



Notat

Reduktion af procestid i forædlingsindustrien

Inspirationsguide til reduktion af procestid

20. december 2021
Proj.nr. 2008824
Version 1
Init. LNG/MT/LHHR

Lise Nersting og Louise Hededal Hofer

Baggrund

En tung omkostning i forædlingsindustrien er de lange procestider. Især temperering, saltning, varmebehandling og køling optager en stor del af det samlede procesforløb. En markant reduktion af den samlede procestid kræver enten anvendelse af mere effektive teknologier og/eller radikal nytænkning af de nuværende procestrin.

I projektet "Reduktion af procestid i forædlingsindustrien" er mulighederne for at forkorte procestiden for temperering, saltning, varmebehandling og køling af forarbejdede kødprodukter undersøgt.

I denne inspirationsguide er anbefalinger baseret på resultaterne fra projektet opsummeret. For yderligere information henvises til projektets rapporter, se sidste side.

Temperering

Traditionel temperering i kølerum er tidskrævende. Optøningen sker udefra og ind; derfor vil temperaturen på overfladen hurtigt blive højere, og der kan være risiko for mikrobiel vækst, kvalitetsforandringer og dryptab. Det er ønskeligt at opnå en hurtigere og mere homogen temperering, hvilket kan minimere dryptab og kvalitetsforandringer samt give en mere fleksibel produktion. Ved temperering med mikrobølger (MW) eller radio-bølger (RF) kan tempereringstiden reduceres til minutter. Temperering med hhv. MW og RF blev testet hos Sairem i Frankrig på brystflæsk, trimmings og skinkemusklér. Anbefalinger:

Det anbefales at anvende mikrobølger til temperering af grisekød.

Mikrobølger giver en hurtig og homogen temperering til $-4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ eller til $-2^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ på 3-10 minutter.

Der er intet dryptab eller risiko for mikrobiologisk vækst eller kvalitetsforringelser under tempereringen. Det giver mulighed for en mere fleksibel produktion og just in time-produktion.

Et kontinuerligt mikrobølgeudstyr med en kapacitet på 4.000-6.000 kg/time koster ca. 330.600 EUR (Sairem, 2019).

Temperering med radiobølger tager væsentligt længere tid (20-40 minutter) og var i forsøgene mere følsom overfor varierende produkt- og pakke-dimensioner. Radiobølger har bedre gennemtrængningsevne og kan derfor have fordele ved temperering af meget store blokke. Udstyret er ca. dobbelt så dyrt og kræver mere plads (Sairem).

Saltning bacon

Ved saltning af bacon er tumbling den proces, der tager længst tid. Det blev derfor undersøgt, om tumbling kan udelades.

Tumbling kan udelades ved produktion af bacon med en tilvækst på 15%.

Udbyttet var omkring 1-2% mindre på det ikke-tumblede bacon. Dette kan kompenseres ved at øge tilvæksten tilsvarende. Der var ikke forskel på slicabilitet, udseende og sammenhængsevne af skiverne for det tumblede og ikke-tumblede bacon. Ligeledes var ikke forskel på stegesvindet for det tumblede og ikke-tumblede bacon.

Cost-benefit

Ved at udelade tumbling kan der spares et procestrin samt den håndtering, der vil være forbundet med tumbling.

- Sparet procestid: ca. 1-2 timer afhængig af tumblingstid
- Sparet mandskab: ca. ½-1 person
- Frigivelse af tumblere

Saltning hamburgerryg

Ved saltning af hamburgerryg er dræning til den efterfølgende dag den proces, der tager længst tid. Såfremt den kan udelades, vil hamburgerryg kunne produceres på én dag på et 1-hold eller 2-holdsskift afhængig af procestiden. Dernæst er tumbling den proces, der tager mest tid. Derfor blev betydning af dræning og længde af tumblingstiden undersøgt.

Dræning kan udelades ved produktion af hamburgerryg med 30% tilvækst tilsat 0,3% fosfat og 2,4% salt.

Dræning havde ikke betydning for reduktion af kogesvindet, når der blev anvendt tumbling i 75 eller 150 min (6 RPM med ca. 88% vakuum). Sensorisk var der overordnet set ikke forskel på fasthed, tyggemodstand eller smag, ift. om hamburgerryggene var drænet eller ikke drænet.

Længden af tumblingstiden havde stort set ingen indflydelse på kogesvindet i spændet 30-225 minutters tumbling (6 RPM med ca. 88% vakuum). De sensoriske bedømmelser viste en lille tendens til, at tumbling i 30 og 75 minutter uden dræn gav lidt mere æggehvideagtig og elastisk tekstur end tumbling i hhv. 150 og 225 minutter med dræn, der gav lidt mere tør tekstur.

Lagringsforsøg med MA-pakket slicet hamburgerryg viste, at der intet dryptab var over 4 uger ved 5°C, uanset længde af dræningstiden og om der blev anvendt dræning eller ej.

Cost-benefit

Dræning

Ved at undlade dræning vil hamburgerrygge kunne produceres på én dag enten på et 1-holds- eller 2-holdsskift afhængig af længden af varmebehandling og køling.

- Sparet procestid ca. 16 timer
- Frigivelse af tumblere, hvis kødet ikke flyttes under dræning
- Undgå arbejdsproces, hvis kødet flyttes fra tumblere til kølerum under dræning

Længde af tumblingstid

Anvendes en tumblingstid over 75 minutter, bør det overvejes at reducere procestiden. Det vil give en hurtigere produktionstid og frigive plads fra tumblerne.

