel of door een grotere kwetsbaarheid van de vetcellen. Het gedrag van het vetweefsel wordt in de volgende paragraaf besproken. Opgemerkt moet nog worden dat bij gebruik van bepaalde hulpstoffen, zoals fosfaat en natriumcaseïnaat, fase III soms niet optreedt: ondanks de stijgende temperatuur blijft de stabiliteit constant of neemt zelfs nog toe. Bij microscopische waarneming blijkt dan dat er naast insluiting van grove bestanddelen in de eiwitgel ook emulgering plaatsvindt van kleine vetdruppeltjes: emulsiefase (IV).

Het bovenstaande geldt voor de bereiding van een deeg. De cuttertijd en -temperatuur van de farce blijken een analoge invloed te hebben. Indien de farce tot een te hoge temperatuur is gecutterd blijkt de "binding" minder goed te zijn dan wanneer de temperatuur van de farce niet hoger dan 10 à 15°C is geweest. Een en ander zou erop kunnen wijzen dat het nadelige effect van de hoge temperatuur in eerste instantie gezocht moet worden in de eiwitgel.

Gedrag van het vetweefsel

De invloed van het vetweefsel is tweeledig: de hoeveelheid en de aard of voorbehandeling van het vetweefsel spelen beide een grote rol. De invloed van de hoeveelheid vet komt hierin tot uiting dat naarmate het vetgehalte toeneemt, de gehele kromme in figuur 1 naar hogere Y-waarden verschuift. Bij lage vetgehalten zal de kromme dan ook gedeeltelijk samenvallen met de X-as (0% afzet): het gebied dat in de praktijk wordt gebruikt.

