

Kjøling av restråstoff

Tom Ståle Nordtvedt, Seniorforsker SINTEF Energi AS



Kjøling av rest-råstoffet

Aktuelle varestrømmer:

- Hvitfisk restråstoff fra havfiskeflåte, kystflåte og fra prosesseringsanlegg
- Lakseråstoff fra prosesseringsbedrift/slakteri
- Pelagisk råstoff fra prosesseringsanlegg

Hver av disse varestrømmene vil ha ulike utfordringer med tanke på god kjøling.

Samtidig vil det innenfor hver av disse varestrømmene ligge produkter med helt ulike sammensetninger og muligheter for effektiv kjøling.



Foto: Nofima

Kjøling av rest-råstoffet

Når det gjelder kjøling generelt, må man ha fokus på alle ledd i kjeden. Dette innbefatter:

- Håndteringsoperasjoner
- Lagring før transport
 - På land (primært)
 - På sjø (i bevegelse)
- Transport
- Lagring etter transport (før anvendelse)
- Metode og teknologi for kjøling før/under/etter transport og lagring



Kjøling av rest-råstoffet

Kjøletekniske forsøk i forprosjektet

Det er gjennomført innledende tester av ulike metoder for konservering av råstoff gjennom en studentoppgave ved Høgskolen i Bergen, samt forsøk med gasskjøling ved bruk av CO₂ og N₂

Aktuelle kjølemetodene som er undersøkt:

- CO₂ kjøling av innmat og avskjær som mix.
- Kjøling av innmat og avskjær med slurry.
- Kjøling av innmat og avskjær med issørpe.
- Kjøling av avskjær med slurry, og kjøling av innmat med varmeveksler.

Kjøling av rest-råstoffet

Kjøling av slo med gass

Gasskjøling (CO_2) av slo ved bruk av pilotanlegg fra Yara Praxair. Blandekar med mikser for omrøring, og to tidsstyrte injeksjonsdyser for gassen. CO_2 gassen ble matet inn støtvis. Det ble ikke registrert isdannelse i produktet eller rundt dysene.

Gasskjøling ($\text{CO}_2 + \text{N}_2$) av slo ved bruk av tilpasset tank fra AGA/LindeGas Innledningsvis med kjøling av vann, før slo ble forsøkt nedkjølt.

En spesielt utviklet dyse; LiX shooter valve kan være aktuell for kjøling av flytende restråstoff. Det var ikke mulig å installere dette til forsøket, i stedet ble det benyttet to ulike løsninger basert på rør (klemt og med hull).

Utfordring med lokal frysing av produktet rundt dysene, samt at gassen gikk i kanaler opp gjennom produktet og ut i tanken.

Nødvendig med mekanisk røring, samt tilsats av gass som puls (hindre frysing).



Kjøling av rest-råstoffet

Videre aktivitet: Kjøling av slo med gass

Flytende gass har en svært høy kjøleeffekt, og det vil være nødvendig å tilføre gassen gjennom pulsering for å hindre frysing.

Både Praxair og AGA har løsninger der gass pulses inn i flytende produkter, og det vil være sentralt at det i videre arbeid blir utført forsøk med puls-dyser, og optimal pulstid/pause av gassen gjennom dysene.

Optimal mekanisk røring av produktet i tillegg til sirkulasjon fra gasstrykket. Utforming av dette i industrielle tanker, samt kombinasjonen gasdyser og røreverk må undersøkes.

Viskositeten er nok den viktigste produktfaktoren for å få god fordeling av kulden i det flytende produktet. Det er muligheter å manipulere viskositeten ved tilsats av vann og eller olje. Spesielt viktig vil dette være ved eventuell kverning av hode og rygg.

Kostnadene ved bruk av gasskjøling er kjent for relativt lave investeringskostnad, men med høyere driftskostnad. Beregninger av kostnadene industriell kjøling av slo må kartlegges avhengig av hvilke løsninger som synes mest optimal.

Kjøling av rest-råstoffet

Kjøling av hoder og rygg med gass

Å benytte gass til kjøling av hele hoder og rygg synes å være en mindre god løsning. Det vil være fare for frysing på overflaten, mens kjernen fortsatt vil ha høy temperatur.

Det vil være nødvendig å kverne hode og rygg før gasskjøling av. Denne massen har mye høyere viskositet enn slo.

