

NorFor Plan

-Nýtt fóðurmatskerfi fyrir nautgripi



NorFor

Norrænt fóðurmatskerfi

Efnisyfirlit

1. Inngangur	3
1.1 Hversvegna nýtt fóðurmatskerfi?.....	3
2. Uppbygging NorFor kerfisins	5
3. Fóðurefnagreiningar	7
3.1 Próteineiginleikar í kjarnfóðri.....	7
3.2 Sterkja í kjarnfóðri.....	8
3.3 NDF í kjarnfóðri	9
3.4 NDF eiginleikar gróffóðurs.....	9
3.5 Próteineiginleikar gróffóðurs	11
3.6 Gerjunarafurðir í votheyi	11
4. Melting fóðursins í vömb	14
4.1 Flæðihraði fóðurs frá vömb	14
4.2 Afleiðingar nýja fóðurmatskerfisins	17
5. Orku- og próteingildi í fóðri	18
5.1 Frá fóðureiningu í megajúl (MJ).....	18
5.2 Breytileg orku- og próteingildi	19
5.3 Stöðluð fóðurgildi	20
6. Viðmið fyrir orku og AAT	23
6.1 Orku þörf til viðhalds, vaxtar, mjólkurframleiðslu og fósturvaxtar.....	23
6.2 AAT þörf til viðhalds, mjólkurframleiðslu og fósturvaxtar.....	23
7. Átgeta og fóðurát í NorFor	25
7.1 Útreikningur á fóðuráti og fylli fóðurs	25
7.2 Bestun á fóðurskammti í NorFör kerfinu	26
8. Grófleiki og tyggítími fóðurs	28
8.1 Át- og jórturtími.....	28
8.2 Styttri strá gefa styttri tyggítíma.	28
8.3 Áhrif NDF á grófleika.....	29
8.4 Ný stýring í fóðrun.....	30
9. Fóðuráætlanagerð með NorFor	31
9.1 Fóðuráætlana gerð	31

Efni heftisins er byggt á greinaröð um NorFor kerfið eftir Harald Volden fóðurfræðing hjá ráðgjafafjónustu Tine í Noregi, Mogens Larsen fóðursérfræðing hjá Dansk Kvæg og Maria Mehlqvist sérfræðing hjá Svensk mjölk. Gunnar Guðmundsson og Berglind Ósk Óðinsdóttir hjá Bændasamtökum Íslands þýddu og settu saman. Greinarnar eru einnig aðgengilegar á vef Bændasamtaka Íslands (bondi.is).

Forsíðumyndina tók Áskell Þórisson



DANSK · KVÆG

svensk mjölk
SWEDISH DAIRY ASSOCIATION

1. Inngangur

Árið 2002 stofnuðu ráðgjafaraðilar í nautgriparkerfi í Danmörku, Íslandi, Noregi og Svíþjóð til samstarfsverkefnis um

uppbyggingu og þróun á nýju fóðurmatskerfi fyrir nautgripi til notkunar í löndunum fjórum í stað fleiri mismunandi kerfa sem nú eru í notkun. NorFor plan var tekið í notkun árið 2006 og núna er unnið að dreifingu þess til ráðunauta og bænda í aðildarlöndunum.

Markmiðin með NorFor eru að hafa samnorrænt fóðurmatskerfi fyrir nautgripi, fódurtöflur sem eru aðgengilegar öllum aðildarlöndunum, samvinnu í fódurefnagreiningum (stöðlun), þróun hugbúnaðar/verkfæra sem nýtast við fóduráætlanagerð og samvinnuvettvangur gagnvart norrænum kjarnfóðuriðnaði.



1.1 Hversvegna nýtt fóðurmatskerfi?

Sjálfsgagt munu margir spyrja sig hversvegna við þurfum nýtt fóðurmatskerfi.

Mikilvægasta svarið við þeirri spurningu er; - að í núverandi matskerfum á Norðurlöndum fá fódurtegundirnar fast reiknað fódurgildi, - prótein- og orkugildi. Það þýðir að framleiðsluvirði í fódurskammti fæst með því að leggja saman næringargildi einstakra fódurtegunda sem fódurskammtinn mynda. Hinsvegar ákvarðast fódurátið, meltanleiki fódursins, innri efnaskipti og nýting næringarefnanna í vefjunum (sem frásogast frá meltingarveginum eða frá vefjaförða) til mjólkurframleiðslu af fjölmörgum þáttum og ekki síst flóknu samspili á milli eiginleika gripisins, dagslegs fódurmagns og efnasamsetningar þess. Í rauninni þýðir þetta að einstök fódurtegund í fódurskammti hefur ekki fast næringargildi. Til þess að geta ákvarðað fódurgildi hennar sérstaklega verðum við að þekkja fódrunaraðstæður hjá gripnum.

Til að átta sig betur á þessu skulum við skoða töflu 1 þar sem núverandi matsaðferð og hin nýja eru bornar saman við aðstæður þar sem daglegt þurrefnisát hjá mjólkurkú (vothey +kjarnfóður) er annarsvegar 16 og hinsvegar 22 kg. Reiknað fódurgildi fódurskammtsins er óháð fódurátinu í núverandi orku- og próteinmatskerfi. Í nýja NorFor-kerfinu lækkar reiknað orkugildi í kg fódurs með auknu fóduráti. Þessu veldur fyrst og fremst að með vaxandi fóduráti á dag og auknum flæðihraða fódursins gegnum gripina styttest dvalartími þess í vömb og vambarörverurnar fá þar með skemmri tíma til þess að melta eða vinna á fóðrinu. Þessvegna fær votheyið í dagsfóðrinu hærra orkugildi (FEm) við 16 kg fódurát samanborið 22 kg. Ef við á hinn bóginn skoðum AAT gildið þá snýst dæmið við. AAT gildið í kg fódurs í fódurskammtinum vex með auknu fóduráti vegna þess að vambarörverurnar afkasta meiru við myndun á örverupróteini (meiri framleiðsla á örverupróteini) þegar fódurátið vex.