Varmebehandling

Ved ohmsk opvarmning sættes der strøm direkte til fødevarer, som opvarmes ved den modstand, der skabes, når strømmen løber gennem produktet. Kødpølser og sandwichskinke kan varmebehandles på under 2 minutter, og produkterne er sensorisk sammenlignelige med traditionelt varmebehandlede produkter. Processen er ikke velegnet til helmuskelprodukter, da der kræves en meget homogen saltfordeling. Ohmsk opvarmning er ekstrem energieffektiv, da der kun tabes omkring 5% af den brugte energi. Ohmsk opvarmning har stort potentiale, især indenfor farsprodukter og skrottede produkter som fx kødpølse og sandwichskinke.

Cost-benefit

Fordelene ved ohmsk varmebehandling er primært

- Markant reduktion af procestid
- Mere fleksibel produktion
- Mandskabsbesparelser
- Reducerede rengøringsomkostninger
- Frigivelse af ovnkapacitet

De store mandskabsbesparelser formodes at kunne muliggøre produktion i 2-holdsskift. Derudover forventes også fordele som:

- Færre flaskehalse og udsving i produktion ved en fuldautomatisk proces
- Tænd-/slukproces, ingen opvarmning eller eftervarme

Anlægsudgifter

Et industrielt ohmsk anlæg med en kapacitet på 1.000 kg/time anslås at koste ca. 1,5 mio. kr. (Alflow). Der vil kun være en mindre omkostning ved at få lavet faste installationer med forskellige rørdiameter, da det er strømenheden, der er omkostningstung. Implementeringsomkostningerne kendes p.t. ikke.

Miljøbetragtninger

Ohmsk opvarmning er meget energieffektiv, da der kun er et energitab på ca. 5% (Emmepiemme/Alflow). Den øgede effektivitet gør, at der opnås en reduktion på 50-60% CO₂ ved anvendelse af ohmsk opvarmning fremfor traditionel kogeskabsopvarmning.

Køling

Køling er en tidskrævende proces. Typisk køles produkter i dag ved overbrusning i kogeskab, efterfulgt af kølerumskøling. Foruden at være tidskrævende er der et stort vandspild, og for produkter med en stor diameter kan det være svært at opnå tilstrækkelig hurtig nedkøling i henhold til fødevarer sikkerhed.

Ved immersion nedsænkes fødevaren i et kølemiddel med et lavt frysepunkt som fx glykol. Under køleprocessen skabes en stor temperaturgradient fra produktets kerne, som ved processen afslutning vil have en temperatur på 30-40°C, og ud til overfladen, som vil være frossen. En efterfølgende udligning er derfor nødvendig. For at undgå, at produktet nedsænkes direkte i kølevæsken, placeres fødevaren i et tætsluttende fleksibelt foldebånd, der kører gennem kølemediet.

Produkter med en diameter på 11 cm kan køles på under 3 timer fra 75°C til 5°C ved immersionskøling i 70 minutter i -16°C glykol og udligning i kølerum i 110 minutter. Et produkt med en diameter på 6 cm kan nedkøles fra 75°C til 5°C på 56 minutter ved immersionskøling i 26 minutter i -16°C glykol og udligning i kølerum i 30 minutter.

Miljøbetragtninger

Ved immersionskøling skiftes fra et forbrug af vand til et forbrug af elektricitet. Det betyder, at der kommer et større CO₂-aftryk, men samtidig en markant besparelse af vand jf. tabel 1.

Tabel 1. Vand- og elektricitetsforbrug for traditionel vandkøling og immersionskøling med foldebånd.

	Vand	Elektricitet	Glykol	Udgift
Køleproces	[m ³ /ton]	[kWh/ton]	[kg/ton]	[kr./ton]
Traditionel	3,2	5,6	0	133
Immersion	0	27,3	0	22

Anlægsudgifter

Et industrielt immersionskøleanlæg med en kapacitet på 1.000 kg/time inklusive installation anslås at koste 1,3 mio. kr. (beregnet DMRI). Anlægsudgifterne til et flowbånd kendes ikke, men antages at være omkring 1,5-2 mio. kr.

Cost-benefit

Økonomisk set forventes immersionskøling at kunne spare 111 kr./ton ift. den traditionelle køleproces med overbrusning ved vandbesparelsen jf. tabel 1.

Der vil sandsynligvis være ekstra håndtering ved transport af produkter mellem dampovn og kølebånd, afhængig af hvor meget der kan automatiseres.

Kontinuert varmbehandling og køleproces

Det vurderes, at det er muligt at udvikle en kontinuert proces med ohmsk varmebehandling efterfulgt af immersionskøling. Det anslås, at en kødpølse (D: 6 cm) vil kunne produceres på 20-30 minutter og en topping-skinke (D: 11cm) på ca. 80 minutter, fra farsen er produceret, til produkterne er nedkølet tilstrækkeligt, til at den sidste udligning til 5°C kan forgå i kølerum.

Rapporter

Guidelines for valg af udstyr til temperering af frosset grisekød. Reduktion af procestid i forædlingsindustrien proj.nr. 2007974. Nersting, L. 16.11.2020.

Guidelines for accelereret saltning af bacon og hamburgerryg. Reduktion af procestid i forædlingsindustrien proj.nr. 2008824. Nersting L. og Hofer L.H. 15.12.2021.

Vurdering af ohmsk varmebehandling og immersionskøling som kontinuert proces samt cost-benefit og klimapåvirkninger. Reduktion af procestid i forædlingsindustrien proj.nr. 2008824. Nersting L. og Hofer L.H. 15.12.2021.

Anlægsbetragtninger for immersionskøling med glykol - version 2. Reduktion af procestid i forædlingsindustrien proj.nr. 2008824. Kilic, S. & Nielsen, L. B. 09.12.2021.