Forsøk er utført med bruk av Yara Praxair sitt utstyr der gass blåses direkte inn på det kvernede produktet under mekanisk røring. Forsøkene viste overraskende at gassbehovet var lavere enn ved kjøling av slo. En årsak til dette kan være at gassen blir "låst" inne under produktet pga. den høye viskositeten, og at gassen dermed får bedre tid til å avgi kuldekapasiteten.

Videre aktivitet: Kjøling av hoder og rygg med gass

Det er kan kuldeteknisk sett være verdt å se nærmere på denne løsningen, spesielt i større skala for å se om den effektive nedkjølingen fortsatt gjelder etter oppskalering.



Kjøling av rest-råstoffet

Kjøling av slo med bruk av varmevekslere

Til å kjøle flytende innmat kan det være aktuelt å bruke varmevekslere, der produktet strømmer gjennom en varmeveksler og avkjøles. Kjølingen kan skje ved bruk av direkte ekspansjon av kuldemedium eller mot en glykolkrets som er knytte til et kjøleanlegg.

Videre aktivitet: Kjøling av slo med bruk av varmevekslere

Dimensjonering av kuldeanlegg, samt design av varmevekslere (flere typer kan være aktuelle) står sentralt for å gi optimale system. Det er usikkerhet knyttet til varmeovergangen gjennom veksleren, i tillegg til muligheter for strømningsproblemer (viskositet). Slike vekslere kan være plasskrevende, og det vil være nødvendig med gode løsninger for rengjøring.

Kjøling av rest-råstoffet

Kjøling med flakis

Ved kjøling av flytende slo vil det være nødvendig at innblanding av is skjer med omrøring for å sikre rask og jevn kjøling. Forsøk viste at 13 % is innblandet var tilstrekkelig for å få temperaturen tilstrekkelig før all isen var smeltet. Temperaturen gikk relativt raskt ned, men med denne metoden vil vanninnholdet i produktet øke.

Ved kjøling av hele hoder og rygg, kan metoden være aktuell

Videre aktivitet: Kjøling med flakis

Alle slakteriene har normalt god tilgang på flakis gjennom egne ismaskiner, og det er derfor viktig å få undersøkt kjøleeffekten ved bruk av flakis både for slo og ikke minst hele hoder og rygg.

Se på løsninger hvordan isen skal transporteres fra ismaskinen og til nedkjølingstank da dette erfaringsmessig kan være en driftsmessig utfordring, da flakis har lett for å "klumpe".



Kjøling av rest-råstoffet

Kjøling av innmat og avskjær med issørpe/slurry

En variant av kjøling med is er bruk av issørpe, små ispartikler blandet i vann. Når andelen væske er minst 30 % så er sørpen godt pumpbar, og kan nyttes som kjølemedia enten direkte på eller indirekte i produktet.

De små ispartiklene smelter raskere enn flakis og gir mer effektiv kjøling. Den flytende konsistensen sørger for god kontakt med produktet. Kjøleeffekten kan forbedres ved bruk av saltvann som gir et lavere frysepunkt for blandingen (slurry). Temperaturen til isslurry av sjøvann vil være avhengig av saltkonsentrasjonen.

Ved bruk av slurry direkte i innmat for å kjøle, vil salt i seg selv kunne skape noen problemer i prosessen. En bivirkning er økning av salt i ferdigprodukt, samt gropkorrosjon på rustfritt utstyr ved temp over 40°C.



Kjøling av rest-råstoffet

Videre aktivitet: Kjøling av innmat og avskjær med issørpe/slurry

Issørpe og slurry har svært gode kjøleegenskaper og bør studeres nærmere.

Et forslag til kjøling av slo er å dosere issørpe inn i råstoffet på linjen mellom slakteri og lagertank. Det antas at strømmingene i røret vil gi god nok omrøring til at isen er smeltet når den kommer til lagringstanken.

Biomega tester ut en slik løsning på Sotra der en slurrymaskin er installert. Denne produserer isslurry som lagres på tank med omrøring. Derfra doseres slurryen inn på linjen ved behov.

Denne metoden har en fordel ved at man unngår kverning av avskjæret og dermed reduserer oksidasjonen. Metoden er allerede i bruk ved slakteriene, men kjølingen stoppes ved 4°C da dette er tilstrekkelig for å imøtekomme Mattilsynets krav.

Saltvannet siles av, men det er unngåelig at noe salt kommer med videre. Det vil også bli en liten vektøkning som følge av vannopptak.

Takk for oppmerksomheten

tom.s.nordtvedt@sintef.no