Tafla 1 Samanburður á reiknuðu orku- og próteingildi í dagsfóðri samkvæmt núverandi fóðurmatskerfi¹ (Fem, AAT/PBV) og hinu nýja NorFor kerfi

	Núverandi	Núverandi	Nýja kerfið	Nýja kerfið
Vothey, kg þe /dag	8	11	8	11
Kjarnfóður, kg/dag	8	11	8	11
FEm á dag	14,8	20,5	14,6	19,4
FEm í kg þe	0,98	0,98	0,97	0,93
g AAT í kg þe	93	93	92	102
Mjólkg/dag	21,6	33,5	21,4	32,4

¹Forsendur við útreikning í núverandi kerfi: Vothey; 0,90 FEm og 73 g AAT í kg þurrefnis. Kjarnfóður; 1,08 FEm og 116 g AAT í kg þurrefnis.

Annar og ekki síður mikilvægur eiginleiki við fóðrið, sem hefur töluverð áhrif, bæði á meltanleika þess og hve afkastamiklar örverur vambarinnar eru við að framleiða örveruprótein er innihald fóðurskammtsins af auðleysanlegum eða auðgerjanlegum kolvetnum (sykri og sterkju). Þegar kolvetnainnihald í fóðrinu er hátt dregur úr virkni vambarörveranna sem melta og vinna á frumveggjarefnum (NDF, uppleysanleg frumveggjarefni) og við það minnkar orku- og próteinnám úr fóðrinu til hverskonar afurðaframleiðslu.

Þetta dæmi sýnir aðeins nokkra af þeim samspils- eða samkeppnisþáttum sem hafa áhrif á næringargildi fóðursins í gripnum og sem tekið er tillit til í útreikningi á fóðurgildi í nýja fóðurmatskerfinu.

Í nýju fóðurmatskerfi er mjög þýðingarmikið að geta tekið mið af þessum þáttum, einkum til þess að nálgast raunverulegt virði fóðursins og skilgreina nákvæmar framleiðsluvirði þess.

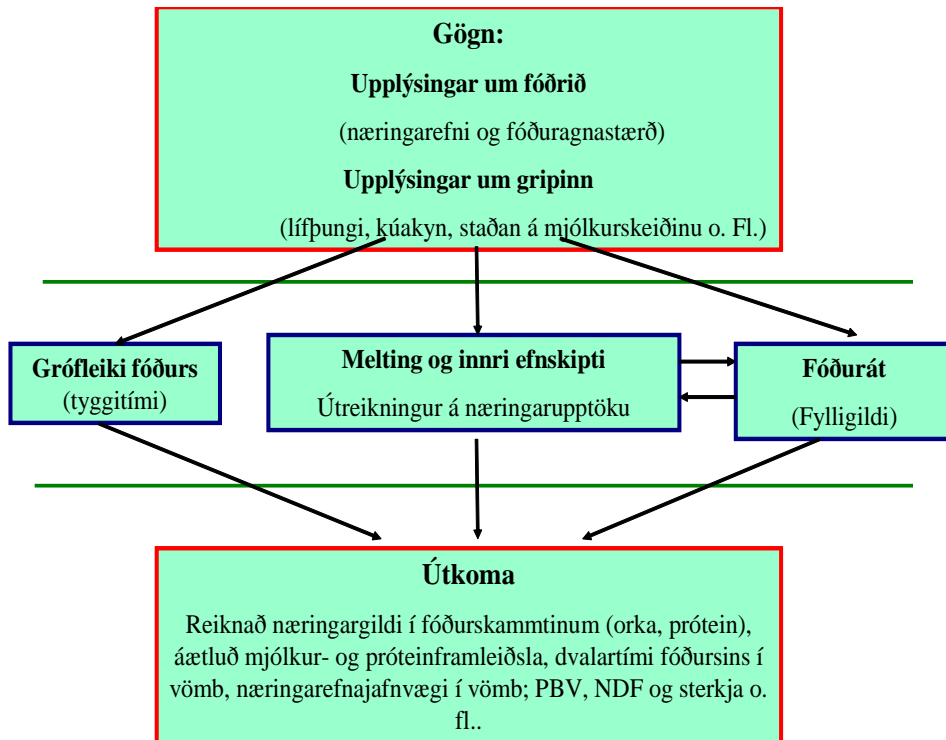
Þetta atriði skiptir ekki síst máli þegar kemur að því að meta hagkvæmni og kostnað við mismunandi fóðrun og framleiðslu mjólkur eða annara afurða nautgripa. Það þarf hlutfallslega lítinn bata í fóðurnýtingu til að það geti skipt miklu máli í heildar fóðurkostnaði. Þessu til viðbótar gefur þetta nýja fóðurmatskerfi möguleika á betri nýtingu næringarefna og getur dregið úr umhverfismengun, einkum að því er köfnunarefni varðar.



2. Uppbygging NorFor kerfisins

Nýja fódurmatskerfið er byggt upp af þremur einingum (Mynd 1):

- 1) veigamesti hlutinn lýtur að útreikningi á aðgengilegri næringu í fódri skepnunnar,
- 2) annar áætlar eða reiknar fódurátið á dag,
- 3) þriðji metur grófleika eða með öðrum orðum tréinissinnihald fódursins og jórtur- eða áttíma og gefur þar með vísbendingu um framleiðsluáðstæður örverannanna í vömb gripanna.



