
NorFor Plan, en översiktlig beskrivning

*Sammanställd och bearbetad av
Projektgruppen*, NorFor*

** Arnt-Johan Rygh, Maria Mehlqvist, Marie Liljeholm, Mogens Larsen,
Anders H Gustafsson, Harald Volden, Ole Aaes,
Lars Bævre, Rudolf Thøgersen, Gunnar Gudmundsson*

Inledning

NorFor Plan ingår i NorFor-systemet som blir det nya fodervärderingssystemet i Norden. NorFor Plan baseras på AAT-modellen och kommer att användas för att beräkna och optimera foderstater. AAT-modellen är en vidareutveckling av det nordiska AAT/PBV-systemet och är utvecklad i Norge med bakgrund av norska försök och data från litteraturen. NorFor Plan ger större möjlighet att ta hänsyn till samspelet mellan djur och foder än dagens system. Därför ger detta nya system en mer korrekt bild av näringsvärdet för hela foderstaten, baserat på de olika fodermedlen, och kan bättre förutsäga effekten av fodret på kornas produktion. I denna skrift ges en översiktlig beskrivning av NorFor Plan.

NorFor Plan bygger på kunskap om: 1) fodermedlens kemiska sammansättning, 2) foderintag, 3) fodersmältningsprocessen i olika delar av mag/tarmkanalen, 4) mikrobiell syntes av organiska komponenter i vom och grovtarm, 5) effektiviteten i den intermediära metabolismen. Intermediär metabolism är den ämnesomsättning som sker i kroppen exklusive mage och tarmar.

Med NorFor Plan har fodermedlen inte längre några fasta näringsvärden, eftersom de varierar med foderstatens storlek och sammansättning. Man kan dock välja att ange tabellvärden som visar AAT, PBV och NE_L (nettoenergi laktation) i ett fodermedel vid olika avkastningsnivåer, baserat på en given foderstat. I praktiken blir effekten att:

- AAT-värdet ökar med ökat foderintag (ökad mjölkavkastning) och att denna ökning är mindre för grovfoder än för kraftfoder.
- Relativt sett är ökningen av AAT-värde större för kolhydratkraftfoder än för proteinkraftfoder.
- Energiinnehållet (NE_L) blir lägre med ökat foderintag och effekten är större för grovfoder än för kraftfoder.

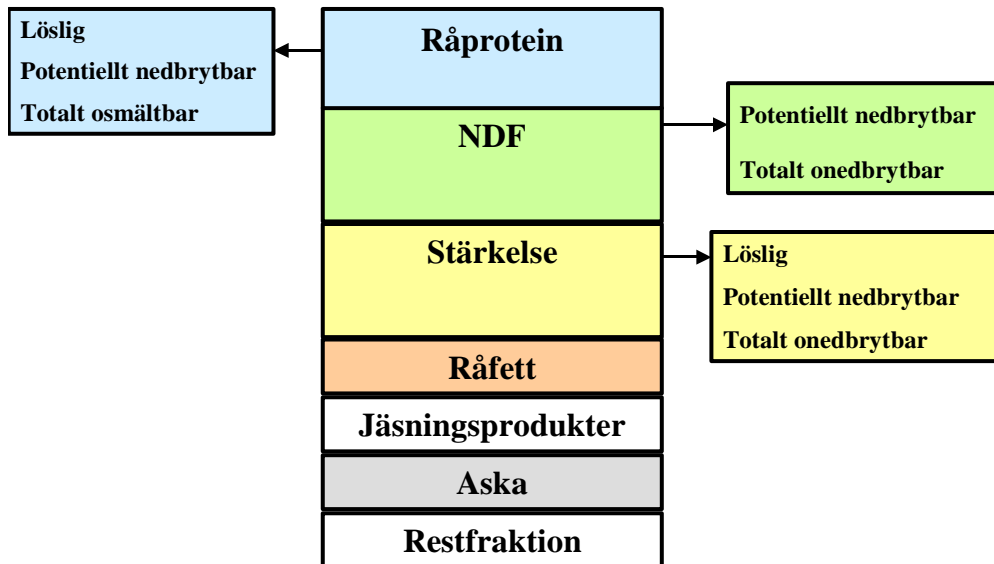
NorFor Plan ger större möjlighet att förbättra proteinutnyttjandet hos nötkreaturen och kan därför genom mer precis utfodring bidra till att minska utsöndringen av kväve med träck och urin. Därmed kan kvävehushållningen förbättras. Kunskap om hur den mikrobiella proteinsyntesen varierar med ts-intag och förhållandet långsamt/snabbt nedbrutna kolhydrater är viktig liksom nedbrytningsgraden i vommen för NDF från grovfoder. Dessa faktorer är de viktigaste för att få bästa möjliga AAT-beräkning och tas därför hänsyn till i NorFor Plan.

