

Indhold

Indledning	2
Formål med forsøget	2
Forsøgsbeskrivelse.....	2
Dyr og behandlinger.....	2
Høst og udstyr.....	3
Kemisk sammensætning af majsensilager	5
Fodring og malkning.....	5
Blandeprincip	6
Registreringer.....	6
Statistik.....	6
Resultater og diskussion.....	7
Næringsstofsammensætning i TMR	7
KMP-fuldfoder scorer	8
Kerneknusningsscore (CSPS) og forsøgsmajsenes karakteristika	9
Fordøjelighed af stivelse	12
Foderoptag og NDF-fordøjelighed	13
Mælkeydelse og -sammensætning	15
Gødningstørstof og -gødningsscore	16
Konklusion	16
Anerkendelser.....	17
Referencer	17

Den Europæiske Landbrugsfond for Udvikling af Landdistrikterne: Danmark og Europa investerer i landdistrikterne



Miljø- og Fødevareministeriet
Landbrugsstyrelsen



Den Europæiske Landbrugsfond
for Udvikling af Landdistrikterne

LDP 2020



Se EU-Kommissionen, Den Europæiske Landbrugsfond for Udvikling af Landdistrikterne

Effekt af Shredlage og snitlængder på produktionsresponset i højtydende malkekøer

Af Betina Amdisen Røjen, Anne Mette Hostrup Kjeldsen, Rudolf Thøgersen, og Niels Bastian Kristensen

HusdyrInnovation, Kvæg, SEGES

Indledning

Det i USA udviklede Shredlage koncept kom til Danmark i forbindelse med Claas overtagelse af rettighederne i 2015. Shredlage er per definition majs snittet på 26 til 30 mm og med en Shredlage® kerneknuser. Udover den øgede snitlængde for at forbedre strukturværdien i majs, er ideen at rive stængler og blade på langs og knuse kernerne gennem en fysisk bearbejdning af majs med særlige Shredlage valser. Dette skulle i teorien øge fordøjeligheden af NDF og stivelse. Et amerikansk forsøg fra 2012 viste da også en tendens til øget mælkeydelse og foderoptag primært forklaret ved en øget stivelsesfordøjelighed. Siden har flere amerikanske og senest også europæiske undersøgelser forsøgt at eftervise denne effekt men resultaterne har ikke været entydige. Shredlage har især vundet indpas i USA fordi majs typisk snittes væsentligt længere end i Danmark og der bruges meget lucerne, halm og hø i rationen. Da vi i Danmark bruger store mængder kløvergræssensilage og snitter majs kortere mangler vi belæg for hvorvidt Shredlage er berettiget under danske forhold og for om køerne kvitterer med en øget mælkeydelse. Der er behov for mere viden om, hvordan den nye type kerneknuser med Shredlage valser påvirker produktionsresponset under danske forhold og ved varierende snitlængder.

Formål med forsøget

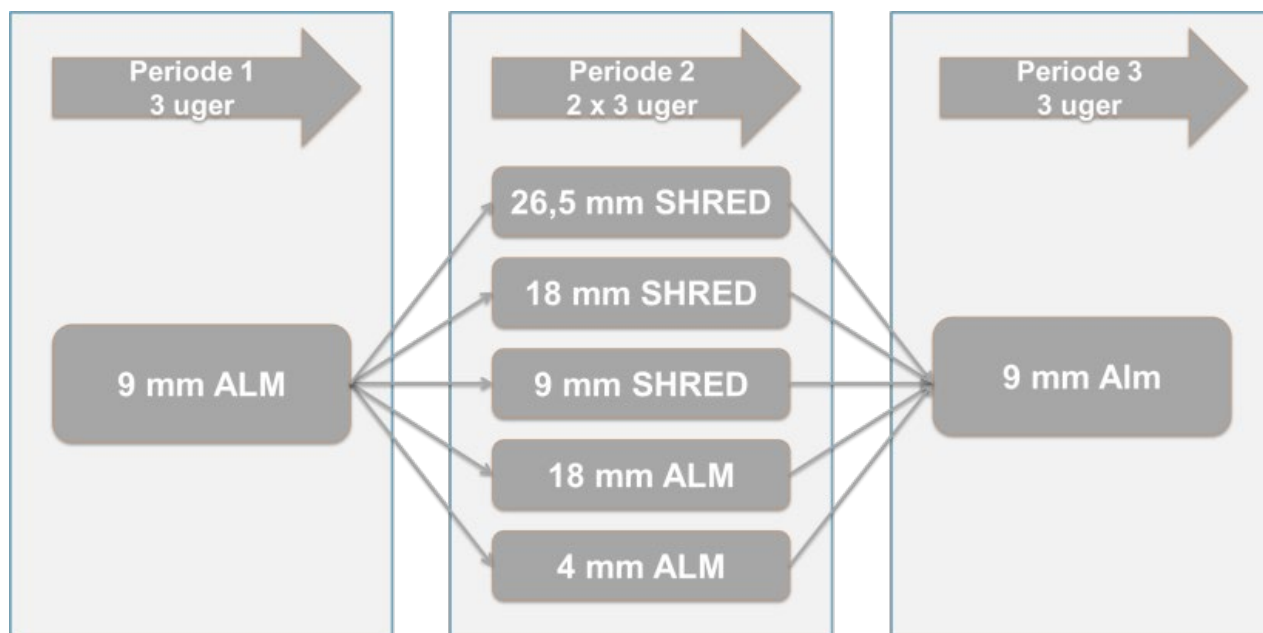
SEGES, Kvæg har gennemført to produktionsforsøg ved Danmarks KvægforskningsCenter (DKC) hvor formålet var at teste effekten af Shredlage kerneknuser ved varierende snitlængder på malkekøernes foderoptagelse og mælkeproduktion samt se på fordøjelsen af fiber og stivelse. Forsøgene blev gennemført med rationer med høj majsandel. Dels fordi Shredlage er mest relevant ved en høj majsandel og dels for at sikre, at eventuelle effekter træder tydeligt frem.

Forsøgsbeskrivelse

Dyr og behandlinger

På Danmarks Kvægforskningscenter indgik 60 køer i et hold. Køerne var ved start af forsøgsbehandlinger i det første forsøg 101 ± 27 dage i laktationen og i det andet forsøg 110 ± 37 dage i laktationen. Køerne blev blokket efter paritet og tid efter kælvning og tilfældigt fordelt ud på 5 forsøgsbehandlinger. Forsøget kørte som et overkrydsningsforsøg i 12 uger (Se Figur 1), heraf en

kontrolperiode på 3 uger (periode 1) for alle 60 køer hvor der blev fodret med majsensilage af konventionel kerneknuser og teoretisk snitlængde (TCL) på 9 mm (**9A**). Derefter blev køerne fordelt ud på 5 behandlingstyper med 12 køer indenfor hver behandlingstype og fodret i 6 uger (periode 2) med majsensilage af henholdsvis konventionel kerneknuser og 4 mm TCL (**4A**), konventionel kerneknuser og 18 mm (**18A**), Shredlage og 9 mm (**9S**), Shredlage og 18 mm (**18S**), og Shredlage og 26,5 mm (**26,5S**). Slutvis blev alle køerne igen fodret i 3 uger (periode 3) med kontrolbehandlingen. Forsøget blev gentaget i umiddelbar forlængelse af 1. forsøgsrunde. I forsøg 2 var nogle af køerne gengangere, men der også blev sat nye køer ind.



