



EFFEKT AF SNITLÆNGDE PÅ DENSITET I GRÆSENSILAGE

STØTTET AF

Promilleafgiftsfonden for landbrug

Den teoretiske snitlængde havde ingen virkning på ensilagens densitet. Derimod steg kg tørstof pr. m³ ved stigende tørstofindhold og stakhøjde.

Indholdet af NDF havde negativ effekt på kg tørstof pr. m³, og målingerne indikerer en øvre grænse for densitet afhængig af ensilagens NDF-indhold. Densiteten i en 2 meter høj stak er i gennemsnit steget med 14 % sammenlignet med undersøgelse fra 1998.

INTRODUKTION

Observationer fra praksis og et projekt i 2011 har indikeret, at der er sket en væsentlig stigning i densiteten af græsensilage siden de seneste undersøgelser blev lavet i 1998. I 1998 var kun få stakke af græsensilage højere end 1,5 meter og ingen højere end 2,5 meter. Undersøgelsen fra 1998 danner grundlag for standardkurverne, der ofte bliver brugt til at lave foderbudget samt beregne udbytter fra marken.

Undersøgelsen beskrevet i [LK-meddelelse nr. 391/1999](#) viste stor variation mellem ensilagepartierne, hvilket til dels kunne forklares af ensilagens tørstofindhold og ensilagestakkens højde. Modellen for standardkurverne havde dog en stor spredning, 39 kg tørstof pr. m³, der kan skyldes væsentlige faktorer omhandlende ensileringsmanagement. Imidlertid har ensilerings teknikken ændret sig gennem det seneste årti, hvor især snitlængden er mindsket markant, og antal samt vægt af maskiner, der kører i stakken, er steget.

Formålet med undersøgelsen var at bestemme kg tørstof pr. m³ i græsensilage samt undersøge effekten af blandt andet snitlængde, tørstofindhold, kemisk sammensætning, stakhøjde og silotype på densiteten af græsensilage.

MATERIALER OG METODER

Udtagning

I september og oktober 2015 blev der med hjælp fra Heden & Fjorden udtaget prøver fra 31 ensilagestakke med 1.-4. slæt græsensilage fra 2014 og 2015. Prøverne blev udtaget ved brug af en frontlæssermonteret blokskærer (BVL V-LOAD Cutter 185 x 80 x maks. 145 cm). Blokprøverne blev udtaget i stakkens fulde højde, efter at skærefladerne var rettet af, og den laveste blok var 53 cm mens den højeste var 138 cm. Prøverne blev vejede og blandet enkeltvis i en vertikal snegleblander (BVL V-MIX Plus 24-2S). Prøver af græsensilage blev udtaget og neddelt som beskrevet for [KMP-fuldfoder \(baljeprøve og kegleneddeling\)](#) efter blandetid på 10 minutter. Prøverne blev pakket i plastikposer og anbragt i kølebokse med frosne køleelementer. Prøverne blev samme dag transporteret til Kvægbugetts ForsøgsLaboratorium (KFL) i Skejby.

Analyser

Tørstofindholdet i alle blokprøver blev bestemt i tørreskab med luftcirkulation ved 60 °C i mindst 36 timer på KFL. Tørstofindholdet i ensilageprøverne blev korrigeret for tab af flygtige syrer (VFA) som beskrevet af Åkerlind et al. (2011). Prøverne blev desuden analyseret kemisk hos Eurofins Agrotesting Denmark (Vejen) for aske, råprotein, sukker, neutral detergent fiber (NDF) og in vitro fordøjelighed af organisk stof (IVOS). På KFL er der desuden analyseret for indhold af fermenteringsprodukter ved NIT samt målt aerob stabilitet.

