

Slutrapport av projektet Öka utnyttjandet av grovfoder i nordliga foderstater, med bättre förutsägelser av foderintaget

Sophie Krizsan, Mårten Hetta och Pekka Huhtanen

Introduktion

Syfte med det här projektet har varit att skapa ny kunskap om den praktiska tillämpbarheten av konsumtionsmodeller i nordligt lantbruk. Vi har eftersträvat att uppnå resultat som skall hjälpa lantbrukare och rådgivare i hur konsumtionsmodeller skall användas i den praktiska rådgivningen. Projektet eftersträvade också att utvärdera möjligheterna till att skapa förbättrade modeller som ger underlag för en ökad produktion baserad på en högre andel grovfoder. Under projektets sista år har verksamheten fokuserat mot utvärderingen av de två konsumtionsmodellerna som utvecklats för nordiska förhållanden. Konsumtionsmodellen för mjölkkor och för växande ungnöt i NorFor har validerats med tre olika oberoende data set. Vidare har konsumtionsmodellen för mjölkkor i NorFor jämförts med den finska konsumtionsmodellen, och med tre ytterligare välkända internationella modeller för mjölkkor med hjälp av ett oberoende datamaterial.

Resultat från tidigare år

Vi har under projektets första år undersökt om det var möjligt att förbättra konsumtionsskattningarna av ensilage med varierande jäsningkvalitet med hjälp av den stora mängd analysparametrar som kan genereras från ett automatiserat gas in vitro system. Materialet var sedan tidigare använt i utfodringsförsök med växande ungnöt och karakteriserat i detalj från både traditionella och mindre vanliga kemiska analysmetoder (Krizsan & Randby, 2007). Det utfördes kompletterande analyser av grovfodret med gasproduktionstekniken enligt Hetta et al. (2007) och materialet analyserades med hjälp av multivariat regressionsanalys för att jämföra och korrelera gas-data med de kemiska analyserna. Storleken på felskattningen när konsumtionen förklarades från gas-relaterade analysparametrar jämfördes med den tidigare förklaringen baserad på kemiska analysparametrar av Krizsan & Randby (2007). Att använda kemiska parametrar gav bättre skattningar av konsumtionen jämfört med de gas-relaterade analysparametrarna. Resultaten visade starka samband mellan gas-data och fodrens kemiska sammansättning. Det är därför som förutsägelse om ensilagens konsumtionspotential baserat på gas-data inte blir bättre än vad som visats med hjälp av kemiska parametrar. Resultaten från den här delen av projektet har redovisats mer i detalj i tidigare lägesrapporter och finns också vetenskapligt publicerad (Krizsan et al., 2012b).

I vår validering av konsumtionsmodellen för mjölkkor i NorFor utgick vi från data baserat på internationella publikationer (828 = behandlingsmedeltal) där försöksdjuren var utfodrade med olika grovfoder i fri tillgång. Konsumtionen av den totala foderstaten beräknades enligt modellen för mjölkkor i NorFor. Den egna valideringen som publicerats av NorFor visar på ett prediktionsfel på mellan 8 - 12 procent, beroende på typ av foderstat (separat kraftfoder eller TMR) med en lätt underskattning av konsumtionen speciellt vid separat utfodring av kraftfoder (Volden et al., 2011b). Vår utvärdering gav ett likvärdigt prediktionsfel i storleksordning 8,1 procent från mixad regressionsanalys. Utvärderingen visade att NorFor-modellen överskattade

den totala konsumtionen framförallt vid höga foderintag (Krizsan et al., 2012a). I samband med den här utvärderingen gjordes också en utvärdering av konsumtionsmodellen för växande ungnöt i NorFor under projektets sista år. Resultaten från utvärderingarna av konsumtionsmodellerna i NorFor har sammanfattats i ett manuskript som snart skall skickas in för vetenskaplig granskning inför publicering. Manuskriptet av Krizsan et al. (2013a) bifogas till slutrapporten som ett eget särtryck. En mer detaljerad beskrivning av utvärderingen av konsumtionsmodellen för mjölkkor i NorFor finns också redovisat som en sammanfattning från Grovfoderkonferensen för Norra Sverige (Krizsan et al., 2012a). Utvärderingen av konsumtionsmodellen för ungnöt är också närmare beskriven i avsnitt som följer.