Figur 1. Forsøgsdesignet er et overkrydsningsforsøg med 3 perioder, hvoraf periode 1 og 3 er kontrolperioder og periode 2 er den egentlige forsøgsperiode, der sammenligner 5 behandlinger.

Høst og udstyr

Majsensilage som indgik i forsøget, var høstet med enten en Claas Jaguar 980 finsnitter isat en Shredlage kerneknuser (MCC Shredlage) med 2 mm afstand mellem valser eller en Claas Jaguar 960 finsnitter isat en konventionel kerneknuser (MCC Classic) med 1 mm afstand mellem valser. Til Shredlage majsensilage blev brugt en V-MAX knivcylinder med 36 knivbestykning, hvoraf halvdelen af knivene var taget ud. De 18 resterende knive sikrede en snitlængde på 7 til 29 mm. Til den konventionelle majsensilage blev der brugt en V-MAX knivcylinder med 24 knivbestykning der snitter i området 4 til 22 mm. Claas Jaguar 980, MCC Shredlage og MCC Classic blev venligst udlånt af Danish Agro Machinery A/S.



Claas Jaguar 980 med MCC Shredlage



Claas Jaguar 960 med MCC Classic

Majsen, var dyrket ved Foulum, 8830 Tjele. Konventionel majs blev høstet d. 17. okt. 2017 og Shredlage majs blev høstet d. 18. okt. For at sikre at marken blev jævnt fordelt ud på de 6 majstyper blev marken opdelt som i Figur 2 hvor hver farve, inkl. hvid, symboliserer en type majs. Forageren blev høstet dagen i forvejen og indgår ikke i behandlingerne.

Majsen var relativt grøn ved høst men vejrliget tillod ikke senere høst. Der er høstet ved tørstofprocenter på mellem 31,8 og 33,5 og dermed indenfor de anbefalede 30-34 % tørstof. Dog falder behandling 26,5S lidt ud, idet denne er høstet med en tørstofprocent på kun 29,4. Årsagen til dette er sandsynligvis en dugvåd afgrøde den pågældende høstdag hvilket kan få tørstofprocenten til at falde med 2-4 procentenheder (Mikkelsen, 2018)



Figur 2. Placering af forsøgsbehandlingerne i marken, hvor hver farve symboliserer kørselsspor til én af de 6 forskellige typer majs.

Majsen til kontrolbehandlingen blev ved høst lagt i betonsilo mens forsøgsbehandlingerne blev pakket i wrapballer efter snitning med Orkelpresser ved Maskinstation Mads Pilgaard.

Fra høst og til første udfodringsdag i forsøg 1 på 9A kontrolbehandlingen gik der 9 uger. Tabel 1 viser hvornår de forskellige majsensilagetyper blev udfodret i forhold til høsttidspunkt.

Tabel 1. Udfodringsperiode af majsensilager (uger efter høst)

	Forsøgsrunde 1			Forsøgsrunde 2		
	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 1	Periode 2	Periode 3
	9A	4A, 18A, 9S, 18S, 26,5S	9A	9A	4A, 18A, 9S, 18S, 26,5S	9A
Uger efter høst	10-12	13-18	19-21	22-24	25-30	31-33

Kemisk sammensætning af majsensilager

I Tabel 2 ses sammensætningen af de 6 typer majsensilager. Den lavere tørstofprocent observeret ved høst for 26,5S varede ved gennem begge forsøg. Næringsstofsammensætningen var som forventet sammenlignelig mellem konventionel og Shredlage majs og majsensilageret var af en god kvalitet. Mælkesyre er lavere i forsøg 1 end i forsøg 2 men pH er lav i begge forsøg. Der blev ikke observeret fordærv i forbindelse med opbevaring, åbning og brug af wrapballe, hvilket indikerer, at næringsværdien af majsensilageret ikke blev kompromitteret under fodringsforsøgene og at ensilageret er fermenteret tilfredsstillende.

Tabel 2. Kemisk sammensætning i 6 typer af majsensilager¹

Parameter ²	Enhed	Forsøgsrunde 1						Forsøgsrunde 2					
		Type majsensilager						Type majsensilager					
		4A	9A	18A	9S	18S	26,5S	4A	9A	18A	9S	18S	26,5S
Tørstof ³	g/kg	323	316	323	333	314	284	320	336	315	315	311	288
Råprotein	g/kg ts	81	72	83	80	83	84	81	71	75	78	80	75
NDF	g/kg ts	379	410	380	370	396	376	387	372	342	367	365	352
Stivelse	g/kg ts	319	330	306	327	317	300	310	316	328	324	323	340
Org. stof ford.	%	76,4	75,9	78,1	76,7	78,1	78,3	75,9	75,6	78,4	76,9	77,9	77,1
FK NDF ⁴	%	65,5	63,8	65,8	64,7	63,6	64,1	67,2	66,0	66,0	66,8	64,5	65,8
Fermenteringsprofil													
Acetate	% af ts	0,56	0,39	0,52	0,49	0,49	0,46	0,36	0,34	0,34	0,30	0,28	0,30
Propionat	% af ts	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02
Butyrat	% af ts	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Mælkesyre	% af ts	2,11	1,46	1,99	1,98	1,93	2,03	4,63	5,28	5,05	4,68	5,12	5,39
pH ⁵		3,69	3,72	3,7	3,72	3,74	3,68	3,73	3,61	3,73	3,76	3,7	3,7

¹Majsensilagetyper angivet i millimeter teoretisk snitlængde og A: konventionel kerneknuser eller S: Shredlage kerneknuser; 4A, 9A, 18A, 9S, 18S, og 26,5S, ²Næringsstofsammensætning baseret på én samleprøve indenfor type majsensilager ud fra prøver udtaget gennem hhv. forsøg 1 og 2, ³Tørstofbestemmelsen for 9A kontrol i forsøg 1 baseret på simpelt gennemsnit af enkeltprøver, ⁴FK NDF er NorFor beregnet i DMS på baggrund af NIR analyse, ⁵pH baseret på NIR måling.

Fodring og malkning

Alle køer blev tildelt den samme TMR (total mixed ration) kun varierende i typen af majsensilager. Tabel 3 viser den procentvise sammensætning af rationen. Majs udgjorde 55% på tørstofbasis mens den samlede grovfoderandel var hele 75 %. Det var væsentligt at kløvergræsensilager også indgik som en central del af rationen for at ligne en typisk dansk fodringssituation. Hver ko havde adgang til sin egen foderkasse. Adgang til foderkassen blev kontrolleret af et elektronisk øremærke. Foderkasserne blev fyldt op 2 gange i døgnet, kl. 10:30 og kl. 16:30 (forsøg 1) og kl. 8:00 og kl. 16:30

(forsøg 2) og ellers efter behov. Der blev tilstræbt en foderrest på ca. 2%. Foderkasserne blev suget tomme 3 gange om ugen fra kl. 9:30 (forsøg 1) og fra kl. 7:00 (forsøg 2). Køerne havde fri adgang til vand. Køerne blev malket 2 gange dagligt fra kl. 5:30 og kl. 16:00 (begge forsøg) i malkestald. En vægt installeret i gulvet ved udgang fra malkestald registrerede køernes vægt 2 gange dagligt i forbindelse med malkning.

