



Rapport

Sensorisk bedømmelse af pølser tilsat planteprotein

Margit Dall Aaslyng

12. oktober 2018
Projekt nr. 2006272-18
MDAG/MT

Sammendrag

Baggrund

I projektet 'Nye proteinkombinationer med plante- og kødproteiner' ønsker vi at udvikle kødprodukter, hvor en væsentlig del af kødets proteiner er udskiftet med planteproteiner. Målet er at lave velsmagende kødprodukter med mindre kød i, der er målrettet forbrugere, som ønsker at spise mindre kød uden dog helt at stoppe med at spise kød. I dette forsøg undersøges betydningen af at tilsætte tekstureret planteprotein til wienerpølser med op til 50% af proteinindholdet.

Gennemførelse

Wienerpølser med mindre end 10% fedt og 2% salt blev fremstillet med og uden en let røgning (10 min, 60°C). Tekstureret ærteprotein og ærte-/kartoffelprotein blev tilsat svarende til 10%, 30% og 50% af proteinindholdet. Endvidere blev der fremstillet en batch pølser med vådekstruderet ærteprotein svarende til 30% af proteinindholdet.

Der blev gennemført en sensorisk profilanalyse, og denne blev suppleret med kemiske analyser af fedt, vand og protein samt måling af svind under produktion og genopvarmning.

Resultater

Ved tilsætning af tekstureret planteprotein svarende til 10% af proteinindholdet var der kun få ændringer i den sensoriske profil. Ved 30% blev pølserne mindre faste og gummiagtige, samtidig med at intensiteten af ærtesmag steg, især ved tilsætning af tekstureret ærte-/kartoffelprotein. Ved 50% tilsætning var der væsentlige forskelle i den sensoriske kvalitet.

Konklusion

Det var muligt at tilsætte 30% tekstureret planteprotein til wienerpølser uden at reducere den sensoriske kvalitet væsentligt.

<i>Baggrund og formål</i>	<p>Baggrund og formål</p> <p>I projektet 'Nye proteinkombinationer med plante- og kødproteiner' ønsker vi at udvikle kødprodukter, hvor en væsentlig del af kødets proteiner er udskiftet med planteproteiner. Målet er at lave velsmagende kødprodukter med mindre kød i, der er målrettet forbrugere, som ønsker at spise mindre kød uden dog helt at stoppe med at spise kød.</p> <p>Udskiftes kødprotein med planteprotein, vil produkterne ændre såvel tekstur som smag. Tidligere forsøg har vist, at ved direkte tilsætning af proteinisolater til suppeboller vil forandringerne komme allerede ved udskiftning af 10% af kødproteinet. Anvendes i stedet tekstureret planteprotein, er det muligt at udskifte 10% uden væsentlige forandringer, mens højere tilsætningsprocenter vil ændre såvel tekstur som smag og udseende. Forsøget viste endvidere, at en fin granulatstørrelse af de teksturerede proteiner er at foretrække ved tilsætning til suppeboller.</p> <p>I modsætning til suppeboller er wienerpølser et emulgeret produkt, dvs. at de biokemiske forandringer, der foregår under processering, er anderledes. Det er derfor af interesse at undersøge, i hvor høj grad det er muligt at udskifte kødprotein med planteprotein i dette produkt, og samtidig bevare en høj spisekvalitet.</p>
<i>Formål</i>	<p>Formålet med forsøget er at sammenligne den sensoriske kvalitet af nøglehulsmærkede wienerpølser, hvor mellem 0% og 50% af kødproteinmængden er udskiftet med planteprotein. Som nøglehulsmærkede wienerpølser skal de have et fedtindhold under 10% og et saltindhold under 2%.</p> <p>Supplerende til dette er der gennemført en forbrugerundersøgelse af pølserne tilsat 30% planteprotein samt af referencen uden planteprotein. Dette forsøg er rapporteret særskilt (Rapport: Forbrugerundersøgelse af pølser tilsat planteprotein, 12. september 2018).</p> <p>Der anvendes tekstureret planteprotein fra ærte- og kartoffel samt vådekstruderet protein fra ærtemel. Planteproteinerne er processeret på Teknologisk Instituts (TI) pilotanlæg i Sdr. Stenderup.</p>
<i>Råvare, kød</i>	<p>Gennemførelse</p> <p>Til pølserne blev benyttet bov med en fedtprocent på ca. 12-14% samt bovsnitte.</p>
<i>Råvare, plante-protein</i>	<p>De ekstruderede planteproteinprodukter blev fremstillet hos TI, Sdr. Stenderup. Ærteproteinisolat blev leveret fra AM Nutrition, DK og kartoffelproteinisolat blev leveret fra KMC, DK. Proteinindholdet i henholdsvis ærte- og kartoffelproteinisolat var fra leverandøren oplyst til at være 55% og 85%. Der blev fremstillet tre typer planteprotein:</p>

Tekstureret ærteprotein
Tekstureret ærte-/kartoffelprotein (forhold 3:1)
Vådekstruderet ærteprotein

Tekstureringsprocessen er beskrevet i bilag 1.

Pølser

Der blev fremstillet 8 forskellige typer pølser i DMRI's pilot plant: en kontrol uden tilsat planteprotein, pølser tilsat tekstureret ærteprotein i 10%, 30% og 50%, pølser tilsat ærte-/kartoffelprotein i 10%, 30% og 50% samt pølser tilsat vådekstruderet ærteprotein i 30%. Alle procenter blev beregnet som procent af proteinindholdet.

Alle batch af pølser, undtagen dem, der blev tilsat vådekstruderet ærteprotein, blev delt i to, og halvdelen blev let røget (10 min, 60°C). Alle pølser tilsat vådekstruderet ærteprotein blev røget. Der var således i alt 15 forskellige pølser til sensorisk analyse. Fedt-, salt- og krydderikoncentration var ens for alle typer pølser. Recepter og fremgangsmåde fremgår af bilag 2.

Efter produktion blev pølserne vakuumpakket og opbevaret ved 0°C indtil analyse.

Kemisk analyse

Af hver produktion blev der udtaget tre pølser fra forskellige steder i røgovnen. Disse blev blendet og frosset. Efter optøning blev de analyseret efter standardprocedurer for fedt (SM 004-14), vand (SM 002-12) og protein (SM 008-10) i kemisk lab, DMRI.

