

Review over lagringsteknologier til våde biomasser

Leverance til 2490 BioValue 2016

Introduktion

Hvordan lagres biomassen billigst og med mindst muligt tab? Det er ikke et helt enkelt spørgsmål. Prisen er nemlig andet end omkostninger til betonvægge og plastik. Store plansiloer kan genbruges år efter år, meget biomasse kan indlægges på en gang og biomassens lager-tab kan relativt nemt forudses. På den anden side er enkelt indpakket ensilage mere fleksibelt, det kan hurtigere skaleres efter lagerbehovet, og der er mindre tab ved udtagning.

BETYDNING AF INDLAGRINGSTID

For de fleste biomasser findes der forskellige lagringsmuligheder. Hurtig indlagring er ofte nødvendigt for at undgå at tørre biomasser får nedbør eller at våde biomasser nedbrydes biologisk. Særligt for de våde biomasser er hurtig indlagring vigtig for at undgå biomassetab. Hurtig indlagring er afhængig af høst hastigheden og transportafstanden, så hvis høsten kommer hurtigere ind, kan det være nødvendigt med mere traktorkraft i plansiloen til indkøring og pakning eller en hurtigere indpakning i siloposer. Samtidig kan indlagringen være begrænset af at mandskab og traktorer også anvendes til høst- og transport. Det mulige høsttidspunkt er det samme uanset hvor meget biomasse, der skal høstes og indlagres. Det er nødvendigt at have fokus på logistikken og undgå flaskehalse i høst/lagringsystemet, da der ellers vil ske tab i form af stille stående maskiner (equipment downtime) eller tab af biomassekvalitet. En mulighed er at anvende maskinstationer fremfor eget udstyr for at undgå flaskehalse, såfremt de øgede omkostninger til maskinstationen kan dækkes af mindre omkostninger grundet flaskehalse. Tilgængelig arbejdskraft kan også være en flaskehals, når der både skal høstes, transporteres og indlagres. Her kan det være en god investering at bruge en mindre arbejds-tung indlagring, selvom prisen for indlagringen er dyrere.

FLERE ANVENDELSER AF SAMME LAGER

De forskellige biomasser har hvert deres optimale høsttidspunkt og på anlæg, hvor mere end en type biomasse kan anvendes, kan det samme lager bruges til forskellige biomasser. Hvis eksempelvis at anlægget både kan anvende roe- og græsensilage, vil roerne skulle indlagres i november til december, mens græsset kan indlagres i maj, juni, august og september ved 4 slet. I så fald vil noget græs kunne indlagres i en silo, hvor der tidligere har været roensilage, og omkostningerne til plansiloen vil kunne deles mellem afgrøderne. Dermed kan flere mindre siloer eller siloer med opdeling driftsmæssigt være billigere end store siloer. Særligt hvis en støttevæg deles, således at siloen bygges med halv længde og dobbelt bredde, idet der så spares en væg. Det er vigtigt under flere produktionsformer, at der er overlap mellem forskellige biomassetyper, så der gradvis skiftes fra en biomasse til en anden. Ved ensilering i siloposer, ved markstakke og ved balleensilering undgås uudnyttet lagerkapacitet. Samtidig kan biomasser af lavere kvalitet markeres på plastfolien og anvendes uafhængigt af indlagringstidspunktet.

UDTAGNING FRA LAGER

Lagring af roer

Forberedelsen til en god roelagring starter allerede ved optagningen. Hvis roen skades under optagningen eller får frost, vil holdbarheden formindskes. Det er også vigtigt, at der ikke er for

meget vedhæftet jord til roen, dels fordi jorden indeholder mikroorganismer, der kan skade roen under lagringen, særlig under ensileringen, men også fordi jorden kan være problematisk i den videre anvendelse af roemassen. Før roerne lagres, bør de tørrenses (ved lav jordvedhæftning) eller vådrenses. Tørrensning kan foregå i en skovl, der monteres på en frontlæsser (som eventuelt også kan snitte roerne) mens vask typisk foregår i en Cross Elephant vådvasker.

