

## Slutrapport

11. marts 2010  
Proj.nr. 1378406-01  
LRK/MT

### Kundekrav til pH - dokumentation af dansk svinekøds gode vandbindingsevne

Lars Kristensen

#### *Baggrund*

#### **Sammendrag**

Der er indenfor de seneste år opstået problemer på de franske og italienske markeder ved fremstilling af helmuskel skinkeprodukter ud fra danske råvarer. Problemerne omfatter primært lavere udbytter, men også dårligt sammenhængende skiver. Problemstillingen har tidligere gjort sig gældende ved afsætning af danske skinker til det franske marked. På daværende tidspunkt var konklusionen, at såfremt man undlod brug af grise, der var bærere af RN<sup>-</sup>-genet og i øvrigt fulgte "10 råd om god kødkvalitet", blev problemet i høj grad afhjulpet. Dette har imidlertid ikke kunnet forhindre en tilbagegang for danske skinker på det lukrative marked for højkvalitetsskinker. Franske og italienske skinkekunder påpeger, at problemerne skyldes, at pH-niveauet er for lavt i dansk svinekød, hvilket forringer vandbindingsevnen af kødet.

Indsatsen for at forbedre dansk svinekøds vandbindingsevne har de seneste 20 år omfattet 1) fjernelse af halothan- og RN<sup>-</sup>-generne fra avlsdyrene, 2) indførelse af gruppevis transport, opstaldning og bedøvelse for at mindske stress hos grisene før slagting, samt 3) effektiv nedkøling af slagtekroppene. Disse indsatser har forbedret vandbindingsevnen i dansk svinekød markant, men på trods af dette har Danmark mistet store andele af det franske og italienske skinkemarked, primært på grund af et lavt pH i dansk kød.

#### *Formål*

Formålet med dette projekt har været, (1) at dokumentere dansk svinekøds høje teknologiske kvalitet, (2) at vise at slut-pH ikke alene kan anvendes som indikator for denne teknologiske kvalitet og (3) at afdække muligheder for yderligere at forbedre den teknologiske kvalitet.

#### *Konklusion*

I relation til produktion af fosfatfrie kogeskinke er dansk svinekøds teknologiske kvalitet ikke optimal, hvilket skyldes et relativt lavt pH i sammenligning med de råvarer aftagere af danske skinker ellers køber. Det ekstremt lave niveau af PSE i dansk svinekød opvejer dog i nogen grad det lave pH.

Da der ikke er problemer med PSE i dansk svinekød, er pH den bedste indikator for teknologisk kvalitet ved fremstilling af fosfatfrie kogeskinker. Lysrefleksion kan bruges som et alternativ til en pH-måling, men dette giver ingen yderligere informationer om den teknologiske kvalitet.

Effekten af betain, melasse, glycerol, råvarealder og hofteophængning er blevet undersøgt, men ingen af disse parametre kunne forbedre den teknologiske kvalitet.

|  |    |
|--|----|
| Baggrund .....   | 2  |
| Formål.....  | 3  |
| Gennemførelse .....  | 3  |
| Forsøg 1. Sammenligning af skinker fra to danske slagterier .....                        | 3  |
| Forsøg 2. pH2's og lysrefleksions betydning for udbyttet af fosfatfrie kogeskinker ..... | 4  |
| Forsøg 3. pH1's betydning for udbyttet af fosfatfrie kogeskinker .....                   | 5  |
| Forsøg 4. Effekt af fodring med betain på den teknologiske kvalitet af kød .....         | 6  |
| Forsøg 5. Effekt af melasse i foderet på pH-udviklingen efter slagtning .....            | 6  |
| Forsøg 6. Effekt af glycerol i foderet på udbyttet af fosfatfrie kogeskinker .....       | 6  |
| Forsøg 7. Effekt af råvarealder på udbyttet af fosfatfrie kogeskinker .....              | 7  |
| Forsøg 8. Effekt af ophængning på udbytte af fosfatfrie kogeskinker .....                | 7  |
| Diskussion .....   | 8  |
| Dokumentation af dansk svinekøds høje teknologiske kvalitet .....                        | 8  |
| Indikatorer for teknologisk kvalitet.....  | 8  |
| Muligheder for at forbedre den teknologiske kvalitet .....                               | 10 |
| Konklusion .....   | 11 |
| Referencer .....   | 12 |

## **Baggrund**

Der er indenfor de seneste år opstået problemer på de franske og italienske markeder ved fremstilling af helmuskel skinkeprodukter ud fra danske råvarer. Problemerne omfatter primært lavere udbytter, men også dårligt sammenhængende skiver. Problemstillingen har tidligere gjort sig gældende ved afsætning af danske skinker til det franske marked. På daværende tidspunkt var konklusionen, at såfremt man undlod brug af grise, der var bærere af RN<sup>-</sup>-genet og i øvrigt fulgte "10 råd om god kødkvalitet", blev problemet i høj grad afhjulpet. Dette har imidlertid ikke kunnet forhindre en tilbagegang for danske skinker på det lukrative marked for høj kvalitetsskinker. Franske og italienske skinkekunder påpeger, at problemerne skyldes, at pH-niveauet er for lavt i dansk svinekød, hvilket forringer vandbindingsevnen af kødet.