Aerob stabilitet

Ensilageprøver blev inkuberet i en 1,5-L spand med en temperaturprobe placeret i midten af prøven. Spanden blev placeret i inkubationsskab (KB 8400, Termaks A/S) ved en konstant referencetemperatur på 20 °C. Ensilagens temperatur blev logget kontinuerligt, og den aerobe stabilitet blev angivet som tiden målt i timer, det tog for temperaturen at stige 2,5° C over referencetemperaturen. Ensilager, der var stabile i mere end 240 timer, blev taget ud og sat til en stabilitet på 240 timer.

Statistisk analyse

For hvert ensilageparti blev der registreret, hvilke og hvor længe forskellige maskiner havde kørt i stakken under snitning samt silotype, snitlængde, og om stakken var bygget op som en kegle eller med tynde lag. Modeller blev analyseret ved brug af Proc MIXED i SAS Studio (Statistical Analysis System Studio version 3.4, SAS Institute Inc., Cary, NC).

Modellen for densitet beskrev effekten af afstand fra toppen af stakken til centrum af blokprøven, tørstofindhold, teoretisk snitlængde, NDF, maskingruppe (A eller B), opbygningsmetode (kegle eller lagvis), silotype (markstak eller plansilo) samt vekselvirkningen tørstofindhold x afstand fra toppen af stakken til centrum af blokprøven.

Maskintyperne, der blev anvendt i stakkene, blev kategoriseret i to grupper – A eller B. I gruppe A indgik stakke, hvori der havde kørt en traktor uden nogen form for planeringsredskab, mens stakke, hvori der havde kørt en gummiged, teleskoplæsser eller traktor med planeringsredskab, indgik i gruppe B. Signifikans blev accepteret ved sandsynlighed $P \leq 0,05$.

Modellen for indhold af mælkesyre, eddikesyre, ethanol og ammonium-N (g/kg tørstof) beskrev effekten af afstand fra toppen af stakken til centrum af blokprøven, tørstofindhold, densitet (kg tørstof pr. m³), snitlængden, sukker- og NDF-indholdet samt vekselvirkningen tørstofindhold x afstand fra toppen af stakken til centrum af blokprøven.

Ethanol- og ammonium-N-indholdet blev logaritmetransformeret for at opnå en normalfordeling af residualerne.

Modellen for aerob stabilitet beskrev samme effekter samt effekt af mælkesyre-, eddikesyre-, ethanol- og ammonium-N-indholdet. Signifikans blev accepteret ved sandsynlighed $P \leq 0,05$.

RESULTATER OG DISKUSSION

Der blev udtaget 1-3 blokprøver fra de 31 ensilagestakke afhængig af stakkens højde, hvilket resulterede i 65 udtagne blokprøver i alt. Der var relativ stor spredning i densiteten mellem de enkelte blokprøver, der varierede fra 210 til 375 kg tørstof pr. m³, mens tørstofindholdet varierede fra 23 til 51 %. I tabel 1 ses simple gennemsnit for næringsstofsammensætning, aerob stabilitet, fermenteringsprofil samt densitet på blokniveau fra stakke, hvorfra der er udtaget 1, 2 eller 3 blokprøver.

Tabel 1. Næringsstofsammensætning, IVOS, aerob stabilitet, fermenteringsprofil og densitet af blokprøver inddelt først efter antal blokprøver pr. stak og dernæst bloknummer i stak (simple gennemsnit ± spredning)

