



Rapport

Udnyttelse af detaljeret råvareviden

WP3. Optimering af råvarebrug til kødprodukter

Status for 2016

Chris Claudi-Magnussen

19. januar 2017
Proj.nr. 2004279
Version 1

Indledning

Råvaren er den største omkostning i fremstillingen af svinekød og forædlede kødprodukter til de globale markeder. Det er derfor vigtigt med teknologier og metoder, der kan bidrage til, at råvarerne bruges optimalt. De billigste råvarer skal anvendes samtidig med at det sikres, at det færdige produkt lever op til kvalitetskravene.

Som en del af projektet *Udnyttelse af detaljeret råvareviden* udvikler DMRI værktøjer til at optimere råvareanvendelsen til farsprodukter – det vil sige kødprodukter baseret på en fars blandet af kødråvarer, hjælpestoffer, krydderier, vand m.m. og hvor flere alternative (kød)råvarer potentielt kan anvendes. Da de alternative råvarer kan have forskellige egenskaber (indhold af protein, fedt, vand, kollagen osv.), have forskellige priser og være tilgængelige i forskellige mængder, så er det ikke altid helt let at foretage det økonomisk set optimale valg af råvarer samtidig med, at slutproduktets kvalitet sikres.

Formålet er derfor at udvikle generiske metoder og operationelle værktøjer til optimeringsproblemer for råvarevalg til farsprodukter. Arbejdet baseres på 1-2 cases / farsprodukter med tilhørende produktkrav. Arbejdet koordineres med en følgegruppe med repræsentanter fra den danske kødbranche.

Arbejdet gennemføres i 2016 – 2017.

Matematisk optimeringsværktøj

I 2016 er rammerne for et matematisk værktøj til optimering af valget af råvarer til kødprodukter opbygget. Værktøjet er implementeret i softwaren GAMS (General Algebraic Modelling System), som kan anvendes til mange forskellige typer af optimeringsopgaver.

I værktøjet beskrives alle de råvarer, som potentielt kan anvendes til et givet produkt. Hver råvares indhold af fedt, protein, kollagen, pigment, vand osv. kan angives. Også andre egenskaber som fedtets jodtal kan angives. Det er ikke kun kødråvarerne, som beskrives. Hjælpestoffer som sojaprotein, mel og diverse

salte og krydderier kan også medtages. Generelt er værktøjet meget fleksibelt og nye råvarer og nye egenskaber ved råvarerne kan let medtages.

Formålet med optimeringsværktøjet er at vælge hvilke råvarer, der skal anvendes og i hvilke mængder. Valget sker blandt andet på baggrund af råvarepriser og hensynet til det færdige produkts kvalitet.

Råvarepriser og salgspris

Når man skal finde det optimale råvarevalg til et givet produkt, baseres valget på økonomien – det vil sige den samlede salgsværdi minus de samlede råvareomkostninger. Man angiver det færdige produkts salgspris og indkøbsprisen på hver af de råvarer, som potentielt kan indgå. Råvarepriser varierer med tiden og derfor kan man opleve, at det optimale råvarevalg ændrer sig med tiden. Hvis det ønskes vil produktionsomkostninger også kunne medtages.

Begrænsninger og produktkvalitet

Råvarevalget er selvfølgelig ikke kun baseret på råvarepriserne. En grillpølse, en kødpølse og en spegepølse har hver især nogle særlige egenskaber, som gør dem til netop det produkt. Dette beskrives i optimeringsværktøjet som "begrænsninger". Det kan f.eks. være, at fedtindholdet i produktet ikke må overskride x %, at proteinindholdet skal være over y % og at andelen af kødråvarer skal være mindst z %. Det kan også være, at mængden af diverse salte og krydderier skal have en fastlagt størrelse. Andre begrænsninger kan være, at en bestemt råvare højst må udgøre en bestemt andel af produktet og at forholdet mellem f.eks. fedt og protein skal ligge i et bestemt interval osv.

Afhængig af produktet kan der være varierende begrænsninger, men det er klart, at jo flere begrænsninger man lægger ind des mindre bliver "spillerummet" for optimeringen. I yderste konsekvens kan man have lagt så mange og stramme begrænsninger ind, at man altid får samme resultat (råvarevalg) uanset f.eks. råvareprisernes variation.