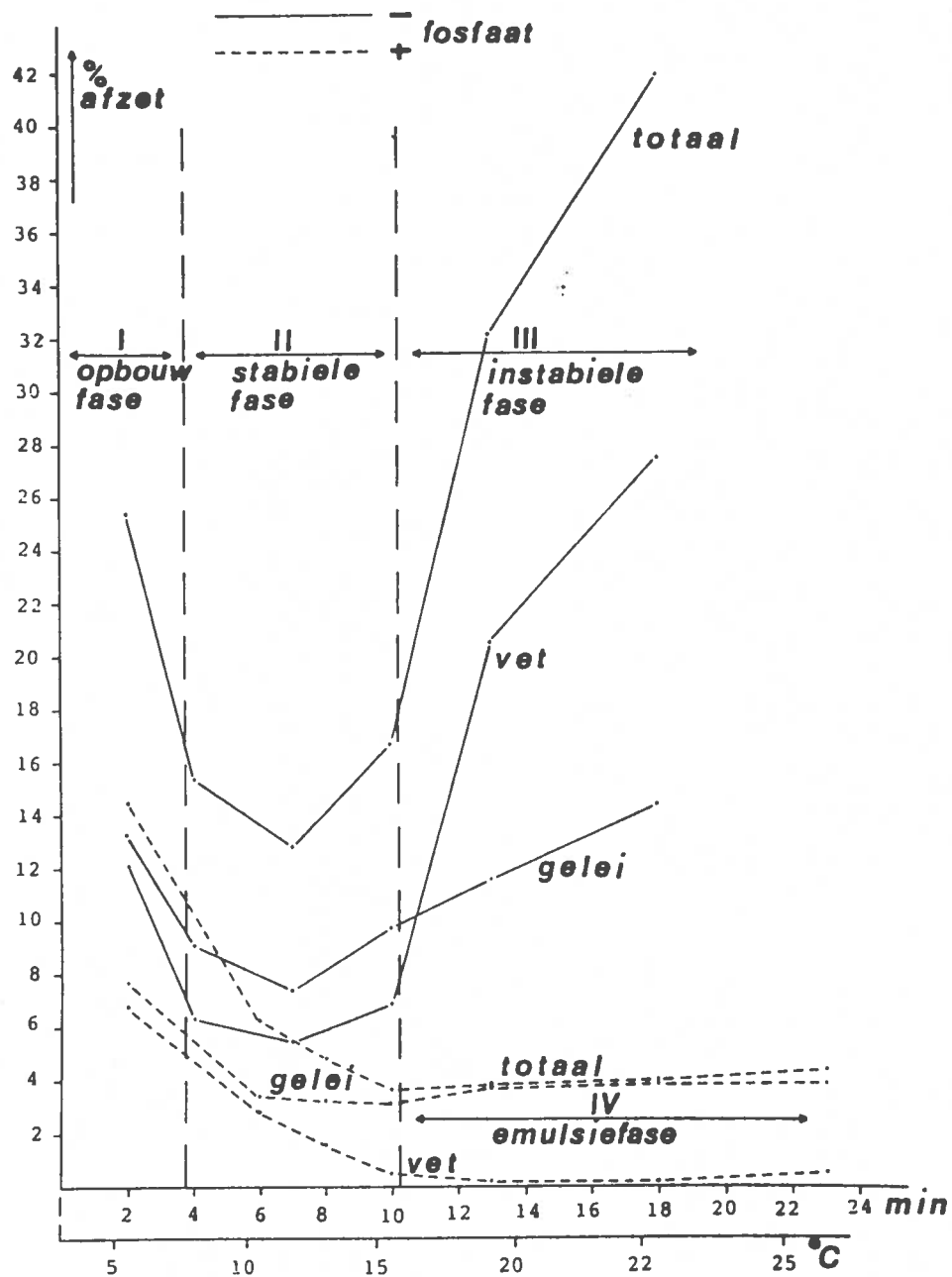


Fig. 1 Invloed van de cuttertijd en deegtemperatuur op de afzet van vet en gelei tijdens verhitting op 120°C

De aard en voorbehandeling van het vetweefsel blijkt ook een grote rol te spelen. Tinbergen & Olsman (1979) hebben aangetoond dat de hoeveelheid vetafzet samenhangt met het aantal beschadigde vetcellen. Zij deden dit door een suspensie van het worstdeeg in water bij lage temperatuur te extraheren met hexaan. Hierbij wordt alleen het vet uit beschadigde cellen geëxtraheerd. Deze hoeveelheid bleek nagenoeg gelijk te zijn aan de vetafzet na verhitting.

De kans op beschadiging is afhankelijk van de aard van het vetweefsel: rugspek met een relatief dikke celwand en kleine celinhoud geeft een stabielere produkt dan weefsels met een grote celinhoud en relatief dunne celwanden.

Ook de temperatuur waarbij het vetweefsel wordt behandeld heeft veel invloed. Bij temperaturen beneden 0°C blijkt de celwand veel sneller te worden beschadigd dan boven 0°C. Verkleinen van het spek beneden 0°C geeft dan ook meer vetafzet dan dezelfde handeling boven 0°C. Verder bleek dat het verkleinen met de wolf (gehaktmolen), vooral in bevroren toestand, veel ongunstiger was dan verkleinen met de cutter. Bij de vervorming van het vetweefsel in de worm blijken er dus meer vetcellen te worden beschadigd dan bij het snijden met de cutter.

Gedrag van het bindweefsel

Behalve spierweefsel, vetweefsel, water en hulpstoffen bevatten de meeste vleeswaren een niet te verwaarlozen hoeveelheid bindweefsel. Voor een deel is dit onlosmakelijk met het spierweefsel verbonden. Grover bindweefsel, zoals pezen en zenen kan men in principe wel verwijderen, maar dit is arbeidsintensief. Bovendien bevat vlees dat wordt gebruikt voor de worstbereiding, zoals kopvlees, schenkelvlees en dergelijke meer bindweefsel dan de duurdere vleessoorten zoals de rib, de ham en dergelijke. Bindweefsel is onoplosbaar en men zou verwachten dat hierdoor het systeem (vlees)eiwit-vet-water niet zal worden beïnvloed, dit blijkt echter wel het geval te zijn, er is een duidelijke interactie aanwezig. Ook Amerikaanse onderzoekers (Carpenter et al., 1979) kwamen tot deze conclusie.

De verklaring van de invloed van bindweefsel is gebaseerd op twee geheel verschillende waarnemingen.

1. Bij de bereiding van knakworst, waarvan het deeg zeer sterk wordt verhit, bleek het optreden van zogenaamde open kopjes en het krimpen in de lengterichting toe te nemen naarmate het bindweefselgehalte steeg. Wanneer het bindweefsel echter zorgvuldig werd uitgesorteerd en vooraf werd gekookt en daarna weer toegevoegd trad dit verschijnsel niet op.

2. Wanneer aan een worstdeeg voorverkleind bindweefsel wordt toegevoegd dan kan er tijdens de verhitting vet- en geleiafzetting ontstaan. Deze hoeveelheid is groter naarmate het bindweefsel sterker is verkleind. Wordt het bindweefsel echter voor het verkleinen gekookt, dan heeft de mate van verkleining geen invloed op de hoeveelheid vet- en geleiafzet (Fig. 2).