Sensorisk bedømmelse

Af hver produktion blev der udtaget to prøver af 10 pølser til sensorisk analyse. Der deltog 9 dommere i bedømmelsen. Inden bedømmelse blev der trænet på yderprøverne i to sessioner. Følgende egenskaber blev bedømt på en 15 cm ustruktureret linjeskala fra 0 (lidt) til 15 (meget):
Udseende: gullig farve ydre og indre, rødbrun farve ydre og indre
Smag: kød, røg, peber, ærte, krydret, salt, melet, bitter, brændende
Tekstur: fasthed, saftighed, sammenhængende, gummiagtig, grynethed, tyggetid, tyggerest
Eftersmag: røg, brændende

Pølserne blev opvarmet i vakuumpose i vandbad ved 70°C i minimum en time.

Hver dommer fik serveret en halv pølse uden ende på en opvarmet tallerken, der var kodet med et trecifret kode.

Svind

Svind blev beregnet efter varmebehandling (kogning, tørring og røgning) (svind_proces), efter afkøling (svind_køl) samt efter genopvarmning ved den sensoriske bedømmelse (svind_tilb).

Statistik

Generelt blev data analyseret på følgende måder: tilsætning af tekstureret ærteprotein henholdsvis ærte-/kartoffelprotein (0-50%) hver for sig i en variansanalysemodel med tilsætningsprocent (0-50%) og røg (+/-) samt vekselvirkningen mellem disse. Endvidere blev proteintyperne sammenlignet i en model med proteintype (ærte/ærte-kartoffel), tilsætningsprocent (10-50%) og røg (+/-) samt vekselvirkninger mellem disse. Endelig blev referencen (0% - røg) samt 30% tilsætning af vådekstruderet protein samt de to teksturerede proteiner – alle røget – sammenlignet. For de sensoriske egenskaber var der endvidere dommer samt dommer*produkt vekselvirkning som tilfældig variabel.

Modellerne blev reduceret, idet ikke-signifikante egenskaber blev fjernet.

Resultater

Svind

Tilsætning af tekstureret planteprotein reducerede processvindet ($P < 0,001$) og det samlede svind ($P < 0,001$) uanset røg, som det fremgår af tabel 1 og 2. Ved tilsætning af tekstureret ærteprotein blev kølesvindet også reduceret ($P < 0,001$), hvilket ikke var tilfældet ved tilsætning af tekstureret ærte-/kartoffelprotein.

Overraskende var der ikke forskel på svind afhængig af, hvor meget planteprotein der blev tilsat. Det var således ikke sådan, at svindet var lavere ved tilsætning af 50% planteprotein end ved tilsætning af 10%.

Tabel 1. Svind (%) af pølser tilsat 0-50% tekstureret ærteprotein.

	0	10	30	50	Std.err
Svind_proces	10,6 ^a	8,4 ^b	7,5 ^b	7,2 ^b	0,5
Svind_køl	2,0 ^a	1,4 ^b	1,8 ^a	1,9 ^a	0,1
Svind_tilb	3,5	3,5	3,8	4,5	0,4
Samlet svind	16,1 ^a	13,3 ^b	13,1 ^b	13,6 ^b	0,4

Tabel 2. Svind (%) af pølser tilsat 0-50% tekstureret ærte-/kartoffelprotein.

	0	10	30	50	Std.err
Svind_proces	10,6 ^a	7,9 ^b	8,9 ^b	7,8 ^b	0,5
Svind_køl	2,0	1,8	2,0	1,9	0,1
Svind_tilb	3,5	3,9	3,6	3,8	0,4
Samlet svind	16,1 ^a	13,6 ^b	14,3 ^b	13,5 ^b	0,4

Kølesvindet var højere for de pølser, der var røget (2,0% for ærteprotein, 2,1% for ærte-/kartoffelprotein) end for de pølser, der ikke var røgede (1,6% for ærteprotein, 1,7% for ærte-/kartoffelprotein). For de øvrige svind var der ikke effekt af røg, ligesom der ikke var vekselvirkning mellem røg og procent tilsat planteprotein.

Sammenlignes tilsætning af de to typer planteprotein (10-50% plus/minus røg) var der ikke forskel på typerne for nogen af svindtyperne.

Vådekstruderet Der blev kun fremstillet en mindre mængde vådekstruderet planteprotein, hvorfor der kun blev produceret én type pølser med dette, nemlig 30% protein, røget. Denne blev derfor sammenlignet med de tilsvarende 30% protein, røget med tekstureret ærteprotein og ærte-/kartoffelprotein samt referencen uden planteprotein, røget. Svind for disse pølser fremgår af tabel 3.

Tabel 3. Svind (%) af let røgede pølser fremstillet med 30% tekstureret eller vådekstruderet planteprotein samt en reference uden planteprotein.

	Reference	Ærteprotein	Ærte-/kartoffelprotein	Vådekstruderet ærteprotein	Std.err.
Svind_proces	10,9 ^a	7,4 ^{bc}	9,0 ^{ab}	6,0 ^c	0,9
Svind_køl	2,1	2,0	2,0	1,9	0,2
Svind_tilb	3,5	3,6	3,6	2,2	0,2
Samlet svind	16,5 ^a	13,0 ^c	14,6 ^b	10,1 ^d	0,5

Der var signifikant forskel på kogesvindet mellem typerne af pølser ($P < 0,02$) og på det samlede svind ($P < 0,001$), mens der ikke var signifikant forskel på kølesvind og tilberedningssvind. Referencen havde det højeste svind, pølser tilsat tekstureret protein lå i midten, mens pølserne med vådekstruderet ærteprotein havde det laveste svind.

Tekstureret ærte-/kartoffelprotein var dårligere til at binde vandet under processering end ærteprotein ved 30% tilsætning/røg. Overordnet set var der dog, som tidligere nævnt, ikke forskel på svind mellem typer, og tidligere undersøgelser af disse teksturerede proteiner viste da også, at der ikke var forskel i deres vandbindeevne. Begge de teksturerede proteintyper havde dog et signifikant lavere samlet svind end referencen.

Kemisk sammensætning Den kemiske sammensætning af pølserne fremgår af tabel 4. Der var ikke signifikant effekt af, hvorvidt pølserne var røget eller ej i den kemiske sammensætning, mens der var en signifikant forskel på typen af pølser ($P < 0,01$ – $P < 0,001$).

