



Rapport

FAF – Bedre vandbindeevne

Evaluering af metode til bestemmelse af tilsat vand i kyllingefileter, N-faktor og proteinindhold

Helle Daugaard Larsen, Tomas Jacobsen og Eli Vibeke Olsen

4. juni 2018
Projekt nr. 2004300-16
Version 1
Init. HDLN/KIJ/
EVO/TJAN/MT

Baggrund Fjerkræindustrien har oplevet, at det kan være vanskeligt at få rå, ikke-marinerede kyllingefileter deklareret som 100% kylling, samt at den beregnede mængde tilsat lage afviger, i forhold til hvad man reelt har tilsat.

På den baggrund ønskes det undersøgt, om N-faktoren på 3,85 er korrekt, samt om beregningsmetoderne for "procent tilsat vand" og "apparent kylling" viser resultater, der svarer til den reelle, målte marineringsstilvækst.

Formål At undersøge om nitrogenindholdet, og dermed det beregnede proteinindhold, i ferske, ikke-marinerede kyllingefileter varierer i forhold til pH, filetvægt og forekomst af træbryst.

At undersøge om 3,85 er den korrekte omregningskonstant for beregning af apparent kylling ud fra nitrogen- og fedt-analyser.

At undersøge variationen i proteinindholdet i fileter med kendt lagetilsætning.

At undersøge, om den beregnede mængde tilsat lage svarer til den målte mængde tilsat lage.

Konklusion 24 ferske kyllingefileter (8 med træbryst, 16 normale) og 34, der efterfølgende blev marineret (8 med træbryst og 26 normale), blev udtaget umiddelbart efter køling og partering.

Der fandtes en markant variation i proteinindholdet i ferske (ikke-marinerede) kyllingefileter. Træbryst var en vigtig faktor, idet proteinindholdet i de 8 ferske fileter fra kyllinger med træbryst kun var 84,5% af det gennemsnitlige proteinindhold i de normale fileter.

Tilstedeværelse af fileter med udtalt træbryst i partier af ferske fileter vil kunne medføre, at disse bedømmes som fejldeklarerede, jf. 5%-grænsen, selvom der anvendes en N-faktor, der svarer til nitrogenindholdet i normale fileter. Dette understreger behovet for at kunne frasortere træbrystfileter ved produktion af ferske fileter.

Der fandtes ingen sammenhæng mellem proteinindhold og pH umiddelbart efter køling (pH1), filetvægt eller flok.

Kun 2 af de 16 normale, ferske fileter, og ingen af de 8 ferske fileter med træbryst ville kunne beregnes til at indeholde 95% kylling eller mere og dermed undgå at blive bedømt som fejldeklareret, jf. bestemmelsen om maksimalt 5% afvigelse fra det deklarerede indhold. På den baggrund kan det konkluderes, at N-faktoren på 3,85 er for høj. En korrigeret N-faktor blev udregnet til 3,56 ud fra normale kyllingefileter i denne undersøgelse. På grund af den lavere protein% i træbrystfileter bør man sikre sig, at kun normale fileter indgår i beregningsgrundlaget for en korrigeret N-faktor.

Materialet i denne undersøgelse er for småt til at drage endelige konklusioner. Ved hjælp af et større, repræsentativt materiale fra flere flokke bør det derfor undersøges, om flokvariation i proteinindhold i kyllingefileter rent faktisk forekommer, samt om det tilsyneladende fald i proteinindhold fra år 2000 til 2017 er generelt i populationen.

De 34 multistikmarinerede og indfrosne fileter blev marineret til en gennemsnitlig tilvækst på 23% inden indfrysning (Slagteri A), mens fileterne fra Slagteri B blev marineret til en gennemsnitlig tilvækst på 9%.

Fileter med træbryst havde en lavere marineringsstilvækst end normale fileter.

For begge slagterier gjaldt, at den beregnede mængde tilsat vand (%) gennemsnitligt var højere end den reelle tilvækst.

Individuelle fileters marineringspotentiale var variabelt. Fileter, der optog mere end gennemsnittet, havde et højere proteinindhold (%) end gennemsnittet inden marinerings. Fileter, der optog mindre end gennemsnittet, havde et lavere proteinindhold inden marinerings. Træbryst var ikke den eneste forklaring. Det bør undersøges, om varierende grader af dehydrering inden slagting kunne være årsagen.

Da formelen for beregning af mængde tilsat vand (%) til marinerede fileter afhænger af N-faktoren, bør formelen også justeres, da den gennemsnitlige beregnede og gennemsnitlige reelle mængde tilsat vand bør være ens.

Fremgangsmåde

Ikke-marinerede fileter 24 rå, ikke-marinerede kyllingefileter, 12 fra hver af 2 flokke, blev udtaget på udbeningslinjen på et dansk kyllingeslagteri, Slagteri B. Fra hver flok blev valgt 4 fileter med træbryst og 8 normale fileter, 4 store og 4 små.

Fileterne blev vejjet, nummereret, pakket enkeltvis i plastposer og opbevaret på frost ved -22°C. Inden analyse blev optøning foretaget ved 5°C i 24 timer.

Nitrogenanalyse Det samlede nitrogenindhold i de rå, ikke-marinerede kyllingefileter, inkl. kødsaft, blev undersøgt (Mod. e. AOAC 981-10,1983).

Prøven blev forasket med koncentreret svovlsyre og en katalysatorblanding. Herved blev prøven nedbrudt, og kvælstof omdannet til ammoniumioner.

Ammoniakken blev frigjort ved tilsætning af natriumhydroxyd og destilleret over i et forlag indeholdende borsyre med indikator. Der blev titreret til ligestevning med en indstillet 0,1 N saltsyre.

Fedtanalyse Fedtprocenten i de rå, ikke-marinerede kyllingefileter, inkl. kødsaft, blev undersøgt i henhold til fedtbestemmelse for magre kødudskæringer.