De verklaring hiervoor is de volgende: Evenals spiereiwit denatureert bindweefseleiwit tijdens het verhitten, maar het gedraagt zich hierbij geheel anders. In het temperatuurtraject tussen ca. 50 en ca. 60°C krimpen de bindweefselvezels sterk, boven 65°C gaat het bindweefsel zwellen (wateropname) en gaat het langzaam gedeeltelijk over in het oplosbare gelatine.

Tijdens de bereiding van de farce en het worstdeeg zal het bindweefsel fijn verdeeld worden in de massa. Door de aard van het bindweefsel zal het gedeeltelijk in de vorm van vezels uit elkaar worden geslagen en niet in de vorm van korrels. Deze vezels worden ingebed in de eiwitgel die de overige bestanddelen moet insluiten. Tijdens de verhitting, waarbij de eiwitgel tot een vaste massa coaguleert krimpen de bindweefsels en wordt de eiwitgel verstoord.

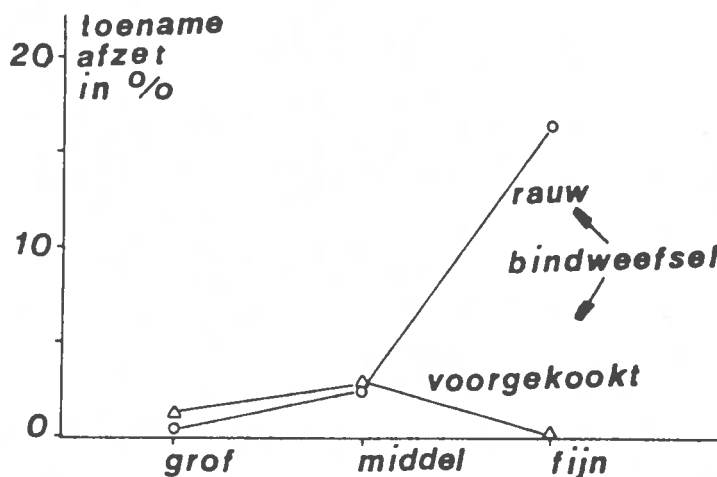


Fig. 2 Toename van de afzet door toevoeging van 10% bindweefsel dat op verschillende wijze is voorbereid

Vermoedelijk heeft dit mede tot gevolg dat ook de celwand van de vetcellen beschadigd wordt waardoor gesmolten vet kan uittreden, hetwelk door de verstoorde eiwitgel-structuur niet meer op zijn plaats wordt gehouden maar kan uittreden. Bij knakworst worden de bindweefselvezels

door het persen via een nauwe vulhoorn in de darm min of meer evenwijdig gericht. Het krimpen heeft hier het dikker en korter worden van de worstjes tengevolge waardoor de kopjes openscheuren.

Voorgekookt bindweefsel dat wordt toegevoegd zal niet meer krimpen, maar alleen onder opname van water zwellen. Hierdoor wordt eventueel niet gebonden water vastgehouden zodat het juist stabiliserend werkt.

Hulpstoffen

Niet alleen de aard van het vlees heeft invloed, ook het gebruik van hulpstoffen, met name van (poly)fosfaten, niet-vlees eiwitten, bijvoorbeeld natriumcaseïnaat, en meel.

Kort samengevat komen de effecten op het volgende neer:

- (Poly)fosfaten ($0,3\% \text{P}_2\text{O}_5$) en natriumcaseïnaat (2%) wijzigen duidelijk de vorm van de afzetkromme, omdat hierbij emulgering gaat optreden, waardoor bij hogere temperaturen de vetafzet blijft dalen in plaats van toenemen bij ca. 18°C . De geleiafzet wordt minder beïnvloed. Het niveau wordt wel lager, maar de geleiafzet daalt niet verder bij lange cuttertijden.
- Meel (4%) verandert de vorm van de afzetkromme niet, maar verschuift deze naar een lagere Y-waarde door vermindering van de geleiafzet. De vetafzet wordt slechts in zeer geringe mate beïnvloed door het meel.

Verhitting

Hoewel de verhitting van het worstdeeg geen directe invloed uitoefent op de stabiliteit, zijn de verhittingstemperaturen, en in mindere mate de duur van de verhitting, wel van invloed op de hoeveelheid vet en gelei die wordt afgescheiden. Bij verhoging van de temperatuur tijdens de verhitting verschuift de afzetkromme naar een hogere Y-waarde. De vorm van de kromme wordt daarentegen niet ingrijpend gewijzigd.