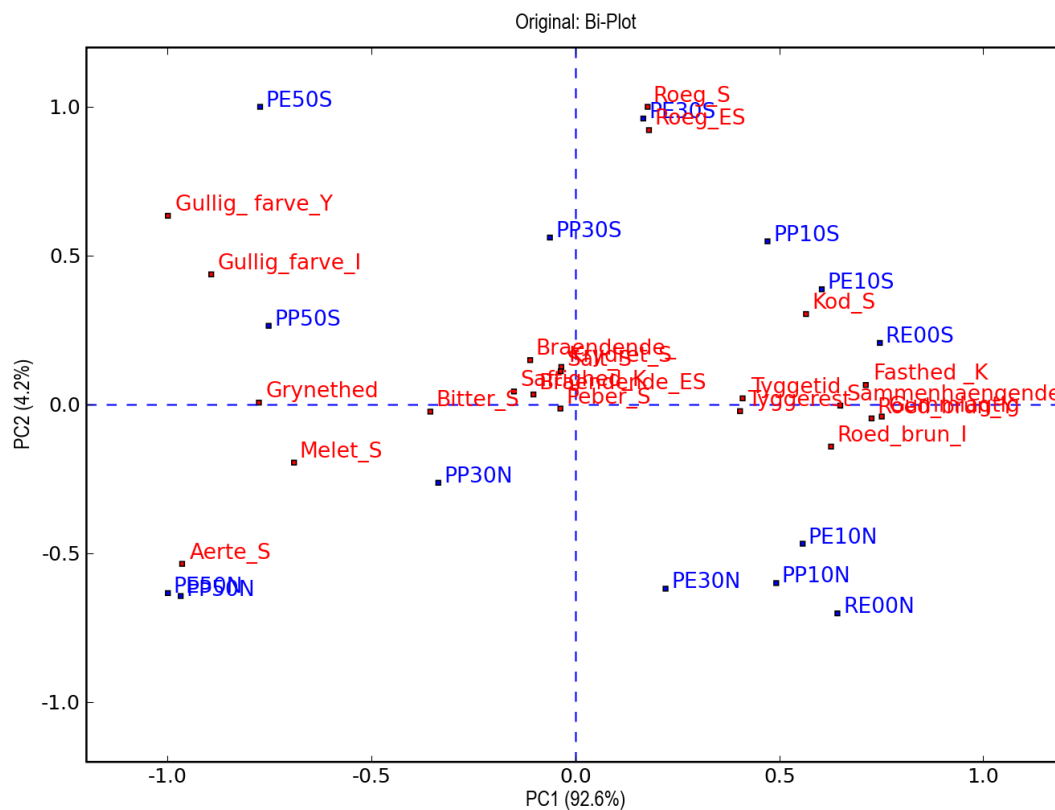
Tabel 4. Kemisk sammensætning af pølser.

	Røg	Protein	Fedt	Vand
Reference	Nej	16,6	8,2	71,8
	Ja	17,3	8,4	71,0
<i>Gennemsnit</i>		<i>17,0^a</i>	<i>8,3^c</i>	<i>71,4^{ab}</i>
Ærteprotein	Nej	15,9	9,1	70,7
10%				
10%	Ja	16,0	8,9	71,1
<i>Gennemsnit</i>		<i>16,0^b</i>	<i>9,0^b</i>	<i>70,9^{bc}</i>
30%	Nej	16,1	7,6	70,6
30%	Ja	16,1	7,7	70,0
<i>Gennemsnit</i>		<i>16,1^b</i>	<i>7,7^d</i>	<i>70,3^c</i>
50%	Nej	15,2	9,3	67,9
50%	Ja	14,6	9,4	67,7
<i>Gennemsnit</i>		<i>14,9^c</i>	<i>9,3^a</i>	<i>67,8^e</i>
Ærte-/kartoffelprotein	Nej	15,9	7,8	72,3
10%				
10%	Ja	15,7	8,0	71,7
<i>Gennemsnit</i>		<i>15,8^b</i>	<i>7,9^d</i>	<i>72,0^a</i>
30%	Nej	16,0	8,8	69,6
30%	Ja	16,3	8,7	68,9
<i>Gennemsnit</i>		<i>16,2^b</i>	<i>8,8^b</i>	<i>69,3^e</i>
50%	Nej	16,0	9,0	67,6
50%	Ja	16,0	9,0	67,7
<i>Gennemsnit</i>		<i>16,0^b</i>	<i>9,0^b</i>	<i>67,7^e</i>
Vådekstruderet	Ja	17,6 ^a	7,7 ^d	67,9 ^e
30%				

Den vådekstruderede pølse og referencen havde således det højeste proteinindhold, mens pølsen med 50% ærteprotein var lavest. Forskellene var dog indenfor forholdsvis få procenter.

Sensorik

Den samlede variation i den sensoriske profil fremgår af PCA biplot i figur 1. Den væsentligst variation i data (PC1, 92,6%) var mellem referencerne (RE00S og RE00N) og 10% planteprotein (PP10S, PE10S, PP10N, PE10N), der var rødbrune, faste og sammenhængende modsat 50% planteprotein (PP50N, PP50S, PE50N, PE50S), der var grynede, melede, havde ærtesmag og var gullige både udenpå og i den indre farve. Prøverne tilsat 30% ærteprotein (PE30N, PE30S) var tættere på referencen og 10% end ærte-/kartoffelprotein tilsat 30% (PP30S, PP30N), der var tættere på 50%. PC2 forklarede kun 4,2% og var primært en adskillelse af prøverne, der var røget i forhold til prøverne, der ikke var røget, som følge af variation i røget smag og røget eftersmag samt i mindre omfang gullig farve. Det var således kun i mindre omfang, at røg påvirkede den sensoriske profil i forhold til tilsætning af planteprotein.

