



TEST AF KALIUMSORBAT, PROPIONSYRE OG FODERSALT TIL STABILISERING AF FULDFODER

STØTTET AF

mælkeafgiftsfonden

Kaliumsorbat er effektivt til stabilisering af fuldfoder, og behandling med kaliumsorbat koster mindre end halvdelen af behandling med propionsyre. Fodersalt i høj dosering forstærker den stabiliserende effekt af propionsyre og kaliumsorbat.

BAGGRUND

Der er en række kortkædede fedtsyrer, som virker stabiliserende på fuldfoder. Syrerne virker ved at hæmme væksten af aerobe bakterier og gær i foderet. For at opnå effekt af syrerne skal foderet være surt, og det forventes, at den primære virkning af syrerne er, at de nedbryder pH-gradienten over cellemembranen i bakterier og gær (Lourenco et al., 2011). Myresyre og propionsyre har været bredt anvendt til stabilisering af fuldfoder, men også eddikesyre forventes at have tilsvarende effekt. I de senere år er brugen af kaliumsorbat blevet udbredt i vore nabolande, men vi har i Danmark kun lidt erfaring med stoffet i ren form. Kaliumsorbat (E 202) er kaliumsaltet af en umættet kortkædet fedtsyre, hexa-2,4-diensyre. Kaliumsorbat virker ved lave koncentrationer sammenlignet med propionsyre. En almindelig anvendt dosis af kaliumsorbat er 0,4 kg/ton fuldfoder. Med en molærvægt på 150,22 er koncentrationen af kaliumsorbat 2,7 mol/ton, mens den tilsvarende sædvanlige dosis af propionsyre, 3 L/ton giver en molær koncentration på 40,5 mol/ton.

I et tidligere forsøg fra Aarhus Universitet (Røjen et al., under udarbejdelse) blev der fundet positiv mælkeproduktionsrespons ved tildeling af 500 g fodersalt/dag til malkekøer i en varm sommerperiode. Ved screening af foderadditiver for effekt på aerob stabilitet (KvægInfo 2581)

blev der fundet indikationer på, at tilsætning af fodersalt forstærkede effekten af propionsyre på aerob stabilitet i fuldfoder. Brug af salt (fodersalt, NaCl), til stabilisering, har været kendt i årtusinder, og den primære virkning er formentlig forøgelse af det osmotiske tryk. Ved stigende osmotisk tryk skal bakterier og gær arbejde hårdt for at holde det intracellulære osmotiske tryk nede, eller mikroorganismene må lade deres intracellulære osmolalitet følge med omgivelserne og dermed tabe aktivitet. Screeningsundersøgelsen kunne tyde på, at den samtidige forøgelse af koncentrationen af organiske syrer og det osmotiske tryk ved tilsætning af fodersalt er en meget effektiv metode til at hæmme uønsket mikrobiel vækst i fuldfoder.

Formålet med nærværende undersøgelse var at teste de koncentrationer af kaliumsorbat, som normalt anvendes i Tyskland og Holland, fra 0,2 til 0,4 kg/ton fuldfoder, mod henholdsvis halv, 1,5 L/ton, og normal dosis, 3 L/ton, af propionsyre. Det var endvidere formålet at teste, om tilsætning af fodersalt forstærker den stabiliserende effekt af kaliumsorbat og propionsyre.

MATERIALE OG METODE

Undersøgelsen blev gennemført ved at behandle fuldfoder med forskellige additiver og koncentrationer på samme kvægbedrift over fire forsøgsgage 19/7, 10/8, 12/8 og 16/8-2019. Den samme protokol blev fulgt på alle forsøgsgage.

En samlet blanding af TMR på ca. 18.000 kg blev fremstillet efter standardproceduren for kompakt fuldfoder grundopskrift II, hvor der først indvejes græsensilage til blanderen. Græs og råvarer stod i støb ca. 6 timer. Blandingen bestod af (% af tørstof): majsensilage (32), græsensilage (27,1) rapskage og -skrå (23,2), formalet majs (7,2), ludbehandlet rug (7,2), fodersalt (2,3 af dette blev kun 1/6 tilsat grundblandingen), foderkridt (0,5) og mineralblanding (0,5).

Blandingen blev blandet med kort slutblandetid på 10 min. og læsset af i en plansilo. Blandingen blev herefter indvejet til en mindre foderblander (JF-Stoll VM-22) af tre omgange med behandling af ca. 6.000 kg TMR i hver af tre forsøgsbatch pr. dag. Hver forsøgsbatch blev anvendt til fremstilling af foder med tre forskellige behandlingsniveauer, som angivet i tabel 1. Der blev fremstillet ni forskellige kombinationer af grundblanding og tilsætninger, men alene de tre slutniveauer blev udfodret. Besætningen var i forvejen adapteret til højt saltniveau således, at forsøgsbehandlingerne ikke ændrede salttildelingen. De forskellige behandlinger var (pr. ton TMR): 1,5 L propionsyre, 3 L propionsyre, 3 L propionsyre + 8 kg fodersalt (summen af fodersalt i grundblanding og ekstra tilsat fodersalt), 0,2 kg kaliumsorbat, 0,4 kg kaliumsorbat, 0,4 kg kaliumsorbat + 8 kg fodersalt, 4,7 kg fodersalt, 8 kg fodersalt og 8 kg fodersalt med reduceret tørstofkoncentration.