Resultat från projektets sista år

Validering av konsumtionsmodellen i NorFor för växande ungnöt

Två data set med konsumtionsdata från växande ungnöt som omfattade 420 behandlingsmedeltal och 823 gruppmedeltal/period användes för utvärderingen av konsumtionsmodellen för växande ungnöt i NorFor. Genom att använda två data set utnyttjades förutsättningarna att i större grad utvärdera betydelsen av de djurbundna faktorerna (levandevikt och tillväxt) och under generellt längre experimentella perioder skilt från effekten av foderstatens sammansättning på konsumtionen. Utvärderingen genomfördes genom att beräkna skillnaden mellan den observerade konsumtionen mot den skattade (residualerna), och den centrerade prediktionen (=skattat värde minus medelvärdet för alla skattningarna) plottades mot residualerna (St-Pierre, 2003). På det här sättet kan man utvärdera en eventuell generell nivåskillnad mellan det skattade och observerade värdet (nivå bias) och/eller om det förekommer olika nivåskillnader vid låga respektive höga foderintag (lutnings bias). I våra data set varierade registrerat foderintag mellan 2,6 till 14,9 kg per dag på torrsubstans basis. Konsumtionsregistreringarna omfattar växande ungnöt i åldern ca 3 månader till 1,5 års ålder med förändringar i levandevikt från 80 till 811 kg.

Den totala foderkonsumtionen som skattades med NorFor's konsumtionsmodell var högre än det som var observerat. Konsumtionen överskattades med 14,9 procent när gruppmedeltal/period användes som observerade värden och överskattningen ökade med ett större registrerat foderintag. Överskattningen baserat på behandlingsmedeltalen var något lägre med 11,6 procent av genomsnittligt observerad foderkonsumtion, men också den ökade med ökad konsumerad mängd foder. Detta indikerar att konsumtionsmodellen hanterar variationer i djurbundna faktorer något sämre än variationer i foderbundna faktorer.

Enskilda parametrar i NorFor-modellen för ungnöt

Vi studerade vidare de olika djur- och foderegenskapernas påverkan på skattningen av konsumtionen i NorFor-modellen för ungnöt. De viktigaste observationerna var att NorFor-systemets predikterade foderintag för ungnöt ökade för mycket i relation till djurets levandevikt och dagliga tillväxt. Den här effekten var tydligast i gruppmedeltal/period datamaterialet. Med hänsyn till praktiskt lantbruk är det inte att rekommendera att inkludera daglig tillväxt i skattningar av foderintaget eftersom det kräver regelbundna registreringar av djurets vikt samt att uppgifterna kan registreras först efter att djuret utfodrats med den nya foderstaten. Vidare

felskattade modellen effekten av kraftfoder på den totala konsumtionen. Eftersom förhållandet mellan konsumerad mängd kraftfoder och residualerna (=observerat – predikerat värde för foderintaget) bäst kunde beskrivas med ett kvadratisk förhållande kan man inte säga att NorFor överskattade effekten av kraftfoder lika mycket på den totala konsumtionen, som var tillfället i modellen för mjölkkor. I överensstämmelse med den tidigare utvärderingen av NorFor's konsumtionsmodell för mjölkkor skattade inte heller modellen för ungnöt effekten av ensilagens torrsubstanshalt på konsumtionen korrekt och effekten av syror i ensilaget överskattades generellt.

Konsumtionsmodellerna i NorFor tar inte hänsyn till effekten av ensilages torrsubstanshalt. Flera tidigare studier i litteraturen har poängterat vikten av ensilagens torrsubstanshalt i relation till foderintaget (t.ex. Steen et al., 1998; Wright et al., 2000). Konsumtionsmodellerna i NorFor använder ekvationen utvecklad av Huhtanen et al. (2002) för att skatta effekterna av ensilagens jäsningskvalitet på konsumtionen. I den reviderade versionen av Huhtanen et al. (2007) förenklades ekvationen så att den bara inkluderade en linjär effekt av den totala koncentrationen syror i ensilaget. Det är möjligt att den äldre ekvationen av Huhtanen et al. (2002) introducerar överskattningen av effekten av ensilagens jäsningskvalitet på skattningen av konsumtionen i NorFor. En annan trolig anledning kan också vara att effekten i tillägg indirekt korrigeras för i beräkningarna av substitutionseffekten av kraftfoder på grovfoderkonsumtionen och därmed överskattas. Mindre syror i ensilaget ökar intaget av socker från ensilaget och detta minskar substitutionseffekten och foderstatens fyllnadsvärde i NorFor. Ett lägre fyllnadsvärde leder till en högre skattad konsumtion. Fler detaljer kring olika djur- och foderbundna faktorerers effekt på den skattade konsumtionen av NorFor-modellerna redovisas i det bifogade särtrycket av Krizsan et al. (2013a).