Fedtbestemmelse i kød og kødprodukter bestemmes normalt ved en gravimetrisk analyse efter SBR (Schmid-Bodzinski-Ratzlaff). Metoden er modificeret til udførelse med Hydrotec™ 8000 hydrolysis system og Soxtec™ 8000 extraction system (FOSS) (NMKL nr. 131, 1989/Mod. e. ISO 1443-1973).

Kødet blev hydrolyseret med saltsyre for at frigøre fedt, der er bundet til protein, kulhydrat og calcium. Efter hydrolysen blev prøven tørret og ekstraheret med petroleumsether. Det materiale, der blev ekstraheret, blev defineret som prøvens fedtindhold.

Analysemetoderne er akkrediteret efter ISO/IEC 17025 (DANAK, TEST reg. nr. 392).

Marinerede fileter 34 af 180 marinerede fileter fra 2 danske kyllingeslagterier og 5 forskellige flokke blev udvalgt ud fra vægt og pH1, således at hele spektret indenfor filetvægt og pH1 var så ligeligt repræsenteret som muligt. Der var tydeligt træbryst i 8 fileter. De øvrige fileter havde ingen tegn på træbryst.

Procedure forud for udvælgelse af de 34 fileter

De 180 fileter til undersøgelse af optøningssvind blev udtaget og vejjet, floknummer blev noteret, og fileterne nummereret. pH1 blev målt med dobbeltbestemmelse, jf. DMRI's procedure for pH-måling i kød.

Venstre og højre filet fra samme caps blev udtaget. Højrefileter blev anvendt til andet formål.

Venstrefileterne blev mærket op på individniveau med fortløbende numre og blev placeret på bakker overtrukket med plastpose af hensyn til hygiejnen.

Bakkerne med fileter blev transporteret til et lokale, der var tildelt til forsøgskørsel, og vejjet.

Derefter blev fileterne multistiksprøjtet på de respektive slagteriers udstyr, efter slagteriets normale procedure. Efter multistiksprøjtning blev fileterne vejjet og indfrosset i de respektive slagteriers indfrysningsanlæg. Umiddelbart efter indfrysning blev fileterne tilføjet et glaseringslag til beskyttelse under fryselagring. Efter glasering blev fileterne vejjet igen, pakket enkeltvis i plastposer og transporteret til DMRI på frost.

Efter 3 måneder ved -22°C blev fileterne tøet op i kølerum ved 5°C i et døgn, hvorefter både filet og kødsaft blev vejjet og taget i analyse.

<i>Nitrogen-analyse</i>	Det samlede nitrogenindhold i de 34 marinerede kyllingefileter, inkl. kødsaft/lage, blev analyseret i henhold til beskrivelse ovenfor.
<i>Vandbestemmelse</i>	Bestemmelse af vand i de 34 marinerede kyllingefileter, inkl. kødsaft/lage, blev foretaget i henhold til følgende metode: Prøven blev tørret ved 102-105°C, indtil konstant vægt var opnået. Vægttabet angav indholdet af vand (Mod. e. NMKL nr. 23, udg. 3, 1991). Analysemetoden er akkrediteret efter ISO/IEC 17025.
<i>Databehandling</i>	Data blev indtastet i Excel og analyseret ved hjælp af MediCalc, comparison of means, 2018.

Resultater og diskussion

Proteinindhold i kyllingefileter

Protein i kyllingefileter I 24 ferske fileter, udtaget på Slagteri B, blev der fundet et gennemsnitligt nitrogenindhold (N) på $3,1 \pm 0,3$ g/100 g filet, svarende til $20,7 \pm 1,8$ g (sd) protein/100 g (omregningsfaktor mellem N og protein = 6,25), hvilket er lidt højere end den gennemsnitlige værdi på 19,4% protein (17,4-21,0 g/100 g kylling), der er angivet for rå kyllingekød i DTU Fødevareinstituttets angivelser (Anonym, 2017; Hansen og Knuthsen, 1994). Der var en variation i proteinindholdet på 5,7%, varierende fra 16,9% til 22,6%.

Den angivne måleusikkerhed på proteinbestemmelserne var $\pm 3,1\%$ (rel.). Det vil sige, at en måling (gennemsnittet af en dobbeltbestemmelse) på fx 21,6% protein med 95% sikkerhed vil ligge mellem 20,9 og 22,3 ($\pm 0,7$).

Dette betyder, at der er en markant variation i proteinindholdet i ferske kyllingefileter, og at måleusikkerheden ikke alene kan forklare variationen i proteinindholdet i fileterne. Indflydelse fra produktionsparametre i primærproduktionen er også minimeret, idet fileterne er udtaget med kort tids mellemrum på samme slagteri, fra kun 2 flokke (12 fra hver).

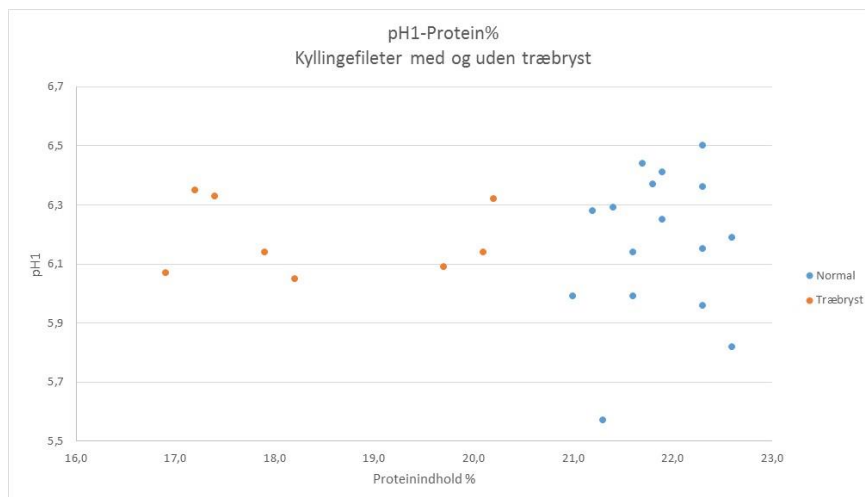
Træbryst Som det fremgår af tabel 1, var der markant forskel på proteinindholdet i fileter fra kyllinger med (18,5% protein) og uden (21,9% protein) træbryst ($p < 0,0001$) (MediCalc, comparison of means, 2018). Proteinindholdet i træbrystfileter var gennemsnitligt 84,5% af proteinindholdet i normale fileter. I en anden undersøgelse i projektet blev det fundet, at marineringsstilvæksten ved multistiksprøjtning i træbrystfileter kun var ca. 85% af marineringsstilvæksten i normale fileter (Larsen et al., 2017).

