

DENSITET, FERMENTERINGSPROFIL OG AEROB STABILITET I MAJSENSILAGE

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



Miljø- og Fødevarerministeriet
NaturErhvervstyrelsen



Den Europæiske Landbrugsfond
for udvikling af Landdistrikterne

LDP 2020



Se 'EU-kommissionen, Den Europæiske Landbrugsfond for Udvikling af Landdistrikterne'

Høstmetoden og den teoretiske snitlængde havde ingen effekt på ensilagens densitet. Kg tørstof pr. m³ steg ved stigende stakhøjde og tørstofindhold.

Sammenlignet med en undersøgelse fra 1999 er densiteten i majsensilage i gennemsnit øget med 12 pct., og der blev fundet ca. 4 pct. flere kg tørstof pr. m³ i midten af ensilagestakken sammenlignet med målinger tæt på silovæggen. Den aerobe stabilitet var markant ringere i stakkens øverste del.

INTRODUKTION

Fodring med store mængder majsensilage med kort snitlængde kan give bekymring for, at køens behov for fysisk struktur bliver opfyldt ved traditionel finsnitning og kerneknusning. For at imødegå dette kan der være ønske om at øge snitlængden, hvilket kan resultere i en utilstrækkelig kerneknusning med en traditionel kerneknuser. For at opnå en bedre fysisk struktur og samtidig optimal kerneknusning i majsensilage er der udviklet alternative varianter af kerneknusere. Udstyret til finsnitte, der anvendes af Claas, hedder SHREDLAGE, mens

blandt andet Krone og New Holland anvender FiberTech. Begge typer har til formål at udsætte plantematerialet for en rivning, og slutproduktet kaldes her under ét for *revet majs-helsæd*.

Sammenlignet med den traditionelle metode kan der være forskelle i den høstede afgrødes egenskaber under ensilering. Ved brug af SHREDLAGE anbefaler CLAAS en teoretisk snitlængde på 26-30 mm, når tørstofindholdet er 30-34 %, hvilket potentielt kan være årsag til, at der ikke kan komprimeres tilsvarende kg tørstof pr. m³. Hvis ensilagen ikke komprimeres tilstrækkeligt, vil ilt i større udstrækning kunne trænge gennem ensilagen fra skærefladen. Dette kan starte en gær- og skimmelvækst og dermed forringe ensilagens aerobe stabilitet samt ændre fermenteringsprofilen.

Vestjysk Landboforening, Jysk Landbrusrådgivning og Centrovic har bidraget til en undersøgelse, hvori 27 mælkeproducenter deltog. Formålet med undersøgelsen var at bestemme kg tørstof pr. m³ i majsensilage samt undersøge effekten af blandt andet kerneknusertype, snitlængde, tørstofindhold og stakhøjde på ensilagens densitet, fermenteringsprofil, aerobe stabilitet samt partikelfordeling.

MATERIALER OG METODER

Udtagning

I januar og februar 2016 blev der udtaget prøver fra 30 ensilagestakke med majsensilage høstet i 2014 eller 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 skærefladen var rettet af, og den laveste blok var 63 cm, mens den højeste var 133 cm. Prøverne blev vejret og blandet enkeltvis i en vertikal snegleblander (BVL V-MIX Plus 24-2S). Prøver af majsensilage blev udtaget og neddelte 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 Kvægbrugets ForsøgsLaboratorium (KFL) i Skejby. Prøver til bestemmelse af partikelfordeling blev udtaget tre steder på toppen af ensilageblokkene og blev således ikke blandet i foderblanderen.

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). På KFL blev der på alle blokkene desuden analyseret for indhold af fermenteringsprodukter og næringsstofindhold ved hhv. Near Infrared Transmission Spectroscopy (NIT) og Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIR) samt målt aerob stabilitet. Én prøve fra hvert ensilageparti (blok nr. 2 fra toppen) blev analyseret kemisk hos Eurofins Agrotesting Danmark (Vejen) for aske, råprotein, stivelse, neutral detergent fiber (NDF) og in vitro fordøjelighed af organisk stof (IVOS) samt for indholdet af fermenteringsprodukter i ekstrakt af ensilagen.

