

NorFor Plan Mjølkeku

HARALD VOLDEN,^{1,2}

Tine Rådgiving¹. Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, UMB²

Innledning

Høsten 2006 ble NorFor Plan Mjølkeku tatt i bruk som fôrvurderingssystem i Norge. Systemet skiller seg fra de tradisjonelle systemene ved at det enkelte fôrmiddel ikke har noen konstant næringsverdi, men varierer med fôrrasjonens sammensetting og størrelse. Samtidig ble det for første gang i Norge tatt i bruk et avansert fôropptakssystem som opererer i et samspill med beregning av fôrrasjonens næringsverdi. Det betyr at endringer i fôrrasjonens sammensetting har betydning for fôropptaket og visa versa. NorFor Plan må derfor betraktes som et rasjonsvurderingssystem mer enn som et fôrmiddelvurderingssystem for enkeltfôrmidler. Helt siden introduksjonen i 2006 har det vært en kontinuerlig videreutvikling av systemet. Spesielt har det vært arbeidet med fôrmidlenes nedbryttingskarakteristikker, fôrmidlenes oppholdstid i fordøyelseskanalen og fôropptaksmodulen. Hensikten med denne artikkelen er å gi en kort beskrivelse av modellen og nye testresultater.

Omsetting av fôret i fordøyelseskanalen

NorFor Plan har en omfattende kjemisk og biologisk fraksjonering av fôrmidlene. De deles opp i hovednæringsstoffene råprotein (CP), NDF, stivelse (ST), sukker, råfett, gjæringsprodukter, aske og en restfraksjon (restCHO) som består av ulike karbohydrater, for eksempel pektiner. Hovednæringsstoffene deles videre opp i ulike sub-fraksjoner. Råprotein og ST deles inn i de tre fraksjonene, løselig (s), potensielt nedbrytbar (pd) og totalt ufordøyelig (i). NDF deles inn i de to fraksjonene potensielt nedbrytbar (pdNDF) og totalt ufordøyelig (iNDF). Hvor mye av de potensielt nedbrytbare fraksjonene som fordøyes i vomma gjennom den mikrobielle fermenteringen er videre bestemt av nedbryttingshastigheten (kd). Den effektive nedbryttingsgraden (ED), eller vomfordøyelsen, av den biologisk tilgjengelige delen av fôret beregnes forskjellig avhengig av fôrmiddel og kjemisk fraksjon. For løselige fôrfraksjoner, potensielt nedbrytbare fraksjoner i kraftfôr og protein i grovfôr, beregnes ED ut fra forutsetningene om en én-compartment passasje modell. For pdNDF i grovfôr beregnes ED ut fra en forutsening om en to-compartment modell hvor det forutsettes at nedbrytingen av pdNDF skjer i et aldersavhengig compartment (store partikler) og i et aldersuavhengig compartment (små partikler). På den måten blir det tatt hensyn til en selektiv retensjon av fôrpartiklene i vomma, noe som er en viktig forutsetning for å få en korrekt beregning av vomfordøyelsen av NDF. Fordøyeligheten av fôret i vomma danner grunnlaget for den mikrobielle syntesen av organisk stoff (OM). Modellen tar hensyn til at de ulike næringsstoffene gir forskjellig mengde ATP til den

mikrobielle veksten, hvor vomnedbrutt protein for eksempel har bare halvparten så mye energi som karbohydrater. Effektiviteten i den mikrobielle proteinsyntesen (EMP) er ikke konstant, men varierer med fôrnivået (kg TS/kg kroppsvekt) og andelen ikke strukturelle karbohydrater (NSC) i fôrrasjonen. EMP øker i en ikke-lineær sammenheng med fôropptaket og er samtidig høyest når NSC innholdet i fôrrasjonen er mellom 220-250 g/kg TS. Tarmfordøyeligheten av protein og stivelse er bestemt av forholdet mellom den delen av fôret som ikke brytes ned i vomma og den totalt ufordøyelig fraksjonen. Det innebærer at tarmfordøyeligheten avtar med økende nedbrytingsgrad i vomma. For råfett beregnes tarmfordøyeligheten av fettsyrer, og den avtar med økt fettsyreopptak. NDF som ikke blir fordøyd i vomma kan til en viss grad fordøyes i stortarmen, men i gjennomsnitt utgjør stortarmfordøyeligheten bare ca 5-8 % av totalfordøyeligheten av NDF. NorFor Plan beregner en apparent totalfordøyelighet. Det betyr at det tas hensyn til utskillelsen av endogene stoffer i fordøyelseskanalen, enten fra dyret selv eller fra ufordøyde mikrober.