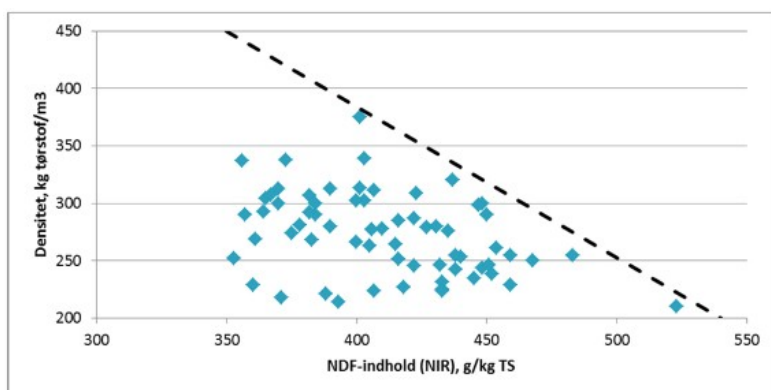
Antal blokprøver pr. stak	1		2		3		
	1	1	2	1	2	3	
Antal blokprøver	10	24		31			
Tørstof, g/kg	363 ± 95	335 ± 73	319 ± 50	328 ± 50	341 ± 66	303 ± 56	
Råprotein, g/kg tørstof	149 ± 21	148 ± 30	141 ± 29	147 ± 30	153 ± 27	159 ± 24	
NDF, g/kg tørstof	421 ± 51	394 ± 29	398 ± 27	410 ± 35	423 ± 20	427 ± 37	

Sukker, g/kg tørstof	71 ± 57	66 ± 39	69 ± 47	47 ± 40	37 ± 30	23 ± 23
IVOS, %	74,7 ± 5,5	78,7 ± 2,9	79,6 ± 3,2	76,1 ± 4,0	77,1 ± 3,0	76,7 ± 3,7
Aerob stabilitet, timer	166 ± 80	140 ± 53	181 ± 63	98 ± 78	188 ± 61	192 ± 63
Fermenteringsprofil						
Mælkesyre, g/kg tørstof	75 ± 35	98 ± 28	113 ± 38	100 ± 27	118 ± 33	131 ± 28
Eddikesyre, g/kg tørstof	20 ± 10	24 ± 9	23 ± 10	21 ± 7	21 ± 11	26 ± 11
Ethanol, g/kg tørstof	13 ± 11	14 ± 11	20 ± 13	11 ± 13	15 ± 13	22 ± 21
Ammonium-N, g/kg tørstof	9 ± 3	10 ± 4	9 ± 5	12 ± 6	10 ± 5	10 ± 4
Densitet						
Densitet, kg ensilage/m ³	745 ± 190	822 ± 143	891 ± 84	787 ± 105	882 ± 106	933 ± 65
Densitet, kg tørstof/m ³	256 ± 31	269 ± 38	281 ± 28	255 ± 34	295 ± 26	280 ± 43

^a Bloknummer tælles fra toppen af stakken – bloknummer 1 er således øverste blokprøve

Effekter på ensilagens densitet

Der blev fundet en signifikant virkning af ensilagens NDF- og tørstofindhold samt interaktionen mellem tørstofindholdet og afstanden fra toppen af stakken. Som det fremgår af figur 1, var der indikationer på en øvre grænse for densitet afhængig af ensilagens NDF-indhold.



Figur 1. Kg tørstof pr. m³ som funktion af NDF-indhold i blokprøver af græsensilage udtaget i 2015. Indikation af grænse for densitet er markeret med stiple linje.

Effekter på ensilagens fermenteringsprofil og aerobe stabilitet

Flere af de undersøgte variable påvirkede fermenteringsprofilen. Tørstofindholdet havde effekt på mælkesyre-, eddikesyre og ethanolindholdet, mens afstanden fra toppen af stakken kun påvirkede mælkesyreindholdet. NDF-indholdet og den teoretiske snitlængde havde virkning på mælkesyre- og eddikesyreindholdet, og ensilagens restsukkerindhold havde effekt på mælkesyre-, ethanol- og ammonium-N-indholdet. Kg tørstof pr. m³ havde således ingen effekt på fermenteringsprofilen.

Ensilagens aerobe stabilitet blev påvirket af tørstofindholdet, den teoretiske snitlængde samt afstanden fra toppen af stakken til centrum af blokprøven. Fermenteringsprofilen og densiteten havde således ingen effekt på den aerobe stabilitet.