Tabel 1. Proteinindhold i procent i rå, ikke-marinerede fileter med og uden træbryst.

Protein (%)	Gennemsnit	Std. afv.	Min.	Maks.
Træbryst (N=8)	18,5	1,4	16,9	20,2
Normal (N=12)	21,9	0,5	21,0	22,6

Fileter med tydeligt træbryst er synligt forandrede og kan i svære tilfælde indeholde synlige ansamlinger af ødematøs væske. Det lavere, men meget variable proteinindhold i træbrystfileter (figur 1) indikerer varierende grader af inflammatorisk reaktion, og dermed væskeansamling i muskelvæv.

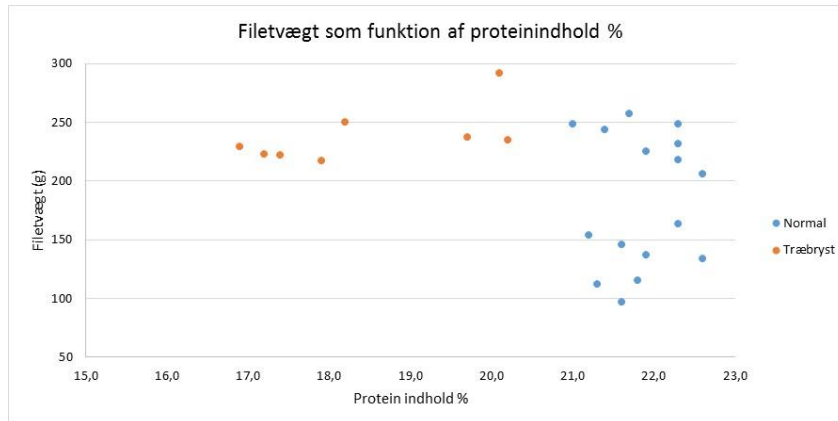
pH1



Figur 1. pH1 (målt umiddelbart efter køling og udtagning af fileter) (Y-akse) som funktion af proteinindhold i g/100 g kylling (%).

Som det ses af figur 1, var der ingen tydelig sammenhæng mellem proteinindhold (%) og pH1 i fileterne, og heller ikke forskel på pH1 i fileter med ($pH1 = 6,19 \pm 0,13$) og uden træbryst ($pH1 = 6,17 \pm 0,25$).

Flok og filet-vægt Der fandtes ingen forskel i proteinindholdet i de normale fileter fra de 2 forskellige flokke (hhv. 22,0% og 21,8% protein). Fileterne med træbryst havde et lavere, men lidt mere variabelt proteinindhold for begge flokke (hhv. 19,0% og 17,9% protein). Da kun 2 flokke blev sammenlignet i denne undersøgelse, kan det ikke udelukkes, at der findes flokforskelle i proteinindhold, fx som følge af genetik, fodring og andre forhold, der kan forårsage forskelle i fedt-/kødprocent.



Figur 2. Filetvægt i gram (Y-akse) som funktion af proteinindhold i g/100 g kylling (%) (X-akse). Fordelt på normale fileter og fileter med tydeligt træbryst. De normale fileter er udvalgt, så både fileter med høj og lav vægt er repræsenteret. Træbrystfileter er kun udvalgt efter at skulle opfylde kriteriet "Tydeligt træbryst".

Der fandtes ingen forskel i proteinindholdet i små og store normale kyllingefileter (figur 2).

Sammenfatning

Når der tages højde for forskellen i proteinindhold mellem normale fileter og fileter med træbryst, ligger variationen i proteinindholdet i de normale fileter, der er inkluderet i denne undersøgelse, nogenlunde indenfor måleusikkerheden for proteinbestemmelse ($21,9 \pm 0,7$ g/100 g filet), idet proteinindholdet kun i én filet (21,0%) var lavere end 21,2%, og ingen fileter indeholdt mere end 22,6% (figur 2). Der blev ikke observeret sammenhæng mellem proteinindhold og pH1 eller filetvægt (figur 2).

Men såfremt man ikke skelner mellem fileter med og uden træbryst, vil der være en markant større variation i proteinindholdet. I denne undersøgelse er der medtaget fileter med tydeligt træbryst og fileter uden synlige tegn på træbryst fra de samme flokke. Dermed mangler den forholdsvist store gruppe af fileter med mindre udtalte tegn på træbryst. Denne gruppe, som ikke kasseres af kødkontrollen, vil muligvis bidrage til variation i proteinindholdet og dermed være en potentiel kilde til, at fileter, der ikke er marinerede, alligevel har en tilsyneladende højere vand-/proteinratio end normale fileter.

Er N-faktoren for kyllingefilet på 3,85 korrekt?

Beregning jf. kommissionens henstilling af 1. marts 2005

N-faktoren, der anvendes som omregningsfaktor fra det målte nitrogenindhold i kyllingefileter til beregnet (apparent) mængde kylling i den prøve, der analyseres, er beskrevet af AMC (2000), N-faktor (NF) = 3,85 for mager kød af kyllingebryst.

Apparent indhold af fedtfrit kød = samlet nitrogen/NF x 100

Det målte fedtindhold lægges derefter sammen med dette tal, hvorved man får det samlede indhold af apparent kylling.

Apparent indhold af kylling = apparent indhold af fedtfri kylling + fedt

Hvis man indsætter de tal for nitrogen, der er anført i DTU Fødevareinstituttets fødevardatabase (Anonym, 2017), i formlen (N: 2,9-3,5%, fedt: 3,2-10%), vil indholdet af apparent kylling variere mellem 78,4% og 100,2%, med et gennemsnit på 88,8% apparent kylling. Så N-faktoren på 3,85 er tilsyneladende for høj, hvis man tager udgangspunkt i DTU Fødevareinstituttets angivelser for nitrogen i rå kyllingekød. Det angives dog ikke, hvilke udskæringer begrebet rå kyllingekød dækker over.