Fôrrasjonens energi og proteinverdi

Energiverdien beregnes som nettoenergi laktasjon (NEL) og grunnlaget for energiberegningene er omsettelig energi (OE) bestemt ut fra den apparente fordøyeligheten og utnyttelsen av OE til mjølkeproduksjon. Energivurderingen er basert på en modifisert utgave av systemet utviklet av van Es (1977). Aminosyrer absorbert i tarmen (AAT) beregnes som summen av aminosyrer fra mikrobeprotein, ikke nedbrutt fôrprotein og reabsorbert endogent protein. Mikrobeprotein er den dominerende AAT kilden og utgjør 60-90% av den totale AAT tilførselen. Protein balansen i vomma (PBV) beskriver proteintilførselen til vommikrobene, og blir beregnet som differansen mellom vomnedbrutt fôrprotein – protein til den mikrobielle proteinsyntesen + resirkulert nitrogen. NorFor Plan tar dermed hensyn til at en del av nitrogenet som absorberes fra fordøyelseskanalen resirkuleres tilbake til vomma.

I NorFor Plan benyttes en faktoriell beregningsmetode til å beregne kyrnes behov for energi, aminosyrer og makromineraler ved å summere behovet til vedlikehold, mjølkeproduksjon, tilvekst og fosterproduksjon. Energibehovet til mjølkeproduksjon er 3,14 MJ/kg energikorrigert mjølk (EKM) og uavhengig av ytelsesnivået. I andre energivurderingssystemer er det et økende energibehov per kg EKM med økt ytelse. Økningen er en kompensasjon for redusert fordøyelighet med økt fôropptak. Denne effekten blir det i NorFor Plan tatt direkte hensyn til ved beregning av fôrrasjonens energiverdi. Behovet for AAT til vedlikehold skal dekke basalbehovet for aminosyrer, samt aminosyrebehovet til produksjon av hud, hår og klauver. I tillegg vil kua tape endogene proteiner. I NorFor Plan er det valgt å legge det endogene proteintapet inn i vedlikeholdsbehovet. Det innebærer at behovet ikke er konstant per kg kroppsvekt, men varierer med fôrrasjonens effekt på utskillelsen av endogene proteiner. NorFor Plan har ikke noe fast behov for AAT til produksjon av mjølkeprotein. Isteden beregnes en respons av

mjølkeprotein bestemt av to forhold, nemlig 1) hvor mye AAT som er tilgjengelig for produksjon av mjølkeprotein og 2) utnyttelsen av AAT i mjølkeproteinsyntesen. Utnyttelsen er ikke konstant, men avhengig av forholdet AAT/NEL. Utnyttelsen varierer mellom 85-45 % og er helt nødvendig å ta hensyn til ved prediksjon av mengde mjølkeprotein og fastsettelsen av AAT behovet til mjølkeprotein. NorFor Plan har også anbefalinger for tilførselen av makro- og mikromineraler. De er basert på en kombinasjon av nordiske og amerikanske (NRC) data.

Fôropptak

For å beregne tørrstoffopptaket trengs det informasjon om fôrmiddelets fylleverdi (FV) basert på egenskaper ved fôret, og et mål for dyrets opptakskapasitet basert på egenskaper ved dyret. Kraftfôret har en fast FV, mens grovfôrets basis FV er bestemt av fordøyeligheten av OM og innholdet av NDF. I ensilerte fôrmidler korrigeres FV ut fra innholdet av gjæringsprodukter. Ved beregning av fôrrasjonens totale FV inngår det flere samspillseffekter, hvor det tas hensyn til substitusjonen mellom kraftfôr og grovfôr og en korreksjon for metabolsk regulering av fôropptaket.