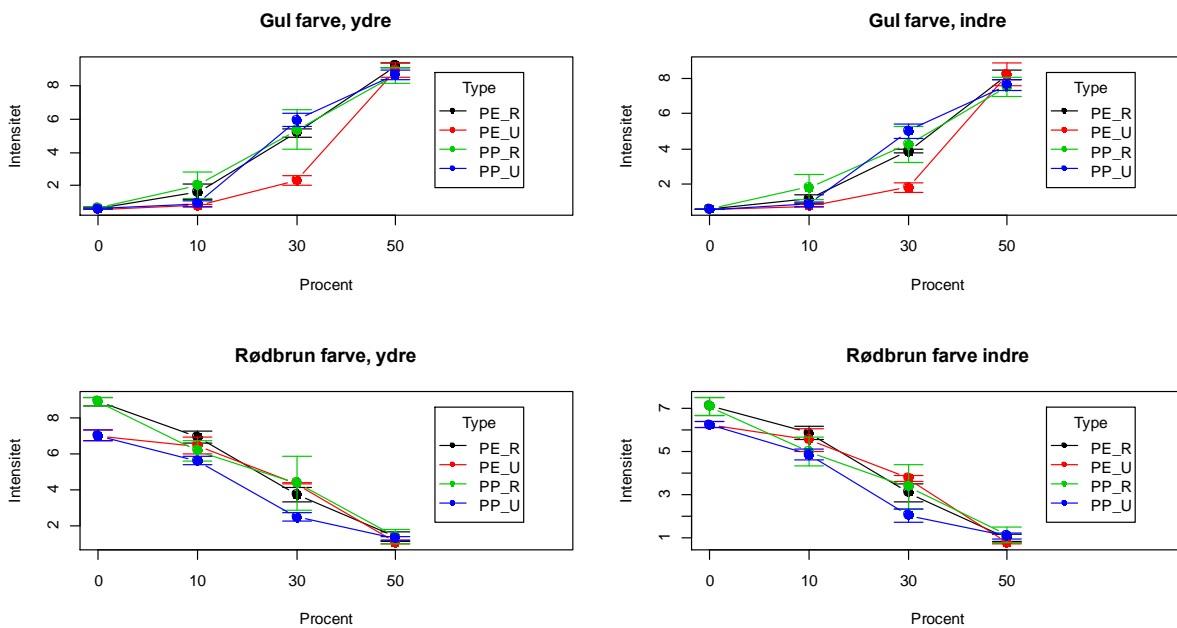


PanelCheck

Figur 1. Biplot af en principal component analyse af den sensoriske profil af wienerpølser tilsat tekstureret ærteprotein (PE) eller ærte-/kartoffelprotein (PP) svarende til 10, 30 eller 50% af kødproteinet. Referencen (RE) havde 0% planteprotein. Pølserne var enten røget (S) eller ikke røget (N).

Det blev for de enkelte sensoriske egenskaber undersøgt, hvad det betød at tilsætte ærte- henholdsvis ærte-/kartoffelprotein til pølserne. De samlede resultater fremgår af bilag 3, mens udvalgte egenskaber er illustreret nedenfor.

Udseende Der var signifikant effekt af tilsætning af ærte- henholdsvis ærte-/kartoffelprotein på udseende. For ærteprotein var der en vekselvirkning mellem tilsætning af planteprotein og røg ($P < 0,001$). Hvis pølserne røges, bliver de mere gule og mindre røde allerede ved 30% tilsætning, mens de ikke-røgede pølser først markant ændrer udseende ved 50% tilsætning. Ved tilsætning af tekstureret ærte-/kartoffelprotein var der ingen vekselvirkning, men kun en effekt af tilsætning af planteprotein, hvor de som for ærteproteinet blev mere gule og mindre rødbrune, især ved tilsætning af 30% og 50%.



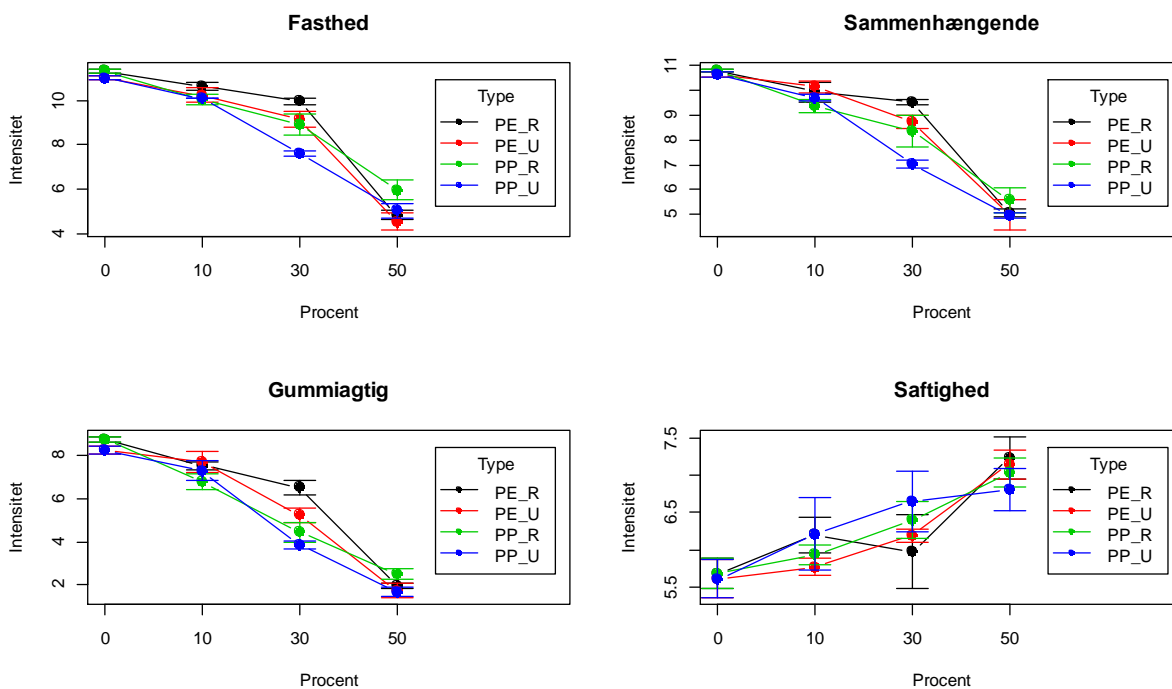
Figur 2. Udseende af wienerpølses tilsat mellem 0 og 50% tekstureret ærteprotein (PE) eller ærte-/kartoffelprotein (PP). Pølsesne var enten røget (_R) eller uden røg (_U). Standard error for de tre gentag er angivet på figuren.

Tekstur Der var signifikant effekt ($P < 0,001$) af at tilsætte tekstureret ærteprotein på alle teksturegenskaber på nær saftighed ($P = 0,08$). Pølses tilsat 10% ærteprotein adskilte sig ikke signifikant fra referencen, mens pølses tilsat 30% var mindre faste, sammenhængende og gummiagtige og med kortere tyggetid og tyggerest. Dette blev forstærket ved tilsætning af 50% ærteprotein, hvor pølsesne endvidere blev mere grynede.

For egenskaben gummiagtig var der en mindre signifikant vekselvirkning mellem tilsætning af planteprotein og røg, idet 30% tilsætning var mere gummiagtig og lignede referencen, hvis pølses var røget i forhold til den ikke-røgede pølse.

For pølsesne tilsat ærte-/kartoffelprotein var der for alle egenskaberne – på nær saftighed og gummiagtig – en signifikant vekselvirkning mellem procent planteprotein og røg ($P < 0,05$ – $P < 0,001$). Både med og uden røg blev pølsesne mindre faste, sammenhængende og med mindre tyggetid og tyggerest samt mere grynede ved tilsætning af planteprotein i 30% og 50%, men effekten var størst, hvis pølsesne ikke var røgede. For gummiagtig var der et signifikant fald fra 10% til 50% uanset røg ($P < 0,001$).