De 24 fileter, der indgik i undersøgelsen af N-faktoren, blev udtaget direkte efter slagtning og køling, og er pr. definition derfor 100% kylling. Hvis man indsætter de fundne analyseværdier i ovenstående formler, får man en gennemsnitlig værdi for apparent fedtfri kylling på $86,1 \pm 7,7\%$ (min 76,6%, maks. 93,9%). Den målte fedtprocent var gennemsnitligt på $1,9 \pm 0,5\%$ (min. 1,1%, maks. 3,0%). Den beregnede mængde apparent kylling var gennemsnitligt på $88,0 \pm 7,6\%$.

Tablet 2. Procentvist nitrogenindhold (analyse), beregnet apparent fedtfri kyllingefilet, procent fedt (analyse) og beregnet apparent kyllingefilet i 24 rå, ikke-marinerede kyllingefileter. Beregning er foretaget med $NF = 3,85$.

Filettype		N%	App. fedtfri%	Fedt%	App. filet%
Træbryst N=8	Gennemsnit	2,95	76,7	2,1	78,8
	$\pm 1,96 \times SD$	0,43	11,0	0,6	11,4
	Min.	2,70	70,2	1,8	72,0
	Maks.	3,23	84,0	2,6	86,3
Normal N=16	Gennemsnit	3,50	90,9	1,8	92,6
	$\pm 1,96 \times SD$	0,16	4,1	1,0	3,7
	Min.	3,36	87,3	1,1	90,3
	Maks.	3,62	93,9	3,0	95,9

Der var imidlertid en markant forskel på mængden af apparent kylling i fileter med træbryst og normale, ikke-marinerede kyllingefileter (tabel 2). Men selv hvis man kun tager normale kyllingefileter i betragtning, vil hovedparten af fileterne i denne undersøgelse blive betragtet som fejldeklarerede, idet de ligger mere end 5% under de 100% apparent kylling, som ikke-marinerede fileter pr. definition bør kunne udregnes til (tabel 2). Kun 2 af de 16 normale fileter, og ingen af de 8 træbrystfileter, ville kunne beregnes til at indeholde 95% kylling eller mere og på den måde undgå at blive bedømt som fejldeklareret.

På den baggrund kan det konkluderes, at N-faktoren på 3,85 er for høj. Da kun 2 flokke er inkluderet i undersøgelsen, er det dog også en mulighed, at proteinindholdet i normale kyllingefileter varierer så meget mellem forskellige flokke, at der ikke kan angives en troværdig fælles N-faktor.

De data, der ligger til grund for anbefalingen af N-faktor = 3,85 for kyllingefilet (AMC, 2000), angiver en gennemsnitlig nitrogen% for Ross-kyllinger på 3,76%, hvilket er højere end de 3,50%, der er fundet i denne undersøgelse (tabel 1). Der angives endvidere en gennemsnitlig vand% på 74,6% (AMC, 2000). I denne undersøgelse blev der ikke målt vand% på de ikke-marinerede fileter, men den faktiske tilvækst er kendt for de marinerede fileter. Såfremt man regner tilbage til vandprocenten før marinering, vil gennemsnittet for normale fileter være 75,4% vand, det vil sige ca. 0,8% højere end angivet af AMC (2000).

En gradvis udvikling henimod et lavere proteinindhold, og dermed et højere vandindhold, i ferske kyllingefileter kunne dog muligvis være årsagen til, at industrien oplever, at ferske kyllingefileter ikke kan beregnes til at indeholde 100% apparent kylling.

Årsagen til dette tilsyneladende skred i proteinindhold bør bekræftes ved undersøgelse af et større og mere repræsentativt materiale. Mulige årsager kunne være genetik, væksthastighed/slagtealder og andre avls- og management relaterede faktorer, eller at kyllinger generelt er mindre dehydrerede på slagtetidspunktet i år 2017 end de var i år 2000 (se diskussion i senere afsnit).

N-faktor beregnet på baggrund af normale fileter Da tydeligt træbryst er kassationsgrund i kødkontrollen, betragtes disse ikke som normale fileter, men som et udtryk for en patologisk tilstand. Og derfor indgik kun de 16 normale fileter i beregningen af den N-faktor, der ville passe på fileterne i denne undersøgelse.

På baggrund af ovenstående formel vil N-faktoren kunne udregnes på følgende måde, ud fra nitrogen- og fedt-analyser på rå, ikke-marinerede kyllingefileter:

$$\mathbf{N\text{-faktor (NF) = \%nitrogen x 100/(100\% kylling-fedt\%)}}$$

Den gennemsnitlige N-faktor beregnes ud fra N% = 3,50 og fedt% = 1,8 (tabel 2):

$$\mathbf{NF\ (beregnet)\ =\ 3,50\% N\ x\ 100/(100\%\ kylling\text{-}1,8\%\ fedt)\ =\ 3,56}$$

En kontroludregning viser, at indholdet af apparent kylling i de 16 normale ikke-marinerede fileter, gennemsnitligt vil være 100,0% ved anvendelse af en N-faktor på 3,56 i stedet for den officielle N-faktor på 3,85. Yderpunkterne ved anvendelse af N-faktor = 3,56 ville være mellem 95,5% og 104,7% apparent kylling, hvorved alle normale fileter ville være at betragte som korrekt deklareret, jf. 5%-grænsen i kommissionens henstilling af 1. marts 2005.

I en tidligere undersøgelse, foretaget af Fødevarestyrelsen (2009), varierede nitrogenindholdet i de ferske, ikke-marinerede fileter fra 3,55% N til 3,88% N, hvilket, sammen med de angivne fedtprocenter, gav en beregnet mængde kylling på mellem 93,4% og 102,0% apparent kylling i filetprøver, deklareret som 100% kylling. Ganske vist blev det konkluderet, at

kun en enkelt prøve var under 95% kylling, og den blev dermed bedømt som værende fejldeklareret. Kun en enkelt prøve viste over 100% apparent kylling i Fødevarestyrelsens undersøgelse, og 16 af de 17 prøver lå på en beregnet mængde kylling på under 100%.