Tabel 3. Sammensætning af TMR

Fodermiddel	Kg tørstof ved 25 kg ts/ko	Procent af tørstof
Rapskage	2,92	11,7
Sojaskrå	2,92	11,7
Majsensilage	13,7	54,9
Græsensilage	5,0	20,0
Kridt, natriumbikarbonat, salt, mineralmiks	0,46	1,7

Blandeprincip

I DMS blev foderrationen tørstofjusteret til en tørstofprocent på 35 på baggrund af den majsensilagestype med den laveste tørstofprocent. Grundmikset var ens mellem alle behandlinger og derfor blev den totale mængde af tørvarerne for 60 køer sat i støb ved vandtilsætning om aftenen. På fodringsdagen blev græsensilage tilsat og mellemmiks blandet i 15 min i en JF blander 14 m³. For kontrolbehandlingen blev majs tilsat og slutmiks blandet i yderligere 15 min i JF blander. Ved forsøgsbehandlinger blev hele mellemmikset aflæsset. Derefter blev mellemmiks svarende til en femtedel læsset i foderblander sammen med hver én af de 5 typer majsensilager. Slutmiks blev blandet i 15 min i en Nolan padleblander 14 m³.

Registreringer

Der blev foretaget daglige registreringer af foderoptagelse, mælkemængde, og kovægt. På den sidste dag i hver periode blev der foretaget ydelseskontrol (2 malkninger) og udtaget gødningsprøver til NIR og kemisk analyse. Der blev også udtaget prøver af foderrest. På den sidste dag i hver periode, samt hver uge blev der udtaget TMR prøver efter KMP-fuldfoderkonceptet til NIR analyse og kemisk analyse. Prøverne af TMR og foderrest blev udtaget i 65-K murerbalje under aflæsning fra hhv. foderblander og maskine til at suge foderrester op af foderkasser, og prøverne efterfølgende neddelt ved keglemetoden til en samleprøve. Prøver af majsensilager og råvarer blev jævnlige udtaget igennem forsøgsperioderne ved udtag med hånd 5-10 tilfældige steder i hhv. wrapballe og dyng på gulv for at give en repræsentativ prøve. Prøver fra kontrolbehandling 9A er udtaget i P1 og P3 ved spidsgrebmetoden på endeflader af majsstakken og er blandet indenfor forsøgsrunde og neddelt til én samleprøve som er sendt til kemisk analyse for næringsstofsammensætning. Majsensilageprøver af forsøgsbehandlinger udtaget i P2 er blandet sammen og neddelt til én samleprøve til kemisk analyse.

Statistik

Før de statistiske analyser blev åbenlyse registreringsfejl og data fra syge køer sorteret fra. Der blev for alle køer beregnet et løbende gennemsnit af ydelsen pr. malkning og af foderoptaget og vægten

pr. dag. Hvis henholdsvis ydelse pr. malkning eller foderoptaget pr. dag eller vægten pr. dag afveg med mere end henholdsvis 6, 25, og 25 kg fra det løbende gennemsnit blev observationen ikke brugt. Som mål for henholdsvis ydelsen, foderoptaget og gødningsscoren blev den gennemsnitlige værdi i uge 3 for periode 1, uge 3 og 6 for periode 2 og uge 3 for periode 3 brugt. Tilvæksten blev som udgangspunkt beregnet fra 3 dage fra igangsætningen af en ny fodring til afslutningen af den sidste opsamlingsrunde med denne fodring.

Til analyse af den gennemsnitlige ydelse, foderoptag, tilvækst og gødningsvariable (samlet kaldt produktion) i forsøgsperioden blev brugt følgende model:

Den gennemsnitlige produktion = paritet + produktion i forperioden (P1) + produktion i efterperioden (P3) + behandling + blok (paritet),

hvor effekten af blok var tilfældig og de resterende effekter var systematiske. Modellerne blev kørt i Proc Mixed i SAS. Signifikansgrænsen blev sat til 0,05 for hovedvirkninger og 0,01 for vekselvirkninger. Det blev tjekket om behandling vekselvirkede med forsøgsrunde og paritet. Da der ingen vekselvirkning var blev vekselvirkningerne derfor ikke medtaget i den endelige model. I resultattabellerne er behandlinger med forskellige bogstaver signifikant forskellige.

Sammensætningen af næringsstoffer i foderet blev sammenlignet i en simpel statistik model, der kun indeholdt behandling. Ved vurdering af resultaterne fra denne model, skal man være opmærksom på, at kontrolbehandlingen på 9 mm konventionel majsensilage er med i analysen men prøverne udtaget i andre perioder end forsøgsbehandlingerne. Men pga. de mange prøver indenfor hver periode forventes konfunderingen med tidspunkt for udtagning af prøver ikke at påvirke resultatet.

Resultater og diskussion

Næringsstofsammensætning i TMR

Næringsstofsammensætningen i forsøgsrationerne målt ved NIR analyse ses i Tabel 4 og 5. Der var ingen forskel i mellem behandlinger på næringsstofparametre hverken i forsøg 1 eller 2. Dermed er behandlingerne fuldt ud sammenlignelige hvilket også var forventningen da de eneste parametre der blev ændret på var typen af kerneknusning og snitlængde.

Behandlingerne blev planlagt til et tørstofindhold på ca. 35% hvilket stort set blev opnået i forsøg 1. Denne forholdsvis lave tørstofprocent skulle give en vis tyngde i blandingerne idet de relativt små mængder foder der dagligt blev blandet, især til hver af de 5 forsøgsbehandling ikke var i stand til at give den ønskede fylde i foderblanderen. I begge forsøg var tørstofmængden lavere i 26,5S end de øvrige behandlinger. Dette var ikke uventet da grundrationen blev lavet med den vandmængde som svarede til den majsensilage med det højeste tørstofindhold, og 26,5S lå lavere i tørstofindhold end de øvrige majsensilager. I forsøg 2 ligger tørstofindholdet højere end i forsøg 1 pga. afvigelser på aktuelle tørstofindhold i majsensilagestakken brugt til 9A og i kløvergræsensilagen i forhold til det forventede i DMS.

For at være sikker på at eventuelle effekter af forsøgsbehandlingerne trådte tydeligt frem blev majs brugt som eneste stivelseskilde. På baggrund af de meget sammenlignelige foderrationer vurderes det at et eventuelt forsøgsrespons vil afspejle forskelle i forsøgsmajsensilagerne.

Tabel 4. Forsøg 1 – KMP-fuldfoderdata.

Parameter	Enhed	Behandling ¹						SEM ⁵	P-værdi
		4A	9A	18A	9S	18S	26,5S		
Tørstof	g/kg	363 ^{ab}	348 ^b	356 ^{ab}	364 ^a	359 ^{ab}	348 ^b	3,89	<0,01
Råprotein	g/kg ts	178	178	175	176	183	176	3,54	0,52
Råfedt	g/kg ts	40,2	40,4	39,4	39,2	39,7	39,2	0,70	0,61
NDF	g/kg ts	324	324	319	321	321	322	3,57	0,87
Stivelse	g/kg ts	166	164	175	176	161	168	5,22	0,13
Org. stof ford.	%	80,9	81,0	81,1	81,1	81,4	81,2	0,26	0,76
TMR score ²	1-5 skala	2,86 ^b	3,00 ^b	3,00 ^b	3,00 ^b	3,43 ^{ab}	3,86 ^a	0,45	<0,01
Græsbolde score ³	1-5 skala	3,14	1,83	1,86	2,29	2,14	1,86	0,36	0,04
Partikel score ⁴	1-5 skala	3,14	1,83	2,71	2,86	3,00	2,86	0,34	0,07

¹Majsensilagetyper angivet i millimeter teoretisk snitlængde og A: konventionel kerneknuser eller S: Shredlage kerneknuser); 4A, 9A, 18A, 9S, 18S, og 26,5S, ²TMR score (1 til 5 skala) hvor 1: Homogen, fugtig og klæbende blanding og 5: Usammenhængende og grov blanding, ³Græsbolde (1 til 5 skala) hvor 1: Ingen græsklumper/bolde og 5: Mange og store græsbolde, ⁴Partikelscore (1 til 5 skala) hvor 1: Ingen løse piller og råvarerpartikler i PMR og 5: Partikler der falder ud af TMR, ⁵n = 41.