Flere faktorer er korreleret

Som beskrevet i tabel 2 steg kg tørstof pr. m³ når tørstofindholdet og afstanden fra toppen af stakken blev øget, hvilket også gjorde sig gældende i undersøgelsen fra 1998. Som forventet var der ved stigende tørstofindhold desuden et højere indhold af restsukker og lavere indhold af ethanol samt mælke- og eddikesyre. Desuden steg indholdet af mælkesyre, jo større afstanden til toppen af stakken var, mens indholdet af mælke- og eddikesyre faldt med øget snitlængde.

Denne undersøgelse har vist, at den aerobe stabilitet var bedst ved de tørre ensilageprøver, når stabiliteten blev målt på ensilage. Der blev ikke foretaget tørstofjustering af ensilagerne før inkubation, og testet viser derfor ikke, om

opfugtning af tørre ensilager ville ændre stabiliteten. Generelt vil det være forventningen, at tørre ensilager, der opfuges, er mindre stabile, fordi det høje tørstofindhold i sig selv er hæmmende for mikrobiologisk vækst, og fordi der er højere indhold af restsukker og lavere indhold af eddikesyre i tør sammenlignet med våd ensilage. Tørre ensilager vil normalt antages at give større diffusionsmulighed for ilt gennem skæreflader, og denne forventede sårbarhed er ikke en del af testet for stabilitet i denne undersøgelse.

I undersøgelsen blev der ikke fundet nogen effekt af teoretisk snitlængde på densiteten, der forsøgte påvist både som kontinuert og kategorisk variabel (lang eller kort snitlængde). Den manglende forklaringskraft af teoretisk snitlængde tilskrives primært, at sammenkøringen generelt er effektiv. Dog er den reelle partikelstørrelse utilstrækkeligt beskrevet, og der kan være variation mellem teoretisk og reel snitlængde i datamaterialet. Der blev fundet en sammenhæng mellem teoretisk snitlængde og aerob stabilitet. Ensilagerne var mere stabile med øget snitlængde. Den uventede effekt af snitlængde på den aerobe stabilitet kan skyldes, at sukker og andre letopløselige komponenter er bedre beskyttet mod mikrobiel aktivitet, når afgrøden er mindre skadet under snitning. Derfor kan det tyde på, at det lavere indhold af fermenteringsprodukter og bedre stabilitet ved lang snitlængde viser den mindre beskadigelse af afgrøden og dermed er et spejl af tilgængeligheden af sukker og andre opløste celleindholdsstoffer. Undersøgelsen peger på, at kort snitlængde ikke er fremmede for ensilagens stabilitet.

Tabel 2. Korrelation mellem udvalgte parametre fra græsensilageprøver udtaget i 2015

Parametre	Tørstof, g/kg	Afstand fra top af stak, cm	Teoretisk snitlængde, mm	NDF, g/kg TS	Sukker, g/kg TS	Aerob, timer	Mælkesyre, g/kg TS	Eddikesyre, g/kg TS	Ethanol, g/kg TS	Ammonium-N, g/kg TS	Densitet, kg tørstof pr. m ³
Tørstof, g/kg	1										
Afstand fra top af stak, cm	-0,14	1									
Teoretisk snitlængde, mm	0,03	0,12	1								
NDF, g/kg TS	-0,05	0,22	-0,04	1							
Sukker, g/kg TS	0,53	-0,29	-0,08	-0,17	1						
Aerob, timer	0,38	0,37	0,27	-0,02	-0,01	1					
Mælkesyre, g/kg TS	-0,81	0,39	-0,13	-0,05	-0,63	-0,16	1				
Eddikesyre, g/kg TS	-0,54	0,02	-0,23	-0,26	-0,36	-0,13	0,57	1			
Ethanol, g/kg TS	-0,57	0,20	-0,24	0,21	-0,08	-0,33	0,56	0,22	1		
Ammonium-N, g/kg TS	-0,08	-0,06	-0,001	0,09	-0,28	-0,08	0,07	0,11	-0,09	1	
Densitet, kg tørstof pr. m ³	0,52	0,32	0,05	-0,37	0,23	0,36	-0,24	-0,23	-0,35	-0,25	1