Mynd 1 Uppbygging nýja fódurmatskerfisins NorFor

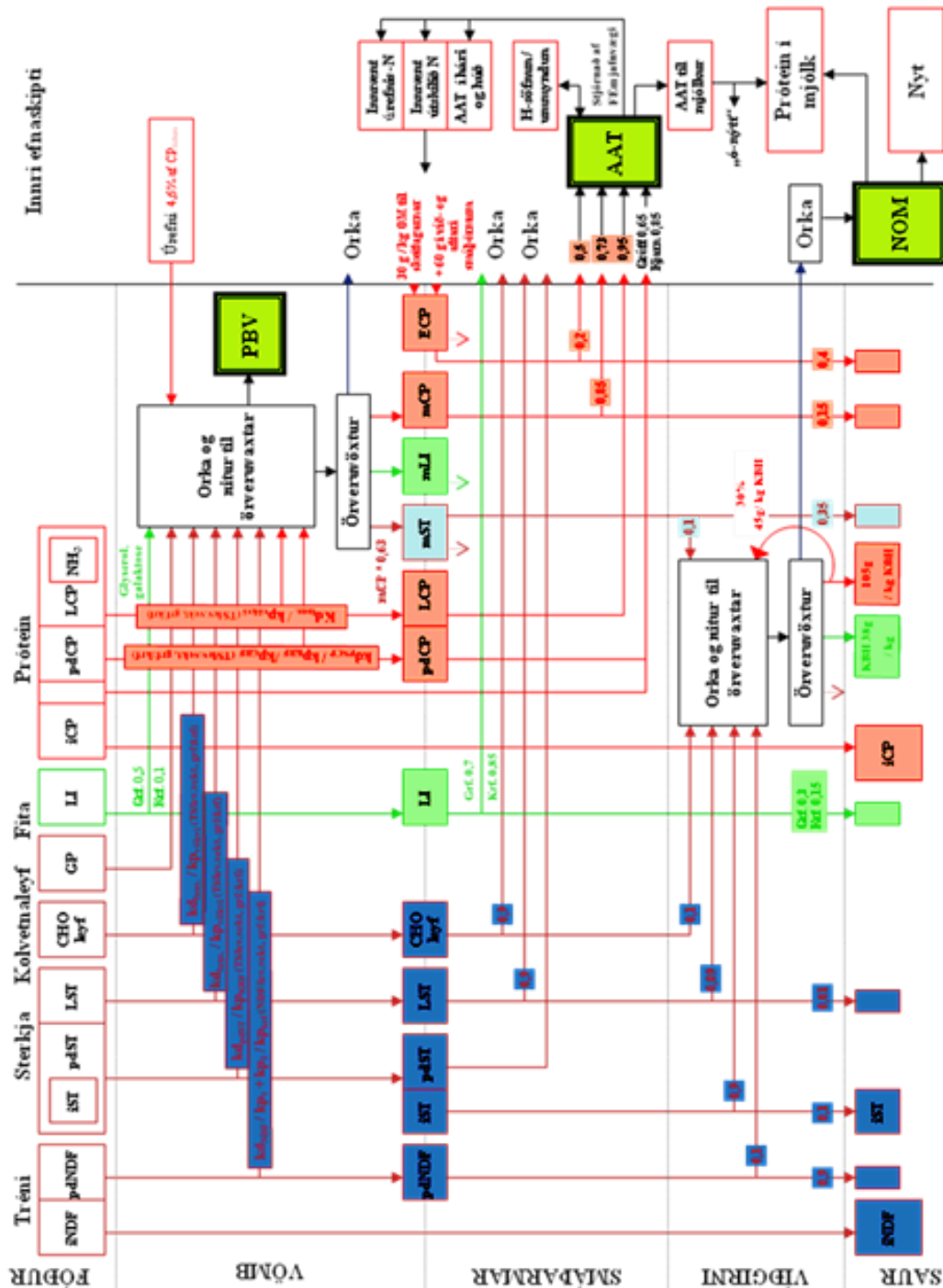
Þróun nýja fódurmatsins byggir á norsku kerfi, sem upprunalega varð til sem framþróun á AAT/PBV kerfinu sem við höfum notað hér á landi síðan 1996. Faglegur bakgrunnur þess er samt sem áður sú umfangsmikla rannsóknavinna sem fram fór á Norðurlöndunum á síðasta áratug liðinnar aldar um hagnýtingu á hermílkönnum til að lýkja eftir meltingu, næringarefnauppsogi og efnaskiptum í jórturdýrum.

Markmiðið með nýja NorFor-kerfinu er að hagnýta nýja þekkingu um;

- 1) Efnauppbyggingu í fódri, efnasamsetningu og eiginleika þess í gripnum
- 2) meltingarstarfsemi í einstökum hlutum meltingarvegarins hjá jórturdýrum,
- 3) örverumyndun á lífrænum efnum í vömb og víðgirnri,
- 4) nýtingu næringarefnanna til viðhalds og framleiðslu
- 5) finna aðferð til að meta eiginleika hinna tormelatrí efna í fódri (frumuveggjarefni, tréni, NDF) til þess að tryggja eðlilega vambarstarfsemi og betri umhverfis- og framleiðsluáðstæður í vömb.

Uppbygging nýja NorFor kerfisins er vissulega nokkru flóknari en núverandi orku- og próteinmatskerfi. Það var nauðsynlegt til þess að lýsa á nákvæmari hátt þeim ferlum efnauppbyggingar sem eiga sér stað í ólíkum hlutum í meltingarveginum. Rétt jafnvægi á

milli mismunandi næringarefna í fóðrinu hefur veruleg áhrif á meltingarstarfsemina, næringarefnafrásog, innri efnaskipti og fóðurnýtingu, - en einnig á efnasamsetningu mjólkur, heilbrigði og heilsufar gripanna. Nýja fóðurmatskerfið gerir því umtalsvert meiri kröfur til efnagreiningar á því fóðri sem til ráðstöfunar er heldur en núverandi kerfi gerir.