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.

Partikelfordeling

Til bestemmelse af partikelfordeling blev der anvendt en Penn State partikelseparator ved metoden beskrevet af Heinrichs (2013). Der blev anvendt to solde med en huldiameter på hhv. 19 og 8 mm samt en bund til partikler mindre end 8 mm. Ensilageprøverne blev udtaget tre forskellige steder fra toppen af hver blok. Partikelfordelingen er angivet som procent tilbageholdte partikler for 3 partikelstørrelser, der er >19 mm, 8-19 mm og <8 mm, som benævnes hhv. top, midt og bund.

Statistisk analyse

For hvert ensilageparti blev der registreret, hvilke og hvor længe forskellige maskiner havde kørt i stakken under indlægning samt silotype, snitlængde, valsetype og -afstand, snittekapacitet og silodimensioner.

Data 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 effekter af behandling (SHREDLAGE, FiberTech eller almindelig), afstand fra toppen af stakken til centrum af blokprøven, tørstofindhold, teoretisk snitlængde, stivelse, NDF, IVOS, EFOS, træstof, total maskinvægt og –tidsforbrug, silodimensioner, høstår, partikelfordeling (andel på hhv. top, midt og bund) samt vekselvirkningen tørstofindhold x afstand fra toppen af stakken til centrum af blokprøven. Den teoretiske snitlængde indgik både som kontinuert variabel og som kategorisk variabel med to niveauer – kort (<15 mm) og lang (>15 mm).

Modellen for indhold af mælkesyre, eddikesyre og ethanol (g/kg tørstof) beskrev samme effekter som modellen for densitet samt effekt af densitet (kg tørstof pr. m³). Ethanolindholdet blev logaritmetransformeret for at opnå en normalfordeling af residualerne. Modellen for aerob stabilitet beskrev samme effekter samt effekter af mælkesyre-, eddikesyre- og ethanolindholdet. Målingerne for aerob stabilitet blev kvadratrodstransformeret for at opnå en normalfordeling af residualerne.

De definerede modeller blev trinvist reduceret til det antal forklarende variable, der kunne beskrive variationen i responset samtidig med, at signifikans kun kunne accepteres ved sandsynlighed $P \leq 0,05$. Endvidere blev der lavet en model til densitetsbestemmelse, der var målrettet anvendelse i praksis og derfor havde en høj forklaringsgrad og samtidig indeholdt få men lettilgængelige forklarende variable. I forbindelse med analyse af densitet blev to observationer fra en ensilagestak, der var overdækket med HP-pulp, samt to kraftigt afvigende observationer fra en enkelt markstak sorteret fra. Af samme årsag blev en enkelt observation ved analyse af eddikesyreindholdet også sorteret fra.

RESULTATER OG DISKUSSION

Der blev udtaget 2-5 blokke fra hver af de 30 ensilagestakke, hvoraf 7 partier var høstet i 2014 mens de resterende 23 partier var høstet i 2015. Antallet af blokke pr. stak afhang af stakhøjden, der varierede fra 166 til 435 cm. I 2015 var der ringe vækstbetingelser for majs gennem vækstsæsonen grundet lave temperaturer, hvilket havde de største konsekvenser for majsens udvikling i den vestlige del af Danmark. Disse konsekvenser kan ses i tabel 1, hvor SHREDLAGE-partier, der alle var høstet i Vestjylland i 2015, blandt andet havde et lavt tørstofindhold sammenlignet med partier høstet med FiberTech eller almindeligt, der overvejende var høstet på Fyn eller i 2014. På tværs af alle behandlinger varierede tørstofindholdet fra 208 til 417 g/kg, mens densiteten varierede fra 167 til 354 kg tørstof pr m³. Majshelsæd høstet som SHREDLAGE havde generelt en længere snitlængde end majshelsæd høstet med FiberTech, hvorimod almindelig snittet majs varierede meget i snitlængde.

