



Maskiner og planteavl | nr. 106 | 2009

FarmTest

Høtørring



Titel: Høtørring
Forfatter: Landskonsulent Jens Johnsen Høy, AgroTech, og kvægbrugskonsulent Kirstine Lauridsen, Økologisk Landsforening
Kilde: Jørgen Pedersen, AgroTech, har ydet assistance med målinger og billeder
Review: AgroTech
Layout: Gitte Bomholt, AgroTech
Tryk: Dansk Landbrugsrådgivning
Udgave: 1. udgave, januar 2009
Udgiver: Dansk Landbrugsrådgivning
Landscentret
Udkærsvej 15, Skejby
8200 Århus N
Telefon 8740 5000 • Fax 8740 5010
E-mail farmtest@landscentret.dk
www.farmtest.dk
ISSN 1601-6777

Høtørring

Af landskonsulent Jens Johnsen Høy, AgroTech, og kvægbrugskonsulent Kirstine Lauridsen, Økologisk Landsforening

Det Europæiske Fællesskab og Fødevarerministeriet ved Direktoratet for Fødevarer-Erhverv har deltaget i finansieringen af denne FarmTest.

INDHOLD

1. SAMMENDRAG OG KONKLUSION	5
2. BAGGRUND OG FORMÅL	6
3. FARMTESTENS GENNEMFØRSEL.....	7
Anlægsbeskrivelser	7
3.1 Høtørringsanlægget til rundballer	7
3.2 Høtørringsanlægget til løst hø	8
4. RESULTATER.....	12
4.1 Anlægget til rundballer.....	12
4.2 Høtørringsanlægget til løst hø	13
5. DISKUSSION OG ANBEFALINGER.....	17

1. SAMMENDRAG OG KONKLUSION

Der er en del landmænd, som har etableret høtørringsanlæg. Det gælder især økologiske mælkeproducenter, som ønsker at undgå eller minimere mængden af ensilage i foderet og for at minimere risikoen for, at høberedningen mislykkes under ustadige vejrforhold. En undersøgelse af et anlæg til løst hø og et anlæg til tørring af hø i rundballer har vist, at kvaliteten af høet er god, når der i hele processen udvises den fornødne omhu. Især presning af græs i rundballer kræver stor omhu ved vendingerne, så der ikke bliver våde totter i ballerne. Brug af solfanger og affugter kan reducere energiomkostningerne fra 33 ører til 22 ører pr. FE. De samlede omkostninger til dyrkning og tørring pr. FE er 2,16 kr. ved tørring i rundballer og 2,45 kr. ved tørring i løs tilstand. Forskellen skyldes de væsentligt større investeringsomkostninger til bygning, løbekran og affugter i anlægget til løst hø. Det har dog i praksis vist sig vanskeligt at få en ensartet tørring, idet en stor del af høet er tørret mere end nødvendigt for at sikre, at der ikke findes våde områder i høet. Derfor vil energiomkostningerne ofte være større end de nævnte.

2. BAGGRUND OG FORMÅL

Tørring af græs til hør har altid været et velkendt princip til konservering af græs, men det danske klima kan ofte gøre det vanskeligt at sikre en tilstrækkelig nedtørring af græsset, så det kan bevare sin kvalitet. Økologiske landmænd har tillige en mulighed for at få en merpris for mælk til osteproduktion, hvis det kan garanteres, at foderet ikke indeholder svampesporer, som kan vanskeliggøre osteproduktionen. Da økologisk græs som regel indeholder en stor del kløver, hvor der er risiko for at miste en del blade, hvis græsset færdigtørres på marken, vil man gerne bjærge græsset, før det er helt tørt og så færdigtørre det på et høtørringsanlæg. Tidligere svenske undersøgelser har nemlig vist, at bladspildet ved presning med 80 % tørstof var ca. 900 kg pr. ha. Ved presning med 65-70 % tørstof var spildet kun ca. 450 kg pr. ha.