^A Nummereringen i rækken henviser til samme nummer i første kolonne

Beregning af densitet

Med udgangspunkt i de fundne sammenhænge er der opstillet en model til prædiktion af kg tørstof pr. m³ i græsensilage, der afløser modellen fra LK-meddelelse 391/1999. Modellen har en spredning på 21 kg tørstof/m³, og densiteten i en given højde kan beskrives ved ligningen:

Sted i stak: $\text{Kg tørstof/m}^3 = 362 + 0,22 \cdot \text{Tørstof} + 0,0009 \cdot \text{Tørstof} \cdot \text{Afstand} - 0,47 \cdot \text{NDF}$, hvor

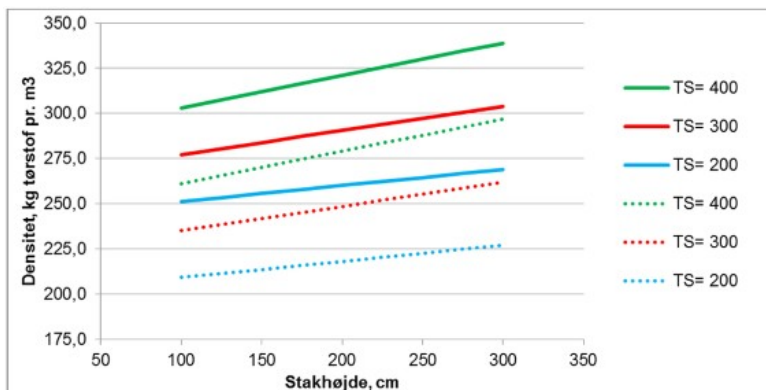
- Afstand = Afstand fra toppen af stakken til centrum af blokprøven (cm)
- Tørstof = Tørstofindhold (g/kg)
- NDF = NDF-indhold (g/kg tørstof)

Da den gennemsnitlige densitet udtrykt i kg tørstof/m³ ved en given stakhøjde ønskes beregnet, er ovenstående ligning integreret og divideret med højden. Efter reduktion udtrykkes densiteten med en given stakhøjde ved ligningen:

Total stak: $\text{Kg tørstof/m}^3 = 362 - 0,47 \cdot \text{NDF} + 0,22 \cdot \text{Tørstof} + 0,0004 \cdot \text{Tørstof} \cdot \text{Højde}$, hvor

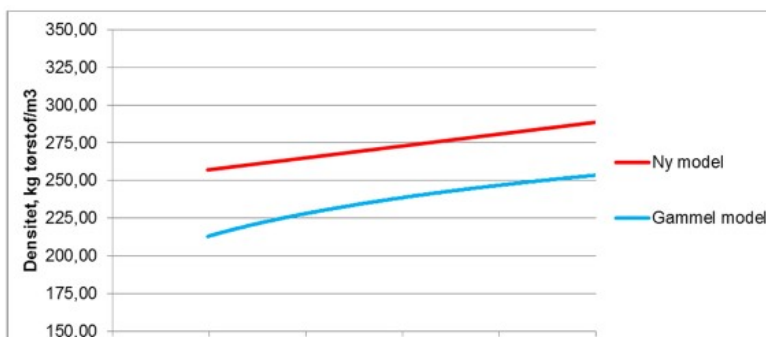
- Tørstof = Tørstofindhold (g/kg)
- NDF = NDF-indhold (g/kg tørstof)
- Højde = Stakhøjde (cm)

Den estimerede sammenhæng er vist i figur 2 ved tre og to niveauer af hhv. tørstof- og NDF-indhold. Estimatene skal betragtes som vejledende, grundet den store spredning.



Figur 2. Kg tørstof pr. m³ som funktion af stakhøjde samt tørstof- (g/kg) og NDF-indhold på 350 (—) eller 440 (•••) g/kg TS.