Mengen en verkleinen

Het mengen in een cutter vindt als volgt plaats:

Door de snel draaiende messen wordt materiaal uit de deegmassa opgenomen en tegen het cutterdeksel geslingerd, waarna dit weer terugvalt in de cutterschotel. Aangezien deze draait valt het materiaal op een andere

plaats terug dan het werd opgenomen. Door een speciale vorm van het deksel kan de afstand tussen opnemen en terugvallen worden vergroot, waardoor de mengende werking toeneemt.

Dankzij de beschikbare kennis uit de procestechnologie over de eenheidsbewerking "mengen", een proces dat op zeer grote schaal wordt toegepast, was het mogelijk het mengproces in een cutter goed en ook eenvoudig te beschrijven. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van het begrip menggraad (M) dat varieert van 0 (géén menging) tot 1 (volledige menging). Indien $\log(1-M)$ grafisch wordt uitgezet tegen de tijd, dan wordt een rechte lijn verkregen. De helling van deze lijn is een maat voor de mengsnelheid.

Uit het onderzoek is onder andere het volgende gebleken:

- verhoging van het toerental van de messen versnelt de menging meer dan evenredig;
- verhoging van het aantal messen kan de menging vertragen indien het deeg voor de messen wordt opgestuwd, dit komt in de praktijk veelvuldig voor;
- degen met weinig samenhang (snijworstdeeg) worden veel langzamer gemengd dan degen met veel "binding" (degen van kookworstsoorten).

Met behulp van de toegepaste methode is het mogelijk de mengende werking van cutters objectief te meten en te beschrijven. Uit een oriënterend onderzoek is gebleken dat er zich grote verschillen tussen de diverse typen kunnen voordoen.

Het verkleiningsproces in een cutter blijkt veel moeilijker te beschrijven dan het mengproces. Dit heeft verschillende oorzaken:

- de achtergrondkennis vanuit de procestechnologie is veel beperkter dan bij het mengen;
- het verkleinen wordt door meer variabelen bepaald dan het mengen;
- het verkleiningsproces bij niet bevroren vleesgrondstoffen wordt vaak in sterke mate beïnvloed door het ontstaan van "binding".

Hierdoor is het (nog) niet mogelijk om de verkleinende werking van een cutter in enkele parameters objectief vast te leggen.

Wel kunnen reeds de volgende resultaten van het onderzoek worden genoemd:

- door verhoging van de messnelheid neemt het aantal deeltjes meer dan evenredig toe;
- door vergroting van het aantal messen neemt het aantal deeltjes minder dan evenredig toe;
- scherpe messen geven een veel betere verkleining dan stompe messen;
- naarmate de afstand tussen de messen en de kom groter wordt, neemt bij eenzelfde aantal omwentelingen van de messen de gemiddelde deeltjesgrootte eerst af om na het passeren van een minimum bij nog grotere afstand weer toe te nemen;

- de extraheerbaarheid van eiwit uit vlees is reeds na een betrekkelijk korte verkleining maximaal.

Wanneer dit laatste wordt vergeleken met hetgeen eerder vermeld is, dan blijkt dat na het effectief ontsluiten van het eiwit ter verkrijging van een optimale binding een veel langere cuttertijd nodig is dan voor het verkrijgen van een maximale extraheerbaarheid. Hierbij moet er rekening mee worden gehouden, dat het extraheren zelf ook een verdere ontsluiting betekent.

Wel blijkt uit een en ander, dat het cutterproces voor worstdegen door mengen en verkleinen alleen onvoldoende wordt beschreven. Het "ontsluiten" van de eiwitten is hierbij een onmisbare aanvulling.

Literatuur

- Carpenter, J.A. et al., 1979. Relationship of collagen content to functional properties of sausage meats. Bull. Meat & Meat Prod. (Japan), 8: 35-43
- Fiellietaz Goethart, R.L. de, 1971. Determination of emulsifying properties of some non-meat proteins and the relation to sausage emulsions. Proc. 17th Meeting Eur. Meat Res. Workers, Bristol, 787-793
- Hamm, R., 1960. Biochemistry of meat hydration. Adv. in Food Res., 10: 355-463
- Hansen, 1960. Emulsion formation in finally comminuted sausage. Food Technol., 14: 565-569
- Tinbergen, B.J. & W.J. Olsman, 1979. Fat cell rupture in a comminuted meat batter as a determinative factor of heat stability. J. Food Sci., 44: 693-695