Sammenlignes de to proteintyper, var ændringerne i tekstur ved tilsætning af 30% større ved ærte-/kartoffelprotein end ved ærteprotein. Det har således været muligt at tilsætte en større mængde ærteprotein end ærte-/kartoffelprotein, før der skete en væsentlig ændring i tekturen, men ved 50% tilsætning var påvirkningen på tekstur stort set den samme for begge proteintyper.

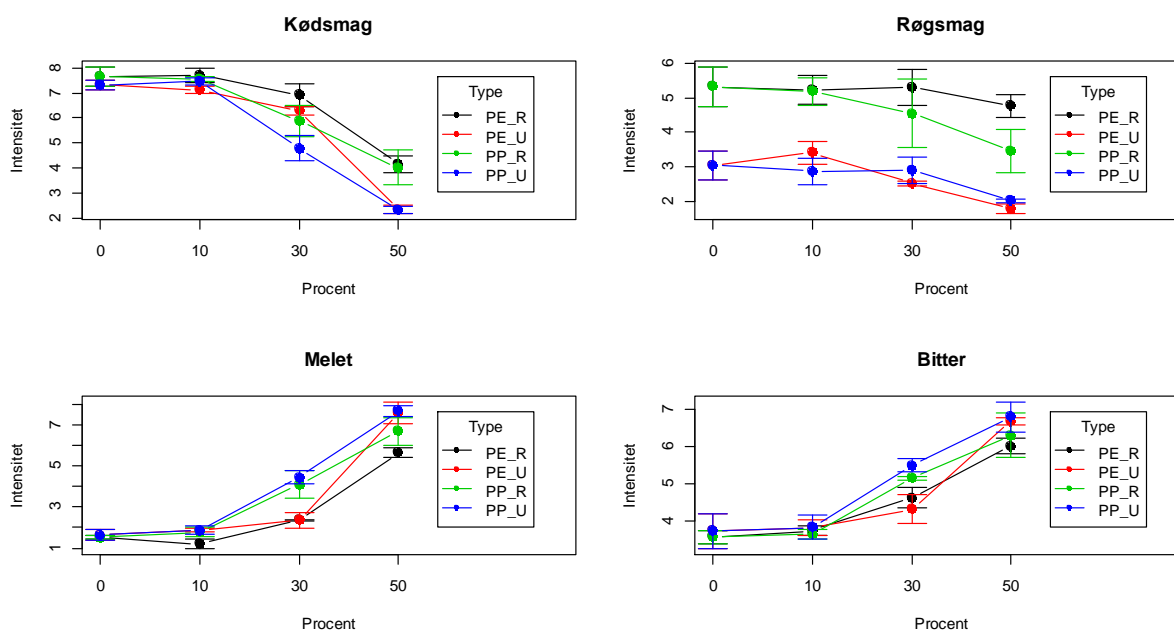


Figur 3. Udvalgte teksturegenskaber i wienerpølser tilsat mellem 0 og 50% tekstureret ærteprotein (PE) eller ærte-/kartoffelprotein (PP). Pølserne var enten røget (_R) eller uden røg (_U).

Smag Der var generelt en faldende kødsmag, stigende melet smag og stigende bitter smag ved tilsætning af planteprotein. Som ved teksturegenskaberne var den største og signifikante forskel mellem 10% og 30% og især 50% tilsætning, mens der ikke var signifikant forskel mellem 0% og 10%.

Ved tilsætning af tekstureret ærteprotein var der signifikant vekselvirkning mellem røg og procent for kødsmag, ærtesmag, melet smag og brændende eftersmag. Denne skyldtes, at reduktionen i kødsmag og stigningen i ærtesmag var større i de pølser, der ikke var røget, end i de røgede pølser, især ved 50%. Det har således til dels været muligt at maskere de smage, ærteprotein har givet, ved hjælp af røgen, selv om det kun var en let røgning. Bitter smag var til sammenligning ikke maskeret af røgen, idet prøven tilsat 50% ærteprotein var mest bitter uanset røg.

Ved tilsætning af tekstureret ærte-/kartoffelprotein var der ikke vekselvirkning på nær en mindre vekselvirkning for kødsmag ($P < 0,05$) og ærtesmag ($P < 0,05$). Den effekt, planteprotein har haft på egenskaberne melet ($P < 0,01$), røgsmag ($P < 0,02$) og røgeftersmag ($P < 0,001$), krydret ($P < 0,05$), bitter ($P < 0,001$) og brændende smag ($P < 0,05$) og røgeftersmag ($P < 0,001$), har således ikke kunne maskeres af røgen.



Figur 4. Udvalgte smagsegenskaber i wienerpølser tilsat mellem 0 og 50% tekstureret ærteprotein (PE) eller ærte-/kartoffelprotein (PP). Pølserne var enten røget (_R) eller uden røg (_U).

Der var forskel på de to proteintyper på såvel tekstur som udseende og smag. Forskellen var dog afhængig af, hvor mange procent der var tilsat ($P < 0,001$ for de fleste signifikante egenskaber), hvilket afspejler, at forskellen mellem proteintyper primært var ved 30% og 50% tilsætning.

Betydning af vådekstruderet planteprotein

Der blev kun fremstillet en mindre mængde vådekstruderet planteprotein, hvorfor der kun blev produceret én type pølser med dette, nemlig 30% protein, røget. Denne blev derfor sammenlignet med de tilsvarende 30% protein, røget med tekstureret ærteprotein og ærte-/kartoffelprotein samt referencen uden planteprotein, røget.

Tablet 5. Teksturegenskaber i pølser, der var røget og enten ikke var tilsat planteprotein (reference) eller tilsat planteprotein svarende til 30% af proteinmængden.

	Reference	Ærteprotein	Ærte-/kartoffelprotein	Vådekstruderet ærteprotein	Std.err.
Fasthed	11,3 ^a	10,0 ^b	8,9 ^c	9,8 ^b	0,6
Saftighed	5,7 ^{ab}	6,4 ^a	6,0 ^a	4,9 ^b	0,6
Sammenhængende	10,8 ^a	9,5 ^b	8,4 ^c	9,1 ^{bc}	0,5
Gummiagtig	8,7 ^a	6,5 ^b	4,4 ^c	5,5 ^{bc}	1,0
Grynet	1,9 ^b	2,9 ^b	4,6 ^a	4,2 ^a	0,7
Tyggetid	8,4 ^a	7,8 ^{ab}	6,7 ^c	7,4 ^b	0,6
Tyggerest	7,9 ^a	7,0 ^b	6,0 ^c	6,9 ^b	0,6

Der var signifikant forskel mellem pølserne på alle teksturegenskaberne ($P < 0,001$, grynet dog $P < 0,01$). Pølserne tilsat vådekstruderet ærteprotein adskilte sig ikke væsentligt fra pølserne tilsat tekstureret ærteprotein, idet den vådekstruderede dog var mere grynet og mindre saftig.