NorFor Plan skall vidareutvecklas, bl.a. genom att inkludera foderintagsberäkning och struktursystem. Dessutom kommer klassificeringen av fodermedel som grovfoder eller kraftfoder inte finnas kvar i systemet. Denna klassificering får betydelse i flera beräkningar och en mer näringsfysiologisk metod att kategorisera fodermedlen efter skall tas fram.

Kemisk karakterisering av fodret

Torrsubstansen i fodret delas upp i olika kemiska komponenter, enligt figur 1: Aska, råfett, jäsningssprodukter (syror), stärkelse, råprotein, NDF och en beräknad restfraktion. Det tas också hänsyn till hur stor andel av kvävet i fodret som är i form av

ammoniak- och ureakväve. Huvudfraktionerna blir uppdelade i undergrupper efter hur löslig varje fraktion är (löslig, potentiellt nedbrytbar eller onedbrytbar).

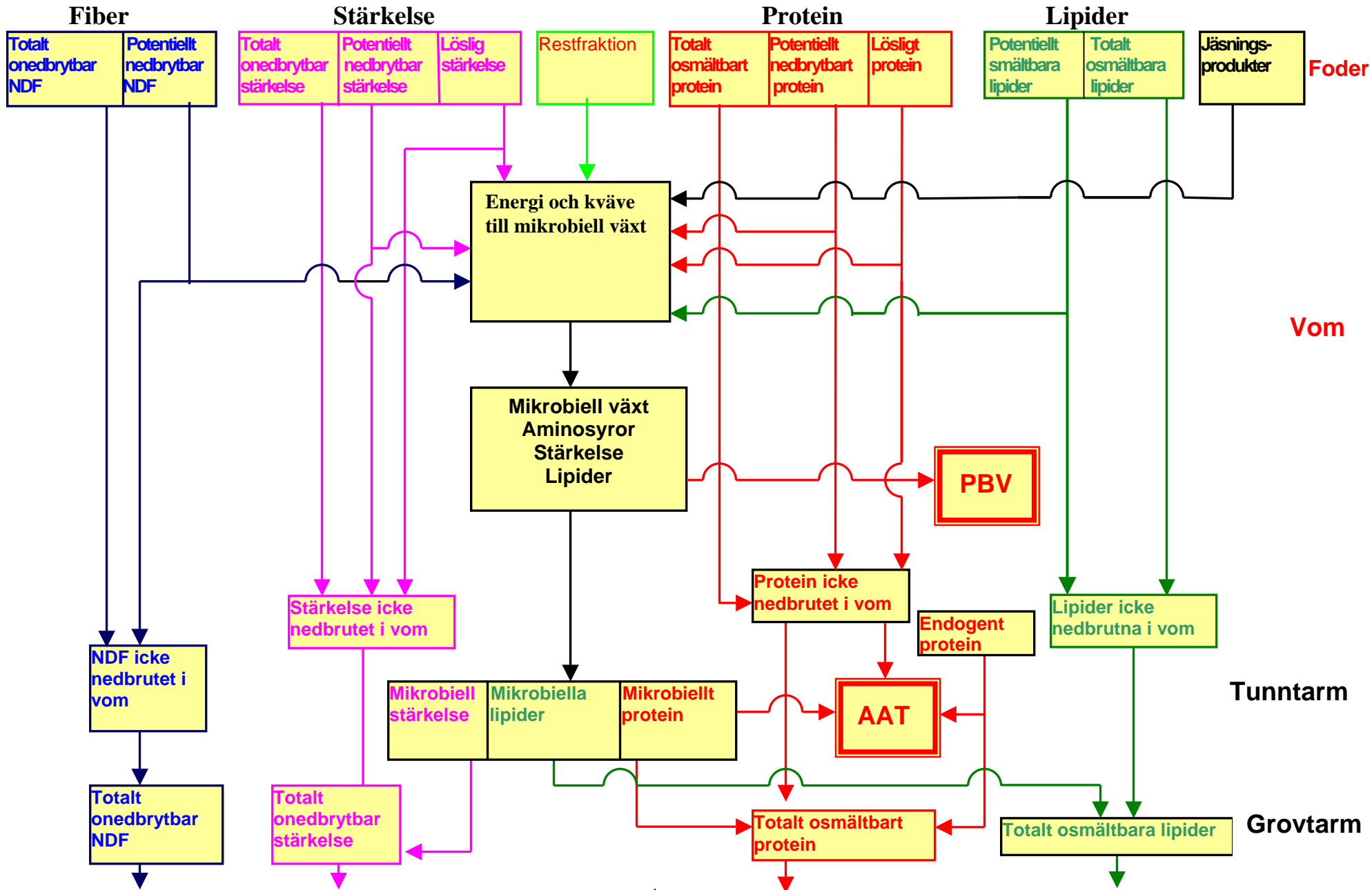


Figur 1. Kemisk karakterisering av fodret i NorFor Plan.

Beskrivning av modellstruktur

I figur 2 visas en schematisk beskrivning av NorFor Plans struktur för olika delar av mag/tarmkanalen. Systemet består av fyra huvudavdelningar: vom, tunntarm, grovtarm och intermediär omsättning. I systemet tas hänsyn till djurets upptag av olika huvudnäringsämnen i fodret och deras undergrupper (figur 1). I vommen blir de organiska komponenterna i fodret nedbrutna för att ge energi eller bli komponenter till mikrobiell tillväxt eller så kan de passera onedbrytbara ut från vommen till tunntarmen.