Indsatsen for at forbedre dansk svinekøds vandbindingsevne har de seneste 20 år omfattet 1) fjernelse af halothan- og RN<sup>-</sup>-generne fra avlsdyrene, 2) indførelse af gruppevis transport, opstaldning og bedøvelse for at mindske stress hos grisene før slagtning, samt 3) effektiv nedkøling af slagtekroppene. Disse indsatser har forbedret vandbindingsevnen i dansk svinekød markant, men på trods af dette har Danmark mistet store andele af det franske og italienske skinkemarked, primært på grund af et lavt pH i dansk kød.

## Formål

Formålet med dette projekt har været delt i tre:

1. at dokumentere dansk svinekøds høje teknologiske kvalitet til brug for salg og markedsføring.
2. at vise, at slut-pH ikke alene kan anvendes som indikator for denne teknologiske kvalitet.
3. at afdække muligheder for yderligere at forbedre den teknologiske kvalitet.

## Gennemførelse

### *Innovationsloven*

Projektet var oprindeligt planlagt til at skulle udføres i samarbejde med Danmarks Jordbrugsforskning via finansiering fra Innovationsloven. Den indsendte ansøgning blev imidlertid ikke imødekommet, men DMRI valgte alligevel at gennemføre en tilpasset udgave af projektet i samarbejde med branchen, Videncenter for Svineproduktion, m.fl.

### *Forsøgsaktivitet*

Der er i projektet udført 8 forsøg, som kort vil blive refereret i det følgende.

1. Sammenligning af skinker fra to danske slagterier.  
SF38721(1).
2. pH2's og lysrefleksions betydning for udbyttet af fosfatfrie kogeskinker.  
SF44154(2).
3. pH1's betydning for udbyttet af fosfatfrie kogeskinker.  
SF48365(3).
4. Effekt af fodring med betain på den teknologiske kvalitet af kød.  
SF44647(4).
5. Effekt af melasse i foderet på pH-udviklingen efter slagtning.  
SF46434 (5).
6. Effekt af glycerol i foderet på udbyttet af fosfatfrie kogeskinker.  
SF50031(6).
7. Effekt af råvarealder på udbyttet af fosfatfrie kogeskinker.  
SF45613 (7).
8. Effekt af ophængning på udbyttet af fosfatfrie kogeskinker.  
SF54377(8).

### *Fosfatfrie kogeskinker (Jambon Superieur)*

Ved alle forsøgene med effekter på udbytter blev anvendt en fremstillingsprocedure af kogeskinker, som er sammenlignelig med den, der anvendes af flere franske og italienske skinkeproducenter. Rundskårne skinker blev udbenet og tilskåret således, at inderlår, yderlår og hoftestykket var tilbage sammen med sværen over yderlåret. Skinkerne blev multistiksprøjet, nåletenderizet, tumblet og drænet. De blev herefter pakket, varmebehandlet, kølet og efterfølgende slicet.

### *Baggrund*

#### ***Forsøg 1. Sammenligning af skinker fra to danske slagterier***

Nogle kunder angiver, at problemer med lave udbytter og usammenhængende skiver er mindre i skinker fra grise slagtet på Danish Crown's slagteri i Horsens sammenlignet med nogle af de andre slagterier. Disse slagteriforskelle kan måske skyldes forskelle i slagte- og køleprocesserne - og specielt de processer, som påvirker temperaturen i slagtekroppen i de første 24 timer efter slagtning.

På slagteriet i Horsens er der hængende skoldning, flambering, børstning og piskning, mens der på de fleste andre slagterier er skoldekar, svideovn og skrabning. Nedkølingsprocessen på slagteriet i Horsens er også mildere end på flere af de andre slagterier.

Temperaturen i slagtekroppen i de første 24 timer efter slagtning har stor betydning for den teknologiske kvalitet af kødet. Der er derfor foretaget en sammenlignende undersøgelse af temperatur og pH i de første 24 timer efter slagtning samt procesudbytter af skinker fra grise slagtet på Danish Crown's slagteri i Horsens og grise slagtet på et andet slagteri, hvor slagte- og køleprocesserne er anderledes. Slagteriet i Blans er blevet udvalgt til at indgå i forsøget.

#### *Formål*

At undersøge om der er kvalitetsforskelle i skinker fra grise slagtet på slagterierne i henholdsvis Blans og Horsens. At klarlægge betydningen af de forskellige slagte- og køleprocesser for temperaturen i slagtekroppen.

#### *Konklusion*

Forsøget viste, at der ikke var kvalitetsforskelle i fosfatfrie kogeskinker fremstillet af skinker fra grise slagtet i henholdsvis Blans og Horsens. Dette forsøg kunne således ikke bekræfte tilkendegivelserne fra kunder om, at skinkerne fra Horsens skulle være af bedre kvalitet end skinker fra grise slagtet i f.eks. Blans.

Forsøget afdækkede endvidere, at

- 1) temperaturen i slagtekroppen på stikketidspunktet var 1,5 °C højere i Horsens end i Blans.
- 2) slagteprocesserne i Horsens bevirker, at temperaturen i inderlåret ved afslutningen af slagteprocessen er på samme niveau som på stikketidspunktet, mens slagteprocesserne i Blans bevirker, at temperaturen i inderlåret ved afslutningen af slagteprocessen er steget og således er 2 °C højere end på stikketidspunktet.
- 3) den mildere tunnelkøling i Horsens giver højere temperaturer i inderlåret sammenlignet med den hårdere tunnelkøling i Blans. Stigningen i temperatur under slagteprocessen i Blans betyder, at pH i inderlåret er lavere i timerne efter stikning sammenlignet med pH i Horsens, mens der ikke er forskelle i slut-pH (pH2). Disse forskelle i temperatur og pH giver sig udslag i et højere dryptab i såvel kam som yderlår fra grise slagtet i Blans sammenlignet med grise slagtet i Horsens.

