

Fremtidens fiskeopdræt gøres grønnere

Baseret på erhvervs-ph.d. projektet: Sikring af Teknisk Produktkvalitet ved Energieffektiv Varmlufttørring af Ekstruderet Fiskefoder

Selvfølgelig har vi en moralsk forpligtelse til at værne om tilbageværende naturressourcer og efterlade planeten i bedst mulige forfatning til vore efterkommere. I det lys synes det én af dette århundreders største udfordringer at brødføde verdens støt stigende befolkning. Emissionen af drivhusgasser skal nedbringes og klimaforandringerne bremses. Meningsdannere, politiske ledere og klimaorganisationer påpeger at omlægningen til et fossilfrit samfund faktisk burde være sket i går. Vi har efterhånden hørt sangen, og vi har endog givet den et 'like' på Facebook. I mellemtiden står vi i venteposition, indtil lovgivere, forskere og erhvervsliv sammen virkeliggør frembruddet af en reel ny og grøn æra. Indtil den dag kommer må den etablerede industri kigge indad. Kravene til kulstofemission og produktkvalitet skærpes og som knapheden på fossile brændsler tager til er det forventeligt at driftsomkostningerne vil stige. Vækst og avance på bundlinjen må derfor afstedkommes gennem effektivisering af eksisterende processer, herunder øget energieffektivitet og mindre spild. Disse målsætninger knytter sig til givetvis til mange industrier – én af disse er produktion af ekstruderet fiskefoder til opdrætsfisk.

Akvakultur er den hurtigst voksende fødevarer producerende sektor i verden. Verdensbanken forudser at produktionen af opdrætsfisk vil vedholde væksten frem mod 2030 – og som én af få fødevarerproducerende sektorer vil denne endog overgå tilvæksten i verdenspopulationen. I 2013 blev der produceret 80 mio. tons ekstruderet fiskefoder til hav- og dambrug verden over. Naturligt nok fordeles foderet i vandet ved fodring af fiskene. En del af foderet vil være blevet til smuld eller mindre brudstykker under transporten. Dette bliver ikke spist af fiskene – i stedet øger det opdrætters driftsudgifter såvel som den miljømæssige påvirkning af de omkringliggende vandmiljøer. Særligt ved opdræt af laks er omkostningerne til proteinrige foderpiller høje. Samtidig er opdrætsstætheden ofte høj, og vandudskiftningen er moderat i de norske, skotske og chilenske fjorde hvor laksehavbrugene bl.a. kan findes. Foderet til kommercielle havbrug (til bl.a. laks) håndteres i bulk og fordeles i burene fra såkaldte foderflåder gennem slanger med trykluft. Af de i alt 7 mio. tons laksefoder der produceres årligt anslås det at op imod 1,2 % udledes til omsluttende havmiljøer som forurening. Dette svarer til 84.000 tons organisk materiale og et tab på ca. 220 mio. DKK for producenterne. Kvalitetskrav til holdbarheden for store proteinrige foderpiller er derfor høj og producenter verden over forsøger hele tiden at optimere kvaliteten gennem justering af parametre i produktionsprocessen.

Produktionen af ekstruderet fiskefoder foregår ved at råvarerne formales, blandes og koges under tryk i en såkaldt ekstruder. Når pillerne forlader ekstruderen ekspanderer de pga. trykforskellen. Herved bliver de cylindriske foderpiller porøse og opnår et vandindhold på ca. 22-27 %. I næste processtrin tørres pillerne i varm luft til et vandindhold på ca. 6 – 10 %. Vandet er nu fordampet fra porerne så olie kan tilsættes den tørre pille. Endelig køles pillerne inden pakning, lagring og transport. Tørreprocessen står for ca. 50 % af energiforbruget ved produktion af ekstruderet fiskefoder. Fiskefoderpiller tørres industrielt ofte i store bæltetørrere hvor foderet ligger i et lag på fx 15 – 30 cm hvor den varme luft strømmer op/ned gennem tørrelaget. Ofte har tørrerne 2-4 forskellige bånd oven på hinanden så foderet falder ned gennem tørreren, fra ét bånd til det næste. Lagtykkelsen varierer ofte fra bånd til bånd, og derudover er tørreren inddelt i 2-6 forskellige tørrezoner hvor temperatur, fugtighed og lufthastighed kan variere. Mængden af parametre i tørreprocessen bliver derfor hurtig uoverskuelig, og indstillinger efterlades derfor i praksis som de stod da

tørreeren blev installeret. Dette skyldes især en udbredt accept af, at tørreprocessen har stor indvirkning på den færdige foderpilles holdbarhed. Der hersker derfor ofte en tilbageholdenhed hos producenterne i forhold til at søsætte tiltag der skal sænke det høje energiforbrug i tørreprocessen, i frygt for at dette kan forringe kvaliteten. Mange produktionslinjer producerer over 10 ton i timen – de økonomiske konsekvenser kan derfor hurtigt blive uoverskuelige hvis et initiativ til at reducere energiforbruget blot ender ud i forringet kvalitet.

I 2012 søsatte Graintec A/S i Vejle og Centre for Smart Energy Solutions hos Syddansk Universitet i Odense i samarbejde et erhvervs-PhD projekt der skulle adressere denne udfordring: At optimere energieffektiviteten i tørreprocessen, og samtidig bevare den tekniske kvalitet, og i særdeleshed den mekaniske holdbarhed, af de ekstruderede fiskefoderpiller.