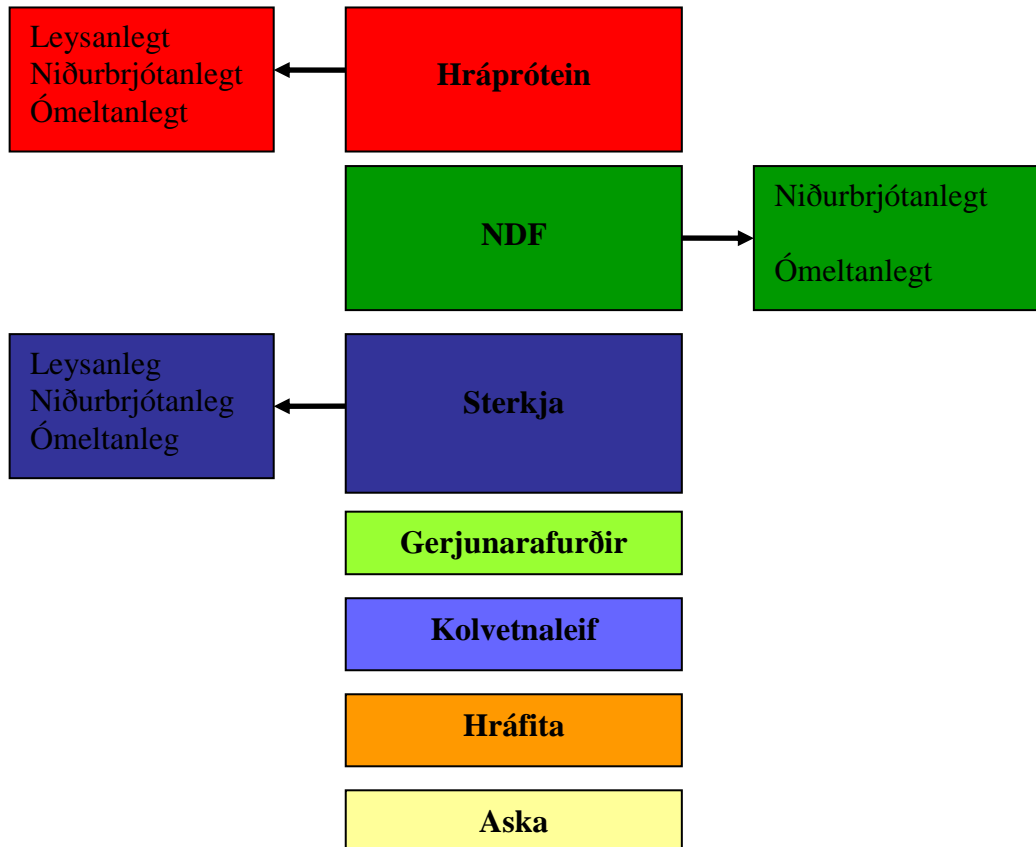


Yfirlitsmynd næringarefna módels í NorFor

3. Fóðurefnagreiningar

Næringarefnin í fóðrinu

Í NorFor fóðurmatskerfinu er fóðrið aðgreint í næringarefnin; - hráprótein, NDF (trefjar sem leysast upp í hlutlausri sápulausn), sterkju, hráfitu, gerjunarafurðir, ösku og kolvetnaleif. Nákvæmari lýsing á því hvernig næringarefnin brotna niður við gerjun í vömbinni krefst raunar enn frekari greiningar (Mynd 2).



Mynd 2 Efnagreining á fóðri í NorFor.

Ef við tökum prótein sem dæmi, skiptist það í þrjá hluta. Í fyrsta lagi hinn ómeltanlega sem við, óháð fóðrunaraðstæðum, finnum í saur. Í öðru lagi óuppleysanlegan hluta sem brotnar niður í vömb fyrir tilstuðlan vambarörveranna. Þessi hluti er nefndur niðurbjótanlegur þar sem við gerum ráð fyrir því fyrirfram að hann brotni allur niður. Umfang niðurbrotsins stjórnast hinsvegar af tvennu; annarsvegar hraða niðurbrotsins (sem er táknaður með kd og mældur í % á klst) og dvalartíma í vömbinni. Þriðji hlutinn er uppleysanlegur í vatni. Það einkennir þennan hluta að brotna mjög hratt niður í vömb og við það losnar prótein fyrir örverurnar.

3.1 Próteineiginleikar í kjarnfóðri

Tafla 2 sýnir dæmi um eiginleika próteins í fáeinum völdum kjarnfóðurtegundum. Töluverður munur er milli tegundanna. Sem dæmi má nefna að 66 % af hrápróteini í baunum er leysanleg

en aðeins 16 % í sojamjöli. Það skýrir hvers vegna sojamjöl hefur hærra AAT gildi en baunir. Próteineiginleikar byggs og haфра eru einnig ólíkir. Lægra AAT gildi í höfrum stafar m. a. af hærri leysanleika próteinsins og hraðara próteinniðurbroti (kdCP). Það veldur því á hinn bóginn að minna af próteini í höfrum flæðir aftur til þarma en af próteini í byggi. Niðurbrotshraði 11,6 %/klst í byggi þýðir að á einni klst brotna 11,6 % af byggpróteininu niður í vömbinni.

Tafla 2 Dæmi um eiginleika ¹hrápróteins (CP) í kjarnfóðri í NorFor.

Fóðurtegund	Prótein g/kg þe	sCP, % í CP	pdCP, % í CP	iCP, % í CP	kdCP, %/klst
Bygg	124	33	63	2,3	11,6
Hafrar	113	61	35	1,7	15,3
Maís	88	15	80	5,0	4,0
Rafsfræ	195	18	69	8,5	13,7
Baunir	212	66	34	1,0	8,8
Rafsmjöl	373	28	67	7,3	10,7
Sojamjöl	509	16	84	2,4	8,2
Maísgluten	695	4	96	5,1	1,5

¹Skammstafanir: sCP = leysanlegt prótein, pdCP = virkt niðurbrotanlegt prótein, iCP = ómeltanlegt prótein, kdCP = niðurbrotshraði pdCP_{CP} í vöm.

Algennt próteinfóður sem notað er til að auka AAT innihald í kjarnfóðurlöndu er maísglúten. Hátt próteininnihald, lítil leysanleiki og lítil flæðihraði veldur því að stór hluti próteinsins flæðir til þarma og gefur þannig af sér mikið AAT. Hlutfall ómeltanlegs próteins í kjarnfóðri er venjulega látt og því skilst lítið af því út með saur.