#### ***Forsøg 2. pH2's og lysrefleksions betydning for udbyttet af fosfatfrie kogeskinker***

#### *Baggrund*

Det er velkendt, at kødets pH er negativt korreleret med kogetab og positivt korreleret med udbyttet. Et højere pH vil give kødet en højere vandbindingsevne, hvilket resulterer i lavere kogesvind og dermed højere udbytter.

Kødets evne til at binde og holde på vand under processering er primært bestemt af myofibrillernes volumen, der er afhængig af diameteren og sarkomerlængden. Diameteren påvirker lysrefleksionen fra kødet, og der er derfor en sammenhæng mellem kødets vandbindingsevne og

lysrefleksionen fra kødet: jo større diameter, jo bedre vandbindingsevne og jo mindre lysrefleksion.

#### *Formål*

Formålet med undersøgelsen var dels at klarlægge, om pH-målinger flere steder på skinken kunne give en bedre forklaring på variationen i udbyttet af kogeskinker end en enkelte pH-måling, og dels at klarlægge om lysrefleksionsmåling kunne give et bedre mål end pH for den teknologiske kvalitet i relation til produktion af kogte skinker.

#### *Konklusion*

- Der var en høj korrelation mellem pH i inderlår og kogetabet af skinker. pH kunne forklare knap 70 % af variationen i kogetab ved fremstilling af fosfatfrie kogeskinker.
- Forklaringsgraden af kogetabet blev kun marginalt bedre ved at inddrage pH-målinger flere steder på skinken.
- pH havde en meget lav sammenhæng til salttilvækst og sliceudbytte. Ved anvendelse af 3 pH-målepunkter var det muligt at forklare ca. 20 % af variationen i sliceudbytte.
- Der var en sammenhæng mellem pH i forskellige muskler på skinken, men forklaringsgraden varierede fra 35 % mellem inderlår og klump til 74 % mellem inderlår og yderlår.
- Resultaterne med lysrefleksion var meget lig resultaterne opnået med pH-målinger. Det kan derfor konkluderes, at lysrefleksion kan give et lige så godt mål for den teknologiske kvalitet som pH kan.

#### *Baggrund*

##### ***Forsøg 3. pH1's betydning for udbyttet af fosfatfrie kogeskinker***

Der er omfattende viden om, hvorledes pH-faldets hastighed efter stikning påvirker vandbindingsevnen af det rå kød (dryptabet). Ned til et  $pH_{45}$  omkring 6,0 er der en tilnærmelsesvis lineær sammenhæng mellem  $pH_{45}$  og dryptabet, jo lavere  $pH_{45}$  (pH1), jo højere dryptab. Hvorledes pH-faldets hastighed påvirker vandbindingsevnen af forarbejdet kød og udbytte af kogeskinker, er der derimod mindre viden om.

I Danmark har der i mange år været gjort en effektiv indsats for at minimere PSE og dryptabet i svinekød, hvilket har medvirket til, at pH falder langsommere efter slagtning. Dansk svinekød anses derfor for at have en høj vandbindingsevne målt som dryptab og for at have en lav forekomst af PSE. Det er dog uklart, om et langsommere pH-fald i dansk svinekød har betydning for kødets teknologiske egenskaber ved fremstilling af forarbejdede kødprodukter som f.eks. kogeskinker.

#### *Formål*

Formålet med undersøgelsen var at klarlægge, hvor stor betydning pH1 har på udbytte af fosfatfrie kogeskinker med den nuværende genotype, behandling og slagteproces, der anvendes i Danmark.

#### *Konklusion*

I det undersøgte pH-interval var der ingen sammenhæng mellem pH1 og udbytte af kogeskinker. Undersøgelsen kunne derfor ikke bekræfte, at den positive effekt som et langsomt pH-fald har for vandbindingsevnen målt som dryptab også gælder for vandbindingsevnen målt som kogesvind. Den nuværende genotype, behandling og slagteproces, der anvendes i Danmark, giver ikke anledning til en variation i pH-faldets hastighed, der påvirker udbytte af fosfatfrie kogeskinker.

#### **Forsøg 4. Effekt af fodring med betain på den teknologiske kvalitet af kød**

Betain er et naturligt forekommende stof i visse fodringsingredienser og specielt melasse indeholder store mængder betain. Enkelte internationale studier har tidligere undersøgt effekten af betain i foderet på pH af kødet og fundet en positiv effekt på henholdsvis pH1 og pH2. Betain er rapporteret til at kunne hæve pH2 med op til 0,1 enhed.

**Formål** Formålet med undersøgelsen var primært at klarlægge, om betain i foderet kunne hæve pH i dansk svinekød, og om dette havde en positiv effekt på udbyttet af fosfatfrie kogeskinker. Sekundært om betain i foderet påvirkede dryptab, farve og sensorisk kvalitet af fersk kød.

**Konklusion** På baggrund af resultaterne kan følgende konkluderes:

- Betain påvirker hverken pH-faldets hastighed (pH1) eller pH målt 22 timer efter slagtning (pH2).
- På grund af den manglende effekt på pH blev effekten på farve, dryptab, spisekvalitet og udbytter ikke undersøgt.