Tabel 1. Snitlængde, tørstof-, stivelses- og NDF-indhold samt aerob stabilitet, fermenteringsprofil og densitet for majsensilage høstet ved tre forskellige behandlinger (simple gennemsnit ± spredning)

Behandling*	SHREDLAGE	FiberTech	Almindelig
Antal ensilagepartier	5	7	18
Antal blokprøver	14	21	55
Stakhøjde, cm	249 ± 41	276 ± 102	293 ± 90
Teoretisk snitlængde, mm	24 ± 3	13 ± 4	14 ± 7
Tørstof, g/kg	260 ± 27	350 ± 42	316 ± 48
Råprotein, g/kg TS	87 ± 7	77 ± 6	79 ± 9
Stivelse, g/kg TS	199 ± 43	306 ± 53	282 ± 63
NDF, g/kg TS	433 ± 48	362 ± 40	383 ± 46
Træstof, g/kg TS	231 ± 24	189 ± 19	199 ± 23
IVOS, %	72,5 ± 2,2	75,4 ± 1,4	74,8 ± 1,7
Aerob stabilitet, timer	101 ± 59	101 ± 56	77 ± 38
Fermenteringsprofil			
Mælkesyre, g/kg TS	86 ± 12	71 ± 11	80 ± 17
Eddikesyre, g/kg TS	30 ± 9	21 ± 5	21 ± 7
Ethanol, g/kg TS	22 ± 12	9 ± 7	14 ± 9
Densitet			
Kg ensilage pr. m ³	817 ± 57	769 ± 96	791 ± 81
Kg tørstof pr. m ³	212 ± 29	267 ± 37	249 ± 39

* Gennemsnittene kan ikke sammenlignes direkte mellem de forskellige behandlinger, idet majsens høstet ved forskelligt tørstofindhold, og der er forskel i stakhøjden.

Effekter på ensilagens densitet

Ved statistisk analyse af densiteten blev der fundet effekter af EFOS, IVOS, maskingruppe,

afstand fra toppen af stakken til centrum af blokprøven samt vekselvirkningen tørstofindhold x afstand fra toppen af stakken til centrum af blokprøven. Estimerterne skal dog tolkes forsigtigt blandt andet på baggrund af tætte indbyrdes korrelationer mellem de forklarende variable.

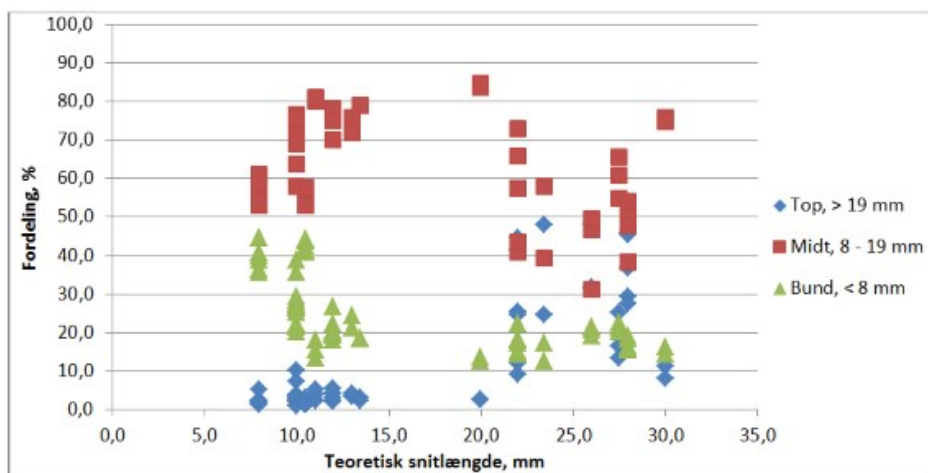
Effekter på ensilagens fermenteringsprofil og aerobe stabilitet