Referencen var generelt mere fast og sammenhængende og med større tyggerest, men også mere gummiagtig end pølserne tilsat planteprotein. Endvidere medførte planteproteinet en øget grynethed, især for det teksturerede ærte-/kartoffelprotein samt det vådekstruderede ærteprotein.

Table 6. Udseende af pølser, der var røget og enten ikke var tilsat planteprotein (reference) eller tilsat planteprotein svarende til 30% af proteinmængden.

	Reference	Ærteprotein	Ærte-/kartoffelprotein	Vådekstruderet ærteprotein	Std.err.
Ydre udseende					
Gul	0,7 ^b	5,2 ^a	5,4 ^a	6,6 ^a	0,8
Rødbrunt	8,9 ^a	3,7 ^b	4,4 ^b	3,1 ^b	0,7
Indre udseende					
Gult	0,6 ^c	3,9 ^b	4,2 ^b	6,0 ^a	0,6
Rødbrunt	7,1 ^a	3,1 ^b	3,4 ^b	2,6 ^b	0,7

Referencen adskilte sig signifikant fra pølserne tilsat planteprotein ($P < 0,001$) på såvel ydre som indre farve ved at være mere rødbrun og mindre gul.

Table 7. Smag og eftersmag i pølser, der var røget og enten ikke var tilsat planteprotein (reference) eller tilsat planteprotein svarende til 30% af proteinmængden.

	Reference	Ærteprotein	Ærte-/kartoffelprotein	Vådekstruderet ærteprotein	Std.err.
Kød	7,7 ^a	6,9 ^a	5,9 ^b	4,5 ^c	0,6
Røg	5,3	5,3	4,6	4,1	0,7
Peber	6,5	6,2	6,5	6,3	0,4
Ærte	1,1 ^c	2,8 ^b	3,9 ^b	6,1 ^a	0,7
Krydret	6,5	6,8	7,2	7,2	0,6
Salt	7,0	6,7	7,1	6,6	0,5
Melet	1,5 ^b	2,4 ^b	4,1 ^a	4,6 ^a	0,7
Bitter	3,6 ^b	4,6 ^a	5,2 ^a	5,3 ^a	0,7
Brændende	7,5	7,9	8,2	7,6	0,5
Røg eftersmag	5,5	5,6	5,1	4,5	0,9
Brændende eftersmag	8,8	8,9	9,0	8,8	0,7

Der var signifikant forskel på pølserne i kødsmag, ærtesmag, melet smag ($P < 0,001$) og bitter smag ($P < 0,01$). Generelt havde referencepølserne mest kødsmag og mindst ærtesmag, melet smag og bitter smag, mens pølserne tilsat vådekstruderet ærteprotein havde mindst kødsmag og højest ærte-, melet og bitter smag. Derudover var pølserne tilsat tekstureret ærteprotein tættest på referencen i de fleste smagsegenskaber, mens pølserne tilsat tekstureret ærte-/kartoffelprotein lå mellem pølserne tilsat tekstureret og vådekstruderet ærteprotein.

Ud over den sensoriske profil blev der lavet en forbrugerundersøgelse med disse fire pølser. Resultaterne fra denne er rapporteret særskilt (Forbrugerundersøgelse af pølser tilsat planteprotein, 12. september 2018). Kort refereret viste den, at forbrugerne generelt foretrak pølserne tilsat planteprotein, mens der ikke var væsentlig forskel på de tre typer planteprotein. Det var især tekstur og dernæst smag, som forbrugerne syntes adskilte pølserne med planteprotein fra referencen uden planteprotein. De smagsforskelle, som det sensoriske panel identificerede, har således ikke umiddelbart været opfattet af forbrugerne.

Samlet set kan det konkluderes, at vådekstruderet ærteprotein giver anledning til flere smagsforskelle i forhold til referencen end tekstureret planteprotein, samtidig med en mere gynet konsistens. Det vil således kræve optimering af processen, før det kan anbefales at tilsætte vådekstruderet ærteprotein til pølser, selv om forbrugerne ikke adskilte de tre typer pølser med planteprotein.

Diskussion

Den sensoriske profil viser, at det er muligt at udskifte 10% af kødets proteiner med tekstureret ærte- eller ærte-/kartoffelprotein, uden at dette påvirker spisekvaliteten væsentligt. Udskiftes i stedet 30% af kødets proteiner, er ændringerne mindst for det teksturerede ærteprotein. Dette har således været mest anvendeligt, når man har ønsket at udskifte kødprotein i disse niveauer. Ved 30% tekstureret planteprotein er især tekturen ændret, men der er også sket en ændring i smagen, herunder udvikling af ærte- og melet smag. Disse er delvist maskeret af røg, og det kan forventes, at en længere røgbehandling måske vil kunne resultere i en yderligere maskering. Ligeledes vil det være relevant at undersøge potentialet i at maskere ærte- og melet smag med krydderier eller lignende.

Der blev lavet en supplerende forbrugerundersøgelse af pølser tilsat 30% tekstureret eller vådekstruderet planteprotein og røget samt den tilsvarende reference. Denne viste, at forbrugerne generelt ikke vurderede pølserne specielt højt (under midten af den sensoriske skala), og at referencepølsen var den, der blev vurderet som dårligst. Den

mindre fasthed i pølserne tilsat planteprotein kan have været med til at forklare dette. Dersom det ikke havde været nøglehulsmærkede pølser, med lavt fedt- og saltindhold, kan den relative vurdering af pølserne i forhold til referencen have været anderledes.

Svindet under processering samt det samlede svind var lavere i pølser, der var tilsat tekstureret planteprotein, uanset i hvor mange procent. Der blev således ikke opnået en yderligere reduktion i svind af at tilsætte mere planteprotein. Overraskende medførte det lavere svind ikke samtidig en højere saftighed eller øget vandindhold.

Vådekstrudering blev undersøgt ved 30% tilsætning med røg. Pølser tilsat vådekstruderet ærteprotein havde et markant lavere svind end referencen og et vandindhold på niveau med referencen, men dette havde ingen betydning for saftighed af pølserne. Teksturmæssigt var pølserne tilsat vådekstruderet ærteprotein meget ens med pølserne tilsat tekstureret protein, men især smagsmæssigt adskilte de sig ved at have en meget tydelig ærtesmag. Det vil således kræve en optimering af produktet at sikre maskering af denne smag og optimering af kødsmagen.