#### **Forsøg 5. Effekt af melasse i foderet på pH-udviklingen efter slagtning**

**Baggrund** I den ovenfor nævnte undersøgelse af betains effekt på slut-pH af skinker blev der ikke fundet nogen effekt på pH 22 timer efter stikning, men ved en modtagekontrol hos kogeskinkeproducenten Wüber-Beretta i Italien 48 timer senere havde betain-fodrede grise et højere pH end grise, der ikke havde fået betain. Omstændighederne omkring pH-målingen i Italien var dog kritisable, og det er derfor uklart, om effekten af betain på pH fundet i Italien var reel. En hypotese er dog, at pH udvikler sig yderligere efter de 22 timer, som der blev målt ved i Danmark. Der har ikke været udført opfølgende forsøg med betain-fodring af grise, så det har ikke været muligt at bekræfte resultatet fundet i Italien.

Roe-melasse indeholder store mængder betain, og da foder tilsat melasse indeholder ca. den samme mængde betain, som der blev anvendt i det tidligere forsøg, er det muligt indirekte at undersøge, om betain påvirker pH-udviklingen i perioden efterfølgende de 22 timer efter stikning.

**Formål** Formålet med undersøgelsen var at klarlægge, om melasse (betain) i foderet påvirker pH-udviklingen efter slagtning.

**Konklusion** Undersøgelsen kunne ikke påvise nogen effekt af melasse i foderet på pH i inderlår målt op til 7 dage efter slagtning. Den tidligere observerede effekt af betain på pH i inderlår målt 70 timer efter slagtning af Wüber-Beretta i Italien kunne derfor ikke bekræftes.

#### **Forsøg 6. Effekt af glycerol i foderet på udbyttet af fosfatfrie kogeskinker**

**Baggrund** Adskillige tidligere studier har undersøgt effekten af glycerol på foderudnyttelse og væksthastighed m.v., og enkelte af disse studier har også inkluderet måling af diverse kvalitetsparametre af det resulterende kød. Generelt set er der ikke nogen effekt på pH. Derimod synes der at være en positiv effekt på dryptabet og kogetabet fra kødet.

Et mindre kogetab vil have en positiv effekt på udbytte ved fremstilling af fosfatfrie kogeskinker. En minimering af kogetabet giver også mulighed for, at både saftighed og mørhed af varmebehandlet fersk kød vil være forøget.

*Formål* Formålet med forsøget var at klarlægge betydningen af glycerol i fodret for den teknologiske kvalitet og spisekvaliteten af kødet.

*Konklusion* Der blev ikke observeret nogen effekt af glycerol på hverken kødprocent, vægt, spæktykkelse, dryptab, farve, pH eller udbytte ved fremstilling af fosfatfrie kogeskinker. Effekten på spisekvalitet blev ikke undersøgt, men to nyligt publicerede studier fandt ingen effekt af glycerol på spisekvaliteten.

*Baggrund* **Forsøg 7. Effekt af råvarealder på udbyttet af fosfatfrie kogeskinker**  
Tiden, der går fra opskæring til processering af råvarer til f.eks. kogt skinke, varierer med blandt andet transporttider fra slagteri til skinkeproducent og ugedage. Hvorledes udbyttet af saltede, tumlede og kogte produkter påvirkes af råvarealderen er uklart. Der er derfor et ønske om at få afklaret, hvor stor betydning råvarealderen har for udbyttet af kogte skinker.

*Formål* Formålet med undersøgelsen var at klarlægge, hvor meget råvarealder og dræntid før varmebehandling påvirker udbyttet af fosfatfrie kogeskinker.

*Konklusion* Resultaterne viste, at:

- modningssvindet for råvarer steg op til knap 1 % efter 14 dages modning.
- tilskæringssvindet steg med ca. 3,5 % efter 14 dages modning, og at skinker fra galtgrise havde ca. 1,2 % højere tilskæringssvind end skinker fra so-grise.
- salttilvæksten steg med ca. 0,8 % efter 7 dages modning og ændredes ikke ved yderligere modning.
- kogesvindet ikke var påvirket af modningstid, men at en lang dræntid (54 t) nedsatte kogesvindet med 1,8 % i forhold til kort (6 t) dræntid efter 1 dages modning.
- sliceudbyttet steg med ca. 0,6 % efter 7 dages modning af råvarerne og ændredes ikke ved yderligere modning.
- totaludbyttet faldt med ca. 3 % ved 14 dages modning af råvarerne, og at galtgrise gav et ca. 1 % lavere totaludbytte end sogrisene.

*Baggrund* **Forsøg 8. Effekt af ophængning på udbytte af fosfatfrie kogeskinker**  
Kogetabet under varmebehandling har stor betydning for udbytte ved fremstilling af kogeskinker, og det er tidligere vist, at råvarens pH har en meget stor effekt på kogetabet. Ud over pH er sarkomerlængden også rapporteret at have betydning for kogetabet af saltede, kogte produkter. En måde at forøge sarkomerlængden på er ved at strække musklerne på den varme slagtekrop ved at hænge den i hoften i stedet for den traditionelle ophængning i skillessenen. Denne ophængningsform er tidligere rapporteret at have en positiv effekt på udbytte af kogeskinker.

*Formål* Formålet med forsøget var at klarlægge effekten af hoftophængning på udbytte af kogeskinkeprodukter fremstillet uden fosfat.