Validering av de nordiska konsumtionsmodellerna, samt tre internationella modeller

Datamaterialet som samlades in för utvärderingen bestod av individobservationer från 24 "change-over" försök genomförda i Sverige, Danmark och Finland. I change-over försök görs jämförelsen mellan behandlingar inom varje individ och den här typen av design gav oss möjligheten att närmare studera hur skattningsfelet av foderkonsumtionen påverkades av mjölkavkastningen som modellvariabel i de fem olika konsumtionsmodellerna. Liksom registreringar av levandevikt och daglig tillväxt är svåra att använda i praktiken i skattningar av konsumtionen för växande ungnöt, är den registrerade mjölkproduktionen till stor del en konsekvens av kornas aktuella foderstat. Vi använde djurdata från inledande perioder i försöken i kombination med nya foderdata för att förutse konsumtionen i den kommande perioden med den nya foderstaten. Detta är en situation som närmare återspeglar en rådgivares situation än retrospektiva skattningsanalyser som ofta presenteras vid utvärderingar av modeller. Vi använde också nya foderdata kombinerat med den aktuella mjölkavkastningen, eller med en för hela försöket genomsnittlig mjölkavkastning, för att se hur robusta de olika konsumtionsmodellerna var för förändringar i foderstatens sammansättning. Den aktuella mjölkavkastningen hos en ko är alltid en konsekvens av laktationsstadium, genetisk potential och foderstatens sammansättning. Genom att använda mjölkavkastningen i konsumtionsskattningar kan vi därmed introducera stora felskattningar med produktionsbortfall till följd om den aktuella foderstatens sammansättning begränsar dagens konsumtion och mjölkproduktion. De fem

konsumtionsmodellerna för mjölkkor som jämfördes var den finska modellen av Huhtanen et al. (2011), NorFor-modellen av Volden et al. (2011a), en modell av Vadiveloo & Holmes (1979) och de två amerikanska modellerna som endast inkluderar djurbundna parametrar, NRC (2001) och CNCPS av Fox et al. (2004).

Alla modellerna predikterade konsumtionen med en mer eller mindre nivåskillnad med hänsyn till den observerade konsumtionen. Det mest aktuella resultatet för lantbrukare och rådgivare i nordliga Sverige var att resultatet av den tidigare valideringen av NorFor bekräftades. Det vill säga NorFor-modellen för mjölkkor överskattade den totala konsumtionen framförallt vid höga foderintag. Vidare gav den finska modellen minst skattningsfel och var mest robust med hänsyn till retro- eller prospektiva skattningar i form av olika former för mjölkavkastningen som modell input. Detta bekräftar att en standardiserad mjölkavkastning bättre reflekterar kons potentiella mjölkproduktion oberoende av foderstatens sammansättning. Friggens et al. (1998) illustrerade en extrem situation när han utfodrade en hög respektive låg kraftfoderandel i foderstaten till kor i likvärdiga laktationsstadier. Genomsnittlig skillnad i mjölkavkastning mellan korna utfodrade de två olika foderstaterna var 7,2 kg/dag sett över hela försöket. Mest anmärkningsvärt var dock kanske att när foderstaterna byttes mellan grupperna så förändrade kornas foderintag och mjölkproduktion till det nivån var för den tidigare gruppen på samma foderstat, dvs. skillnaden i konsumtion och mjölkproduktion var uteslutande en effekt av foderstatens sammansättning. Hos den enskilda mjölkproducenten är nog inte skillnaderna så stora mellan den ekonomiskt optimala respektive aktuella foderstaten, men i gengäld betraktade inte Friggens et al. (1998) tillägg effekten på produktionen av ett potentiellt skattningsfel av konsumtionen på upp emot 3 kg/dag på torrsubstans basis. De konsumtionsmodeller som predikterade foderintaget med minst noggrannhet i vår validering hade ett skattningsfel på runt 3 kg/dag på torrsubstans basis. Resultaten från utvärderingarna av de fem konsumtionsmodellerna har sammanfattats i ett manuskript som snart skall skickas in för vetenskaplig granskning inför publicering. Manuskriptet av Krizsan et al. (2013b) bifogas till slutrapporten som ett eget särtryck.

Slutsatser, affärsnytta och relevans för nordliga områden

Både de kemiska analyserna och data från gasproduktionstekniken visar tydligt på betydelsen av att korrekt ensilera grönmassan på gårdarna, då en felaktig ensileringsprocess kan ha relativt stor negativ påverkan på konsumtionen av grovfoder. Resultaten från utvärderingen av konsumtionsmodellen i NorFor tyder på att finns en utvecklingspotential i systemet som kommer att ha stor betydelse för producenternas ekonomi, särskilt för mjölkproduktionen i nordliga områden som karaktäriseras av god grovfoderkvalitet och höga förädlingsvärden på mjölkråvaran. Under de förutsättningarna är man ekonomiskt känslig för bortfall i produktionen på grund av en överskattning av konsumtionsförmågan av ensilage. Den utvidgade analysen av konsumtionsmodellen i NorFor för växande ungnöt visar på samma typ av resultat som testen av modellen för mjölkkor. Ett bortfall i produktionen på grund av överskattad konsumtionsförmåga av ensilage av växande ungnöt drabbar producenten på samma sätt som en lägre mjölkproduktion än förväntat. Att använda en standardiserad mjölkavkastning enligt den finska modellen i prediktioner av mjölkkors konsumtion gav en mindre grad av felprediktion med hänsyn till förändringar i foderstatens sammansättning än jämfört med den aktuella

Publikationer och bifogade särtryck

Eder, K. 2012. Fodra rätt. Husdjur 4.