Konklusion

Det er muligt at udskifte 10% af kødproteinet med planteprotein i nøglehulsmærkede wienerpølser, uden at den sensoriske profil ændres væsentligt bortset fra udseende.

Tilsættes 30% bliver teksturen mindre fast. Forbrugerne har vurderet spisekvaliteten af disse prøver bedre end referencen. Tekstureret planteprotein kan således tænkes at forbedre teksturen i nøglehulsmærkede pølser.

Ved 30% tilsætning er forskellene i forhold til referencen større for ærte-/kartoffelprotein end for ærteprotein.

Det er ikke muligt at tilsætte 50% tekstureret planteprotein, uden at teksturen ændres markant i retning af at blive mindre fast og mere grynet. Samtidig er der også en tydeligere ærte- og melet smag.

Teksturering

Følgende tekst er fra specialet: *Effects of partially replacing meat proteins by texturized pea and potato proteins on functional and texturized properties of low-fat low-salt emulsion-type pork sausages* Af Lotte Bregnballe Kristensen.

A ZSK 27 Mv Plus (Coperion, Stuttgart, Germany) intermeshing, co-rotating twin-screw extruder with a KT20 gravimetric twin screw feeder (Coperion K-Tron, Stuttgart, Germany) was used for low moisture texturisation of the raw protein materials. The screw diameter of the extruder was 27 mm with a L/D ratio of 40:1. The screw profile is described in table 3.2. The die contained a cylindrical hole with a diameter of 3.3 mm. The extruder barrel consisted of nine heating zones (barrel zone 2-10 in table 3.2), which are cooled by water. Based on preliminary trials, the process parameters that resulted in the best texturised quality of the pea protein mix (80.7% pea protein concentrate, R1, 16.9% water, 1.6% sunflower oil, and 0.8% CaCl₂) and the 3:1 pea-potato protein mix (57.8% pea protein concentrate, R1, 19.3% potato protein concentrate, R2, 20.6% water, 1.5% sunflower oil, and 0.8% CaCl₂), respectively, were chosen. The resulting process parameters are shown in table 3.3. The final texturised protein products, T1 and T2, were dried for 10 minutes at 135°C in a prototype belt dryer (Drying Mate A/S, Viby, Denmark).

Recepter og fremgangsmåde

Recept for produktion af pølser tilsat planteprotein

Mængde [%]	Reference	Tekstureret ærteprotein			Tekstureret Ærte-/kartoffelprotein			Vådekstruderet ærteprotein
		10%	30%	50%	10%	30%	50%	30%
1313 Bov	72,4	62,6	44,1	26,8	63,1	45,2	28,1	7,4
Bovsnitte uden svær	2,3	4,4	8,4	12,1	4,3	8,1	11,8	5,4
Vand	21,7	18,8	13,2	8,1	18,9	13,6	8,4	17,2
Fosfat	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Vakuumsalt	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Nitritsalt	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Kryta Frankfurterkrydderi	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Tekstureret ærteprotein		2,5	7,3	11,8				
Tekstureret ærte-/kartoffelprotein					2,5	7,2	11,7	
Vand – bundet til tekstureret planteprotein		8,1	23,4	37,6	7,6	22,3	36,4	
Vådekstruderet ærteprotein								16,4
I alt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fremgangsmåde for fremstilling af pølser

1. Svinekød og snitter hakkes hver for sig gennem 3 mm hulskive.
2. Det teksturerede protein bliver udblødt i isvand i min. 20 minutter (- REF og vådekstruderet).
3. Det hakkede kød og udblødt tekstureret proteinprodukt (- snitter) fyldes i skålen til hurtighakkeren og køres nogle omgange.
4. Der tilsættes nitritsalt, salt og 1/3 af isvandet.
5. Der hakkes til fin størrelse.
6. Frankfurterblanding og 1/3 af isvandet tilsættes, og der hakkes.
7. De hakkede snitter og den sidste 1/3 isvand tilsættes.
8. Pølserne stoppes i lammetarm (18-22 mm) med 65 gram fars pr. pølse og fordeles på stokke på to stativer (et til +røg og et til -røg).

Varmebehandling, røgning og nedkøling:

1. Varmbehandle i 15 minutter ved 80°C.
2. Tørre i 10 minutter ved 60°C.
3. Kun +røg: røg i 10 minutter ved 60°C.
4. Varmebehandle i 20 minutter ved 80°C til kernetemperatur i pølsen er 75°C.
5. Udluftning i 2 minutter ved 50°C.
6. Køl ved overbrusning i 8 minutter.
7. Flyt til kølerum ved 5°C.

Pakning:

1. Pølserne fordeles i poser efter analysemetoder.
2. Pølser, der skal bruges til sensorik og forbrugerundersøgelse, vakuumpakkes i Sealed Air, Food Care, sous vide-poser, 250 mm x 300 mm (60 micron).
3. Resten pakkes i Nordic LogiCon vakuumposer, 200 mm x 500 mm x 0.090 mm

Bilag 3

Sensorisk profil af pølser tilsat tekstureret ærte- eller ærte-/kartoffelprotein

Forskelligt bogstav i samme kolonne (0-50% af samme type pølse) angiver signifikant forskel