Formålet med denne FarmTest er at klarlægge fordele og ulemper ved forskellige typer af høtørringsanlæg.

3. FARMTESTENS GENNEMFØRELSE

I sommeren 2008 er der gennemført test af to forskellige anlæg. Det ene er et anlæg til tørring af græs, som er presset i rundballer. Det andet er et anlæg, hvor græsset bjærges og tørres i løs tilstand. Græsset blev vejjet ved indlægning og dets vandindhold blev bestemt i tørreskab.

Der blev foretaget måling af energiforbrug og tid til tørringen. Rundballerne blev vejjet både før og efter tørring. Ved udtagningen blev vandindholdet bestemt flere steder for at kontrollere, hvor ensartet høet var tørret.

Anlægsbeskrivelser

3.1 Høtørringsanlægget til rundballer

Anlægget er et Lasco anlæg til tørring af hø, som er presset i rundballer. Der er 34 huller oven på en hovedkanal, som er 1,5 m bred og 0,4 m høj. Hullerne er fordelt med 17 på hver side af et hus med to centrifugalblæsere og en fælles oliebrænder med indirekte forbrænding.



Figur 1. De markerede baller er placeret på tørrekanalen.

Hullerne har en diameter på 110 cm med en indbyrdes afstand på 77 cm. Der er en 10 cm høj stålkant rundt om alle huller, som ballerne lægges på. Ringen skal sikre, at luften tvinges op gennem ballerne i stedet for at slippe ud under ballerne. Der lægges to baller over hvert hul.

Hvis der kun lægges én balle over hver hul, lægges en rund stålblade over ballen, så luften tvinges ud gennem periferien af ballen. Ved løst presset hø kan det også være en fordel at bruge pladerne, selv om der ligger to baller oven på hinanden.



Figur 2. Der anvendes en frontlæssergrab, som kan drejes, så ballerne kan lægges på den flade side.

Blæserne er 11 kW centrifugalblæsere, type Lasco Jumbo 200, og oliebrænderen er med indirekte forbrænding. Den påmonterede blæser på oliebrænderen er en 2,8 kW centrifugalblæser. Fyret er monteret med en dyse, der forbrænder 15 liter olie i timen.

3.2 Høtørringsanlægget til løst hør

Anlægget er også et Lasco anlæg, som er bygget ind i et nyt hus.

Det består af to tørresiloer - hver med et grundareal på 7,9 m x 21,5 m. Hver silo har en højde på 5 m og et tremmegulv, som består af trælister med ca. 3 cm spalteåbninger, og som er hævet 0,5 m over det faste betongulv. Der bliver så et luftkammer under tremmegulvet, hvorfra luften blæses op gennem høet.



Figur 3. Den 5 meter høje silovæg.



Figur 4. Det samlede anlæg er bygget ind i en ny hal.

De to blæsere er hver med en 15 kW motor, og de drives med strøm fra el-nettet.



Figur 5. Den ene af de to 15 kW blæsere. Dieselgeneratoren står i rummet bag blæseren.

Der er monteret en affugter, som drives af en dieselgenerator med en effekt på 150 kW. Affugteren virker som en varmepumpe. Spildvarmen fra dieselmotoren anvendes også som varmekilde i anlægget. Den kondenserede vand fra affugteren blev ledt til kloak uden for bygningen.



Figur 6. Dieselgenerator til drift af varmepumpe.



Figur 7. Affugteren, der også er varmepumpe.

Solfanger

Hele bygningen er med dobbelt tag, hvor mellemrummet er udformet som en stor luftkanal, hvorfra den luft, som opvarmes under taget, bliver suget hen til blæserne.



Figur 8. Græsset bringes hjem med selvlæssende vogn.



Figur 9. Høet lægges ind på tørregulvet med løbekran.