Såfremt det antages, at der i alle tilfælde faktisk var tale om 100% kylling, uden vandoptagelse efter slagtning, ville den korrekte N-faktor (gennemsnitligt 100% apparent kylling), være $NF = 3,73$. Beregningen er foretaget ud fra nitrogen- og fedtbestemmelserne fra de 17 prøver af kyllingefilet, der var deklareret som 100% kylling (Fødevarestyrelsen, 2009), jf. beregningsmetode angivet ovenfor.

I Fødevarestyrelsens undersøgelse var fedtindholdet i de undersøgte fileter på 1,6%, mod 1,9% i denne undersøgelse. Og nitrogenindholdet i de 17 filetprøver ($N\% = 3,67$) var ca. 5% højere end i de 16 normale fileter i nærværende undersøgelse ($N\% = 3,50$).

I materialet fra AMC (2000) var $N\% = 3,76$ og fedt% = 1,87 for Ross-kyllinger. Over tid er den gennemsnitlige fedtprocent tilsyneladende stabil (1,88% i denne undersøgelse), men nitrogenprocenten på 3,50% i denne undersøgelse udgør kun 93% af den angivne værdi i det materiale, der ligger til grund for den officielle N-faktor på 3,85 (AMC, 2000). Sætter man disse værdier ind i formlen for N-faktor, får man, at N-faktoren = 3,83. Årsagen til, at anbefalingen fra AMC, 2000 er på $N=3,85$, kendes ikke.

Resultaterne understøtter dermed hypotesen om, at proteinprocenten i kyllingefilet gradvist er faldet siden år 2000, og at N-faktoren bør justeres ned.

Da træbrystfileter har en meget lav nitrogenprocent, skal man sikre sig, at kun normale fileter indgår som grundlag for nedjustering af N-faktoren.

Træbrystfileter i forhold til N-faktor

Såfremt træbrystfileter indgår i de undersøgte prøver, må man forvente, at det beregnede indhold af apparent kylling vil være lavere, og at det derfor ikke er sikkert, at alle stikprøver vil kunne klare 5%-grænsen, selv med en korrigeret N-faktor, hvis der er iblandet fileter med tydeligt træbryst i stikprøven. Dette baseres på, at nitrogenværdierne i fileterne med tydeligt træbryst i varierende grad lå markant under de normale fileter. En kontroludregning med $NF = 3,56$ viste et indhold af apparent kylling på gennemsnitligt kun 85,0% i de 8 ikke-marinerede træbrystfileter, altså langt under 5%-grænsen på mindst 95% beregnet apparent kylling. Yderpunkterne ville være 77,8% og 93,4% beregnet apparent kylling for de 8 ikke-marinerede fileter med tydeligt træbryst, der var inkluderet i undersøgelsen.

Træbryst kan være vanskeligt at se og frasortere på slagtelinjen, og derfor er det af og til muligt at finde fileter med tydeligt træbryst efter udtagning af fileterne. I det omfang træbrystfileter overses, og indgår som en del af de fileter, der går til analyse af apparent kylling, er der en sandsynlighed

for, at det målte nitrogenindhold, og dermed det apparente indhold af kylling beregnes til at være mindre end det reelt er tilfældet i partiet som helhed.

På den baggrund vil det være relevant at undersøge, hvilken indflydelse træbryst med mindre udtalte forandringer har på nitrogen-/proteinindholdet i kyllingefileter for at kunne vurdere, hvor udtalt træbrysttilstanden skal være, før den har indflydelse på protein-/vandratio, og dermed på indholdet af beregnet "apparent kylling" og marineringspotentiale.

På baggrund af ovenstående forekommer det hensigtsmæssigt at være i stand til at frasortere træbrystfileter, når der produceres ferske, ikke-marinerede fileter.

Marinerede fileter: tilvækst og effekt af proteinindhold

*Marinerings-
tilvækst i
kyllingefile-
ter*

Marineringsstilvæksten i procent var gennemsnitligt $16,3 \pm 7,7\%$ fra rå til indfrosset vægt i de i alt 34 multistikmarinerede kyllingefileter fra Slagteri A og B, der indgik i undersøgelsen af den reelle kontra den beregnede mængde tilsatte lage.

Fileterne var udvalgt, så de dækkede hele variationen med hensyn til pH1 og vægt af de rå, ikke-marinerede fileter. Mindste tilvækst var 6,4% og højeste tilvækst 31,2% (tabel 3).

Tabel 3. Gennemsnitlig marineringsstilvækst i procent for Slagteri A og B.

Slagteri	Gennemsnit %	SD	Min.	Maks.
A (N=16)	23,4	3,4	16,4	31,2
B (N=18)	9,5	2,0	6,4	14,4

Der var meget stor forskel på marineringsstilvæksten på de 2 slagterier (tabel 3), og derfor er resultaterne analyseret hver for sig. Marineringsgraden (og dermed slagteri) var den mest betydende parameter for tilvæksten i procent, fra rå, ikke-marineret filet til indfrysning. Variation i marineringsstilvæksten er beskrevet tidligere, hvor det også blev fundet, at træbrystfileter generelt havde en dårligere marineringsstilvækst end normale fileter (Larsen et al., 2017).

*Proteinind-
hold i mari-
nerede file-
ter*

I de 34 multistikmarinerede og indfrosne fileter, udtaget på Slagteri A og B, blev der fundet et gennemsnitligt nitrogenindhold (N) på $3,0 \pm 0,2$ g/100 g filet, svarende til $18,7 \pm 1,3$ g protein/100 g (omregningsfaktor mellem N og protein = 6,25). Der var en forskel fra laveste til højeste proteinindhold på 4,3%, idet laveste proteinprocent var 16,4% og højeste var 20,7% i de marinerede fileter (tabel 4.b).