## Konklusion

For kogeskinker fremstillet af både enkelte muskler og hele skinker, var der en positiv effekt af hofteophængningen på saltningstilvæksten, men den forøgede mængde injiceret luge blev mistet igen under kogeprocessen. For inderlåret vedkommende var kogesvindet endog ekstra forøget af hofteophængningen. Den forventede positive effekt på udbyttet udeblev. Dette skyldes formentlig, at der ikke indgik fosfat i saltlagen.

## Diskussion

Formålet med dette projekt har været, (1) at dokumentere dansk svinekøds høje teknologiske kvalitet, (2) at vise at slut-pH ikke alene kan anvendes som indikator for denne teknologiske kvalitet og (3) at afdække muligheder for yderligere at forbedre den teknologiske kvalitet.

### ***Dokumentation af dansk svinekøds høje teknologiske kvalitet***

Forsøg nummer 1, hvor skinker fra henholdsvis Blans og Horsens blev sammenlignet, viste, at dryptabet var lavere i kødet fra Horsens. Dryptab er en måde at måle kødets vandbindingsevne på, og de sidste mange års arbejde med fjernelse af halothan- og RN<sup>-</sup>-generne, indførelse af gruppevis transport, opstaldning og bedøvelse samt effektiv nedkøling har primært været drevet af et ønske om at minimere dryptabet og reducere forekomsten af PSE.

På trods af et lavere dryptab i kødet fra Horsens blev der ikke fundet nogen forskelle i udbyttet på kogeskinker. En konklusion på dette er, at der ikke er nogen sammenhæng mellem dryptab af fersk kød og udbyttet af fosfatfrie kogeskinker. Vandbindingsevnen målt som dryptab kan således ikke sammenlignes med vandbindingsevnen målt som kogetab eller forarbejdningsudbyttet, hvilket også er vist tidligere (9). Denne konklusion er understøttet af resultaterne i forsøg nummer 3, hvor der blev fremstillet fosfatfrie kogeskinker af kødet fra grise med en stor variation i pH-faldets hastighed efter stikning. Det er velkendt, at jo hurtigere pH falder efter stikning, jo højere bliver dryptabet (10) (11) (12) (13) (14). Der var dog ingen sammenhæng mellem pH-faldets hastighed og udbyttet på kogeskinker i forsøg nummer 3.

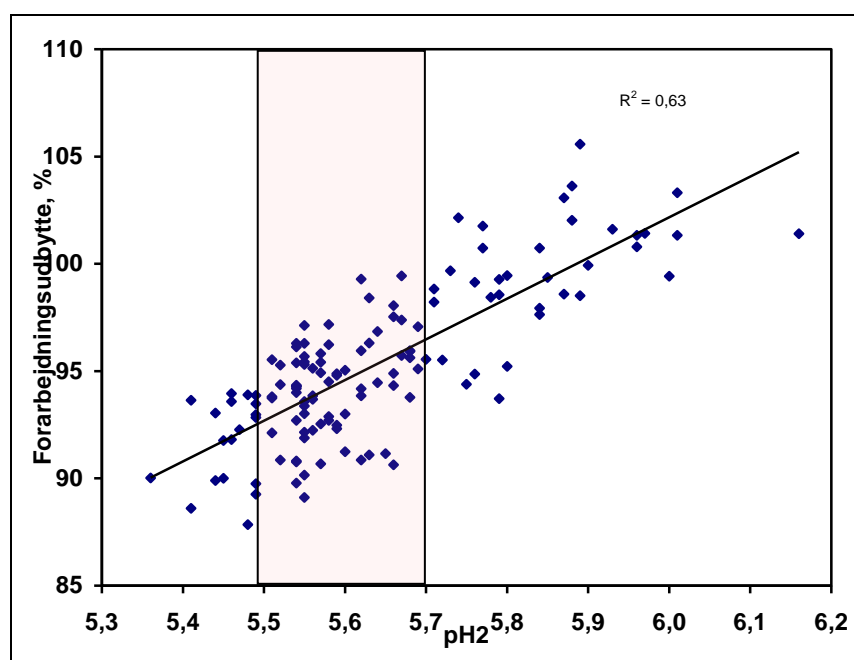
### ***Indikatorer for teknologisk kvalitet***

Når producenter af kogeskinker modtager råvarerne, bliver disse typisk sorteret efter forskellige kvalitetsmål såsom fedttykkelse, vægt, farve, sværskader og pH i inderlåret. pH i inderlåret anvendes som et mål for den teknologiske kvalitet og er af afgørende betydning for udbyttets størrelse - jo højere pH, jo højere udbytte, hvilket er understøttet af adskillige internationale undersøgelser (15) (16) (17). Afregningsprisen er følgelig stærkt afhængig af pH.

Figur 1 viser sammenhængen mellem forarbejdningsudbyttet af fosfatfrie kogeskinker og pH<sub>2</sub>. Data stammer fra forsøg nummer 2 i nærværende projekt. Grisene er udvalgt, således at pH varierer mest muligt, og figuren er således ikke et udtryk for den normale pH-variation i danske skinker. Størstedelen af danske skinker ligger normalt mellem 5,5 og 5,7 i pH<sub>2</sub>.