3.2 Sterkja í kjarnfóðri

Sterkja er mikilvægur orkugjafi fyrir vambarörverurnar. Það er vel þekkt að mikið af auðmeltanlegum kolvetnum í fóðrinu hemur eða torveldar starfsemi sérhæfðu örveranna sem melta NDF. Þessvegna er mikilvægt að hemja eða stjórna sterkjuinnihaldi dagsfóðursins. Um þennan þátt verður sérstaklega fjallað síðar. Eiginleikar sterkju í fáeinum völdum kjarnfóðurtegundum eru sýndir í töflu 3. Þar sjáum við að bæði sterkjumagnið og niðurbrotshraði er mjög breytileg á milli tegunda. Sterkjan í byggi og höfrum brotnar hratt niður, þannig að orka nýtanleg vambarörverunum losnar mjög fljótt. Á hinn bóginn losnar orka úr maís- og hrárru kartöflusterkju hægt þannig að meira af sterkju þessara fóðurtegunda skilar sér til meltingar í smáþörmunum. Að færa meltingu sterkju frá vömb til smáþarma getur undir vissum fóðrunarkringumstæðum verið hagkvæmt. Í NorFor fóðurmatskerfinu er mögulegt að stjórna samsetningu fóðursins þannig að hlutfallið á milli sterkju sem brotnar niður í vömb og þeirrar sem meltist í smáþörmum verði hagstætt.

Tafla 3 Dæmi um eiginleika ¹sterkju (ST) í kjarnfóðri samkvæmt greiningu í NorFor kerfinu.

Fóðurtegund	Sterkja g/kg þe	sST, % af ST	pdST, % af ST	kdST, %/klst
Bygg	598	37	63	39,7
Hafrar	442	68	32	80,8
Hveiti	620	41	59	74,8
Kart. (hráar)	781	34	66	4,9
Maís	713	8	92	6,2
Durra	720	17	83	5,0
Baunir	478	43	57	7,6

Maís gluten	150	62	38	10,2
--------------------	-----	----	----	------

¹Skammstafanir: sST = uppleysanleg sterkja, pdST = niðurbjótanleg sterkja, kdST = niðurbrotshraði pdST

3.3 NDF í kjarnfóðri

Í NorFor kerfinu eru tormeltanlegu plöntukolvætnin táknuð með NDF (uppleysanlegt tréni í hlutlausri sápullausn). NDF í kjarnfóðri brotnar að takmörkuðu leiti niður í vömb og lítill hluti er nýttur af vambarörverunum. Undantekning frá þessu eru (sykur)rófnaafurðir sem innihalda hátt hlutfall að uppleysanlegu tréni og hafa lágan meltanleika á NDF (iNDF). Fóðurtegundir sem innihalda sykurrófnatrefjar eru sérlega áhugaverðar í tilvikum þar sem t. a. m. er gefið mikið kjarnfóður með beit. Rófnatrefjar hafa jákvæð áhrif á umhverfið í vömbinni (pH) og vambargerjunina og mynda „byggingarefni” til myndunar mjólkurfitu.

Tafla 4 sýnir niðurbrot NDF í fáeinum völdum kjarnfóðurtegundum. Kjarnfóður inniheldur mikið af iNDF, einkum hafrar vegna hlutfallslega mikils innihalds af frumuhýði. Það skýrir lægra orkuinnihald í höfrum en í bygg. Á hinn bóginn er ástæða til að benda á baunirnar, með 20 % NDF innihald, þar sem aðeins lítill hluti þess er ómeltanlegur. Af því leiðir að baunir eru orkuríkara fóður en bygg.

Tafla 4 Dæmi um greiningu á eiginleikum ¹NDF í kjarnfóðri í NorFor.

Fóðurtegund	NDF g/kg þe	pdNDF, % af NDF	iNDF, % af NDF	kdNDF, %/klst
Bygg	194	64	36	11,6
Hafrar	331	42	58	12,7
Hveiti	130	69	31	24,3
Hveitiglið	447	68	32	8,8
Maís	121	78	22	17,4
Baunir	207	98	2	6,4
Maís gluten	60	90	10	4,9
Rófnatrefjar, þurrkaðir	493	90	10	8,3

¹Skammstafanir: pdNDF = virkilega niðurbjótanlegt NDF, iNDF = ómeltanlegt NDF alls, kdNDF = niðurbrotshraði pdNDF í vömb.

3.4 NDF eiginleikar gróffóðurs

Orku- og próteingildi (AAT) í gróffóðri ræðst að tölverðu marki af NDF. Í NorFor kerfinu er NDF skipt upp í tvo hluta, - ómeltanlegan hluta (iNDF) og niðurbjótanlegan (pdNDF). Sá ómeltanlegi, - iNDF hlutinn, er alveg óháður fóðrunaraðstæðum og skilst allur út með saur. Sá niðurbjótanlegi, pdNDF er sá hluti NDF sem getur brotnað niður í vömb, og ákvarðast umfang niðurbrotsins annarsvegar af niðurbrotshraðanum (kdNDF) og hinsvegar dvalartíma fóðursins í vömbinni. Dæmi um magn og niðurbrotsmynd NDF í gróffóðri er sýnt í töflu 5.