KMP-fuldfoder scorerer

TMR scoren, som er et udtryk for den overordnede blandingsgrad af rationen viser i forsøg 1 at 26,5S opnår den dårligste score efterfulgt af 18S. I forsøg 2 opnår de ”lange” behandlinger (18A, 18S, og 26,5S) også en dårligere score. I forsøg 2 opnår behandling 9A den bedste TMR score. Der ses en tendens til at graden af partikeludfald fra TMR (Partikel score) i forsøg 1 er mindre god for den helt korte 4A behandling end de øvrige behandlinger med længere snitlængde mens 9A opnår den bedste score. I forsøg 2 er billedet nogenlunde det samme med 9A som den behandling der scorer bedst efterfulgt af 9S selv om modellen ikke specifikt kan prædiktere hvilke behandlinger der skiller sig ud. Resultaterne peger i retning af, at den bedste blandegrad og det mindste partikeludfald opnås ved en snitlængde på 9 mm uanset om det er Shredlage eller konventionel kerneknuser. Evnen til at holde sammen på rationen ser således ud til at være udfordret af en meget kort snitlængde på 4 mm sammenholdt med den store andel majsensilage i TMR. En større andel kløvergræsensilage ville muligvis kunne kompensere for partikeludfald da græsset fungerer som klæbemiddel for råvarerne og binder rationen sammen. Omvendt, peger resultaterne også i retning af at der er udfordringer med både TMR score og partikeludfald når snitlængden bliver for lang. Med hensyn til græsbolde/klumper i TMR i forsøg 2 opnår 26,5S den bedste score mens 9A falder ud med den dårligste score. De øvrige behandlinger er ikke forskellige fra 9A og 26,5S, men numerisk opnår 4A også en relativt mindre god score. I forsøg 1 ses en signifikant effekt som ikke kan specificeres men 4A opnår numerisk den dårligste score mens 9A til gengæld opnår den bedste

score og væsentlig bedre score end i forsøg 2. Selv om der er forskel i scoren på græsbolde, så er det i begge forsøg generelt fornuftige scorer omkring 2, som normalvis vil tolkes som tilfredsstillende. Under blandeprocessen, i både forsøg 1 og 2, forekom der græsbolde, både i kontrolblandingen og i forsøgsblandingerne. Dette hænger muligvis til dels sammen med den ret lave græsandel i forhold til majs som resulterede i en relativt lille mængde foder i mellemkvikset i JF vertikalblanderen hvilket dermed ikke har lagt nok pres/tyngde på sneglene til at sikre en effektiv nedskæring og opblanding af græsensilagen. Tilsyneladende har majsensilagerne med lang snitlængde reduceret dannelsen af græsbolde i forhold til 4 mm snitlængde hvilket måske hænger sammen med at foderblanderen har haft lidt mere struktur at arbejde med.

Tabel 5. Forsøg 2 – KMP-fuldfoderdata.

Parameter	Enhed	Behandling ¹						SEM ⁵	P-værdi
		4A	9A	18A	9S	18S	26,5S		
Tørstof	g/kg	374 ^{ab}	380 ^a	371 ^{ab}	375 ^{ab}	369 ^{ab}	357 ^b	4,46	<0,01
Råprotein	g/kg ts	171	168	174	173	171	170	2,63	0,55
Råfedt	g/kg ts	36,8	37,9	37,1	36,6	36,4	36,8	1,04	0,89
NDF	g/kg ts	329	328	332	329	332	337	4,51	0,66
Stivelse	g/kg ts	168	159	159	166	162	164	4,89	0,65
Org. stof ford.	%	81,0	80,6	80,6	80,6	80,8	80,1	0,31	0,31
TMR score ²	1-5 skala	3,00 ^{ab}	2,43 ^b	3,33 ^a	2,83 ^{ab}	3,67 ^a	3,67 ^a	0,21	<0,01
Græsbolde score ³	1-5 skala	2,17 ^{ab}	2,29 ^a	1,67 ^{ab}	1,67 ^{ab}	1,67 ^{ab}	1,17 ^b	0,26	0,02
Partikel score ⁴	1-5 skala	3,00	2,14	2,83	2,33	3,00	3,00	0,24	0,02

¹Majsensilagetyper angivet i millimeter teoretisk snitlængde og A: konventionel kerneknuser eller S: Shredlage kerneknuser); 4A, 9A, 18A, 9S, 18S, og 26,5S, ²TMR score (1 til 5 skala) hvor 1: Homogen, fugtig og klæbende blanding og 5: Usammenhængende og grov blanding, ³Græsbolde (1 til 5 skala) hvor 1: Ingen græsklumper/bolde og 5: Mange og store græsbolde, ⁴Partikelscore (1 til 5 skala) hvor 1: Ingen løse piller og råvarepartikler i PMR og 5: Løse partikler der falder ud af TMR, ⁵n = 37.

Kerneknusningsscore (CSPS) og forsøgsmajsenes karakteristika

Graden af kerneknusning i de 6 behandlinger blev analyseret ved et amerikansk firma; Dairy One. Kort fortalt bliver ensilageprøverne tørret og derefter rystet i 10 minutter på en serie af sigter. Den del af prøven, der passerer igennem en 4,75 mm sigte opsamles og analyseres for stivelse. Den procentdel af stivelsen der passerer gennem denne sigte, ud af det totale indhold af stivelse betegnes majsensilages kerneknusningsscore (i det følgende angivet som CSPS – corn silage processing score; www.dairyone.com). Retningslinjerne for fortolkning af resultaterne er:

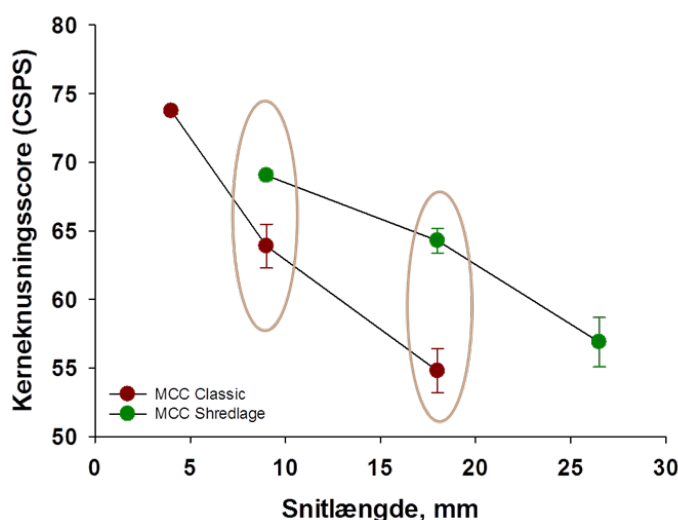
Større end 70% = Optimal

50 – 70% = Tilstrækkelig

Mindre end 50% = Utilstrækkeligt behandlet

I Figur 3 ses CSPS som funktion af snitlængde. Indenfor samme snitlængde opnår Shredlage behandlingerne på 9 og 18 mm en bedre CSPS end konventionel kerneknuser. Og indenfor hver kerneknusningsmetode falder CSPS med øget snitlængde. Alle scorer ligger dog mellem 50 og 70% og

majsen er dermed ifølge fortolkningsskalaen tilstrækkeligt behandlet. Behandling 4A opnåede den bedste, og til med optimal CSPS på knap 75%.