Tabel 1. Oversigt over de fremstillede forsøgsblandinger. Behandlingsniveauerne fremkom ved sekventiel tilsætning af additiver til hver af tre forsøgsbatch blandet i JF-Stoll VM-22 foderblander. Slutblandetiden var 10 efter hver tilsætning.

Grundblanding	Behandlingsniveau 1	Behandlingsniveau 2	Behandlingsniveau 3
---------------	---------------------	---------------------	---------------------

6.000 kg TMR med reduceret salt	+1,5 L propionsyre/ton	+1,5 L propionsyre/ton	+6,6 kg fodersalt/ton
6.000 kg TMR med reduceret salt	+0,2 kg kaliumsorbit/ton	+0,2 kg kaliumsorbit/ton	+6,6 kg fodersalt/ton
6.000 kg TMR med reduceret salt	+3,3 kg fodersalt/ton	+3,3 kg fodersalt/ton	+115 L vand/ton

Alle tilsætninger blev foretaget ved at tilføre afvejede mængder af de forskellige additiver til en læsseskovl med 250 – 300 kg TMR. Kaliumsorbit blev opløst i 10 L vand inden tilsætning.

Efter hver tilsætning blev der blandet i 10 min. ved 26 snegleomdrejninger/min. Når blandetiden var opnået for behandlingsniveau 1 og 2, blev der læsset 250 – 300 kg af i læsseskovlen og udtaget en prøve. Prøveudtagning fra behandlingsniveau 3 foregik ved udtagning af foder aflæsset på foderbordet. Prøveudtagning fra grundblandingen (kontrol) bestod i udtagning af to separate prøver fra blandingen, der var læsset af i plansilo før indvejning til VM-22.

Alle foderprøver blev straks efter udtagning pakket i plastposer og lagt i isoleret kasse med køleelementer. Alle prøver blev transporteret til laboratoriet i Skejby om aftenen på udfodringsdagen. Ved ankomst til laboratoriet blev prøverne straks neddelt til tørring ved 60 °C og inkubering, med temperaturføler ved 20 °C, til bestemmelse af aerob stabilitet blev startet. Aerob stabilitet blev defineret som inkubationstid til temperaturen i centrum af en 2-L prøve steg 2,5 °C sammenlignet med temperaturen i inkubationsskabet.

Tørstof, aerob stabilitet og differencer for aerob stabilitet mellem behandlinger og kontrol inden for forsøgsgdag blev analyseret ved variansanalyse under anvendelse af Proc Mixed i SAS. I modellen indgik behandling og forsøgsgdag. Forskelle mellem behandlinger blev vurderet ved anvendelse af pdiff optionen i LSMEANS. Data præsenteres som gennemsnit og standardafvigelsen på gennemsnit.

RESULTATER OG DISKUSSION

Undersøgelsen blev gennemført i en periode, hvor stabiliteten af fuldfoderet hos værtsbesætningen var udfordret, hvilket også fremgår af, at stabiliteten af kontrollen var $14,5 \pm 4,5$ timer ved 20 °C. Den gennemsnitlige tørstofkoncentration var 40 %, og alene behandlingen med tilsætning af ekstra vand var forbundet med væsentligt ændret tørstofkoncentration (tabel 2), men der observeres også en mindre numerisk effekt af tilsætning af fodersalt. Der var overordnet effekt af de anvendte stabilitetsbehandlinger ($P < 0,01$). Behandling med lav koncentration af propionsyre (1,5 L/ton) og kaliumsorbit (0,2 kg/ton) såvel som saltbehandlinger alene påvirkede dog ikke stabiliteten ($P > 0,10$) sammenlignet med kontrol. Behandling med 3 L propionsyre/ton eller 0,4 kg kaliumsorbit/ton forøgede stabiliteten med henholdsvis 10 og 14 timer ($P < 0,05$). Behandlingerne med kombination af 3 L propionsyre/ton samt 0,4 kg kaliumsorbit/ton og tilsætning af 6,6 kg fodersalt ekstra ton fuldfoder havde en stærk effekt på den observerede stabilitet ($P < 0,001$) sammenlignet med kontrol. Det er bemærkelsesværdigt, at kombinationsbehandlinger med fodersalt havde en væsentlig højere stabilitet, end det ville være forventet ud fra den additive effekt af de enkelte behandlinger. Den

additive effekt af 3 L propionsyre/ton og 6,6 kg fodersalt/ton var 15 timer (10 + 5 timer), men den observerede effekt af kombinationen var 24,5 timer, dvs. 9,5 timer ekstra ved kombination af additiverne. Det samme blev observeret for kombinationen af kaliumsorbat og fodersalt, hvor den additive effekt var 19,3 timer (14,3 + 5 timer), men den observerede kombinationseffekt var 28 timer, dvs. kombinationen gav 8,7 timer ekstra. Ud over at kombinationer af propionsyre og kaliumsorbat med fodersalt havde en forstærket effekt, var kombinationseffekterne bemærkelsesværdigt ens, henholdsvis 9,5 og 8,7 timer.