Som det ses, er der en tydelig sammenhæng mellem pH2 og udbytte, men det ses også, at variationen i udbytte indenfor normalområdet for danske skinker er relativt stort og varierer ca. 10 procentenheder. En ukendt andel af denne variation skyldes andre faktorer end pH2, og den resterende variation kan tillægges måle-, veje-, tilskærings- og procesunøjagtigheder. Et af formålene med projektet ansøgt i Innovationsloven var at undersøge disse 'andre faktorer' for at identificere supplementer til pH2 som indikator for teknologisk kvalitet af dansk svinekød. Da ansøgningen ikke blev imødekommet, blev undersøgelsen begrænset til at undersøge pH1 og lysrefleksion fra kødet som alternative eller supplerende indikatorer for teknologisk kvalitet.



Figur 1.

I forsøg nummer 3 blev brugbarheden af pH1 som indikator for teknologisk kvalitet undersøgt. Som nævnt ovenfor blev der ikke fundet nogen sammenhæng mellem pH1 og udbytter, og det kan derfor konkluderes, at pH1 ikke kan anvendes som indikator. Denne konklusion er dog kun gældende indenfor den normale variation af pH1, som ses i Danmark. Der observeres meget sjældent pH1 under 6,0, der normalt indikerer stor sandsynlighed for udvikling af PSE. Det er velkendt, at PSE har en negativ indflydelse på udbytter af kogeskinke (18, 19), og i sådanne tilfælde kan pH1 bruges som indikator, men dette er ikke relevant under normale danske forhold.

I forsøg nummer 2 blev brugbarheden af lysrefleksion som indikator for teknologisk kvalitet undersøgt. Der blev fundet en stor sammenhæng mellem lysrefleksion og udbytte, og korrelationerne var meget lig med korrelationen mellem pH2 og udbytte. Der var dog en meget høj kovariation mellem pH2 og lysrefleksion, hvilket skyldes, at lysrefleksion er afhængig af myofibrillernes diameter, og denne diameter er afhængig af pH2.

Lysrefleksion kan derfor ikke forklare variation i udbytte, ud over hvad pH2 kan forklare. Konklusionen på dette er, at lysrefleksion kan bruges som alternativ til pH2, men kan ikke bruges som supplement, der kan forklare yderligere variation.

### **Muligheder for at forbedre den teknologiske kvalitet**

Forsøg 4 til 8 blev alle udført med henblik på at forøge den teknologiske kvalitet af kødet.

#### *Betain*

To tidligere amerikanske undersøgelser havde fundet en positiv effekt på pH ved at tilsætte betain til foderet (20, 21), hvorfor dette blev forsøgt eftervist med danske grise i forsøg 4. Forsøget blev udført i samarbejde med VSP, DC og Danisco. Der blev ikke fundet nogen effekt af betaintilsætning på hverken pH1 eller pH2.

#### *Melasse*

Foderet brugt i forsøg 4 indeholdt melasse, der naturligt har et meget højt indhold af betain. Det blev derfor efterfølgende i forsøg 5 undersøgt, om det høje naturlige baggrundsindhold af betain i foderet brugt i forsøg 4 havde maskeret effekten af det tilsatte betain. Dette kunne ikke bekræftes ved forsøg 5, der ikke fandt nogen effekt af melasse på pH. Årsagen til de modsatrettede resultater fra henholdsvis forsøg nummer 4, med danske grise, og de to tidligere amerikanske undersøgelser er uklar.

#### *Glycerol*

I foråret/sommeren 2008 udførte VSP, i samarbejde med DMRI, et forsøg med tilsætning af forskellige mængder glycerol til slagtesvinfoder (22). Et fransk studie havde tidligere fundet en positiv effekt på både dryptab og kogetab ved at tilsætte glycerol til foderet (23), hvilket dog ikke kunne eftervises i forsøg nummer 6 i dette projekt. Samtidig med udførelsen af forsøg nummer 6 blev der publiceret to nye studier, fra henholdsvis Italien og USA (24, 25), som bekræftede den udeblivende effekt af glycerol på kødets teknologiske effekt fundet i forsøg 6. Det kan derfor konkluderes, at glycerol ikke påvirker kødets teknologiske egenskaber i relation til udbytte på kogeskinker og dryptab.

#### *Råvarealder*

Det er velkendt, at længere tids modning forøger køds vandbindingsevne målt som dryptab (26-28), og samtidig stiger proteinopløseligheden ved modning (29). Det er derfor muligt, at modning kan forøge udbyttet af kogeskinker, hvorfor forsøg nummer 7 blev udført.

Ud fra resultaterne kan det anbefales, at processering af skinker foretages så hurtigt som muligt efter opskæring. En modningsperiode forbedrer de teknologiske egenskaber af kødet, men forbedringerne er kun marginale. De negative effekter på modningssvind og tilskæringssvind ved modning overskygger forbedringerne i teknologisk kvalitet markant. En lang dræntid for skinker processeret kort tid efter opskæring på slagteriet synes at være optimal, idet kogesvindet nedsættes.

#### *Hofteophængning*

Sarkomerlængden er også rapporteret at have betydning for kogetabet af saltede, kogte produkter. En måde at forlænge sarkomererne på er ved at strække musklerne ved at hænge den varme slagtekrop i hoften i stedet for

den traditionelle ophængning i akillessenen. Dette har en positiv effekt på sarkomerlængden i kammen og på dele af skinken (30-34). Ved fremstilling af kogeskinker ud fra hofteophængte slagtekroppe er der fundet et fald i kogetabet fra 19,0 % til 16,7 % af hele kogeskinker og et fald fra 20,9 % til 19,5 % ved fremstilling af kogeskinke af inderlåret (33). Ligeledes fandt Smulders et.al. et fald i kogesvindet på ca. 2 procentenheder i kogeskinker af inderlår. Lignende positive tendenser af hofteophængning er rapporteret i (35).