Forskningsprojektet fik derfor indledningsvist to separate faser der hver især knytter sig til tørreprocessen.

- Forudsigelsen af energiforbruget i tørreprocessen. Denne del er en matematisk model af tørringen der forudsiger hvordan temperatur og vandindhold udvikler sig over tid på tværs af den enkelte pille, samt i hver enkelt pille der ligger i forskellig højde i af tørrelaget
- Forudsigelsen af hvordan de forskellige parametre i tørreprocessen påvirker den mekaniske holdbarhed af foderet. En del af denne opgave er at finde de mekaniske egenskaber i en fiskefoderpille der giver en god kvalitet.

Det er en vanskelig opgave at inkludere hensyn til foderets kvalitet i en matematisk model af den simple årsag, at det er svært at kvantificere kvalitet og endnu sværere at kæde dette sammen med pillernes strukturelle beskaffenhed og indstillingerne i tørreeren. Det har derfor været nødvendigt at slutte sig til en række mulige årsagssammenhænge. Altså, hvordan forskellige tørreindstillinger vil medføre givne kemiske eller fysiske processer, der igen vil resultere i nogle strukturelle og mekaniske egenskaber af pillerne, som vi i sidste ende kan finde kvaliteten af. Bedømmelsen af kvalitet sker i industrien oftest ved fx at trykke på dem og måle brudstyrken, eller at måle mængden af smuld efter pillerne har opholdt sig i en roterende kasse i noget tid. Et tilbagevendende problem har været, at skridtet tilbage til betydningen af tørreindstillingerne er for stort til, at man kan kvantificere og forudsige deres individuelle betydning i en model.

På en tørre-konference i Kina blev det præsenteret hvordan man i fødevarerbranchen ofte bruger såkaldte teksturprofilanalyser for at bedømme fx sprødhed af æbler, mundfylde af rødbeder eller modenhed af mangoer, efter forskellige indstillinger i tørreprocessen. Ved at overføre denne teknik til fiskefoder er det lykkedes at nuancere strukturelle forhold i foderet, samt at identificere sammenhængen mellem foderets holdbarhed samt de strukturmekaniske egenskaber der er vigtige for at opnå høj holdbarhed.

Det blev fundet at ekstruderet fiskefoder skal have en såkaldt stiv viskoelastisk karakter for at have en høj mekanisk holdbarhed. På denne baggrund er tørreparametrenes indflydelse på foderets strukturelle kvalitet og mekaniske holdbarhed undersøgt i regi af den såkaldte glasovergangsproces for viskoelastiske biopolymerer. Denne beskriver om produktet findes i en 'gummiagtig' eller i en 'glasagtig' fase, til kombinationer af forskellige temperaturer og vandindhold. Det er fundet i projektet, at foderpillernes viskoelastiske karakter øges, når de tørres i en mobil 'gummiagtig' fase. Dette fremmer således også krympning og reducerer trækspændinger på pillens overflade. Det blev i denne kontekst også fundet, at høj temperatur, høj fugtighed og høj lufthastighed hver især øger den mekaniske holdbarhed. Disse interagerer dog således, at én parameter med høj værdi kan gøre effekten af at have høje værdier for de to øvrige parametre overflødig.

Den udviklede matematiske model af tørreprocessen muliggør forudsigelse samt optimering af den opnåede energieffektivitet; øvrigt output fra modellen er tidsligt og rumligt vandindhold og temperatur for en pille placeret et givent sted i tørrelaget. Disse detaljer kan benyttes til en endelig vurdering af foderets mekaniske holdbarhed, hvorved sammensmeltning af de to faser i projektet sker. Et endelig kvalitetsestimat er udviklet på baggrund af disse detaljer for pillerne. Dette inkluderer som den væsentligste parameter pillernes minimumtemperatur ved den fordampningsafkøling der finder sted ved tørringens start. Det udviklede kvalitetsestimat blev fundet at være signifikant i kontekst af at forudsige mekanisk holdbarhed af foderet, og var i stand til forklare 44 % af den total varians i mekanisk holdbarhed, målt over 54 tørreforsøg.

Det blev fundet eksperimentelt at den mekaniske holdbarhed af foderpillerne kunne øges ved at tilpasse tørreparametrene således at foderet fortrinsvist tørres i den mobile, 'gummiagtige' fase, dvs. hvor transitionen til den glasagtige fase udsættes. I praksis betyder dette også at når pillerne forlader ekstruderen og sendes til tørreren skal der benyttes høj lufthastighed, høj temperatur og høj fugtighed for at undgå at glasovergang indtræder i de våde piller som følge af fordampningsafkøling. Dette gælder således både for tørrens første tørrezoner, såvel som for den transportproces der benyttes forinden tørreren – mange af disse transportprocesser er ikke designet til at tage hensyn til dette, hvilket foranlediger et re-design af transportprocessen fra ekstruder til tørrer i ekstruderet fiskefoderproduktion.

Den udviklede model danner udgangspunkt for et multiobjektivt model-prædiktivt værktøj til aktivt at kunne styre tørreprocessen således at energieffektiviteten øges under tørrebetingelser der ikke kompromitterer foderets holdbarhed – dvs. at der ikke sker glasovergang på utilsigtet tidspunkt. Mængden af smuld kunne reduceres med 30-65 % ved at vælge tørreparametre der giver de ønskede mekaniske egenskaber, ved en sen glasovergang i pillerne, i forhold til tørrebetingelser hvor glasovergangen skete på et tidligt tidspunkt.