Figur 3. Kerneknusningsscore i majsensilage indenfor snitlængde angivet i millimeter teoretisk snitlængde (4, 9, 18, og 26,5 mm) og mellem to typer af kerneknuser (MCC Classic; konventionel kerneknuser og MCC Shredlage). Gennemsnit af 2 prøver.

I flere amerikanske forsøg hvor sammenligningen typisk er mellem 19 mm konventionel majsensilage og Shredlage snittet ved minimum 26 mm er CSPS øget med Shredlage men i varierende grad (Tabel 6). Til sammenligning er der i nærværende forsøg kun 2%-enheders forskel mellem 18A og 26,5S og væsentligt lavere scorer.

Tabel 6. Amerikanske studier der angiver kerneknusningsscore i procent.

Litteratur	Konventionel majsensilage 19 mm	Shredlage majsensilage >26 mm
Ferraretto & Shaver (2012)	60,3 ±1,9	75,0 ±1,9
Vanderwerff et al. (2015)	67,6 ±6,5	72,4 ±3,6
Ferraretto et al. (2018)	63,5	68,1

Et amerikansk survey af Salvati et al. (2014) baseret på 76 majsensilageprøver fra praksislandbrug fandt også at CSPS kun blev øget med 2 procentenheder ved Shredlage (67,2%) sammenlignet med andre (konventionelle) kategorier af kerneknusere. Den teoretiske snitlængde lå i langt størstedelen af prøverne på 22-26 mm uanset om de var tale om Shredlage eller konventionel majs. Et tysk studie baseret på mere sammenlignelige snitlængder til den danske norm fandt til gengæld en væsentlig forskel i CSPS mellem 7 mm konventionel majsensilage og 26 mm Shredlage (hhv. 55 og 79%; Denißen & Preis, 2018). Effekten af den nye kerneknusningsmetode er tidligere undersøgt under danske produktionsbetingelser i 11 besætninger med majs fra 2016 høsten (Thøgersen et al., 2017). Her blev majs snittet ved 19 mm (varierende fra 15 til 25 mm) og med Shredlage valser eller tilsvarende men fra anden udstyrsfabrikant (derfor benævnt ”revet” majs) sammenlignet med konventionel majs snittet ved 12 mm (9 til 22 mm). Der fandtes en øget CSPS ved revet majs i forhold til konventionel majs (64% vs. 56%) dog med ganske stor variation i CSPS indenfor behandling.

Resultaterne af nærværende undersøgelse er således ikke i fuld overensstemmelse med ovenstående da der ses en betydeligt lavere CSPS ved 26,5S end ved de korte snitlængder på 4A og 9A. Inden for samme snitlængde er CSPS dog øget ved Shredlage i forhold til konventionel majsensilage. Man kan spekulere i at afstanden mellem de to valser i Shredlage kerneknuseren måske ikke har været helt optimal, hvilket kan have påvirket kerneknusningen. Dette understøttes af, at der ved visuel subjektiv bedømmelse af majsensilagerne fandtes relativt mange grove stængelstykker ved især 26,5S (Billede 2) hvilket kan være et udtryk for at riveeffekten af stænglerne måske ikke har været helt så effektiv som forventelig. Ifølge Claas skal 95% af stængelstykkerne være tyndere end 4 mm og kerneknuser valsernes afstand skal vælges så den korrekte stængelnedbrydningsgrad og forarbejdning af kernerne opnås. At dømme ud fra CSPS har den helt korte snitlængde på 4 mm (Billede 1) med konventionel kerneknuser givet gode betingelser for at knuse kernerne.



Billede 1: Majsensilage 4A



Billede 2: Grove, tykke partikler i 26,5S



Billede 3: Foderrest behandling 4A



Billede 4: Foderrest behandling 26,5S

Som det ses af billede 3 og 4, var der synlig forskel i foderrest men der er også tale om to ekstreme forskelle i snitlængde. Selv om der ikke er egentlige målinger på forskel i partikelstørrelse mellem udfodret TMR og foderrest og bedømmelsen af foderresten er subjektiv så vurderes det at kørerne på behandling 26,5S og til dels også 18A og 18S havde større mulighed for at sortere i foderet i forhold til 4A, 9A og 9S, og der blev typisk selekteret imod grove, lange majsstængler. Vanderwerff et al. (2015) som sammenlignede 19 mm konventionel majs med 26 mm Shredlage majs fandt også selektion imod grove partikler på begge behandlinger, men ikke nogen øget selektion ved 26 mm Shredlage i forhold til 19 mm konventionel majs. Det er i tråd med observationer af Ferraretto & Shaver (2012), og er som sådan ikke overraskende da begge behandlinger kan betegnes som værende lang snitlængde. Da kørerne i nærværende forsøg blev fodret individuelt i foderkasser og der var en fornuftig blandingsgrad af TMR for alle behandlinger har kørerne generelt ædt den ration de var tiltænkt.

Fordøjelighed af stivelse

En forbedret kerneknusning skulle i teorien øge stivelsesfordøjeligheden ved at kerneknusningen forstyrrer den tætte matrix af protein som stivelsen i majskernelne er indlejret i, og dermed gøre stivelsen mere tilgængelig for fordøjelse (Johnson et al., 2002). Ikke overraskende fandt Johnson et al. (2002) som undersøgte hvorvidt majs høstet med eller uden konventionel kerneknuser påvirkede fordøjeligheden af stivelse, at ikke-forarbejdet majs havde tendens til en faldende stivelsesfordøjelighed når indholdet af intakte kerner blev øget. De fandt også at forarbejdet majs kun efterlod få intakte kerner. Det procentvise indhold af de få intakte kerner i forarbejdet majs kunne ikke korrelere til stivelsesfordøjeligheden som overordnet var høj. I nærværende undersøgelse er stivelsesfordøjeligheden vurderet ud fra stivelsesindholdet i gødningstørstof men ikke målt. Berettigelsen herfor kan findes i Fredin et al. (2014) som på basis af 8 amerikanske fordøjelighedsforsøg med i alt 30 forskellige rationer baseret på en høj andel af majsensilage ud af total grovfoderandel og 564 individuelle stivelsesmålinger fandt en stærk lineær sammenhæng ($R^2 = 0.94$) mellem total stivelsesfordøjelighed og koncentrationen af stivelse i gødningstørstof. I nærværende forsøg ligger stivelsesindholdet i gødningen på mellem 0,85 og 1,07% af tørstof (Tabel 7) hvilket er lavt, og generelt lå værdierne tæt på analysens detektionsgrænse. Den lave værdi hænger dels sammen med at rationerne overordnet set lå på et moderat indhold af stivelse da majsensilagen alene udgjorde den primære stivelseskilde (stivelsesindhold på 16,8 og 16,3 % af tørstof i hhv. forsøg 1 og 2). Sammenlignes til Fredin et al. (2014) lå stivelsesindholdet i rationerne på gennemsnitligt 27% af tørstof mens stivelse i gødningen lå på 3% af tørstof. At dømme ud fra det lave indhold af stivelse i gødningen har stivelsesfordøjeligheden i nærværende forsøg altså været høj hvilket også harmonerer med at der ved subjektiv vurdering af majsensilagerne kun fandtes ganske få ikke-knuste kerner, og der var ingen nævneværdige fund af majskernelne i gødningen.

