



Kaasutiiviisti varastoidun viljan ravinnearvot verrattuna kuivatun viljan ravinnearvoihin.

Hanne Damgaard Poulsen

Tutkimusinstituutin johtaja

Pvm: 24. syyskuuta 2010

Sivu 1/5

Taustaa:

Vilja on perinteisesti säilytetty kuivana noin 14 %:n kosteudessa. Tässä kosteudessa vilja ovat tarpeeksi kuivaa varastoitavaksi hapellisessa tilassa ilman pilaantumista. On odotettavissa, että kaasutiiviillä varastoinnilla on etua jyvien ravinnearvojen säilymisessä käytettäessä vilja eläinten rehuna. Esimerkiksi fytaasi-entsyymi voi mahdollisesti rikkoa fosfaattirikkaan fytaattiyhdisteen säilytyksen aikana ja näin fosfaatin sulavuuden odotetaan olevan korkeampi kaasutiiviinä säilytetyssä viljassa kuin kuivatussa. On oletettavaa, että muiden ravinneaineiden kohdalla tapahtuu sama ilmiö.

Tarkoitus:

Tämän tutkimuksen tarkoitus on tutkia paraneeko viljan ravinnearvo säilöittäessä vilja kaasutiiviisti verrattuna viljan kuivaamiseen.

Tutkimukset:

Jyvien ravinnearvot tutkittiin sekoitettaessa vilja porsaille annettavaan kokonaisrehuun. Kokonaisrehu sekä vertailuun että testaukseen valmistettiin siten, että vertailuruoassa käytettiin kuivattua viljaa ja testausruoassa vastaavasti kaasutiiviisti säilöttyä viljaa.

Vilja korjattiin elokuussa 2009 ja annokseen sisältyi sekä ohraa että vehnää, jotka laskettiin rehun jyvösuuteen. Puolet jyvistä korjattiin ja säilöttiin alhaisella kosteuspitoisuudella kuivana, kun taas toinen puolikas korjattiin ja säilytettiin kaasutiiviisti korkeammalla kosteuspitoisuudella. Ohra korjattiin samalta pellolta joten erissä ei ole eroja. Sama koskee vehnää. Näin jyvien säilytystapa on ainoa eroavaisuus. Kuivan materiaalin sisältö korjuussa nähdään Taulukossa 1.



Taulukko 1: Kuiva-ainesisältö korjuussa laboratoriomittauksissa

	Vertailu (kuiva)	Kostea (testi)
Kuiva materiaali (ohra; korjuu), %	89,8	85,2
Kuiva materiaali (vehnä; korjuu), %	88,3	82,8

Koe suoritettiin sulavuus- ja tasapainokokeena ja siinä käytettiin 16 porsasta, jotka tulivat pareittain samoista pahnueista ja porsassisaruksista yksi laitettiin vertailuryhmään ja toinen testiryhmään (Taulukko 2). Porsaat laitettiin kokeiluun niiden ollessa noin 45 kg:n painoisia ja niitä syötettiin koerhulla 12 päivää. 5 päivän rehuun tottumisen jälkeen porsaille laitettiin virtsakatetrit jotta voitiin kerätä virtsa ja ulosteet tutkimusta varten. Lantaa ja virtsaa kerättiin 7 päivän ajan jokaiselta porsaalta. Edustava otos lantaa ja virtsaa kerättiin erikseen jokaiselta porsaalta analyysiä varten ja määrät rekisteröitiin. Myös jokaisen eläimen syömä rehumäärä rekisteröitiin ja rehunäytteet kerättiin analyysiä varten.

Taulukko 2: Kokeen suunnittelu

Käsittely	Vertailu	Kokeilu
Jyvien säilytys	Kuivat jyvät	kaasutiivis
Pahnueet 1-8	8 sikaa	8 sikaa

Rehusekoitus tehtiin käyttäen rehun optimointiohjelmaa (standardi) perustuen kuivien jyvien sisällön taulukkoarvoihin (50 % ohraa ja 50 % vehnää) sekä hienonnettuun soijaan ja rapsiin. Rehun koostumus nähdään Taulukossa 3.