Sammenlignet med modellen for kg tørstof pr. m³, som er beskrevet i LK-meddelelse nr. 391/1999, er den prædikterede densitet i gennemsnit steget med 14 %, når observationerne fra prøveudtagningen i 2015 anvendes som beregningsgrundlag. Som vist i figur 3 mindskes differencen mellem prædiktioner af densitet fra [LK-meddelelse nr. 391/1999](#) og den nye model ved øget stakhøjde. Differencen mindskes når tørstofindholdet stiger.





Figur 3. Prædikteret densitet med ny og gammel model (LK-meddelelse nr. 391/1999)

ØKONOMI I ÆNDRET SNITLÆNGDE

En Farmtest af snitlængdens betydning for brændstofforbrug og høstkapacitet viste, at høstomkostningerne i 1. slæt var stort set ens ved 22 og 16 mm snitlængde, mens en reduktion til 8 mm øgede høstomkostningerne med ca. 3 øre pr. FEN (Lyngvig, 2015) på grund af større brændstofforbrug og reduktion af høstkapaciteten. Derimod var der ingen nævneværdig forskel i høstomkostningerne for 3. slæt mellem forskellige snitlængder, fordi kapaciteten ikke var en begrænset faktor. Høstomkostningerne ved de tre forskellige snitlængder i første slæt er beregnet pr. kg tørstof i tabel 2.

Da snitlængden ikke har indflydelse på densiteten af græsensilagen på lageret, har snitlængden heller ingen betydning for lageromkostningerne. Forrentning og afskrivning af plansilo udgør ca. 35 kr. pr. m³, mens plastik er prissat til 0,04 kr. pr. m³. Med en densitet i stakken på f.eks. 250 kg tørstof pr. m³ er lageromkostningerne dermed ca. 14 øre pr. kg tørstof. En forøgelse af densiteten med 50 kg tørstof pr. m³ reducerer lageromkostningerne til 11,7 øre pr. kg tørstof eller med ca. 17 %.

Erfaringerne har vist, at blandetiden ved fremstilling af kompakt fuldfoder ikke kan reduceres ved kortere snitlængde af græsset. Omkostningerne til blanding af kompakt fuldfoder må derfor ligeledes formodes at være stort set uafhængige af snitlængden. Kristensen (2015) har beregnet omkostningerne til blanding af kompakt fuldfoder til 8,3 øre pr. kg tørstof mod 5,3 øre pr. kg tørstof for lav blandingsgrad.

Kortere snitlængde øger sikkerheden for en god blandingskvalitet f.eks. uden græsbolde, hvilket vurderes at have større værdi end den beskedne meromkostning på ca. 3 øre pr. FEN ved kort snitlængde i 1. slæt.

Tabel 2. Omkostninger til høst og opbevaring af græsensilage samt blanding af kompakt fuldfoder ved forskellige snitlængder.

	Teoretisk snitlængde		
	22	16	8
Høst (3680 kg TS/ha, kapacitet -15 %)	9,9	10,3	12,8
Lager	14,0	14,0	14,0
Blanding af kompakt fuldfoder	8,3	8,3	8,3
Omkostninger i alt	32,2	32,6	35,1

REFERENCER

Kristensen, N.B. 2015. Vejledning til prøveudtagning i KMP-fuldfoder. LandbrugsInfo, SEGES.

Kristensen, N.B. 2015. Positive langtidseffekter og økonomi i Kompakt Fuldfoder. KvægInfo 2476, SEGES.

Lyngvig, H.S. 2015. FarmTest: "Valg af snitlængde i kløvergræs – brændstofforbrug, kapacitet og densitet". FarmTest, SEGES.

Theilgaard, P., Kjeldsen, A.M. & Thøgersen, R. 1998. Undersøgelse af kg tørstof pr. m³ i ensilage. LK-meddelelse 391, SEGES.