Figur 2. Schematisk beskrivning av NorFor Plan.



Proteinbalansen i vommen (PBV) bestäms som differensen mellan tillgängligt protein (kväve) i form av nedbrutet foderprotein plus recirkulerat protein, och det protein som bildats av mikroberna. Effektiviteten i den mikrobiella proteinsyntesen bestäms utifrån en ekvation som tar hänsyn till effekt av både ts-intag och förhållandet mellan grovfoder och kraftfoder (långsamt och snabbt nedbrutna kolhydrater) i foderstaten.

Den organiska substansen som passerar till tunntarmen består av komponenter från osmält foder, mikrobiell organisk substans och endogent protein (avstötta tarmceller och vätska utskiljt från djuret). I tunntarmen och grovtarmen blir smältbarheten bestämd antingen med hjälp av fasta eller variabla smältbarhetskoefficienter. Absorption av aminosyror i tunntarmen (AAT) beräknas som summan av tillförda aminosyror från mikrobprotein, icke nedbrutet foderprotein samt endogent protein. Dessutom beräknas absorption av individuella aminosyror.

De näringsämnen som inte smälts i tunntarmen blir utsatta för mikrobiell nedbrytning i grovtarmen. Det som utsöndras i gödseln består därför av osmälta foderkomponenter, mikrobiell organisk substans och endogent protein. Detta är grunden för beräkning av den totala, skenbara, smältbarheten av olika näringsämnen, för beräkning av omsättbar energi och därefter nettoenergi laktation (NE_L).