Taulukko 3: Perusrehun koostumus, %

Raaka-aineet	Perusrehu¹⁾
Ohra ja vehnä, %	70,89
Hienonnettu soija, %	18,0
Rapsikakku, %	9,00
Metioniini	0,01
Lysiini	0,07
Liitukivi (CaCO ₃)	1,49
Rehusuola	0,34
Vitamiinit/mineraalit	0,20

¹⁾ Rehu optimoitiin vastaamaan kaikkia Tanskassa voimassaolevia ravinnesäännöksiä. Rehuun ei kuitenkaan lisätty mitään rehun fosfaatteja, sillä eräs kokeen tavoitteista oli päätellä kaasutiiviin säilytyksen mahdollinen vaikutus fosfaattien sulavuuteen.



Testirehun jyvien sisältö mukautettiin vertailurehuun kuivan sisällön perusteella sekä kuiviin että kosteisiin jyviiin niin, että ravintoaineiden osuus käytettävässä rehussa oli sama sekä vertailusioille että testisioille.

Kaasutiivis siilo avattiin kokeen alussa ja kerättiin näytteitä käytettävän kuiva-aineen sisällön päättämiseksi, jota taas käytettiin laskemaan rehun määrää jokaisessa siolle annettavassa erässä. Kaikki erät punnittiin samanaikaisesti ja laitettiin kaasutiiviisiin pusseihin, jotka säilytettiin jääkaapissa ruokkimiseen asti. Samanaikaisesti kuivasäilytyksen jyvien kuiva-aineen sisältö ja erät kuivista jyvistä punnittiin niin, että testisioille ja vertailusioille annettiin täsmälleen sama määrä kuiva-ainerehua. Ruokinnassa jyvät sekoitettiin mitattuun määrään muita rehuaineita, mineraaleja jne.

Kaikki kerätyt näytteet analysoitiin seuraavalla tavalla:

Rehu: kuiva-aine, typpi, energia, fosfaatit, kalsium, fytaatti-fosfaatti, fytaasi
Ulostet ja virtsa: kuivamateriaali, typpi, energia, fosfaatit, kalsium

Rekisteröityjen määrien (rehu, uloste, virtsa) ja analyysien tulosten perusteella sulavuus ja käyttö laskettiin proteiiniinille (typpi), fosfaateille, kalsiumille, energialle jokaiselle siolle käyttäen standardimenetelmiä. Tämän jälkeen seurasi statistinen analyysi, jossa verrattiin mitattuja parametrejä vertailuryhmässä ja testiryhmässä.

Kokeilu suoritettiin Århusin yliopiston maataloustiedekunnassa.

Tulokset:

Vertailu- ja koerehun analyysitulokset ovat taulukossa 4

Taulukko 4: Rehun analyysitulokset

Käsittely	Vertailu	Koe
Jyvien säilytys	Kuivat jyvät	Kaasutiiviit jyvät
Kuiva materiaali, %	89,2	86,5
Proteiinit, g/kg kuiva mat.	199	202
Bruttoenergia-arvo, kJoule/kg kuivat mat.	18,0	18,0
Fosfaatit, g/kg kuiva mat.	4,8	4,8
Kalsium, g/kg kuiva mat.	7,2	7,1
Fytaatti-fosfaatti, g/kg kuiva mat.	2,7	2,6
Fytaasi, FTU/kg kuiva mat.	870	990
Bruttoenergia-arvo, Joule/g tuhka	343	349



Tuloksista nähdään, että kuivan materiaalin prosenttiosuus oli noin 3 prosenttiyksikköä alhaisempi käytettäessä kaasutiiviisti säilytettyä rehua. Proteiinin, energian, tuhkan, fosfaattien ja kalsiumin pitoisuus per kg kuivaa materiaalia oli sama molemmissa sekoituksissa. Fytaaattiin sitoutuneen fosfaatin määrä määriteltiin jyvissä kaasutiiviissä säilytyksessä ja kuivasäilytyksestä korjuussa ja ennen rehun sekoittamista. Tulokset osoittavat, että fytaaattiin sitoutuneen fosfaatin määrä laski noin 7 % ensimmäisten 6 kuukauden aikana kun jyvät varastoitiin kaasutiiviisiin siloihin. Tämä tarkoittaa sitä, että kaasutiiviin säilytyksen aikana fosfaateista vapautui fytaaattia. Tuloksista nähdään myös, että fytaasin aktiivisuus oli hieman alhaisempi kuivasäilytetyissä jyvissä. Tämä vihjaa siihen, että jyvien kaasutiivis säilytys on hyödyllistä fytaasiaktiiviteetin ylläpitämiseksi. Jyvien bruttoenergia-arvo mitattiin ja sisältö oli samanlainen molemmissa säilytysmuodoissa, jotka molemmat mitattiin per kg kuivamateriaalia ja per kg tuhkaa.