En række variable viste sig at kunne beskrive variationen, der blev observeret i ensilagens indhold af mælkesyre, eddikesyre og ethanol. Den største forklaringsgrad for beskrivelse af variationen indenfor mælkesyre blev opnået ved anvendelse af variablene afstand fra toppen af stakken til centrum af blokprøven, stivelse, EFOS, høstår samt behandling. Variationen indenfor eddikesyre blev dog beskrevet bedst af tørstofindhold, stivelse, NDF, træstof og høstår, mens variationen i ethanolindholdet kunne forklares bedst med afstand fra toppen af stakken til centrum af blokprøven, træstof, høstår, behandling samt snitlængde (kort eller lang).

Variationen i majsensilagens aerobe stabilitet kunne beskrives bedst med parametrene behandling, kg tørstof pr. m³, mælkesyre og eddikesyre, der dog kun gav anledning til en r=0,62. Sammenlignet med prøver udtaget i græsensilage ([Landbrugsinfo](#)) var majsensilagens aerobe stabilitet generelt ringere.

Høstmetodens betydning for partikelfordeling

Inden for og mellem hver behandling blev der snittet med varierende snitlængde. Ved inddeling efter behandling var der således oftest stor spredning og forskel i den procentvise fordeling af ensilage på hhv. top, midt og bund. Som det fremgår af figur 1 blev partikelfordelingen derfor vurderet ud fra den anvendte teoretiske snitlængde fremfor behandling. Op til 15 mm blev der fundet færrest partikler på toppen og flest på det midterste sold. Ved at øge snitlængden steg andelen af partikler på toppen, mens andelen på midten og i bunden faldt. Den store spredning i fordelingerne af partikler tyder dog på, at den teoretiske og reelle partikelstørrelse ikke beskriver samme egenskab ved ensilagen, hvilket kan være årsag til den teoretiske snitlængdes manglende forklaringskraft af kg tørstof pr. m³ i ensilagestakken. Den samme problematik har været belyst i densitetsmålinger i græsensilage ([Landbrugsinfo](#)).



Figur 1. Fordeling af ensilagepartikler i Penn State partikelseparator, der er >19 mm, 8-19 mm eller <8 mm, som funktion af teoretisk snitlængde.

Tætte korrelationer mellem flere faktorer

Tabel 2 viser en række forventelige sammenhænge mellem nogle af de parametre, som blev anvendt til at beskrive variationen i kg tørstof pr. m³. Den tætte korrelation mellem tørstofindholdet og indholdet af stivelse samt NDF afspejler i høj grad, hvor udviklet majs var ved høst. Desuden blev snitlængden af majselsæden kortet ned ved øget tørstofindhold. Dette resulterede i, at SHREDLAGE-partier, der alle blev snittet på mere end 22 mm og med mindre end 30 % tørstof, indeholdt færre kg tørstof pr. m³ end FiberTech-partier. Denne forskel i densitet bør dog ikke tilskrives behandlingseffekter, men rettere de forskelle der var i tørstofindholdet ved høst. IVOS og EFOS, der som beskrevet også kunne forklare en del af variationen i densitet, må forventes at kunne beskrive indholdet af blandt andet stivelse og NDF mere præcist end tørstofindholdet. Da NDF og stivelse ikke var uvæsentlige parametre i forbindelse med beskrivelsen af densitetens variation, kunne dette være årsag til, at der blev fundet effekter af IVOS og EFOS. Densiteten var desuden stigende, når afstanden fra toppen af stakken til centrum af blokprøven blev øget, hvilket kunne tolkes som flere kg tørstof pr. m³ i gennemsnit ved øget stakhøjde.