Med hjälp av NorFor Plan kan man beräkna:

1. Fodermedlens smältbarhet baserat på samspelet mellan djuret och foderstatens storlek och sammansättning
2. Mängden aminosyror som absorberas i tunntarmen (AAT)
3. Proteinbalansen i vommen (PBV)
4. Energitillförsel och energibalans
5. Mängden stärkelse som passerar till tunntarmen
6. Foderintag
7. Optimalt strukturinnehåll i foderstaten
8. Mängden kväve i mjölk, gödsel och urin samt tillväxt av kroppsvävnad

Nedbrytning och syntes av mikrobiell organisk substans i vommen

Vomnedbrytbarhet av en foderkomponent, både den lösliga och den potentiellt nedbrytbara fraktionen, är en tidsberoende process där graden av nedbrytbarhet bestäms av förhållandet mellan nedbrytningshastigheten i vommen och passagehastigheten för foderfraktionen ut från vommen. I NorFor Plan anges nedbrytningshastigheten (% per timme) för följande: restfraktionen, löslig stärkelse och protein, potentiellt nedbrytbar stärkelse, protein och NDF. För råfett anges en smältbarhetskoefficient. Passagehastigheten ut från vommen är olika för vätska och partiklar och olika för kraftfoder- och grovfoderpartiklar. Passagehastigheten beräknas i NorFor Plan med olika ekvationer och beror på ts-intag, förhållandet mellan grovfoder och kraftfoder i foderstaten samt mängden NDF i grovfodret.

I NorFor Plan beräknas mängden energi till mikrobiell tillväxt utifrån vomnedbrutna kolhydrater, mjölksyra, glycerol och protein. Hänsyn tas då till att protein bara ger hälften så mycket energi som kolhydrater ger. Tabell 1 visar ett exempel på hur effektiviteten i den mikrobiella proteinsyntesen varierar med storleken på det dagliga foderintaget och förhållandet mellan grovfoder/kraftfoder i foderstaten. Orsaken till att

effektiviteten ökar med ökat foderintag är ett minskat energibehov till underhåll för vommikroberna när uppehållstiden i vommen minskar. Effektiviteten i den mikrobiella proteinsyntesen minskar med ökande kraftfoderandel i foderstaten. Orsaken till det är ett större underhållsbehov för de amylolytiska bakterierna som bryter ner lättnedbrutna foderkomponenter (kraftfoder) i förhållande till de cellolytiska bakterierna som bryter ner svårnedbrutna cellväggar (grovfoder).

Tabell 1. Effekt av ts-intag och förhållandet grovfoder:kraftfoder på effektiviteten (gram mikrobprotein per kg vommedbruten organisk substans) i den mikrobiella proteinsyntesen

Foderintag, kg ts/dag ¹	Kraftfoderandel, % av ts				
	20	30	40	50	60
10	155	154	152	148	142
15	182	181	179	175	169
20	201	201	198	194	188
25	216	215	213	209	203