Kun effekten på salttilvækst kunne eftervises i dette studie, hvorimod effekten på kogetabet var negativ. Årsagen til den udeblivende positive effekt på kogetabet er uklar, men en forklaring kan være fosfat. I de tidligere studier er der brugt fosfater i saltlagen, hvilket ikke er anvendt i dette projekt. Det er velkendt, at fosfater har en kraftig positiv effekt på køds vandbindingsevne, og det er muligt, at anvendelse af salt alene, som i dette projekt, ikke giver tilstrækkelig forøgelse af vandbindingsevnen. Den forøgede myofibrillære volumen, som den forøgede sarkomerlængde giver, kan således kun bibeholdes i det rå kød under saltningsprocessen, men ikke under den kraftige denaturering af proteinerne, som sker under kogeprocessen.

### **Konklusion**

Formålet med dette projekt har været delt i tre, dels:

1. at dokumentere dansk svinekøds høje teknologiske kvalitet til brug for salg og markedsføring.
2. at vise, at slut-pH ikke alene kan anvendes som indikator for denne teknologiske kvalitet.
3. at afdække muligheder for yderligere at forbedre den teknologiske kvalitet.

*Ad 1* I relation til produktion af fosfatfrie kogeskinker er dansk svinekøds teknologiske kvalitet ikke optimal, hvilket skyldes et relativt lavt pH i sammenligning med de råvarer aftagere af danske skinker ellers køber. Det ekstremt lave niveau af PSE i danske svinekød opvejer dog i nogen grad det lave pH.

*Ad 2* Da der ikke er problemer med PSE i dansk svinekød, er pH den bedste indikator for teknologisk kvalitet ved fremstilling af fosfatfrie kogeskinker. Lysrefleksion kan bruges som et alternativ til en pH-måling, men dette giver ingen yderligere informationer om den teknologiske kvalitet.

*Ad 3* Effekten af betain, melasse, glycerol, råvarealder og hofteophængning er blevet undersøgt, men ingen af disse parametre kunne forbedre den teknologiske kvalitet.

## Referencer

### Reference List

1. Rosenvold, K. *Kundekrav til pH - dokumentation af dansk svinekøds gode vandbindingsevne. Rapport over fase 1 forsøg. 38721.1.;38721.1*; Slagteriernes Forskningsinstitut: Jan 24, 07.
2. Kristensen, L. *Kundekrav til pH. Undersøgelse af pH's og lysrefleksions betydning for udbyttet af fosfatfrie kogeskinker (Jambon Superior);DW44154.1*; Slagteriernes Forskningsinstitut: Nov 12, 07.
3. Kristensen, L. *Kundekrav til pH. Undersøgelse af pH1' betydning for udbyttet af fosfatfrie kogeskinker.;SF48365*; Slagteriernes Forskningsinstitut: Jun 2, 08.
4. Kristensen, L. *Kundekrav til pH. Resultat af fodringsforsøg med betain på den teknologiske kvalitet af kød i relation til udbyttet af fosfatfrie kogeskinker;SF44647*; Slagteriernes Forskningsinstitut: Mar 4, 08.
5. Kristensen, L. *Kundekrav til pH. Effekt af melasse i foderet på pH-udviklingen efter slagting;SF46434*; Slagteriernes Forskningsinstitut: Feb 22, 08.
6. Kristensen, L. *Kundekrav til pH. Effekten af glycerol i foderet på udbyttet af fosfatfrie kogeskinker;SF50031*; Slagteriernes Forskningsinstitut: Oct 9, 08.
7. Kristensen, L. *Kundekrav til pH. Effekt af råvarealder på udbyttet af Jambon Superior;SF45613*; Slagteriernes Forskningsinstitut: Jan 7, 09.
8. Kristensen, L. *Kundekrav til pH. Effekt af ophængning på udbyttet af fosfatfrie kogeskinker;SF54377*; Slagteriernes Forskningsinstitut: Sep 30, 09.
9. Honikel, K. O. The water binding of meat. *Fleischwirtsch.* **1987**, 67 (9), 1098-1102.
10. Schafer, A.; Rosenvold, K.; Purslow, P.; Andersen, H. J.; Henckel, P. Physiological and structural events post mortem of importance for drip loss in pork. *Meat Science* **2002**, 61, 355-366.
11. van Laack, R. L. J. M.; Kauffman, R. G.; Sybesma, W.; Smulders, F. J. M.; Eikelenboom, G.; Pinheiro, J. C. Is colour brightness (L-value) a reliable indicator of water-holding capacity in porcine muscle? *Meat Science* **1994**, 38 (2), 193-201.
12. Warriss, P. D.; Brown, S. N. The relationships between initial pH, reflectance and exudation in pig muscle. *Meat Science* **1987**, 20 (1), 65-74.
13. Wismer-Pedersen, J. Quality of pork in relation to rate of pH change post mortem. *Food Research* **1960**, 25, 711-727.
14. Otto, G.; Roehe, R.; Loof, H.; Thoelking, L.; Kalm, E. Comparison of different methods for determination of drip loss and their relationships to meat quality and carcass characteristics in pigs. *Meat Science* **2004**, 68 (3), 401-409.
15. Gariqpy, C.; Godbout, D.; Fernandez, X.; Talmant, A.; Houde, A. The effect of RN gene on yields and quality of extended cooked cured hams. *Meat Science* **1999**, 52 (1), 57-64.
16. Hullberg, A.; Lundstrom, K. The effects of RN genotype and tumbling on processing yield in cured-smoked pork loins. *Meat Science* **2004**, 67 (3), 409-419.
17. Fernandez, X.; Lefaucheur, L.; Gueblez, R.; Monin, G. Paris Ham Processing - Technological Yield As Affected by Residual Glycogen-Content of Muscle. *Meat Science* **1991**, 29 (2), 121-128.