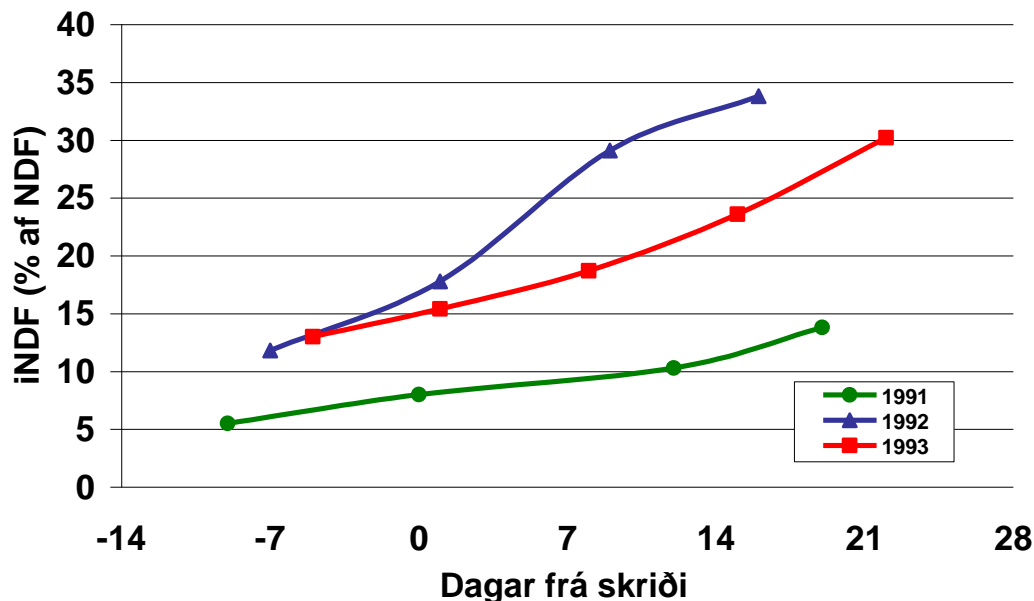


Tafla 5 Dæmi um innihald og niðurbrotsmýnd ¹NDF í gröffóðri.

Fóðurtegund	NDF g/kg þe	pdNDF, % af NDF	iNDF, % af NDF	kdNDF, %/klst
Vallarfoxgras. Snemma á beitarstigi	416	93	7	7,6
Vothey, blandaðar tegundir. Skrið vallarfoxgrass	525	83	17	4,8
Vothey, blandaðar tegundir. 10 dögum eftir skrið vallarfoxgrass	621	74	26	3,6
Rauðsmári, við skrið vallarfoxgrass	243	76	24	8,1
Hálmur, ómeðhöndlaður	870	69	31	2,2
Másvothey	420	77	23	2,8

¹ Skammstafanir: pdNDF = (virkt)niðurbrotshraði NDF, iNDF = ómeltanlegt NDF, kdNDF = niðurbrotshraði pdNDF í vömb.

Niðurbrotsmýndin er afar breytileg bæði milli og innan gröffóðurtegunda. Minnsta innihald af iNDF og mesta niðurbrotshraða höfum við í ungum grösum á beitarstigi en hæst innihald iNDF í hálmi. Í töflu 5 er sýnt að niðurbrotseiginleikarnir eru háðir þroskastigi grasanna. Áhrif þroskastigs og árasveifla á iNDF í vallarfoxgrasi er sýnd á mynd 3. Sömu spildurnar voru slegnar þrjú ár í röð og sýnir myndin vel árasveiflur í iNDF innihaldi. Til viðbótar sláttutíma getur mikill munur skýrst af mismun í hitafari og úrkomu þessi ár. Árið 1992 olli mikill hiti og lítil úrkoma háu iNDF innihaldi í grösum. Aftur á móti var vorið og fyrri hluti sumars 1991 rakt og kalt, sem leiddi til þess að iNDF magn í grösum var lágt. Í rauninni þýðir þetta að þegar svona árar hefur 14 daga munur í sláttutíma lítil áhrif á orkuinnihald gröffóðurs, en í árum eins og 1992 eru áhrifin mikil. Sem dæmi má nefna að aukning í iNDF magni í grasi frá 10 til 20 % lækkar orkugildið úr 0,92 í 0,85 FEm í kg þurrefnis.



Mynd 3 Áhrif þroskastigs og árafars á innihald ómeltanlegs NDF (iNDF) í vallarfoxgrasi (eftir Nordheim ofl 2002).

Á sama hátt mun minnkun á niðurbrotshraða úr 6 í 3%/klst lækka FEM gildið úr 0,92 í 0,87. Í reynd er það svo að aukinn grasþroski hefur áhrif bæði á innihald af iNDF og niðurbrotshraðann þannig að áhrifin magnast. 14 daga munur í sláttutíma lækkar orku- og próteingildið um 20 af hundraði.

3.5 Próteineiginleikar gróffóðurs

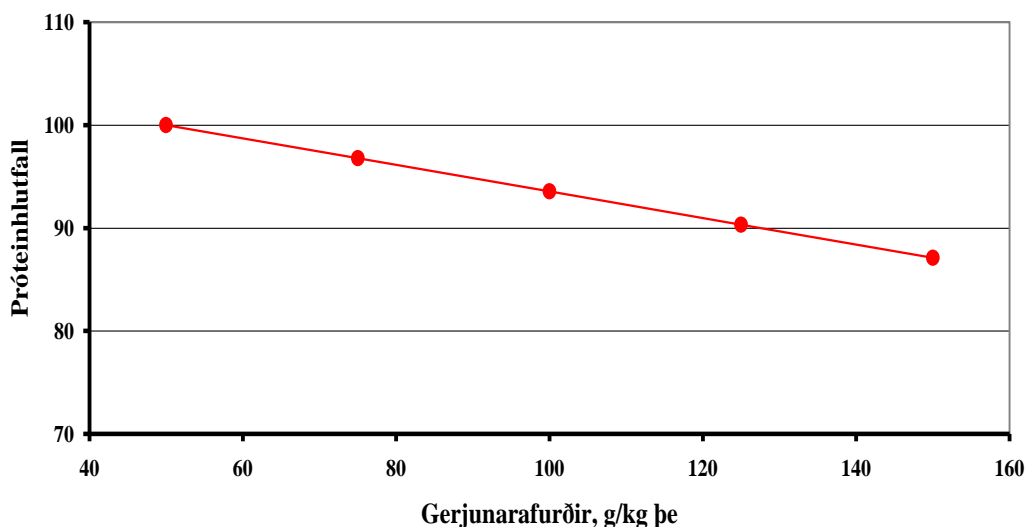
Það er fyrst og fremst verkunaraðferð gróffóðursins sem hefur mest áhrif á eiginleika próteinsins. Votheysgerjun gerir próteinið uppleysanlegra og um leið niðurbrotanlegra í vömb. Þannig hefur vothey lægra AATgildi og hærra PBV gildi en gras við sama próteininnihald.