4. RESULTATER

4.1 Anlægget til rundballe

Anlægget blev prøvet i perioden 26. juni til 2. juli 2008. Vejret i perioden var varmt og tørt med temperaturer mellem 15° og 23° C. Græsset lå på skår i tre dage, hvor det blev vendt to gange dagligt.

Ballerne blev presset med en Welger rundballepresser med fast kammer, så centrum af ballerne var løsere end periferien. Ballerne blev bundet med net.

Når ballerne skal sættes på anlægget fra en vogn, tager det ca. 1 minut for hver balle. Hertil kommer tid for læsning i marken og transporttiden fra mark til gård.

Der blev i alt indlagt 68 baller svarende til anlæggets kapacitet. Heraf blev der vejet 12 baller til hver side af tørringsanlægget. Disse baller blev forsynet med numre, så de kunne følges. Der blev udtaget prøver til vandbestemmelse af nogle af ballerne.

Der blev monteret oliemålere på fyret, og der blev målt effektbehov til de to blæsere. Der blev ført kontrol med, hvornår blæsere og fyr blev anvendt.

Tørstofindholdet ved indlægning var ca. 76 %. Efter tørring var den ca. 89 %.

Den samlede vægt af de 24 vejede baller ved indlægningen var 8.510 kg eller 355 kg pr. balle. Ved udtagningen blev de 24 ballers samlede vægt målt til 7.248 kg eller 302 kg pr. balle.

Der er altså fjernet 53 kg vand pr. balle. Fra hele anlægget med 68 baller er der således fjernet 3.604 kg vand.

Energiomkostninger

Energiforbruget blev målt eller omregnet til følgende:

Blæsere	495 kWh	-	321,75 kr.
Oliebrænder, 497 ltr.	4.796 kWh	-	2.832,90 kr.
Oliefyrsblæser	64 kWh	-	41,60 kr.
I alt	5.355 kWh	-	3.196,25 kr.

(Elpris: 65 ører pr. kWh. Olie: 5,70 kr. pr. liter á 9,65 kWh eller 0,59 kr. pr. kWh)

Dette svarer til et specifikt energiforbrug på 5.350 kJ pr. kg fordampet vand, hvilket må anses for at være et normalt energiforbrug, når der henses til det gode vejr i perioden.

Ved udtagningen blev der taget en del prøver fra henholdsvis midten af ballerne, halvvejs ude mod periferien og 5 cm inden for periferien for at undersøge, hvor ensartet tørringen var sket. De gennemsnitlige tal ses i tabel 1.

Tabel 1. Tørstofprocenter ved udtagning forskellige steder i ballerne.

Ballens placering	Tørstofprocent i centrum	Tørstofprocent 35 cm fra centrum	Tørstofprocent 5 cm fra periferi
Nederst, vest	90,4	88,8	86,2
Nederst, vest	90,7	90,4	87,5
Øverst, vest	89,4	89,4	87,4
Nederst, vest	90,2	90,3	82,1
Øverst, vest	90,1	88,5	85,2
Øverst, øst	90,3	89,4	90,1
Nederst, øst	91,3	91,0	88,4
Nederst, øst	90,8	90,2	89,7

Det ses, at der var tørret mest i midten af ballerne. Det skyldes, at luften her har lettest ved at passere op gennem høet. I en enkelt af ballerne var der en fugtig klump ved ydersiden, hvor tørstofprocenten blev målt til 82,1. Her var der en svagt muggen lugt. En analyse for anaerobe sporer viste et indhold på 436 pr. gram. Ellers var høet generelt af meget fin kvalitet med mindre end 200 anaerobe sporer pr. gram. For at undgå våde klumper, er det vigtigt, at der udvises stor omhu ved vendingen af høet i marken. Det ses også, at en stor del af høet er tørret ned til ca.10 % vand, hvilket er et unødvendigt spild af energi.