18. Person, R. C.; McKenna, D. R.; Ellebracht, J. W.; Griffin, D. B.; McKeith, F. K.; Scanga, J. A.; Belk, K. E.; Smith, G. C.; Savell, J. W. Benchmarking value in the pork supply chain: Processing and consumer characteristics of hams manufactured from different quality raw materials. *Meat Science* **2005**, *70* (1), 91-97.
19. Shand, P. J.; Boles, J. A.; Patience, J. F.; Mccurdy, A. R.; Schaefer, A. L. Acid-Base Status of Stress Susceptible Pigs Affects Cured Ham Quality. *Journal of Food Science* **1995**, *60* (5), 996-1000.
20. Matthews, J. O.; Southern, L. L.; Bidner, T. D.; Persica, M. A. Effects of betaine, pen space, and slaughter handling method on growth performance, carcass traits, and pork quality of finishing barrows. *J. Anim Sci.* **2001**, *79* (4), 967-974.
21. Matthews, J. O.; Southern, L. L.; Higbie, A. D.; Persica, M. A.; Bidner, T. D. Effects of betaine on growth, carcass characteristics, pork quality, and plasma metabolites of finishing pigs. *J. Anim Sci.* **2001**, *79* (3), 722-728.
22. Maribo, H.; Mikkelsen, K. J. *Glycerol til smågrise*;Nr.:832; Dansk Svineproduktion: Dec 2, 08.
23. Mouro, J.; Aumaitre, A.; Mounier, A.; Peiniau, P.; Francois, A. C. Nutritional and Physiological-Effects of Dietary Glycerol in the Growing Pig - Consequences on Fatty Tissues and Postmortem Muscular Parameters. *Livestock Production Science* **1994**, *38* (3), 237-244.
24. Della Casa, G.; Bochicchio, D.; Faeti, V.; Marchetto, G.; Poletti, E.; Rossi, A.; Garavaldi, A.; Pancioli, A.; Brogna, N. Use of pure glycerol in fattening heavy pigs. *Meat Science* **2008**, *In Press, Corrected Proof*.
25. Lammers, P. J.; Kerr, B. J.; Weber, T. E.; Bregendahl, K.; Lonergan, S. M.; Prusa, K. J.; Ahn, D. U.; Stoffregen, W. C.; Dozier, W. A., III; Honeyman, M. S. Growth performance, carcass characteristics, meat quality, and tissue histology of growing pigs fed crude glycerin-supplemented diets. *J. Anim Sci.* **2008**, *jas*.
26. Hviid, M.; Andersen, L. *Frossent table meat. Sammenhæng mellem modningstid og dryptab for ufrosset kød*;17.259; Slagteriernes Forskningsinstitut: 01.
27. Kristensen, L.; Purslow, P. The effect of ageing on the water-holding capacity of pork: role of cytoskeletal proteins. *Meat Science* **2001**, *58*, 17-23.
28. Straadt, I. K.; Rasmussen, M.; Andersen, H. J.; Bertram, H. C. Aging-induced changes in microstructure and water distribution in fresh and cooked pork in relation to water-holding capacity and cooking loss - A combined confocal laser scanning microscopy (CLSM) and low-field nuclear magnetic resonance relaxation study. *Meat-Science* **2007**, *75* (4), 687-695.
29. Samejima, K.; Lee, N. H.; Ishioroshi, M.; Asghar, A. Protein Extractability and Thermal Gel Formability of Myofibrils Isolated from Skeletal and Cardiac Muscles at Different Postmortem Periods. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **1992**, *58* (3), 385-393.
30. Moller, A. J.; Vestergaard, T. Effect of delay time before chilling on toughness in pork with high or low initial pH. *Meat Science* **1987**, *19* (1), 27-37.
31. Moller, A. J.; Kirkegaard, E.; Vestergaard, T. Tenderness of pork muscles as influenced by chilling rate and altered carcass suspension. *Meat Science* **1987**, *21* (4), 275-286.
32. Bertram, H. C.; Aaslyng, M. D. Pelvic suspension and fast post-mortem chilling: Effects on technological and sensory quality of pork - A combined NMR and sensory study. *Meat Science* **2007**, *76* (3), 524-535.
33. Fisher, A. V.; Poulos, A.; Wood, J. D.; Young-Boong, K.; Sheard, P. R. Effect of pelvic suspension on three major leg muscles in the pig carcass and implications for ham manufacture. *Meat Science* **2000**, *56* (2), 127-132.

34. Smulders, F. J. M.; van Laack, R. L. J. M.; Mestrusty, S.; Jennissen, L. T. T. The effects of pelvic suspension and limb-weighting on the sensory and processing properties of various porcine muscles. 38th ICoMST, Clearmont-Ferrand, France: 1992; pp 217-220.
35. Desmond, E. M.; Kenny, T. A. Effect of pelvic suspension and cooking method on the processing and sensory properties of hams prepared from two pork muscles. *Meat Science* **2005**, *69* (3), 425-431.