In sacco eða poka-aðferð er grunn aðferð til ákvörðunar niðurbrotseiginleika fóðurs í NorFor

3.6 Gerjunarafurðir í votheyi

Andstætt núverandi fóðurmatskerfi tekur NorFor kerfið tillit til þess hvernig gerjunarafurðir í votheyi (sýrur) hafa áhrif á AAT gildi fóðursins. Auðmeltanlegu kolvetnin í grösunum eru góður orkugjafi fyrir vambarörverur. Við votheysgerjun umbreytast þau í rok gjarnar sýrur (mjólkursýru, ediksýru, smjörksýru, própíónsýru og etanol). Gerjunarafurðir í votheyi nýtast að litlum hluta sem orkugjafi fyrir örverurnar til myndunar á örverupróteini. Mikið af gerjunarafurðum lækkar AAT gildið. Mynd 4 sýnir hvernig innihald gerjunarafurða, sýra, hefur áhrif á hlutfallslegt AAT gildi í votheyi. Aukning frá 50 upp í 120 g í kg þurrefnis lækkar AAT gildið um 10 %. Þetta veldur því að við 10 kg votheysát svarar AAT-mismunurinn til AAT-þarfa fyrir framleiðslu á 1 kg mjólkur.



Mynd 4 Áhrif gerjunar á hlutfallslegt AAT gildi í votheyi.

Núna höfum við farið yfir hvernig fóðurefni eru greind í NorFor kerfinu. Samanborið við núverandi fóðurmatskerfi krefst það meiri aðgreiningar. Kostirnir sem því fylgja eru að við fáum aukna möguleika til þess að lýsa ferlum ummyndunar fódursins sem eiga sér stað í meltingarveginum og þar með að „besta“ fódursamsetninguna. Þetta á ekki síst við um möguleikana á að jafnvægja næringaraðstreymi til vambarörveranna, sem er grunnur að virkri orku- og AAT upptöku í skepnum. Við höfum einnig sýnt dæmi um niðurbrotsmynd eða niðurbrotseiginleika næringarefna í ólíkum kjarnfóðurtegundum. Á grundvelli þessara eiginleika er með aukinni nákvæmni hægt að setja saman kjarfnóðurlöndur út frá því hvernig þær virka í vömbinni.

Nýja NorFor kerfið metur gróffóðurgæðin betur með því að meta hvernig ólíkir NDF hlutar umbreytast við vambargerjunina. Þetta hefur hagnýtt gildi bæði fyrir næringargildi gróffóðursins og einnig fyrir gróffóðurátið. Notkun fóðurmatskerfisins grundvallast á því að greina megi á fljótvirkan og ódýran hátt NDF eiginleika fódursins. Sama efnagreiningatækni (NIR-greining) sem notuð er í dag til efnagreininga á gróffóðri hefur gefið mjög ásættanlegar niðurstöður. Þegar kerfið verður tekið í notkun munum við geta greint bæði efnainnihald í gróffóðri og einnig mikilvægustu niðurbrotsþætti næringarefnanna.



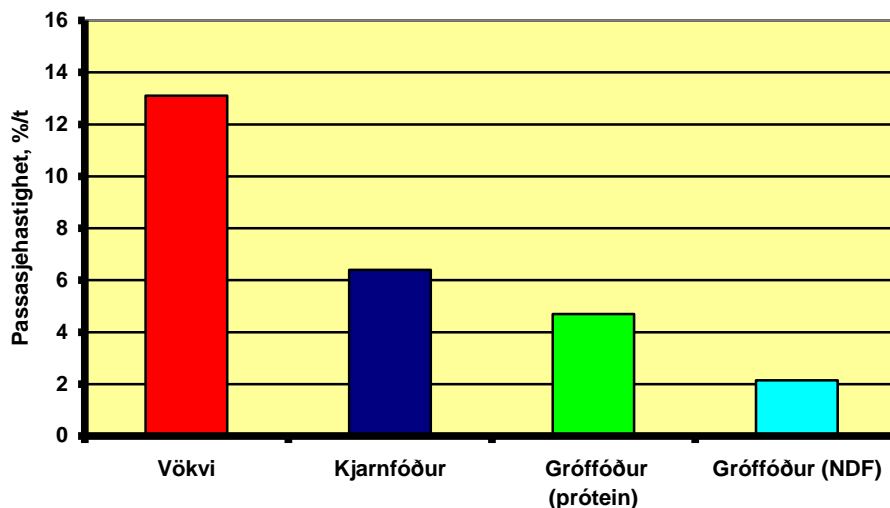
Innihald ómeltanlegs NDF (iNDF) hefur áhrif á næringargildi fóðursins

4. Melting fódursins í vömb

Einn af þeim þáttum sem aðskilur nýja kerfið frá þeim sem nú eru í notkun er að einstakar fódurtegundir í fódurskammti hafa ekki fast orku- og próteingildi, heldur er það breytilegt eftir stærð fódurskammtsins og samsetningu. Af þessu leiðir að nýja matskerfið metur raunverulegt fódurgildi fódursins. Við ákvörðun á raunverulegu fódurgildi er í NorFor kerfinu tekið tillit til þess hvernig mismunandi aðstæður hjá skepnunni og eiginleikar fódursins hafa áhrif hvort á annað við meltingu næringarefna fódursins í meltingarveginum. Í þessum kafla verða rakin dæmi um hvernig samspil eða víxláhrif milli stærðar fódurskammtsins og samsetningar fódursins hefur áhrif á meltingu næringarefnanna í vömb og hver áhrif þess eru á næringargildi fódursins.