Omkostninger ved tørring i rundballer

Anlægget kostede ca. 350.000 kr. incl. en drejebær siloklo. Driftsomkostningerne til el og olie til tørring af 68 baller fra 76 – 89 % tørstof udgjorde ca. 3.196 kr. Det svarer til 0,88 kr. pr. kg fordampet vand.

Hvis det omregnes til tørring af græs med 70 % tørstof til hø med 85 % tørstof, koster det 188 kr. pr. ton færdigtørret hø.

Med 1,5 kg tørstof pr. FE er det 1,8 kg hø pr. FE eller 0,33 kr. pr. FE til energi.

Prisen pr. FE med en årlig udnyttelse på ca. 400 baller er 0,40 kr. pr. FE I denne pris er der også indregnet en pris på lagringen af høet efter tørring.

Da analyser af høet i det aktuelle tilfælde viste, at der kun skulle 1,4 kg tørstof til en foderenhed er energiomkostningerne i det aktuelle tilfælde kun 0,31 kr. pr. foderenhed.

4.2 Høtørringsanlægget til løst hø

Græsset blev høstet og indlagt sidst i august 2008. Vejret var tørt og varmt. Første dag blev græsset spredt. Næste dag blev det vendt to gange og tredje dag blev det vendt én gang og revet sammen. Det blev samlet op med en selvlæssende vogn, kørt hjem og med kran lagt ind på tørringsanlægget i en højde på ca.1 meter i silo 1 (øst) og ca. 1,20 meter i silo 2 (vest).

Der blev den 31. august indlagt syv læs á 6,55 tons eller ca. 45 tons græs hjemkørt til silo. Der er udtaget tre prøver pr. læs af det ikke-tørrede græs. Det første læs, som blev vejat til 7 tons havde et tørstofindhold på 51,7 %. Gennemsnit af de øvrige læs, der er indsamlet prøver fra, havde et tørstofindhold på 70,5 %. Gennemsnitligt blev tørstofindholdet ved indlægning beregnet til 67,5 %.



Figur 10. Læssene vejes på vejeceller, før græsset lægges ind på anlægget.

Vægten af tørstoffet i det indlagte græs blev beregnet til 30,375 ton.

Efter tørring blev der den 11. september 2008 udtaget tre prøver tre steder i silo 1 – dvs. i alt 9 prøver. Der er udtaget prøver i toppen, midt i og ved bunden. Med kranen er høet løftet ud, og der er taget prøver af de fjernede portioner.

Alle prøver er analyseret i tørreskab. Gennemsnit af tørstofmålingerne i det silotørrede græs blev målt og beregnet til 86,9 %.

Herudover blev der med et målespyd målt fugtighed i det tørrede hø. De fleste målinger viste 10 -17 % vand. Enkelte prøver i kompakte klumper viste op til 25 % vand.

Vægten af det færdigtørrede hø blev beregnet til 34,97 ton.

I alt er der fjernet $45 - 34,97 = 10,03$ ton vand.

Blæserens effektbehov blev målt til 10,3 kW.

Timertæller på blæsere:

	Start	Stop	Driftstid
Silo 1	435	537	102
Silo 2	786	902	116

Olieforbrug fra 31/8 til 11/9 var 780 liter dieselolie. Silo 1 var færdigtørret, hvorimod siloen 2 ikke var tørret helt færdig den 11. september.

Energiforbrug – dieselolie

780 liter dieselolie blev brugt til generatoren til drift af affugteren. Da 1 liter dieselolie indeholder 35,6 MJ/liter er det specifikke dieselolie-energiforbrug beregnet til 2.770 kJ/kg fordampet vand.

Energiforbrug – strøm

De to blæsere har kørt 228 timer tilsammen. Da blæserne hver optager 10,3 kW, er der i strøm forbrugt 2.348 kWh.

Da 1 kWh svarer til 3.600 kJ er det specifikke strøm-energiforbrug 843 J/g fordampet vand.