Tabel 2. Tørstof, aerob stabilitet og difference mellem behandling og kontrol for aerob stabilitet i fuldfoder behandlet med propionsyre, kaliumsorbat, fodersalt og ekstra tilsætning af vand samt kombinationer af propionsyre og kaliumsorbat med fodersalt. Værdier er angivet som gennemsnit, n = 4. Nederst er angivet standardafvigelse for gennemsnit i hver kolonne.

Behandling	Tørstof, % (NorFor)	Aerob stabilitet, timer	Stabilitet, difference til kontrol
Kontrol med 1,4 kg fodersalt/ton	40,1	14,5	0
1,5 L propionsyre/ton	39,8	19,5	5
3 L propionsyre/ton	39,7	24,5	10
3 L propionsyre/ton + 6,6 kg fodersalt/ton	40,2	39,0	24,5
0,2 kg kaliumsorbat/ton	39,9	18,8	4,3
0,4 kg kaliumsorbat/ton	40,1	28,8	14,3
0,4 kg kaliumsorbat/ton + 6,6 kg fodersalt/ton	40,5	42,5	28
3,3 kg fodersalt/ton	40,3	15,8	1,3
6,6 kg fodersalt/ton	40,6	19,5	5
6,6 kg fodersalt/ton + 115 L vand/ton	36,6	19,0	4,5
Standardafvigelse	6,9	4,5	2,7

Sænkning af tørstofkoncentrationen i fuldfoder behandlet med fodersalt med fire procentenheder havde ikke nogen detekterbar effekt på den aerobe stabilitet.

Der var en lille numerisk højere stabilitet i fuldfoder behandlet med 0,4 kg kaliumsorbat/ton sammenlignet med behandlingen med 3 L propionsyre/ton, men forskellen var ikke signifikant ($P > 0,10$). Omkostningen til behandling med propionsyre var 37,95 kr. /ton (pris for propionsyre antaget at være 12,65 kr./L), kaliumsorbat behandlingen kostede 15,76 kr./ton (pris for kaliumsorbat antaget at være 39,40 kr./kg). Besparelsen svarer til ca. 1,5 kr. pr. ko pr. dag. Kaliumsorbat behandlingen koster mindre end det halve af propionsyre behandlingen til en effekt, der er numerisk bedre. Hertil kommer, at håndteringen af kaliumsorbat er væsentligt enklere end håndteringen af propionsyre, idet kaliumsorbat er et salt i fast form, der kommer i mikropiller, og derfor hverken udgør nogen væsentlig risiko for ætsningsskader eller indånding af støv eller dampe. Trods alle fordelene ved kaliumsorbat skal man fortsat tage sig i agt, da stoffet irriterer øjne, hud og luftveje. Både anvendelse af propionsyre og kaliumsorbat, til

konservering af fuldfoder, kræver registrering som HACCP landbrug.

Alle kvægbrugere, der hidtil har anvendt organiske syrer i ren form eller som blandingsprodukter, bør overveje at skifte til kaliumsorbat. Hvis man ikke ønsker en HACCP registrering, kan man som alternativ til kaliumsorbat købe blandede tørsyreprodukter. Kaliumsorbat har en CAB-værdi på 6.657 meq./kg TS, og hvis man bruger forsuring af goldkøer til forebyggelse af mælkefeber, skal CAB-bidraget fra kaliumsorbat indregnes i behovet for forsuring.

Erfaringsgrundlaget for anvendelse af den høje saltmængde om sommeren er fortsat meget begrænset, og det er også usikkert, om den positive kombinationseffekt af propionsyre og kaliumsorbat sammen med salt kan opnås med lave doseringer af additiverne.

KONKLUSION

Undersøgelsen viste, at tilsætning af 0,4 kg kaliumsorbat/ton fuldfoder havde mindst samme stabiliserende effekt som 3 L propionsyre/ton. Behandlingen med kaliumsorbat kostede det halve, og stoffet er mere håndteringsvenligt end propionsyre. Anvendelse af kaliumsorbat bør inddrages i overvejelserne for stabilisering af fuldfoder i den kommende sommerperiode. Der blev fundet en markant kombinationseffekt ved samtidig behandling af fuldfoder med enten propionsyre eller kaliumsorbat og fodersalt, men yderligere undersøgelser af potentialet i denne effekt er påkrævet.

REFERENCER

Lourenco, A.B., Ascenso, J.R. og I. Sá-Correia. 2011. Metabolic insights into the yeast response to propionic acid based on high resolution ¹H NMR spectroscopy.