Klassiske opbevaringsløsninger for roer

- Roekule
- Samensilering med saftopsugende biomasse
- Ensilering af hele roer
- Siloopbevaring af snittede roe (roepulp)

ROEKULE

Roekule er en traditionel opbevaring af roer til foder. Der bygges en stor stak af hele roer, der efterlades åbent. Ved udsigt til frost overdækkes takken med plast og halm. Saften fra roerne opsamles ikke, så der kan være et væsentligt energitab herfra. Endelig kan roerne skades af frost, hvis de ikke tildækkes rettidigt. Fordelen ved opbevaring i roekule er de lave omkostninger til lageret

SAMENSILERING

Samensilering af roer og majs (eller roer og halm) har den fordel at saften fra roerne opsamles. Udfordringen er, at roerne og majsen så skal høstes samtidigt, og at roeptageren gerne skal være af en type, der også kan rense og snitte/knuse roerne. De knuste roer indlægges i tynde lag undtagen i de øverste 20 cm og de nederste 30-40 cm. Efter indlægning blandes roerne med den sugende biomasse (læs mere i [Saftafløb fra ensilage, roer](#) og [Teknik til samensilering](#)). Anvendes halm, lægges et tykt lag af halm eller frøgræshalm i bunden af siloen. Bundlaget med den opsugede saft bør køres gennem en hammermølle og evt. blandes med roer før indfødning i reaktoren. Alternativt kan halmen snittes og blandes med roerne i forholdet 1:4 TS (1:1 WW) i en fodermixervogn og ilægges som ensilage i stak.

ENSILERING AF HELE ROER

Roerne indlægges i en silo til en højde på 8-10 meter. Under ensileringsprocessen falder roerne sammen, og stakken synker til den halve højde. Stakken dækkes med underlagsfolie (0.04 mm) og derefter med en dækfolie (0.12-0.15 mm). Stakken kan yderligere beskyttes med et net. For at holde folien på plads lægges der dæksider eller sandsække på folien. Det er væsentligt idet blafrende folie vil trække meget ilt ind i stakken med nedbrydningsstab til følge. Under ensileringen er der et væsentligt saftafløb fra roerne, som fortsætter efter selve ensileringsprocessen er færdig. Tabet fra saften udgør mellem 17 og 31 % af det organiske tørstof for knust roerod. (læs mere i [Effluents from silage](#) og [Saftafløb fra ensilage, roer](#)).

SILLOOPBEVARING AF ROEPULP

Roerne renses for jord og sten. Ved lav jordvedhæftning kan rensningen ske med en skovl, der monteres på frontlæsseren og som efter rensningen snitter roerne. Der tager ca. 3 min./ton. Dernæst snittes og lagres roemassen i en lagune. Alternativt kan roerne vaskes og snittes med en Cross Elephant vådvasker. Endelig kan roerne snittes med en HayBuster. Efter snitning ensileres roemassen i lagunen (tørstof er cirka 20%), og det kan være nødvendigt med en vis omrøring for at undgå lagdeling. For at undgå for megen ilttilførsel er overdækning af lagunen

nødvendigt. Desuden er pH efter ensileringen meget lav, så det er nødvendigt at betonen sikres mod nedbrydning, blandt andet med plastikinddækning af siderne. Et par dage efter ilægning af roemasse i lagune, vil roemassen hæve med 20-25%, så der skal reserveres laguneplads til denne proces ved ilægningen. Roemassen udtages med henholdsvis snegl og slangepumpe, alt efter densitet og lagdeling.

Lagring af græs

Frisk græs er kun tilgængeligt fra maj til slutningen af september og tages typisk i 3-4 slæt på rene slætmarker gennem vækstperioden. Ved fire slæt tages græsset i midt/sidst i maj, midt/sidst i juni, starten af august og midt i september. Datoen for slættet og kvaliteten og mængden af græsset er afhængig af vejrforhold, antal slæt og tidspunktet for sidste slæt. Typisk bjærges 40% af græsudbyttet i ét stort første slæt. Proteinindholdet stiger gennem vækstperioden, hvilket er særligt væsentligt for bioraffinering. Når græsset skæres vil proteiner straks påbegynde nedbrydningen af protein. Det er derfor væsentligt at proteinet i græsset hurtigt ekstraheres eller at græsset hurtigt konserveres, hvis der skal udvindes protein af græsset. Den bedste konserveringsform af græs til proteinekstraktion er ensilering. Græs kan desuden konserveres tørret som hø..

GRÆSENSILAGE

Det optimale tørstofindhold for græs til ensilering er 30-35%. Dette niveau giver samlet set det mindste marktab og det mindste ensileringstab. Se i øvrigt [Lagring af biomasse](#) for yderligere indsigt i lagertab ved forskellige lagringsmetoder. Græsset bør fortørres for at opkoncentrere sukkeret i græsset og mindske proteinnedbrydning. Derudover skal græsset finsnittes for at skabe en større overflade og saftudtrængning til gavn for mælkesyrebakterierne under ensileringsforløbet. Indlægning på lager er ofte en flaskehals under ensileringen, da der ofte kan finsnittes 8-12 ha græs/time under optimale forhold, hvilket betyder at 80-120 t græs ankommer til lageret per time.