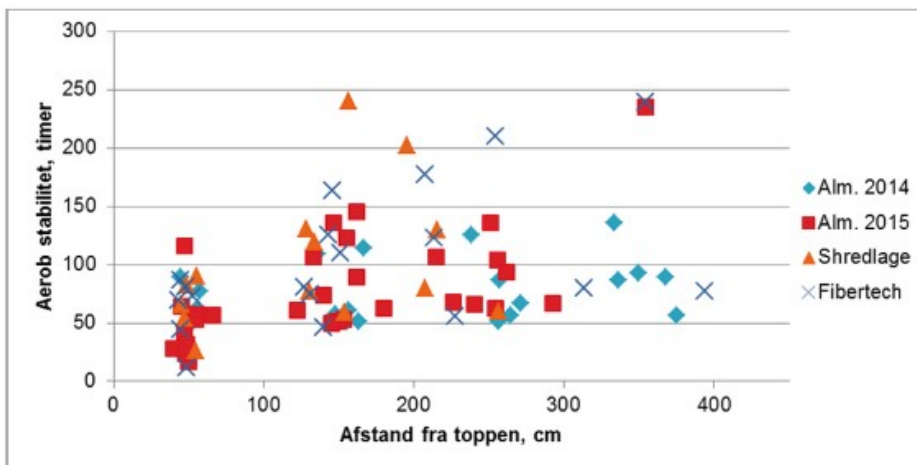
Tabel 2. Korrelation mellem udvalgte parametre fra majsensilageprøver udtaget i januar 2016 - klik på tabellen og få den vist i stor størrelse

Parametre	Tørstof	Afstand fra top af stak	Teoretisk snitlængde	Stivelse	NDF	IVOS	EFOS	Mælkesyre	Eddikesyre	Ethanol	Densitet	Aerob stabilitet
Tørstof	1											
Afstand fra top af stak	0,19	1										
Teoretisk snitlængde	-0,78	-0,21	1									
Stivelse	0,90	0,24	-0,82	1								
NDF	-0,86	-0,19	0,73	-0,95	1							
IVOS	0,69	0,21	-0,50	0,73	-0,77	1						
EFOS	0,86	0,24	-0,72	0,95	-0,97	0,83	1					
Mælkesyre	-0,58	0,26	0,52	-0,63	0,58	-0,28	-0,51	1				
Eddikesyre	-0,70	-0,06	0,47	-0,59	0,56	-0,58	-0,61	0,27	1			
Ethanol	-0,74	0,06	0,72	-0,78	0,82	-0,60	-0,78	0,69	0,54	1		
Densitet	0,78	0,58	0,69	0,83	-0,81	0,65	0,82	-0,32	-0,45	-0,55	1	
Aerob stabilitet	0,07	0,39	0,06	0,07	0,11	0,02	0,12	0,15	0,16	0,09	0,32	1