Variation i råvareegenskaber

I første omgang blev der arbejdet med, at råvarernes egenskaber (fedtindhold, proteinindhold osv.) har en given størrelse, men som alt biologisk materiale er disse størrelser kun et gennemsnit. Der er altid en vis variation for hver råvare og egenskab. Der er tidligere gennemført arbejde, som har bekræftet gennemsnit og spredning af egenskaber for en lang række svinekødsråvarer (råvare-databasen). Optimeringsværktøjet er derfor udvidet til at kunne håndtere gennemsnit og *spredning* på råvareegenskaberne.

Håndtering af usikkerheder og variation

Som beskrevet ovenfor er nogle tal (f.eks. råvareegenskaberne) i optimeringsværktøjet ikke 100 % sikre. Optimeringsværktøjet skal kunne håndtere sådanne usikkerheder. Der er arbejdet med to eksempler på dette:

a. Usikkerhed på færdigvarens kvalitet

Lad os sige, at vores produkt ikke må indeholde mere end 21 % fedt. Hvis vi kender alle vores mulige råvarers fedtindhold helt præcist, så er det ikke svært at beregne produktets fedtindhold ved forskellige blandinger af råvarer og så kan vi i vores optimering sikre, at vi ikke kommer over 21 %. Ofte kender vi imidlertid ikke det enkelte råvarepartis (batch) præcise fedtindhold. Der er en vis biologisk variation. Men hvis der på forhånd er gennemført undersøgelser af hvordan denne variation er, så ved vi hvad *gennemsnittet* og *spredningen* er for fedtindholdet for hver råvare. Det kan vi bruge til at beregne *sandsynligheden* for at produktets fedtindhold overskrider de 21 %. Der er udviklet en metode hvor man angiver hvor stor en sandsynlighed (risiko) for at fedtindholdet overstiger 21 %, man kan leve med. Det kunne f.eks. være 1 promille – det vil sige, at vi kan leve med, at 1 ud af 1000 produktioner får for højt fedtindhold. Optimeringen tager så hensyn til dette ved valget af råvarer. Hvis man ikke kan leve med 1 promilles sandsynlighed, så må man stramme kravet, men så er der selvfølgelig risiko for, at økonomien bliver lidt dårligere.

Metoden kan relativt let udvides til f.eks. at fedtindholdet skal ligge i et bestemt interval med en bestemt sandsynlighed – og selvfølgelig også til andre produkt-egenskaber. Bemærk at når der er usikkerhed på råvarernes fedtindhold, så giver det ikke mening at sige, at produktets fedtindhold *skal være præcis 21 %*. Der vil altid være en vis usikkerhed.

b. Usikkerhed på modeller for færdigvarekvalitet

Lad os antage, at forholdet mellem fedt- og proteinindholdet i farsen har betydning for om der sker en kvalitetsforringelse – f.eks. fedtudskillelse. Og lad os antage, at der er foretaget en række produktionsforsøg, som har vist, at hvis fedt-protein-forholdet er større en 2, så sker der fedtudskillelse:

Fedtudskillelse hvis fedtprocent > 2 x proteinprocent

Men som med alt biologisk materiale, så kan man måske i nogle tilfælde være heldig ikke at få fedtudskillelse selvom fedt-protein-forholdet er lidt større end 2 og man kan også nogle gange være uheldig at få fedtudskillelse selvom fedt-protein-forholdet er lidt mindre end 2. Tallet 2 er således behæftet med en vis *usikkerhed*. Hvis man har gennemført mange produktionsforsøg, kan man få et indtryk af denne usikkerhed. Ligesom med råvarernes fedtindhold kan man udtrykke usikkerheden som en *spredning* på tallet 2. Spredningen kan f.eks. være 0,5 og modellen for fedtudskillelse kan så skrives sådan her:

Fedtudskillelse hvis fedtprocent > 2(±0,5) x proteinprocent

Usikkerheden betyder, at der altid er en vis risiko (sandsynlighed) for at få fedtudskillelse men jo mindre fedt-protein-forholdet er des mindre er sandsynligheden. Man kan beslutte hvor stor en sandsynlighed for

fedtudskillelse, man vil acceptere og indlægge det som en begrænsning (som i punkt a). Men man kan også lade en økonomisk optimering afgøre hvor stor sandsynligheden skal være. Det kræver, at man beskriver de økonomiske konsekvenser af, at et parti får fedtudskillelse. Den simpleste måde at gøre det på er at angive en værdi (salgspris) for produktet uden fedtudskillelse og en værdi for produktet hvis der er fedtudskillelse. Den sidstnævnte værdi er selvfølgelig typisk mindre end den førstnævnte og den kan være så lille som 0 eller måske endda negativ hvis det koster penge at bortskaffe produktet med fedtudskillelse. Optimeringen vil så forsøge at minimere de samlede råvareomkostninger og sammenholde det med risikoen for fedtudskillelse og dermed et økonomisk tab.

Der er udviklet metoder til at håndtere denne form for usikkerheder-/sandsynligheder i optimeringsværktøjet. Værktøjet fortæller hvilke råvarer, der skal anvendes og i hvilke mængder men oplyser også sandsynligheden for fedtudskillelse. Hvis sandsynligheden f.eks. er 1 %, så betyder det, at i gennemsnit vil 1 ud af 100 produktioner medføre fedtudskillelse, men det vil kunne betale sig med de givne økonomiske forudsætninger.

Med de to eksempler er det vist, at det vil være muligt både at direkte styre hvor stor risikoen for kvalitetsfejl må være og at lade den optimale økonomi bestemme hvor stor risikoen bliver.

Alternative partier (batch) af råvarer

Der er udviklet en metode til håndtering af flere forskellige partier af "samme" råvare hvor partierne har forskellige råvareegenskaber og priser.

Variierende råvareudbud

Mængden af de enkelte råvarer (og partier) er måske i nogle tilfælde ikke tilstrækkeligt til den produktion, man står overfor. Der skal så vælges andre råvarer. Der er påbegyndt udvikling af metoder til håndtering af lagerbeholdning.

En case

De udviklede faciliteter i optimeringsværktøjet afprøves med en case, som kan varieres for at se konsekvenserne for optimeringen.

Videreudvikling i 2017

I 2017 videreudvikles optimeringsværktøjet på en række områder. Der arbejdes videre med håndteringen af usikkerheder og eventuelt styring af lagerbeholdninger f.eks. på baggrund af råvarernes holdbarhed. Håndtering af frosne og ferske råvarer og deres forskellige råvareegenskaber overvejes også medtaget.

Brugergænseflade

Der udvikles brugergænseflader, som vil gøre det lettere at ændre diverse parametre – f.eks. råvarepriser og salgspriser og som kan præsentere

optimeringsresultatet herunder den foreslåede recept, økonomien m.m. på en let tilgængelig måde.

Kørsler med optimeringsværktøjet i GAMS er ikke specielt brugervenligt og ændringer i diverse parametre kræver indsigt i programmeringssproget. Det er imidlertid muligt at opbygge mere let tilgængelige brugergrænseflader i andre værktøjer (f.eks. Excel) og koble dem sammen med GAMS programmerne.

Det er planen at udvikle prototyper af brugergrænseflader, som vil gøre det nemt og hurtigt at foretage nye optimeringsberegninger.

Det skal overvejes i hvilket omfang, der vil blive behov for værktøjet i en strategisk henholdsvis en operationel version. En strategisk version bruges til at foretage optimeringer "en gang i mellem" og man følger så de beregnede recepter over en længere periode. En operationel version bruges til at foretage optimeringer før hver produktion, så der løbende kan tages hensyn til varierende råvarepriser, salgspriser og lagerbeholdninger. Det understreges, at en operationel version vil være en prototype, som ikke omfatter grænseflader til virksomhedens øvrige it-systemer, da projektet har ikke økonomi til dette.

Validering og potentiale

Det udviklede værktøj testes på mindst én virksomhed med henblik på at validere funktionaliteten og kravspecificere detaljerne i en driftsbrugergrænseflade.