Den angivne relative målesikkerhed på proteinbestemmelserne var $\pm 3,1\%$ ($1,96 \times \text{sd}$). Det vil sige, at en måling (gennemsnittet af en dobbeltbestemmelse) på $18,7\%$ protein med 95% sikkerhed vil ligge mellem $18,1$ og $19,3$ ($\pm 0,6$).

*Effekt af marine-
ringsgrad*

De 2 slagterier tilsatte meget forskellig mængde lage til fileterne.

Tabel 4.a. Nitrogenindhold i procent i multistikmarinerede, indfrosne kyllingefileter fra Slagteri A og B.

Slagteri	Gennemsnit %	SD	Min.	Maks.
A (N=16)	2,8	0,1	2,6	3,0
B (N=18)	3,2	0,1	2,8	3,3

Tabel 4.b. Proteinindhold i procent i multistikmarinerede, indfrosne kyllingefileter fra Slagteri A og B.

Slagteri	Gennemsnit %	SD	Min.	Maks.
A (N=16)	17,6	0,7	16,4	18,9
B (N=18)	19,7	0,9	17,6	20,7

Fileterne fra Slagteri A blev marineret til en gennemsnitlig tilvækst på 23% inden indfrysning, mens fileterne fra Slagteri B blev marineret til en gennemsnitlig tilvækst på 9% .

Den store forskel i marineringsgrad havde naturligvis betydning for proteinindholdet i de marinerede fileter, der var $17,6 \pm 0,7$ g protein/100 g for Slagteri A, og $19,7 \pm 0,9$ g protein/100 g for Slagteri B (tabel 4.b). Som følge af marineringen er der sket en fortyndingseffekt af protein og dermed N-indholdet i fileterne (tabel 4.a og 4.b).

Effekt af træbryst på proteinindhold i marinerede fileter

I de ferske fileter var der markant forskel på proteinindholdet i normale fileter og fileter med træbryst (ca. 85% af normalt niveau i træbrystfileter, tabel 1 og 2). Men i de marinerede fileter var forskellen efter marinering og indfrysning minimal (tabel 5). Forskellen i protein-/vandringsratio mellem normale og træbrystfileter udlignes ved marinering, og det betyder igen, at træbrystfileter optager mindre mængde marinade, svarende det lavere proteinindhold i de ferske træbrystfileter.

Tabel 5. Proteinindhold i procent i marinerede, indfrosne fileter fra Slagteri A og B, fordelt på normale fileter og fileter med tydeligt træbryst.

Træbryst	Slagteri A (N=17)	Slagteri B (N=18)
+	$17,8 \pm 0,9$	$19,0 \pm 1,9$
-	$17,5 \pm 0,5$	$19,8 \pm 0,8$

Ved sammenligning af marineringsstilvækst for fileter med og uden træbryst for alle de 180 fileter, de 34 i denne undersøgelse blev udvalgt fra, var marineringsstilvæksten (rå-frossen) i træbrystfileter ved multistilsprøjtning kun på hhv. 84,7 og 79,1% af tilvæksten for de normale fileter (hhv. Slagteri A og B). I de 34 fileter, der er blevet analyseret for protein- og vandindhold, var forskellen mellem træbrystfileter og normale fileter mindre (træbrystfileter fra Slagteri A og B havde hhv. 92,9 og 84,0% af tilvækst for normale fileter). Disse resultater stemmer overens med, at mængden af beregnet apparent kylling (der afspejler proteinindholdet) i de ikke-marinerede træbrystfileter (beregnet med korrigeret N-Faktor = 3,56) gennemsnitligt var 85% (se ovenfor).

Beregnet mængde tilsat vand vs. målt marineringsstilvækst

Beregnet vs. målt marineringsstilvækst Mængden af tilsat vand kan beregnes ud fra en N-analyse og en vandanalyse (Olsen og Hansen, 2009):

$$\text{Tilsat vand\%} = \text{\%vand i prøven} - 19,724 \times \text{Nitrogen\% i prøven}$$

For begge slagterier gjaldt, at den beregnede mængde tilsat vand (%) gennemsnitligt var højere end den reelle marineringsstilvækst (%). I fileterne fra Slagteri A var den gennemsnitlige målte marineringsstilvækst på 23,4%, og den beregnede mængde tilsat vand var 1,2% højere, svarende til 24,6% (tabel 6). I fileterne fra Slagteri B var den gennemsnitlige målte tilvækst på 9,5%, og den beregnede mængde tilsat vand var hele 5,9% højere, svarende til 15,4%.

Tabel 6. Marineringsstilvækst, beregnet og målt, fordelt på Slagteri A og B.

Slagteri	Beregnet tilvækst (%)	Målt tilvækst (%)	Difference (%)
A (N=16)	24,6	23,4	1,2
B (N=18)	15,4	9,5	5,9
Gennemsnit	19,7	16,0	3,7

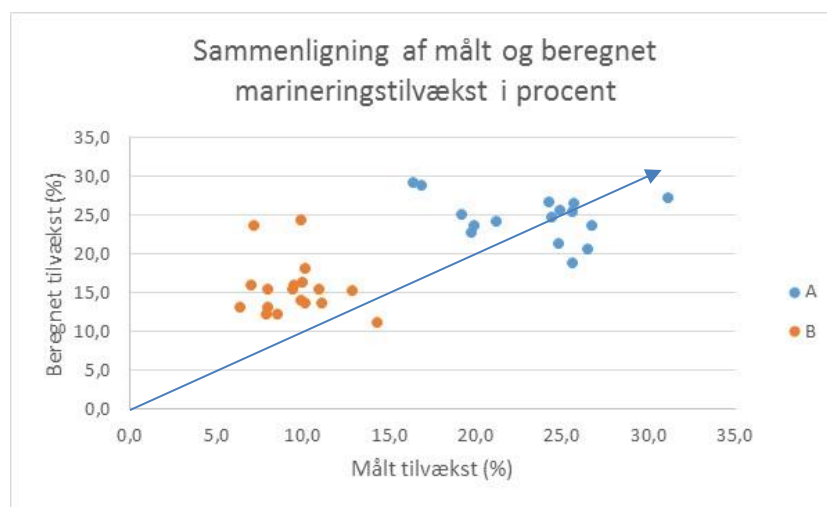
Man kan beregne proteinmængde (g)/100 g kylling før marinerings på følgende måde:

$$\text{Beregnet protein\% før marinerings} = (\text{målt N\%} \times 6,25) \times (\text{Målt tilvækst\%} + 100) / 100$$

Hvis der var tilsat kollagen eller anden N-kilde til lagen på et af slagterierne, ville det beregnede proteinindhold før marinerings også have været forskelligt for de 2 slagterier og med stor sandsynlighed have oversteg de rapporterede værdier for ikke-marinerede fileter på gennemsnitligt 21,9% (tabel 1), hvilket ikke var tilfældet. Derfor må en anden forklaring søges.