Markstak

Markstak er velegnet til fortørret græs med 26-55% tørstof. Der lægges et bundfolie i en 10 m bred bane. Afgrøden lægges i tynde lag i 7-8 meters bredde. Stakken køres sammen med gummiged. Stakken overdækkes med dækfolie (0,04 mm underlagsfolie eller 0,15-0,20 mm dækfolie, så snart indlægningen er færdig. Der overdækkes med endnu et lag plast samt eventuelt beskyttelsesnet og stakken dækkes med sand, dæksider eller lignende. Markstakken placeres ofte, hvor afgrøden høstes. Tidsforbrug til transport af græsset afhænger derfor af markens placering i forhold til anlægget og om kørselsforholdene påvirkes af vejret gennem året.

Plansilo

Silolanlægget består af to silovægge, en forplads og eventuelt en endevæg. Der kan være flere siloer ved siden af hinanden, som deler samme sidevægge. Derudover er der et dræn til ensilagesaften, således at denne kan opsamles. Siderne af siloen skal være syrefast. Indersiderne af silovæggen dækkes med folie (0,10 mm). Græsset indlægges i tynde lag og pakkes uafbrudt af en gummiged eller lignende. Toppen gøres ekstra jævn og fast. Toppen dækkes med to lag dækfolie (0.15 mm samt 0.04 mm) samt evt. bildæk.

Balleensilering

Græsset til balleensilering bør have et tørstof på 45-50%. Græsset skal snittes inden ensilering, presses i baller og indpakkes med 6 lag 0,025 mm strækfolie senest 2 timer efter ballepresningen. Ballerne skal overdækkes med net for at beskytte mod fugle.

HØBALLER

Hvis tørstofindholdet er over 80% kan græsset presses i rundballer uden plastiktildækning. Ballerne kan lagres liggende på den runde side uden plastikoverdækning med et mindre lagerstab til følge. Alternativt kan de lagres som halm. Rundballepresning er typisk for enggræs, hvor trafik med tunge køretøjer bør undgås.

Lagring af helsædsmajs

Majs til energiafgrøder og bioraffinering vil typisk være helsædsmajs, hvor hele planten høstes til ensilering. Det optimale høsttidspunkt for majs til helsæd er ved en tørstofprocent på 29-32. Ved dette tørstofindhold er udbyttet størst, og tabet ved ensilering er mindst. Hvis tørstofindholdet er mindre end 29%, er der øget risiko for tab ved saftfløb og gæring. Hvis det er højere end 32 %, er der risiko for at ensilagen tager varme. Uanset tørstofindhold bør majsens dog ikke høstes senere end 10.-15. oktober fordi udbyttet da aftager. Risikoen, for at marken bliver for fugtig til at undgå transportskader, øges ud på efteråret. Majsens skal også høstes, hvis der er risiko for, at den lægger sig. Hvis majsens kortvarigt får frost, bør den høstes indenfor en uge, og så snart at majsens er tørt. Når majs modner, falder indholdet af sukker i tørstoffet fra 25-5%, mens indholdet af stivelse i tørstoffet stiger fra 25-30%. Høsttidspunktet bør derfor også vælges efter, hvad planten skal bruges til.

Majs kan lagres i markstak (tørstofindhold > 28%) eller plansilo, som beskrevet for græs. Hvis majsens er velensileret, er lagertabet meget lille, omkring 1% af vådvægten over 5 mdr. Der vil desuden være et mindre tab under udtagning fra ensilagen. Skal majsens bruges til bioenergi, stiger metanudbyttet af det tilbageværende organiske materiale, da ensileringen forbedrer nedbrydeligheden af majsens. Se mere her: [Effekt af lagring på metanpotentiale](#). Majs kan også lagres i storposer. En [Farmtest i 2004](#) viste dog, at omkostningerne til indlægning og lagring var større ved brug af storposer end for en traditionel markstak. Storposerne er derfor mere anvendelige til små bedrifter, der har et mindre forbrug af majs end bioraffinaderier og biogasanlæg.

Majs kan også lagres sammen med saftopsugende biomasser, som eksempelvis græs, helsæd og halm. I så fald lægges den tørre biomasse i bunden, og dernæst lægger den tørre biomasse og majs lagvist. Lagene blandes med en rotorharve eller en roterende stakudjævner

Kilder:

Seges dyrkningsvejledning til Roer. Landbrugsinfo
Landbrugsinfo: [Lagring og håndtering af roer](#)
Dyrkning af grovfoder, Landbrugsforlaget 2015