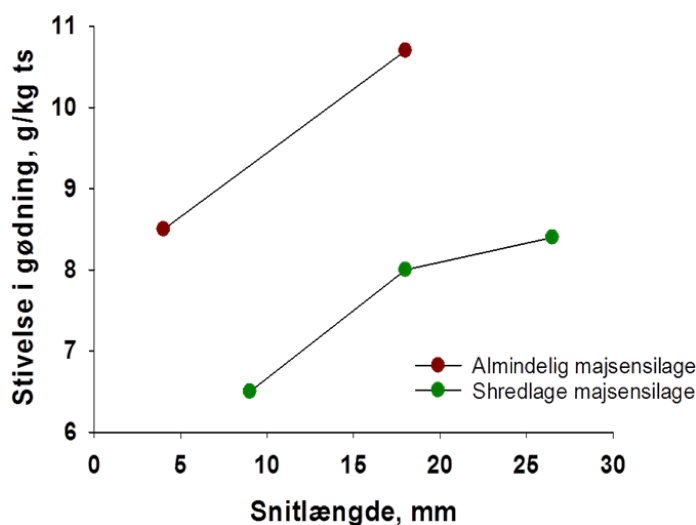
Tabel 7. Gødningstørstof og -score, samt indhold af stivelse og NDF bestemt ved NIR analyse ved 5 forskellige typer af majsensilage

Parameter	Enhed	Behandling ¹					SEM ³	P-værdi
		4A	18A	9S	18S	26,5S		
Stivelse	g/kg ts	8,52 ^{ab}	10,65 ^a	6,49 ^b	7,94 ^b	8,37 ^{ab}	0,70	<0,01

NDF	g/kg ts	486 ^a	479 ^{ab}	471 ^{ab}	466 ^b	469 ^{ab}	0,33	0,03
Gødningstørstof	g/kg	125	121	120	120	119	0,12	0,27
Gødningsscore ²	1-5 skala	3,0	2,9	2,9	2,8	2,8	0,32	0,20

¹Majsensilage typer angivet i millimeter teoretisk snitlængde og A: konventionel kerneknuser eller S: Shredlage kerneknuser); 4A, 9A, 18A, 9S, 18S, og 26,5S, ²Gødningsscore (1 til 5 skala hvor scoren 3 er optimal). 1: Meget vandig gødning; 3; Grødlignende udseende; 5: Meget fast gødning, ³n = 100.

På trods af det generelt meget lave indhold af stivelse i gødningen er stivelsesindholdet højere for behandlinger med konventionel kerneknuser end for Shredlage kerneknuser (Tabel 7 og Figur 4). Det er især tydeligt at 18A har et højere indhold af stivelse end 9S og 18S. Det samme gør sig gældende ved kemiske analyser (data ikke vist) dog er effekten ikke signifikant. Resultaterne peger dermed i retning af, at Shredlage er med til at øge fordøjeligheden af stivelse. Dette er i tråd med både Ferraretto & Shaver (2012) og Vanderwerff et al. (2015) som fandt at Shredlage øgede in situ vombordøjeligheden af stivelse med hhv. 7,0 og 10,7 procentenheder i forhold til konventionel majsensilage. I Vanderwerff et al. (2015) var den totale stivelsesfordøjelighed også øget ved Shredlage men kun med 0,5 procentenheder i forhold til konventionel majs og fordøjeligheden var tæt på 100%. Det kan diskuteres hvor meget effekt man skal tillægge en sådan forskel ved et eventuelt ydelsesrespons.



Figur 4. Stivelse i gødning (g/kg ts) indenfor snitlængde angivet i millimeter teoretisk snitlængde (4, 9, 18, og 26,5 mm) og mellem to typer af kerneknuser (Konventionel kerneknuser og Shredlage kerneknuser).

Foderoptag og NDF-fordøjelighed

De savtakke og riflede valser drejet som spiraler i Shredlage kerneknuseren skulle være grundlaget for en forarbejdning som ved at rive stængler og blade på langs beskadiger majsstænglerne tilstrækkelig til at vommikroberne opnår en større overflade hvilket øger nedbrydningen af fibre (NDF) i planternes cellevægge og dermed NDF-fordøjeligheden (Johnson et al. 1999). Foderindtaget er knyttet til NDF-fordøjeligheden fordi NDF bidrager til den fysiske fylde i vommen og

dermed kan foderindtaget blive begrænset af hastigheden og omfanget af NDF-fordøjeligheden (Huhtanen et al., 2006; Oba & Allen, 2005). Fordøjeligt NDF skal derfor udgøre en betydelig andel af NDF for at tillade et større grovfoderoptag uden at kompromittere mælkeydelsen. Da foderoptaget ydermere kan tænkes at blive begrænset af lange foderpartikler pga. øget fylde og reduceret passagehastighed igennem vommen, skulle Shredlage konceptet netop være med til at svække de negative virkninger af lang snitlængde.

Resultaterne viste, at tørstofoptaget var signifikant højere ved 4A (Tabel 8) hvilket sandsynligvis er en direkte konsekvens af den meget korte snitlængde som har tilladt et større tørstofoptag. Koen har dermed ikke været så fyldebegrænset af 4A på trods af den store andel grovfoder i rationen som de måske har været ved de øvrige behandlinger. Der var ingen forskel i tilvækst i forsøgsperioden mellem behandlinger.

Tabel 8. Foderoptagelse og tilvækst ved 5 forskellige typer af majsensilager.

Parameter	Enhed	Behandling ¹					SEM	P-værdi
		4A	18A	9S	18S	26,5S		
TMR optag	kg/d	67,6 ^a	65,7 ^b	65,5 ^b	67,0 ^{ab}	68,0 ^a	0,78	0,03
TMR tørstofoptag	kg/d	25,2 ^a	24,1 ^b	24,4 ^b	24,5 ^{ab}	24,4 ^b	0,29	0,02
Tilvækst ²	g/d	424	299	523	367	395	66,8	0,16

¹Majsensilagetyper angivet i millimeter teoretisk snitlængde og A: almindelig kerneknuser eller S: Shredlage kerneknuser); 4A, 18A, 9S, 18S, og 26,5S, ²Tilvækst i 6 ugers forsøgsperiode.