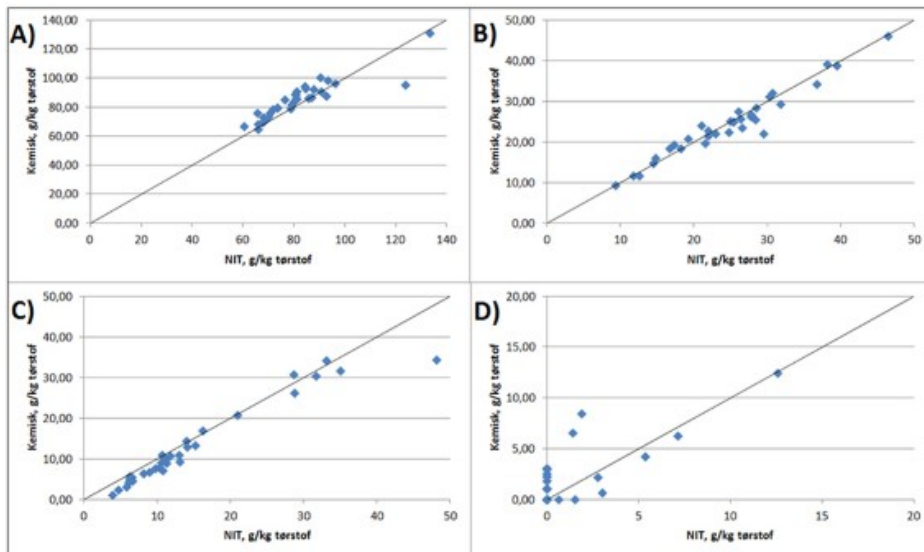
Korrelationen mellem tørstofindholdet og indholdet af fermenteringsprodukterne mælkesyre, eddikesyre og ethanol er stærkt negativ, og ved undersøgelse af sammenhængene viste indholdet af eddikesyre og ethanol sig at have de meste markante fald ved øget tørstofindhold. Det relative konstante, men dog faldende, indhold af mælkesyre ved stigende tørstofindhold vidnede om, at ensilageprøverne generelt havde en stabil fermenteringsprofil, og at der ved

starten af ensileringen var et tilstrækkeligt indhold af sukker til rådighed til mælkesyreproduktion og sænkning af pH. Faldet i indholdet af fermenteringsprodukter kan skyldes en nedsat hastighed i mikroorganismernes vækst med øget tørstofindhold og at pH-niveaue, hvor væksten af mælkesyrebakterier stopper, stiger med øget tørstofindhold (Muck et al. 2003).

Ensilagens aerobe stabilitet kunne blandt andet beskrives af ensilagens densitet, der især afhæng af afstanden fra toppen af stakken til centrum af blokprøven. Korrelationen angivet i tabel 2 og sammenhængen mellem den aerobe stabilitet og afstand fra toppen af stakken til centrum af blokprøven i figur 2 vidner om, at der ikke var nogen tydelig forskel mellem de anvendte typer af kerneknusere, men at den aerobe stabilitet i den øverste blok i hver stak oftest var markant ringere end resten af prøverne. Sammenlignet med den øvrige del af ensilagestakken vil den øverste del, der havde lavere densitet, give anledning til en højere porøsitet, der er direkte forbundet med, at ilt i større grad kan diffundere ind i ensilagen (Muck et al. 2003). Ensilagens aerobe stabilitet kan desuden påvirkes ved at bruge ensileringsmidler. Et studie af Danner et al. (2003) fandt en forbedring af majsensilages aerobe stabilitet ved tilsætning af den heterofermentative mælkesyrebakterie *Lactobacillus buchneri*, hvis effekt blev direkte begrundet med en øget produktion af eddikesyre, der inhiberede væksten af gær og skimmel under aerobe forhold. Kristensen et al. (2010) fandt ligeledes en større mængde eddikesyre i ensilager behandlet med *Lactobacillus buchneri* i et praksisforsøg. Sammenlignet med kontrolbehandlingen og en behandling med et homofermentativt ensileringsmiddel var den aerobe stabilitet dobbelt så god for behandlingen med det heterofermentative ensileringsmiddel – hhv. 37, 38 og 80 ± 8 timer.



stor sikkerhed ved NIT, hvilket er forbundet med færre omkostninger sammenlignet med en kemisk analyse. Mælkesyre kan i forvejen analyseres ved NIR på en tør og formalet prøve, da mælkesyre ikke fordampes ved tørring, som eddikesyre og ethanol gør.



Figur 3. Sammenhæng mellem indholdet af A)mælkesyre, B)eddikesyre, C)ethanol og D)propanol i majsensilage analyseret kemisk og ved Near Infrared Transmissions Spectroscopy (NIT).