¹Beräkningarna gäller för en ko som väger 600 kg

Fodermedlens energi- och proteinvärde

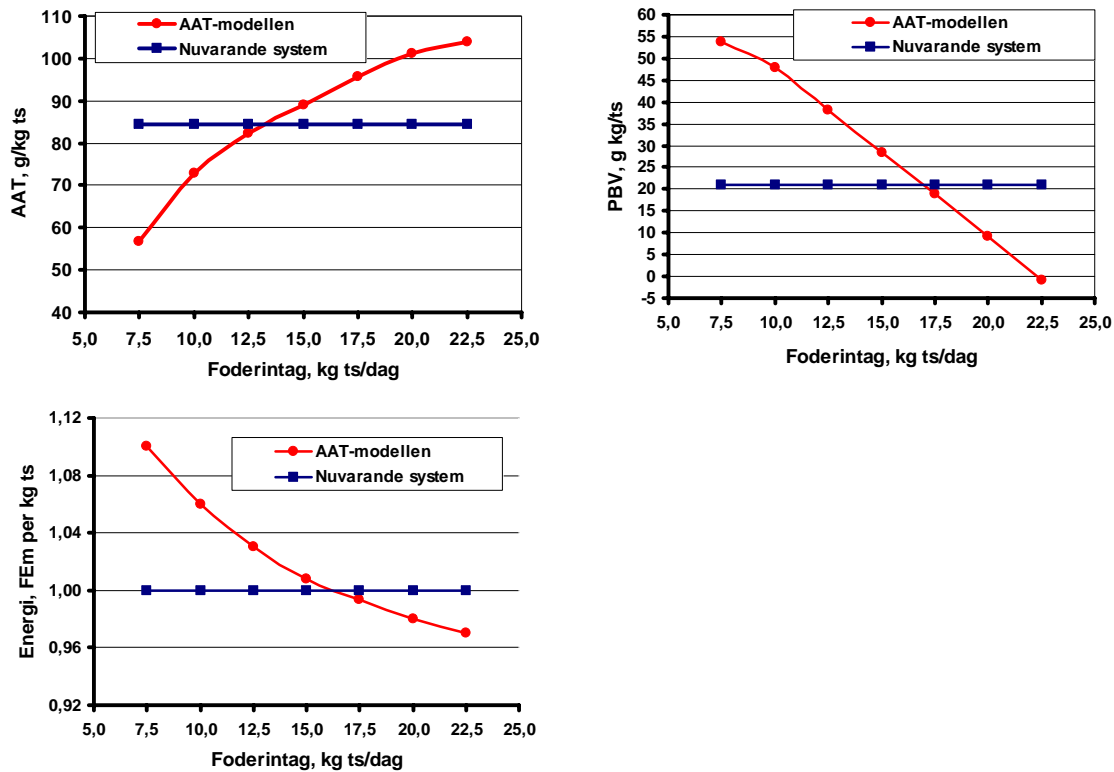
Som tidigare nämndes beräknar NorFor Plan nettoenergi till laktation (NE_L). Beräkning av energi är lite annorlunda än i dagens norska energisystem. I nuvarande norska system blir energivärdet beräknat vid ett foderintag motsvarande 2,38 x underhåll, medan NorFor Plan räknar utifrån det faktiska foderintaget. Energitillbehovet till mjölkproduktion kan därför vara konstant i NorFor Plan eftersom det tas hänsyn till effekten av ökat foderintag på smältbarheten vid beräkning av mängden omsättbar energi. I det nuvarande energisystemet däremot sker denna korrektion genom att öka behovsnormen vid högre mjölkavkastning.

Beräkning av fodrets smältbarhet och därmed fodrets energi- och proteinvärde, är i NorFor Plan baserat på flera icke-linjära samband. Det leder till att fodermedlen inte har några fasta näringsvärden, eftersom de varierar med foderstatens storlek och sammansättning. Det är dock möjligt att bestämma energi- och proteinvärden om man definierar foderstaten. Fodermedlens AAT-värde ökar med ökat foderintag, något som kan förklaras av en ökad effektivitet i den mikrobiella proteinsyntesen. Ökningen är emellertid mindre för grovfoder än för kraftfoder. Det beror på att ökat foderintag i större grad påverkar smältbarheten av grovfodret än av kraftfodret. Ökat foderintag ökar passagehastigheten ut från vommen och detta reducerar nedbrytningen av NDF från grovfoder i vommen. Kraftfoder bryts ner förhållandevis snabbt i vommen och en ökad passagehastighet har därför mindre påverkan på AAT- och energi-värdet för kraftfoder. Detta ses också i form av en större nedgång i energiinnehåll för grovfodret än för kraftfodret vid ökat foderintag.