Det samlede specifikke energiforbrug er i alt 3.613 kJ pr. kg fordampet vand, hvilket er meget lavt, hvilket også skyldes, at der er tilført en ukendt mængde varme fra det dobbelte tag.

Energiomkostninger

Energiforbruget blev målt eller beregnet til følgende:

Blæsere	2.348 kWh	-	1.385,30 kr.
Oliebrænder, 780 ltr.	7.527 kWh	-	4.446,00 kr.
I alt	9.875 kWh	-	5.831,30 kr.

(Elpris: 65 ører pr. kWh. Olie: 5,70 kr. pr. liter á 9,65 kWh eller 0,59 kr. pr. kWh)

Det svarer til 0,58 kr. pr. kg fordampet vand.

Hvis det omregnes til tørring af græs med 70 % tørstof til høg med 85 % tørstof, koster det 124,60 kr. pr. ton færdigtørret høg.

Med 1,5 kg tørstof pr. FE er det 1,8 kg høg pr. FE eller 0,22 kr. pr. FE til energi.

Da analyser af høet i det aktuelle tilfælde viste, at der kun skulle 1,2 kg tørstof til en foderenhed er energiomkostningerne i det aktuelle tilfælde kun 0,18 kr. pr. foderenhed.

Samlede omkostninger

I nedenstående tabel er der en oversigt over de samlede omkostninger til dyrkning og behandling af græs til høg under økologiske forhold. Der er regnet med standardpriser for maskinomkostningerne og nedtørring fra 70 % tørstof til 85 % tørstof samt 1,5 kg tørstof pr. FE.

Mark	Løst hø	Rundballer
Foder per år, FE	300.000	65.000
Areal á 8100 FE, ha	37	8
Omk. til udsæd og gylle, kr./FE	0,24	0,24
Maskinomkostninger inkl. vanding, kr./FE	0,92	0,83
I alt omkostninger ab mark., kr. per FE	1,16	1,07
Høtørringsanlæg:		
	Løst hø	Rundballer
Bygninger, kr.	2.000.000	100.000 (lager)
Tørringsudstyr mv. kr.	1.000.000	350.000
Forrentning og afskrivning kr. per FE	1,02	0,69
Energi til tørring, kr. per FE	0,22	0,33
Håndteringsomkostninger, kr. per FE	0,09	0,07
I alt omk. til drift og vedligehold, kr. per FE	0,40	0,31
Samlede omk. tørret og indlagret, kr. per FE	2,45	2,16

5. DISKUSSION OG ANBEFALINGER

- Anlægget dimensioneres, så det kan tørre græsset fra det planlagte areal på højst to uger.
- Græsset skårlægges, når der er udsigt til 2-3 dages tørvejr.
- Skårlægningen påbegyndes, så snart morgenduggen er blæst væk. Derved udnyttes hele dagen til fortørring.
- Græsset afhøstes i 6-7 cm højde, når foderværdien i kg tørstof pr. FE og udbytte er i overensstemmelse med målet.
- Afhøstning bør ske med et rent snit, og helst så der er lidt grønne blade tilbage.
- Græsset bør stængelbrydes. Er der meget kløver i marken, bør det behandles skånsomt.
- Skåret spredes på hele arealet i samme arbejdsgang som det høstes eller straks efter.
- Den næste dag vendes græsset omhyggeligt to gange.
- Den tredje dag rives græsset forsigtigt sammen, når duggen er væk.
- Græsset lægges ind på tørringsanlægget, hvor der tilstræbes en relativ fugtighed i tørreluft på 65 %.
- Der tørres indtil græsset er tørret ned til at have en tørstofindhold på over 85 %.
- Hvis det er muligt kan det være en fordel at lade høet "slå sig" et par dage, hvorefter det blæses igennem med kold luft.
- Høet kan nu fjernes fra tørringsanlægget og give plads til en ny portion.