Forskel i densitet mellem stakkens midte og langs silovæg

I seks stakke blev der udover prøven i midten af stakken også udtaget prøver tæt på silovæggen for at undersøge størrelsen på eventuelle densitetsforskelle herimellem. Udtagningsmetoden var den samme, og der blev målt tørstofindhold på alle blokprøverne. Sammenlignet med midten blev der i gennemsnit fundet 3,7 % færre kg tørstof pr. m³ i siden. Den største forskel var på 8 %. Der var dog ingen sammenhæng mellem densitetsforskellene og silohøjde, silobredde, maskintyper, hvorvidt stakken var flad eller havde top (se figur 4).



Figur 4. Eksempler på højdeforskelle mellem midten og siden af stakke, hvor der er lavet to densitetsmålinger.

Beregning af densitet

Det har været hensigten at udforme en model, der simpelt og præcist kan prædiktere kg tørstof

pr. m³ i en given stak. Med udgangspunkt i tørstofindholdet og afstanden fra toppen af stakken til centrum af blokprøven er der således opstillet en model til prædiktion af kg tørstof pr. m³ i majsensilage, der afløser modellen fra [LK-meddelelse 562/2000](#). Prædiktionen af densiteten ved brug af tørstofindholdet og afstanden fra toppen af stakken til centrum af blokprøven har tilnærmelsesvis samme præcision som de tidligere nævnte effekter og forklarer 82 % af variationen i kg tørstof pr. m³. Modellen har en spredning på 17 kg tørstof pr. m³, og densiteten i en given afstand fra toppen af stakken kan beskrives ved ligningen:

Sted i stak: Kg tørstof pr. m³ = 52 + 0,53 * Tørstof + 0,18 * Afstand, hvor

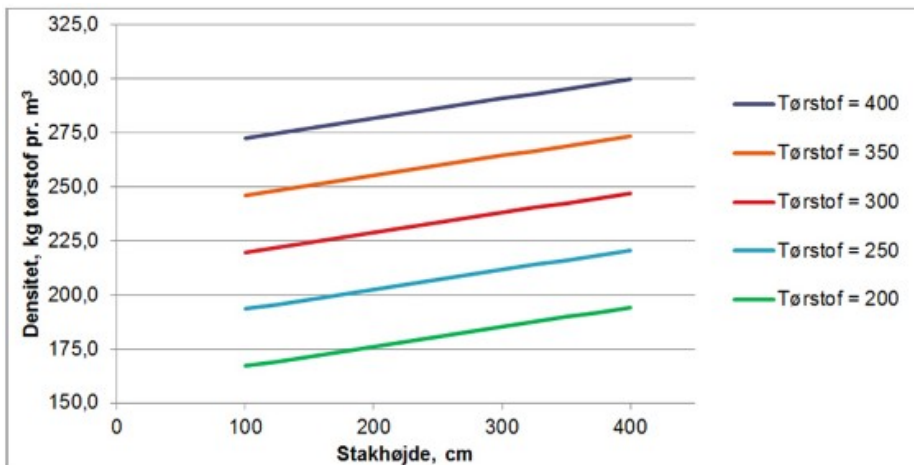
- Tørstof = Tørstofindhold (g/kg)
- Afstand = Afstand fra toppen af stakken til centrum af blokprøven (cm)

Da den gennemsnitlige densitet udtrykt i kg tørstof pr. 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: Kg tørstof pr. m³ = 52 + 0,53 * Tørstof + 0,1 * Højde, hvor

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

Den estimerede sammenhæng er vist i figur 5 ved fem niveauer af tørstofindhold. Modellen bygger udelukkende på målinger fra ensilagestakke i plansiloer og skal betragtes som vejledende, grundet den store spredning.