Jämförelse av NorFor Plan och nuvarande fodervärderingssystem

- I dagens energivärdering och AAT/PBV-system har fodermedlen ett konstant näringsvärde, oberoende av foderstatens storlek och sammansättning. I NorFor Plan tas det i flera beräkningar hänsyn till foderintaget och förhållandet mellan grovfoder/krautfoder i foderstaten. Det medför att ett fodermedel inte kan ha ett specifikt AAT- eller energivärde utan att det sätts i relation till en given foderstat. I AAT/PBV-systemet används en konstant effektivitet för mikrobroteinsyntesen som beräknas per kg smältbara kolhydrater. I NorFor Plan varierar effektiviteten i den mikrobiella proteinsyntesen och den beräknas per kg vomnedbruten organisk substans.
- AAT-värdena i grovfoder varierar i praktiken väldigt lite med nuvarande AAT/PBV-system. I och med att NorFor Plan tar hänsyn både till mängden ammoniakkväve och mängden jäsningsprodukter vid beräkning av AAT-värde i en foderstat, kommer AAT-värdet för grovfoder att variera mer med NorFor Plan än med dagens AAT/PBV-system. Dessutom tar NorFor Plan hänsyn till det endogena proteinet vid beräkning av AAT-värdet. I jämförelse med AAT/PBV systemet ger NorFor Plan en mindre skillnad i AAT-värde mellan korn och fodermedel som havre och ärter. NorFor Plan ger dessutom ett lägre AAT-värde för majs än för korn vilket beror på att majs ger mindre mängd nedbruten stärkelse i vommen.
- En svaghet i AAT/PBV-systemet är att det inte tas hänsyn till recirkulering av kväve tillbaka till vommen via saliv eller genom vomväggen, trots att detta har stor betydelse när proteinnivån i foderstaten är låg. I NorFor Plan tas det hänsyn till recirkulationen vid beräkning av PBV.

I figur 3 framgår hur AAT-, PBV- och energivärdet i en foderstat varierar med foderintagets storlek i NorFor Plan. AAT-värdet ökar och PBV-värdet sjunker vid ökat foderintag medan både AAT- och PBV-värdet är konstant med dagens AAT/PBV-system. Det ökande AAT-värdet och sjunkande PBV-värdet beror på ökad effektivitet i den mikrobiella proteinsyntesen vid ökat foderintag. Dessutom sjunker PBV något på grund av minskad proteinnedbrytning i vommen med ökad passagehastighet. I figuren framgår även att med NorFor Plan sjunker energivärdet (uttryckt som FEM; foderenheter mjölk) i foderstaten med ett större ts-intag. Detta beror på ett sänkt utnyttjande av fodret på grund av ökad passagehastighet i vommen. Liksom för AAT-värdet så är energivärdet konstant med dagens system. Detta beror på att man använder konstanta, additiva värden för fodermedlens näringsinnehåll oberoende av foderintagets storlek och foderstatens sammansättning.



Figur 3. Effekt av ts-intag på foderstatens AAT- (g/kg ts), PBV- (g/kg ts) och energivärde (FEm/kg ts). Foderstat med 50% kraftfoder jämförd i NorFor Plan och nuvarande system.

Sammanfattning

I NorFor Plan tillämpas ny kunskap om fodrets nedbrytning i djuret och systemet har många fördelar jämfört med dagens fodervärderingssystem. Med NorFor Plan tas hänsyn till det samspel som finns mellan djur och foder. Näringsinnehållet i ett fodermedel beror på foderstatens sammansättning och hur mycket djuret äter. Detta innebär att ett fodermedel inte har något specifikt protein- eller energivärde om det inte relateras till en hel foderstat. Med NorFor Plan kommer vallfoder att få en större variation i AAT-värde, genom att flera nya faktorer får betydelse vid AAT-beräkningen, t.ex. mängden jäsningsprodukter. Dessutom ger NorFor Plan möjlighet att i detalj studera kväveomsättningen i kon.

Innehållet är huvudsakligen hämtat från "Utvikling av et mekanistisk system for vurdering av fôr til drøvtyggere, NorFor Plan" av Harald Volden, Ann-Torill Løvli Harstad, Anita Stevnebø og Ingunn Schei, Institutt for husdyrfag, NLH.