Hvis dyrene er dehydrerede ved ankomst til slagteriet, indeholder de for lidt vand. Det vil sige, at tørstofprocenten, og dermed proteinprocenten i musklerne, vil være højere end normalt, og den beregnede mængde af apparent kylling vil derfor være højere end 100%, såfremt der anvendes en N-faktor, der passer med den "gennemsnitlige" velhydrerede kylling (her beregnet til 3,56, se ovenfor).

Hvis fileterne har været dehydrerede inden marinerings, vil de reelt have optaget mere vand end den beregnede mængde, og dermed bliver den reelle, målte tilvækst højere end den beregnede tilvækst, hvilket svarer til de 6 punkter under den skrå linje, som angiver lige høj beregnet mængde tilsat vand (%) og målt marineringsstilvækst (figur 3).



Figur 3. Målt marineringsstilvækst i procent (X-akse) sammenlignet med den beregnede mængde tilsat vand i procent (Y-akse). Linjen angiver samme mængde beregnet og reelt tilsat mængde vand.

Som det ses af figur 3, var der kun én af de 18 kyllingefileter fra Slagteri B, der optog mere vand end beregnet, medens dette var tilfældet for 5 af de 16 fileter fra Slagteri A (figur 3). De 6 fileter, der havde optaget mere end den beregnede mængde vand, havde alle en høj beregnet proteinprocent før marinerings (gennemsnitligt 23,1 g protein/100 g kylling), hvor den beregnede gennemsnitlige mængde protein i alle prøver var hhv. 21,7 g protein/100 g kylling for Slagteri A og 21,6 g protein/100 g kylling for Slagteri B, hvilket svarer fint til de 21,9% protein i ferske fileter (tabel 1).

Det vil sige, at proteinindholdet (protein-/vandratio) i de ferske fileter er afgørende for, hvor meget vand fileterne optager ved marinerings, uanset om der marineres kraftigt (Slagteri A) eller moderat (Slagteri B) (figur 3).

Resultaterne tyder på, at der er andre forhold end træbryst, der kan medføre variabilitet i protein-/vandratio og marineringspotentiale i kyllingefileter. En mulighed kunne være forskellig grad af dehydrering inden slagting. Hvis kyllingerne med den høje proteinprocent led af dehydrering,

ville det svare til en moderat dehydrering på ca. 6 $((1 - 21,7/23,1) \times 100)$ i forhold til den gennemsnitlige kylling.

Da der ikke kan tildeles vand i tidsrummet mellem indfangning og slagting, er det ikke usandsynligt, at dehydrering forekommer.

Af figur 3 fremgår, at især 4 fileter, 2 fileter fra Slagteri A og 2 fileter fra Slagteri B, havde en markant lavere reel marineringstilvækst end den beregnede tilvækst.

De 4 fileter, der havde optaget markant mindre end den beregnede mængde luge, havde alle en lav beregnet proteinprocent før marinering (gennemsnitligt 19,1 g protein/100 g kylling) i forhold gennemsnittet (tabel 1). 2 af de 4 fileter var træbryst-fileter og 2 var normale, så træbryst var ikke den primære – eller eneste forklaring – på en høj vand-/proteinratio.

Beregnet vand% før marinering

Idet man beregner mængden af tilsat vand som en funktion af den målte vandprocent og en konstant \times nitrogenprocenten (se næste afsnit) forudsættes et direkte proportionalt forhold mellem protein- og vandindhold i rå, ikke-marinerede fileter. Dermed giver det god mening, at de ovenfor beregnede proteinindhold var høje i fileter, der havde optaget mere luge end forventet, og lave i fileter, der havde optaget mindre luge end forventet.

Såfremt dehydrering er en hel eller delvis forklaring på den høje proteinprocent i de fileter, der optog mere luge end beregnet, bør den beregnede vandprocent før marinering være lavere end gennemsnittet.

Vandprocenten før marinering kan beregnes, idet vandprocenten efter marinering og marineringstilvæksten for hver enkelt filet er kendt.

Den beregnede vandprocent før marinering var 73,6% i gennemsnit for de 6 fileter, der optog mere luge end beregnet, og 77,7% for de 4 fileter, der optog markant mindre luge end beregnet (figur 3). Den gennemsnitlige beregnede vandprocent før marinering, for alle 34 fileter, var 75,4%.

Dermed er det vist, at fileter, der optog mere luge end beregnet, havde en lavere vandprocent før marinering, og de fileter, der optog markant mindre luge end beregnet, havde en højere vandprocent inden marinering end gennemsnittet. Dermed understøtter resultaterne, at dehydrering kan have en markant indflydelse på marineringspotentialet i kyllingefileter og muligvis være en medvirkende forklaring på, at dette varierer på individniveau (Larsen et al., 2017b).

Det er ikke undersøgt, om forskellene i fileternes protein- og vandindhold opstår før eller efter slagting i dette projekt. En tidligere undersøgelse viste dog, at eventuelt vandoptag eller -tab kunne variere med produktions- og kølebetingelser, men påvirkede kun skind, hinder og skrog, og ikke vandindholdet i muskulaturen (Christensen, 2010). Derudover er der tidli-

gere i dette projekt vist en nær korrelation i marineringsstilvækst (tumbling) mellem de 2 fileter fra samme individ (Larsen et al., 2017b), hvilket sandsynliggør, at protein-/vandratio i ferske kyllingefileter reguleres på individniveau, og dermed muligvis før slagtning.