Ydermere, var indholdet af NDF i gødningen ved NIR-analyse lavere for 18S sammenlignet med 4A (Tabel 7), men den numeriske forskel var dog relativt beskeden. Så selv om der langt fra er nogen klokkeklar effekt af Shredlage på NDF-indholdet i gødningen så kan det ikke fuldstændigt udelukkes at Shredlage kan have forbedret NDF-fordøjeligheden og været med til, særligt ved 26,5S, at udligne den negative effekt på foderoptaget af længere snitlængde. Ved gennemgang af litteraturen ses det af Tabel 9, at det faktisk kun er Ferraretto og Shaver (2012) som har fundet en tendens til øget foderoptag ved Shredlage. Øvrige forsøg viser, at der generelt ikke er nogen effekt af Shredlage på tørstof foderoptaget sammenlignet til konventionel majs, hverken når sammenligningen til Shredlage er på en typisk konventionel amerikansk majs med 19 mm snitlængde, ej heller på kortere snitlængder som typisk bruges i Europa. I et tysk forsøg (Speit et al., 2018) ses endda en signifikant negativ effekt på tørstof foderoptaget ved Shredlage. Desuden var der ikke nogen forskel i in situ vom-fordøjeligt NDF mellem Shredlage og konventionel majs i hverken Ferrareto & Shaver (2012) eller Vanderwerff et al. (2015). Det kan på baggrund af disse resultater hver be- eller afkræftes om Shredlage forbedrer NDF-fordøjeligheden men noget tyder på at Shredlage kan være med til at udligne en eventuel negativ effekt af længere snitlængde.

Tabel 9. Publikationer vedrørende effekt af Shredlage på foderoptag og mælkeydelse.

Reference	Lokation	Teoretisk snitlængde, mm		Majsensilage % af TS	Effekt af Shredlage	
		Konv.	Shredlage		Tørstofoptag, kg	EKM, kg
Ferraretto & Shaver (2012)	Wisconsin, USA	19	30	50	+0,7 ^t	+0,9 ^t

Vanderwerff et al. (2015)	Wisconsin, USA	19	26	45	+0,2	+0,9
Chase (2015)	Cornell, USA	-	-	50	-0,2	-0,2
Pries & Bothe (2016)	Riswick I, Tysk	7	26	45	0,0 ¹ / +0,8 ²	-1,0 ¹ / 0,4 ²
Denißen & Pries (2018)	Riswick II, Tysk	7	26	40	+0,4	+0,8
Speit et al. (2018)	Achselschwang I, Tysk	7	26	39	-1, 7*	-1,4
Speit et al. (2018)	Achselschwang II, Tysk	7	26	47	-0,2	0,0
Thøgersen et al. (2017)	SEGES, Dansk	12	19	36-37	-0,1	+0,5

[†] Indikerer tendens, * Indikerer signifikans, ¹ Ration uden halm, ² Ration med halm (1,8% af TS)

Mælkeydelse og -sammensætning

Som det ses af Tabel 10 var der ingen effekt af den fysiske bearbejdning af majs ved høst i form af enten Shredlage eller konventionel kerneknuser eller af forskellige snitlængder på mælkeydelse, EKM, fedtprocent og -ydelse, proteinprocent og -ydelse. Fodereffektiviteten var således heller ikke påvirket af behandling. Det eneste sted der kan være tale om en numerisk forskel er en højere proteinprocent i 4A end de øvrige behandlinger. Behandling 4A havde også et højere foderoptag men ikke tilstrækkeligt til at have en effekt på EKM. Dermed er resultaterne i tråd med tidligere forsøg som har undersøgt effekten af Shredlage på produktionsresponsen hos malkekøer. Ved gennemgang af 8 forsøg (Tabel 9) er det kun Ferrerato & Shaver (2012) som har fundet en tendens til øget EKM ved Shredlage. I ingen af de nævnte forsøg har der været effekt på fedt- og proteinprocent eller fedt- og proteinydelse.

Tabel 10. Mælkeydelse og sammensætning, samt foderudnyttelsesgrad ved 5 forskellige typer af majsensilage

Parameter	Enhed	Behandling ¹					sem	P-værdi
		4A	18A	9S	18S	26,5S		
Mælkeydelse	kg/d	36,3	36,2	36,0	36,1	36,2	0,30	0,96
EKM ydelse	kg/d	36,0	35,7	35,4	35,6	35,7	0,86	0,83
Fedt pct.	%	3,95	3,96	3,96	3,96	3,95	0,647	0,99
Protein pct.	%	3,47	3,42	3,42	3,42	3,42	0,223	0,10
Fedtydelse	kg/d	1,42	1,41	1,39	1,41	1,41	0,861	0,87
Proteinydelse	kg/d	1,25	1,23	1,22	1,23	1,23	0,655	0,65
Fodereffektivitet	Kg EKM/kg TS	1,44	1,5	1,46	1,46	1,48	0,012	0,11

¹ Majsensilagetyper angivet i millimeter teoretisk snitlængde og A: konventionel kerneknuser eller S: Shredlage kerneknuser); 4A, 18A, 9S, 18S, og 26,5S.

Resultaterne fra dette forsøg understøtter således at majs høstet med Shredlage kerneknuser og 26,5 mm snitlængde ikke har nogen klar ydelsesmæssig positiv effekt, og at der ikke opnås nogen yderligere effekt ved at mindste snitlængden til 9 og 18 mm. Til gengæld kan resultaterne også tolkes

som at Shredlage ved en snitlængde på 26,5 mm sandsynligvis er med til at udligne en eventuel negativ effekt af lang snitlængde.

Gødningstørstof og -gødningsscore

En gennemgang af litteraturen på 11 artikler (Bligaard et al., 2010) som undersøgte sammenhænge mellem fodring og gødningskonsistens hos malkekøer viste et gennemsnitligt gødningstørstof på 14,86% (11,70-17,80%). I nærværende forsøg var der ingen forskel i gødningstørstof mellem behandlinger men i forhold til Bligaard et al. (2010) ligger det i den lavere ende. Bligaard et al. (2010) fandt at stivelse i rationen havde den højeste forklaringsgrad af testede modeller (77,7% af variationen i gødningstørstof forklaret ved stivelse) og at der kan være en positiv sammenhæng mellem rationens stivelsesindhold og tørstofprocent i gødningen. Stivelse havde en betydeligt højere forklaringsgrad end andel majsensilage i rationen, hvilket antyder, at det er selve stivelsesindholdet i rationen mere end majsensilagen, der hæver tørstofprocenten i gødningen. Det giver mening i nærværende forsøg hvor stivelsesindholdet i rationen var relativt lav men majsandelen høj. Bligaard et al. (2010) fandt dog ikke nogen entydig sammenhæng mellem stivelse og tørstofprocent i gødningen inden for de enkelte opgjorte 11 forsøg hvilket fortæller at der er faktorer udover stivelse der har betydning for tørstofprocenten. Bligaard et al. (2010) fandt også at en øget grovfoderandel kan bidrage til reduceret tørstofprocent i gødningen. I og med, at der i forsøget her indgik en grovfoderandel på 75% kan dette meget vel tænkes at være en faktor som har haft betydning for tørstofprocenten i gødningen.

Almindeligvis antages det, at malkekøer for at opretholde en sund vomfunktion har brug for tilstrækkeligt med fibre fra lange foderpartikler. En lang partikellængde fremmer tyggeaktiviteten og spytksekretionen som hjælper med at neutralisere den syre, der produceres i vommen under fordøjelsen af foderet. Derimod kan en kort partikellængde i grovfoderet sammen med en stor andel let fermenterbart kraftfoder i rationen typisk for at fremme en høj mælkeproduktion være forbundet med øget risiko for en række metaboliske lidelser, bl.a. subklinisk vomacidose, nedsat fiberfordøjelighed samt mælkefedtprocent (Beauchemin & Yang, 2005). Dog har flere tidligere undersøgelser der har set på forskelle i partikellængder ikke bekræftet denne antagelse (Beauchemin & Yang, 2005; Storm & Kristensen, 2010). Selv om der ikke er målt på vomparametre i forsøget her, syntes den manglende forskel mellem behandlinger i gødningsscore og tørstofprocent (Tabel 7) samt at der heller ikke fandtes nævneværdige lange og ufordøjede foderpartikler i gødningen at indikerer, at vommiljøet ikke har været belastet af de forskellige snitlængder ej heller om der var tale om Shredlage eller konventionel kerneknuser.