Krizsan, S.J., Hetta, M. & Huhtanen, P. 2012a. Öka utnyttjandet av grovfoder med bättre förutsägelse av foderintaget. Grovfoderkonferensen 2012, s. 6-7, Rapport 1:2012, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, Umeå.

Krizsan, S.J., Hetta, M., Randby, Å.T. & Huhtanen, P. 2012b. Gas production kinetics in predictions of voluntary intake by cattle of grass silages of different fermentation quality. *Journal of Animal and Feed Science* 21: 234-250.

Krizsan, S.J., Höjer, A., Huuskonen, A., Hetta, M. & Huhtanen, P. 2013a. Evaluation of the feed intake models in the Nordic feed evaluation system NorFor. Manuscript to be submitted to *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A- Animal Science*.

Krizsan, S.J., Sairanen, A., Höjer, A. & Huhtanen, P. 2013b. Evaluation of different feed intake models for dairy cows. Manuscript to be submitted to *Journal of Dairy Science*.

Referenser

Fox, D.G., Tedeschi, L.O., Tylutki, T.P., Russell, J.B., Van Amburgh, M.E., Chase, L.E., Pell, A.N. & Overton, T.R. 2004. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. *Animal Feed Science and Technology* 112:29-78.

Friggens, N.C., Emmans, G.C., Kyriazakis, I., Oldham, J.D. & Lewis, M. 1998. Feed intake relative to stage of lactation for dairy cows consuming total mixed diets with a high or low ratio of concentrate to forage. *Journal of Dairy Science* 81:2228-2239.

Hetta, M., Cone, J.W., Bernes, G., Gustavsson, A-M. & Martinsson, K. 2007. Voluntary intake of silages in dairy cows depending on chemical composition and in vitro gas production characteristics. *Livestock Science* 106: 47-56.

Huhtanen, P., Khalili, H., Nousiainen, J.I., Rinne, M., Jaakkola, S., Heikkilä, T. & Nousiainen, J. 2002. Prediction of the relative intake potential of grass silage by dairy cows. *Livestock Production Science* 73: 111-130.

Huhtanen, P., Rinne, M., Mäntysaari, P. & Nousiainen, J. 2011. Integration of the effects of animal and dietary factors on total dry matter intake of dairy cows fed silage-based diets. *Animal* 5: 691-702.

Huhtanen, R., Rinne, M. & Nousiainen, J. 2007. Evaluation of the factors affecting silage intake of dairy cows: a revision of the relative silage dry-matter intake index. *Animal* 1: 758-770.

Krizsan, S.J., Hetta, M. & Huhtanen, P. 2012a. Öka utnyttjandet av grovfoder med bättre förutsägelse av foderintaget. Grovfoderkonferensen 2012, s. 6-7, Rapport 1:2012, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, Umeå.

Krizsan, S.J., Hetta, M., Randby, Å.T. & Huhtanen, P. 2012b. Gas production kinetics in predictions of voluntary intake by cattle of grass silages of different fermentation quality. *Journal of Animal and Feed Science* 21: 234-250.

Krizsan, S.J. & Randby, Å.T. 2007. The effect of fermentation quality on the voluntary intake of grass silage by growing cattle fed silage as sole feed. *Journal of Animal Science* 85: 984-996.

NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Press,

Washington, DC.

Steen R.W.J., Gordon, F.J., Dawson, L.E.R., Park, R.S., Mayne, C.S., Agnew, R.E., Kilpatrick, D.J. & Porter, M.G. 1998. Factors affecting the intake of grass silage by cattle and prediction of silage intake. *Animal Science* 66: 115-127.

St-Pierre, N.R. 2003. Reassessment of biases in predicted nitrogen flows to the duodenum by NRC 2001. *Journal of Dairy Science* 86: 344-350.

Volden, H., Nielsen, N.I., Åkerlind, M., Larsen, M., Havrevoll, Ø. & Rygh, A.J. 2011a. Predictions of voluntary feed intake . In Volden, H (ed). NorFor – The Nordic feed evaluation system – EAAP 130, pp, 113–126.

Volden, H., Nielsen, N. Åkerlind, M. & Rygh, A.J. 2011b. System evaluation. In Volden, H (ed). NorFor – The Nordic feed evaluation system – EAAP 130, pp, 55–58.

Wright, D.A., Gordon, F.J., Steen, R.w.J., & Patterson, D.C. 2000. Factors influencing the response in intake of silage and animal performance after wilting of grass before ensiling: a review. *Grass and Forage Science* 55: 1-13.