	Pro-cent	Fast-hed	Saftig-hed	Sam-men-hæng	Gum-miag-tig	Grynet	Tygge-tid	Tygge-rest
UDEN RØG								
Ærte	0	11,0 ^a	5,6	10,6 ^a	8,2 ^a	1,7 ^b	8,2 ^a	7,7 ^a
	10	10,2 ^{ab}	5,8	10,1 ^a	7,7 ^a	1,9 ^b	8,1 ^a	7,6 ^a
	30	9,2 ^b	6,2	8,7 ^b	5,2 ^b	2,4 ^b	7,0 ^b	6,3 ^b
	50	4,6 ^c	7,1	5,0 ^c	1,7 ^c	7,8 ^a	4,6 ^c	4,2 ^c
Ærte-/kartoffel	0	11,0 ^a	5,6	10,6 ^a	8,2 ^a	1,7 ^c	8,2 ^a	7,7 ^a
	10	10,1 ^a	6,2	9,7 ^a	7,3 ^a	2,0 ^c	8,1 ^a	7,8 ^a
	30	7,6 ^b	6,7	7,0 ^b	3,9 ^b	4,8 ^b	6,2 ^b	5,8 ^b
	50	5,0 ^c	6,8	5,0 ^c	1,7 ^c	9,0 ^a	4,9 ^c	4,5 ^c
RØG								
Ærte	0	11,3 ^a	5,7	10,8 ^a	8,7 ^a	1,9 ^b	8,4 ^a	7,9 ^a
	10	10,6 ^{ab}	6,2	9,9 ^a	7,5 ^{ab}	1,8 ^b	8,1 ^a	7,6 ^a
	30	10,0 ^b	6,0	9,5 ^b	6,5 ^b	2,9 ^b	7,8 ^a	7,0 ^a
	50	4,9 ^c	7,2	5,1 ^c	2,0 ^c	7,3 ^a	4,9 ^b	4,5 ^b
Ærte-/kartoffel	0	11,3 ^a	5,7	10,8 ^a	8,7 ^a	1,9 ^c	8,4 ^a	7,9 ^a
	10	10,0 ^b	5,9	9,4 ^b	6,8 ^b	2,1 ^c	7,5 ^{ab}	7,1 ^a
	30	8,9 ^b	6,4	8,4 ^b	4,4 ^c	4,6 ^b	6,7 ^b	6,0 ^b
	50	6,0 ^c	7,0	5,6 ^c	2,5 ^d	7,4 ^a	5,3 ^c	4,9 ^c

Udseende af wienerpølser tilsat tekstureret ærte- eller ærte-/kartoffelprotein

Forskelligt bogstav i samme kolonne (0-50% af samme type pølse) angiver signifikant forskel

	Procent	Gulligt ydre	Rødbrunt ydre	Gulligt indre	Rødbrunt indre
UDEN RØG					
Ærte	0	0,6 ^c	7,0 ^a	0,6 ^b	6,3 ^a
	10	0,8 ^c	6,4 ^a	0,8 ^b	5,6 ^a
	30	2,3 ^b	4,4 ^b	1,8 ^b	3,8 ^b
	50	9,0 ^a	1,1 ^c	8,2 ^a	0,7 ^c
Ærte-/kartoffel	0	0,6 ^c	7,0 ^a	0,6 ^c	6,3 ^a
	10	0,9 ^c	5,6 ^b	0,8 ^c	4,9 ^b
	30	6,0 ^b	2,5 ^c	5,0 ^b	2,0 ^c
	50	8,7 ^a	1,3 ^c	7,6 ^a	1,1 ^c
RØG					
Ærte	0	0,7 ^c	8,9 ^a	0,6 ^c	7,1 ^a
	10	1,6 ^c	7,0 ^b	1,1 ^c	5,9 ^b
	30	5,2 ^b	3,7 ^c	3,9 ^b	3,1 ^c
	50	9,2 ^a	1,4 ^c	8,2 ^a	1,0 ^d
Ærte-/kartoffel	0	0,7 ^c	8,9 ^a	0,6 ^c	7,1 ^a
	10	2,0 ^c	6,2 ^b	1,8 ^c	5,0 ^b
	30	5,4 ^b	4,4 ^c	4,2 ^b	3,4 ^c
	50	8,7 ^a	1,4 ^d	7,5 ^a	1,1 ^d

Smag af wienerpølser tilsat tekstureret ærte- eller ærte-/kartoffelprotein

Forskelligt bogstav i samme kolonne (0-50% af samme type pølse) angiver signifikant forskel

	Procent	Kød	Røg	Peber	Ærte	Krydret	Salt	Melet	Bitter	Brændende	Røg ES	Brændende ES
UDEN RØG												
Ærte	0	7,3 ^a	3,0 ^a	6,0	1,7 ^b	6,2	6,6	1,6 ^b	3,7 ^b	6,7 ^b	3,4	7,8 ^b
	10	7,1 ^{ab}	3,4 ^a	6,4	1,5 ^b	6,4	6,8	1,9 ^b	3,8 ^b	7,6 ^{ab}	3,7	9,3 ^a
	30	6,3 ^b	2,5 ^{ab}	6,0	2,9 ^b	6,7	6,2	2,4 ^b	4,3 ^b	7,5 ^{ab}	3,1	9,0 ^a
	50	2,3 ^c	1,8 ^b	6,9	10,4 ^a	6,1	6,8	7,6 ^a	6,7 ^a	8,2 ^a	2,4	9,4 ^a
Ærte-/kartoffel	0	7,3 ^a	3,0	6,0	1,7 ^c	6,2	6,6	1,6 ^c	3,7 ^c	6,7 ^b	3,4	7,8 ^b
	10	7,5 ^a	2,9	6,3	2,1 ^c	6,3	6,7	1,9 ^c	3,8 ^c	7,5 ^{ab}	3,5	9,1 ^a
	30	4,8 ^b	2,9	6,5	6,6 ^b	6,6	6,4	4,5 ^b	5,5 ^b	7,7 ^a	3,4	9,2 ^a
	50	2,3 ^c	2,0	6,1	10,0 ^a	6,8	6,9	7,7 ^a	6,8 ^a	8,0 ^a	2,3	9,4 ^a
RØG												
Ærte	0	7,7 ^a	5,3	6,5	1,2 ^a	6,5	7,0	1,5 ^{bc}	3,6 ^b	7,5 ^{ab}	5,5	8,8 ^b
	10	7,7 ^a	5,2	6,0	0,9 ^a	6,3	6,4	1,2 ^c	3,7 ^b	6,8 ^b	5,4	8,3 ^b
	30	6,9 ^a	5,3	6,2	2,8 ^b	6,8	6,7	2,4 ^b	4,6 ^b	7,9 ^a	5,6	8,9 ^{ab}
	50	4,2 ^b	4,8	6,1	6,6 ^c	6,6	7,0	5,6 ^a	6,0 ^a	8,4 ^a	4,9	9,7 ^a
Ærte-/kartoffel	0	7,7 ^a	5,3 ^a	6,5	1,2 ^c	6,5 ^a	7,0	1,5 ^c	3,6 ^c	7,5	5,5 ^a	8,8
	10	7,5 ^a	5,2 ^a	6,3	1,2 ^c	6,5 ^a	6,8	1,8 ^c	3,6 ^c	7,7	5,7 ^a	8,7
	30	5,9 ^b	4,6 ^{ab}	6,5	3,9 ^b	7,2 ^b	7,1	4,1 ^b	5,2 ^b	8,2	5,1 ^a	9,0
	50	4,0 ^c	3,5 ^b	6,8	7,6 ^a	7,2 ^b	7,4	6,7 ^a	6,3 ^a	8,0	3,6 ^b	9,4