Konklusion

Under de gældende forsøgsbetingelser var der ingen effekt af fysisk forarbejdning af majs ved høst i form af Shredlage eller konventionel kerneknuser eller øget snitlængde på EKM-ydelse og mælkesammensætning. Der sås et øget tørstofoptag ved 4 mm snitlængde og konventionel kerneknuser hvilket sandsynligvis er direkte relateret til den korte snitlængde men ingen effekt på ydelsen. Inden for snitlængde på 9 mm og 18 mm fandtes en bedre kerneknusningscore ved Shredlage end ved konventionel kerneknuser men scoren faldt som snitlængden blev øget ved både Shredlage og

konventionel kerneknuser. Shredlage kerneknuseren kompenserer dermed for dårligere kerneknusning med stigende snitlængde. Behandlingen med 4 mm snitlængde og konventionel kerneknuser opnåede den højeste kerneknusningsscore. Der sås en bedre blandegrad af TMR og mindre partikeludfald ved kort snitlængde. På baggrund af et højere indhold af stivelse i gødningen for behandlinger med konventionel kerneknuser end for Shredlage kerneknuser, indikerer data en øget stivelsesfordøjelighed ved Shredlage men tvivlsomt om en lille forskel under normale forhold kan tillægges ret meget værdi. Majs forarbejdet som Shredlage ved høst er muligvis medvirkende til at udligne en eventuel negativ effekt af lang snitlængde på produktionsresponsen særligt ved 26,5 mm. Det kan ikke udelukkes at en forbedret NDF-fordøjelighed med Shredlage er delvis årsag hertil.

Baseret på gældende anbefalinger tilrådes det fortsat at høste majs til ensilage ved 8-10 mm snitlængde. Ved lang snitlængde (> 15 mm) og tør majs (> 34% tørstof) kan Shredlage være aktuelt da det giver en mere effektiv kerneknusning. Det er vigtigt løbende at kontrollere stængelbrydningskvaliteten og eventuelt tilpasse valseafstanden på kerneknuseren så den korrekte stængelnedbrydningsgrad og forarbejdning af kernerne opnås.

Anerkendelser

Projektet ”Bedre udnyttelse af potentialet i majsensilage” er støttet med midler fra Promilleafgiftsfonden og Landdistriktsfonden.

Stor tak til Danish Agro Machinery A/S som venligst udlånte maskineri og udstyr til høst af forøgsmajsensilagerne.

Referencer

Beauchemin, K. A. & Yang, W. Z. (2005) Effects of physically effective fiber on intake, chewing activity, and ruminal acidosis for dairy cows fed diets based on corn silage. *Journal of Dairy Science* 88, 2117-2129

Bligaard, H.B., Petersen, M.B., Trinderup, M., Weisbjerg, M.R., Sehested, J., Nadeau, E. & Aaes, O. (2010) Sammenhæng mellem fodring og gødningskonsistens hos malkekøer. *Agrotech Rapport*, 1-18

Chase, L. E. (2015) Shredlage in Dairy Cattle Rations. Cornell Nutrition Conference, Cornell University. <https://ecommons.cornell.edu/handle/1813/41239>

Denißen, J. & Preis, M. (2018) Einfluss der Partikelgrößenverteilung von Maissilage auf Futteraufnahme und Leistung von Milchkühen. *Forum angewandte Forschung* 10. <http://www.riswick.de/pdf/forumbeitraege/forum-2018-06-partikel-maissilage.pdf>

Ferraretto, L. F., Saylor, B. A., Goeser, J. P. & Bryan, K. A. (2018). Case Study: Effect of type of processor on corn silage processing score in samples of whole-plant corn silage. *The Professional Animal Scientist* 34, 293-298

Ferraretto, L. F. & Shaver, R. D. (2012) Effect of corn shredlage on lactation performance and total tract starch digestibility by dairy cows. *The Professional Animal Scientist* 28, 639-647

- Fredin, S. M., Ferraretto, L. F., Akins, M. S., Hoffman, P. C. & Shaver, R. D. (2014) Fecal starch as an indicator of total-tract starch digestibility by lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 57, 1862-1871
- Huhtanen, P., Ahvenjärvi, S., Weisbjerg, M.R. & Nørgaard, P. (2006) Digestion and passage of fibre in ruminants. I: Sejrsen, K., Hvelplund, T., Nielsen, M.O. (Eds.), *Ruminant physiology. Digestion, metabolism and impact of nutrition on gene expression, immunology and stress*. Proceedings Xth ISRP. Wageningen Academic Publishers, 87-135
- Johnson, L. M., Harrison, J. H., Davidson, D., Robutti, J. L., Swift, M., Mahanna, W. C. & Shinnors, K. (2002) Corn Silage Management I: Effects of Hybrid, Maturity, and Mechanical Processing on Chemical and Physical Characteristics. *Journal of Dairy Science* 85, 833-853
- Johnson, L. M., Harrison, J. H., Hunt, C., Shinnors, K., Doggett, C. G. & Sapienza, D. (1999) Nutritive Value of Corn Silage as Affected by Maturity and Mechanical Processing: A Contemporary Review. *Journal of Dairy Science* 82, 2813-2825
- Mikkelsen, M. (2018). Dyrkningsvejledning for majshelsæd. Landbrugsinfo.dk
- Oba, M., & Allen, M. (2005) In vitro digestibility of forages. *Proc. Tri-State Dairy Nutrition Conference*, 81-92
- Pries, M., Bothe, B., Beintmann, S., Denißen, J., Hoffmanns, C., Hoppe, S., Hünting, K., Speit, J.-H., Steevens, L., Wolzenburg, C., Gerlach, K. & Maack, C. (2016) Silier- und Fütterungsversuch mit Shredlage-Silage im Vergleich zur Maissilage mit herkömmlicher Häcksellänge. *Riswicker Ergebnisse* 2/2016. http://www.riswick.de/pdf/ergebnisse_fut-terwertpruefung/ergebnisse-futterwertpruefung-2016.pdf
- Preis, M., Denißen, J. & Speit, J.-H. (2018) Silier- und Fütterungsversuche mit Shredlage-Maissilage im Vergleich zur Maissilage herkömmlicher Häcksellänge. 45. *Viehwirtschaftliche Fachtagung 2018*, 65 – 74
- Salvati, G., Shaver, R., Lippert, M., Ronk, E. & Wacek-Driver, C. (2014) Corn silage processing: Dairy farm survey. <http://www.uwex.edu/ces/dairynutrition/documents/cornsilageprocessingsurveysummaryreport.pdf>
- Storm, A. C. & Kristensen, N. B. (2010) Effects of particle size and dry matter content of a total mixed ration on intraruminal equilibration and net portal flux of volatile fatty acids in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 93, 4223-4238
- Thøgersen, R., Hansen, N., Kalms, D. & Kjeldsen, A. M. (2017) Shredlage til danske malkekøer – resultater af praksistest. *Fodringsdag Herning*
- Vanderwerff, L. M., Ferraretto, L. F. & Shaver, R. D. (2015) Brown midrib corn shredlage in diets for high-producing dairy cows. *Journal of Dairy Science* 98, 5642-5652