Er formlen for beregning af procent tilsat vand korrekt?

Beregningskonstant for tilsat vand, jf. kommissionens henstilling af 1. marts 2005

Beregning af mængde tilsat vand udregnes, jf. Olsen og Hansen (2009) således:

$$\% \text{tilsat vand} = \text{vand\%} - 19,724 \times \text{samlet nitrogen\%}$$

Da omregningskonstanten på 19,724 er en funktion af N-faktoren på 3,85 (AMC, 2000; Olsen og Hansen, 2009), er det sandsynligt, at denne, ligesom N-faktoren, bør justeres. Dette indikeres endvidere af figur 3, hvor punkterne angiver reelt optaget mængde lage (X-akse: marineringsstilvækst%) i forhold til den beregnede mængde tilsat vand (%) på Y-aksen. Som det fremgår af figur 3, har de fleste fileter optaget mindre lage/vand end den beregnede mængde.

Som det fremgår af tabel 6, var den gennemsnitlige beregnede mængde tilsat vand (%) på 19,7%, og den målte marineringsstilvækst på 16,0% i de 34 marinerede fileter. Disse 2 værdier burde være ens.

Når der tages stilling til, om beregningsformlen for mængden af tilsat vand er korrekt, medtages kun de 26 normale fileter i beregningerne, og de 8 fileter med træbryst udelades, da det er tidligere er fastslået, at disse gennemsnitligt har en anderledes tilvækst end normale fileter.

Jf. formlen for beregning af tilsat vand%, kan omregningskonstanten beregnes, såfremt man kender den faktisk tilsatte mængde vand i %:

$$\text{Omregningskonstant} = (\text{målt vand\%} - \text{marineringsstilvækst\%}) / \text{samlet nitrogen\%}$$

$$\begin{aligned} &= (78,6 - 15,2) / 3,02 \\ &= 21,0 \end{aligned}$$

Det vil sige, at formlen for beregning af tilsat vand ifølge resultaterne i denne undersøgelse bør være:

$$\% \text{tilsat vand} = \text{vand\%} - 21,0 \times \text{samlet nitrogen\%}$$

Dermed vil den beregnede og den målte tilvækst passe på den gennemsnitlige målte tilvækst, men ikke i samme grad på fileterne fra de 2 slagterier (tabel 7).

Tabel 7. Tilvækst ved marinering og indfrysning af normale fileter, beregnet med ny omregningskonstant på 21,0, og målt marineringstilvækst, fordelt på Slagteri A og B.

Slagteri	Beregnet tilvækst (%)	Målt tilvækst (%)	Differen- cence (%)	Nitro- gen (%)	Vand (%)
A (N=10)	21,5	24,0	+2,5	2,80	80,26
B (N=16)	12,0	9,7	-2,7	3,17	78,57
Total	15,2	15,2	0	3,02	78,60

Som det ses af tabel 7, vil marineringstilvæksten blive underestimeret med 2,5% for de 10 fileter fra Slagteri A og overestimeret med 2,7% for de 16 fileter fra Slagteri B. Der var dog ingen forskel i den beregnede vand% inden marinering, der blev beregnet til hhv. 75,5% og 75,3% for fileterne fra Slagteri A og B. Der fandtes heller ingen forskel i mængden af beregnet protein før marinering mellem slagterierne, hhv. 21,7% og 21,6%. Eventuelle forskelle mellem slagterierne med hensyn til sammensætning af lager kendes ikke, og effekten af den store forskel i marineringegrad kendes heller ikke.

Deltagere Udover forfatterne deltog følgende: Lars Blaabjerg og Lone Kate Johansen indsamlede materiale på slagterierne og gennemførte forsøg. Tina Frogne gennemførte nitrogenanalyser, og Kirsten Jensen ydede vejledning i forbindelse med fortolkning og afrapportering af de kemiske analyser.

Referencer AMC (2000) Nitrogen factors for chicken meat, *The Analyst*, 125, 1359-1366.

Anonym (2017) DTU Fødevarerinstitutionens Fødevaredatabase.
<http://frida.fooddata.dk/ShowFood.php?foodid=795&342>

Christensen, H. (2010) Tilvækstproblematik, Slutrapport.

Fødevarerstyrelsen (2009) Centralt koordinerede laboratorieprojekter. Slutrapport om kontrol af vandindhold i kyllingefilet. Projekt j. nr. 2008-20-64-00804/2009-20-64-00001. https://www.foedevarestyrelsen.dk/SiteCollectionDocuments/25_PDF_word_filer%20til%20download/07kon-tor/ckl/CKL_slutrapport_vand%20i%20kylling.pdf

Hansen, K.; Knuthsen, P. (1994) Overvågningssystem for næringsstoffer. Kød, 2. runde. (Food Monitoring System for Nutrients. Meat, Second Cycle). Århus Landsdelslaboratorium; Levnedsmiddelstyrelsen.

Larsen, H.D., Blaabjerg, L., Johansen, L.K., Nielsen, D.B (2017) Svind i marinerede kyllingefileter ved frostlagring og optøning (Rapport)

<https://www.teknologisk.dk/projekter/vandbindeevne-i-kyllingefileter-kan-skabe-mervaerdi/39136>

Larsen, H.D., Blaabjerg, L., Johansen, L.K., Nielsen, D.B (2017b) Svind i marinerede kyllingefileter ved kølelagring og tilberedning (Rapport)

<https://www.teknologisk.dk/projekter/vandbindeevne-i-kyllingefileter-kan-skabe-mervaerdi/39136>

MediCalc(2018) https://www.medcalc.org/calc/comparison_of_means.php

Olsen, E.V., Hansen, T. (2009) Kommentar til Kommissionens Henstilling af 1. marts 2005 (2005/175/EF) til kontrol af vandindhold i kyllinger. Beregning af % tilsat vand uden kollagen-korrektion, jf. Kommissionens henstilling, Bilag V. Internt Notat.