Testresultater

For å evaluere den nyeste versjonen av NorFor Plan Mjølkeku er det utført tester for å vurdere modellens evne til å predikere fordøyelighet (OM, CP, NDF), mjølkeproduksjon (EKM, mjølk, proteinproduksjon) og grovfôropptak. Testene gjennomført på nordiske forsøk med stor variasjon i fôropptak (9-31 kg TS) og rasjonssammensetting (8-85 % kraftfôr). Tabell 1 og 2 viser en Bibby og Toutenburg evaluering av testresultatene for den modellversjonen som settes i produksjon i februar 2009. Tabell 1 viser en regresjonsevaluering som tester om det er noen konstant (intercept) eller systematisk (slope) avvik mellom observerte og predikerte verdier.

Tabell 1. Bibby and Toutenburg evaluering. Regresjonsanalyse

Variabel	n	Observert	Predikert	Intercept	Slope	R ²
OM ford. g/dag	89	11558	11804	553	0,975	0,976
CP ford. g/dag	73	2004	1980	-106	1,041	0,978
NDF ford. g/dag	89	4416	4429	159	0,967	0,974
EKM, kg/dag	193	28,0	28,1	2,38	0,921	0,902
Melk, kg/dag	193	27,8	28,4	0,30	1,011	0,968
Protein, g/dag	193	897	914	18,1	1,001	0,972
Grovfôr, kg TS/dag	103	11,4	11,1	0,082	0,973	0,883

En slope på $1,0 \pm 0,05$ betraktes som god, og viser at det er ingen eller liten systematisk over eller under predikering av modellresultatene. Tabell 2 gir en videre evaluering av prediksjonsfeilen (mean square prediction error, MSPE), for å teste hvor mye av feilen som skyldes et generelt avvik (general bias),

systematisk avvik (line bias) eller tilfeldig avvik (random bias). Verdiene uttrykkes som relative tall og det er ønskelig at det meste av prediksjonsfeilen er random bias. En MSPE under 5 % betraktes som svært god og en verdi mellom 5 og 10 % betraktes som god.

Tabell 2. Bibby and Toutenburg evaluering. Bias analyse

	Relative bias			MSPE, %
	General	Line	Random	
OM ford. g/dag	0,214	0,0001	0,785	4,6
CP ford. g/dag	0,045	0,150	0,804	5,6
NDF ford. g/dag	0,004	0,002	0,994	4,9
ECM, kg/dag	0,007	0,004	0,989	7,0
Melk, kg/dag	0,247	0,043	0,710	4,5
Protein, g/dag	0,249	0,023	0,728	4,3
Grovfôr, kg TS/dag	0,101	0,065	0,834	6,3

For alle variablene var det liten forskjell mellom gjennomsnittlig observert og predikert verdi. Med unntak for EKM var slope verdien tett på 1,0, og det viser at modellen er meget robust i et stort intervall både for prediksjon av fordøyelighet og produksjon. Den gode prediksjonen av fordøyeligheten viser at modellen gir et meget godt utgangspunkt for beregning av fôrrasjonens energiverdi. Ved prediksjon av EKM er det ikke tatt hensyn til kynes vektendringer, og det er den viktigste forklaringen på en slope verdi på 0,92. Modellen overpredikerer derfor ytelse under 15 kg EKM og underpredikerer EKM når ytelsen er over 45 kg. Underprediksjonen er ca 1,5 kg ved 50 kg EKM. Prediksjonen av proteinytelsen er svært god og gjennomsnittlig prediksjonsfeil er kun 38 g. Feilen er også lav for kg mjølk og skyldes at den predikerte ytelsen er beregnet ut fra den predikerte proteinytelsen. Modellen gir også en god prediksjon av grovfôropptaket og den gjennomsnittlige feilen er på 0,7 kg TS. For alle testvariablene skyldes det meste av feilprediksjonen tilfeldige feil (> 70 %).

Konklusjon

Testene av den nyeste versjonen av NorFor Plan Mjølkeku viser en god prediksjon både av fôrrasjonens fordøyelighet, mjølkeproduksjon og grovfôropptak.