Kun rehu punnittiin päivittäisiin annoksiin, kuivamateriaalin eri sisältö kuivasäilytettyjen jyvien ja kaasutiiviisti säilytettyjen jyvien välillä otettiin huomioon. Siat, jotka saivat kahta erilaista rehusekoitusta (vertailu ja testi) saivat näin saman päivittäisen annoksen kuivamateriaalia ja näin saman verran ravintoaineita.

Sulavuuden ja tasapainon päätulokset nähdään Taulukossa 5.

Taulukko 5: Sulavuuden kokeen päätulokset kun sekä kuiva- että kaasutiiviisti säilytettyjen jyvien rehusekoitukset on tehty.

	Vertailu (kuiva)	Kaasutiivis (testi)	
Sulavuus:			
Kuivamateriaali, %	82,9	83,5	NS
Proteiini, %	78,2	80,7	p = 0,10
Fosfaatit, %	41,4	46,0	p < 0,01
Kalsium, %	38,9	40,3	NS
Energia-arvo, %	81,7	82,3	NS
FES/kg kuiva mat.	1,13	1,14	NS

Tuloksista nähdään, että proteiinin sulavuus kasvoi 2,5 prosenttiyksikköä (78,2:sta 80,7:ään). Tämä ero oli merkittävä (p=0,10). Kokeessa nähtiin myös, että fosfaattien sulavuus (kasviin sitoutunut) lisääntyi merkittävästi kun jyvät säilytettiin kaasutiiviisti, sillä sulavuus kasvoi 12 % 41:stä 46:een. Kalsiumin sulavuudessa ei kuitenkaan ollut merkittävää eroa kaasutiiviin säilytyksen jälkeen. Energian sulavuus oli myös hieman korkeampi käytettäessä kaasutiivistä säilytystä, vaikka ero ei ollut merkittävä.

Tuloksista nähdään, että jyvien kaasutiiviillä säilytyksellä on positiivinen vaikutus ravintoaineiden proteiinin ja fosfaattien sulamiseen, kun taas kuivamateriaalin ja kalsiumin sulavuus nousi vähemmän. Vaikutusten kokonaiskuvasta nähdään, että kaasutiiviisti säilytettyjen jyvien sulavien fosfaattien pitoisuus oli suurempi, joka vastaa noin 0,2 g:aa sekä myös



sulavien proteiinien osuus oli noin 5 g. Samaan aikaan testi näytti sen, että energian sulavuus kasvoi hieman, kun taas energia-arvo per kg kuivamateriaalia nousi hieman.

Johtopäätökset:

Kokeilu viljalla kaasutiiviistä säilytyksestä osoitti, että proteiinin sulavuus lisäytyi 2,5 prosenttiyksikköä (78,2:sta 80,7:ään). Tämä ero oli merkittävä ($p=0,10$). Jyvien kaasutiiviillä säilytyksellä oli kuitenkin merkittävä vaikutus myös fosfaattien sulavuuteen, mikä kasvoi 12 % verrattuna kuivasäilytettyihin jyviin. Koe näytti myös sen, että säilytysajan aikana fytaattia vapautui fosfaatista, mikä vaikutti fosfaattien suurempaan sulavuuteen. Lisäksi kaasutiivis säilytys vaikutti positiivisesti fytaasin stabiiliteettiin sillä kaasutiiviisti säilytettyjen jyvien aktiviteetti oli 14 % korkeampi. Samaan aikaan energian sulavuus oli hieman suurempi kaasutiiviissä jyvissä, jolloin syöttöyksiköiden mitattu määrä per kuivamateriaali kiloina lisääntyi vähän.

Yleisesti tulokset näyttivät sen, että jyvien kaasutiivis säilytys korjuun jälkeen ja ennen kuin viljaa käytetään rehuksi noin 6 kuukauden jälkeen, lisää proteiinien ja fosfaatin hyödyntämistä, kun viljaa käytetään täysrehuna teurasporsaille. Näin eräs näkökulma jyvien kaasutiiviiseen säilytykseen on typen ja fosfaattien pienentynyt dissosiaatio, jos kasvanut sulavuus otetaan huomioon. Kaasutiivis säilytys näyttää säilyttävän fytaasi-entsyymien aktiviteetin. Rehun energia-arvo kaasutiiviisti säilytyksessä viljassa on hieman suurempi kuin kuivassa viljassa.

Hanne Damgaard Poulsen