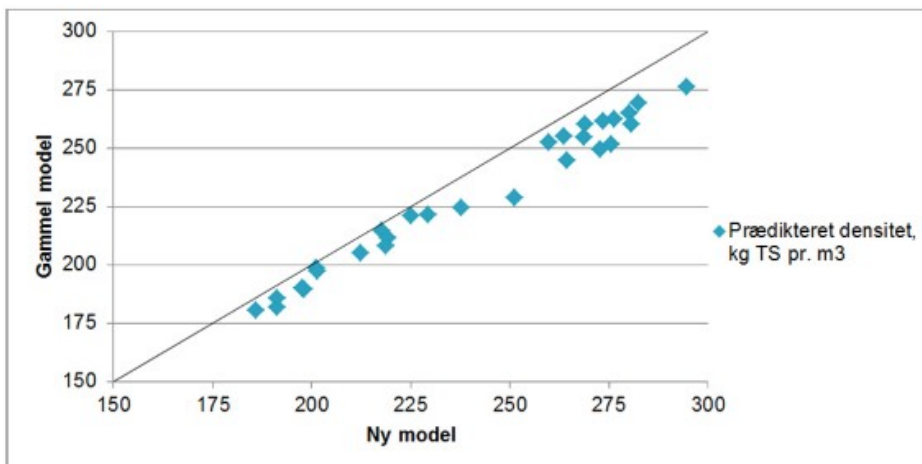


Figur 5. Kg tørstof pr. m³ som funktion af stakhøjde (cm) samt tørstofindhold (g/kg).

Til forskel fra modellen præsenteret i [LK-meddelelse 562/2000](#) kunne der i dette datamateriale ikke ses en aftagende effekt på kg tørstof pr. m³, når afstanden fra toppen af stakken til centrum af blokprøven og tørstofindholdet blev øget. Det antages dog, at en øgning i afstanden fra toppen af stakken til centrum af blokprøven, der overstiger observationerne i dette datamateriale, vil have aftagende effekt på kg tørstof pr. m³.

Sammenlignet med modellen for kg tørstof pr. m³, som er beskrevet i [LK-meddelelse nr. 562/2000](#), er den prædikterede densitet i gennemsnit steget med 12 %, når observationerne fra

prøveudtagningen i 2016 anvendes som beregningsgrundlag. Som vist i figur 6 er differencen mellem prædiktionerne størst ved de høje densiteter.



Figur 6. Prædikeret densitet i majsensilagestakke med ny og gammel model (LK-meddelelse 562/2000).

REFERENCER

Danner, H., Holzer, M., Mayrhuber, E. og Braun, R. 2003. Acetic acid increases stability of silage under aerobic conditions. *Applied and Environmental Microbiology* 69:562-567

Hansen, N., Kristensen, N. B., Thøgersen, R. & Bjørn, K. 2016. Effekt af snitlængde på densitet i græsensilage. *KvægInfo* 2499, SEGES.

Heinrichs, J. 2013. *The Penn State Particle Separator*.

Kjeldsen, A. M. & Thøgersen, R. 2000. Undersøgelse af kg tørstof pr. m³ i majsensilage. LK-meddelelse 562, SEGES.

Kristensen, N. B., Sloth, K. H., Højberg, O., Spliid, N. H., Jensen, C. & Thøgersen, R. 2010. Effects of microbial inoculants on corn silage fermentation, microbial contents, aerobic stability, and milk production under field conditions. *J. Dairy Sci.* 93:3764-3774.

Kristensen, N. B. 2015. *Vejledning til prøvetagning af KMP-fuldfoder*. *LandbrugsInfo*, SEGES.

Muck, R. E., Moser, L. E. & Pitt, R. E. 2003. Postharvest factors affecting ensiling. I: Buxton, D. R., Muck, R. E. & Harrison, J. E. (2003): *Silage science and technology*. American Society of Agronomy, Inc., Madison.

Åkerlind, M., Weisbjerg, M., Eriksson, T., Thøgersen, R., Udén, P., Ólafsson, B. L., Harstad, O. M. og Volden, H. 2011. Feed analyses and digestion methods. I: Volden, H. (2011): *NorFor - the Nordic Feed Evaluation System*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen.