4.1 Flæðihraði fódurs frá vömb

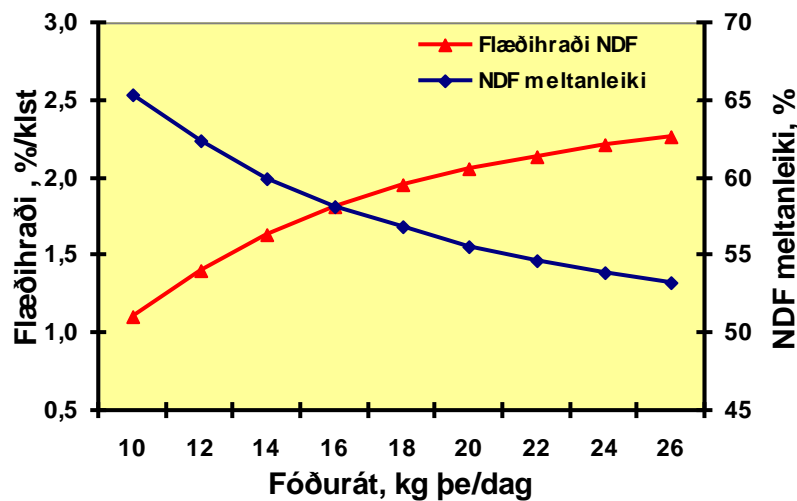
Til þess að geta metið eða reiknað meltingu næringarefnanna í vömb (próteins, sterkju, sykurs, NDF og fitu) er æskilegt að skipta þeim upp í vatnsleysanlegan hluta og niðurbrotanlegan hluta. Báðir þessir hlutar eru þannig að þeir geta brotnað niður í vömb og veitt örverunum næringu til framleiðslu á örverupróteini sem er mikilvægasta AAT uppsprettan hjá jórturdýrum. Niðurbrot fódursins í vömb er háð tíma og umfang þess ákvarðast af hlutfallinu á milli niðurbrotshraða og flæðihrað út úr vömbinni. Það er því í raun samkeppnin á milli þess hve hratt fódrið brotnar niður í vömbinni og hve hratt það flæðir úr vömb og aftur til þarmanna sem ákvarðar niðurbrotið eða vambarmeltanleikann. Öndverða flæðihraðans er dvalartími fódursins í vömb og því hraðar sem flæðihraðinn er því styttri verður dvalartími fódursins í vömbinni. Flæði fódurs frá vömb er mjög mismunandi eftir því á hvaða formi það er (Mynd 5). Við útreikning á niðurbroti fódurs í vömb er óhjákvæmilegt að taka tillit til mismunandi fódurtegunda og fódurgerða.



Mynd 5 Flæðihraði út úr vömb þar sem dagsfóðrið er 11 kg gróffóður þurrefnis og 10 kg kjarnfóðurs.

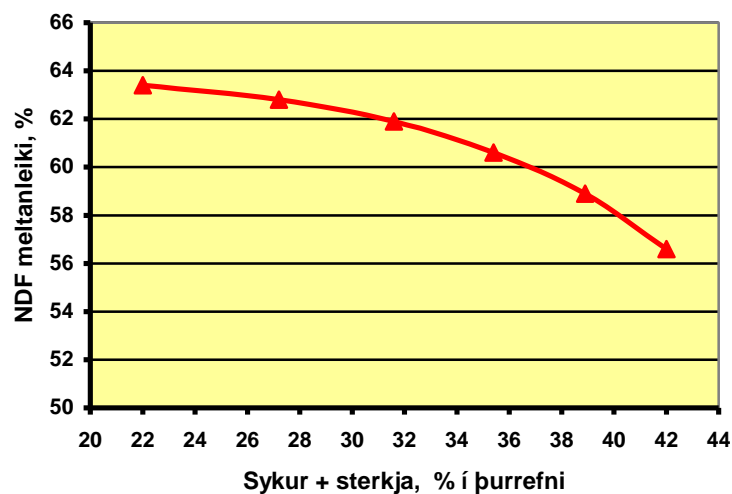
Flæðihraðinn 6 % merkir; - að 6 af hundraði vambarinnihaldsins flæðir út úr vömb á klst. Flæðihraði 6 % samsvarar 16,7 klst dvalartíma fódursins í vömb. Mynd 5 sýnir að kjarnfóður flæðir hraðar en gróffóður og að NDF úr gróffóðrinu er sá hlutinn fódursins sem flæðir hægst. Ástæðan fyrir þessu er að gróffóður og kjarnfóður hafa ólíka agnastærð. Mældur dvalartími á mynd 5 er; 8, 16, 21 og 47 tímar fyrir vökva, kjarnfóður, gróffóðurprótein og

gróffóður NDF. Það tekur tíma að smækka gróffóðrið frá því að stráin eru nokkrir cm að lengd þegar það er bitið eða étið í að vera nokkrir mm þegar það getur flætt út úr vömb. Þess vegna er dvalartími NDF í gróffóðri í vömb nokkuð langur. Til viðbótar því að mismunandi fódurgerðir flæða mishratt er flæðihraðinn breytilegur innan fódurgerða vegna áhrifa fódurátsins. Mynd 6 sýnir hvernig fódurátið virkar á flæðihraða NDF í gróffóðri. Við 10 kg daglegt þurrefnisát er flæðihraðinn u.þ.b. 1%/klst og meltanleiki NDF í vömb um 65%. Með vaxandi fóduráti eykst flæðihraðinn og við það stytst dvalartíminn í vömbinni og meltanleik NDF lækkar. Þetta þýðir í rauninni að sama gróffóður hefur breytilegt fódurgildi eftir því hvert fódurátið er. Til dæmis er orkugildi gróffóðurs 0.92 FEM í kg þe þegar fódurátið er 10 kg þe, en lækkar í 0.86 FEM í kg þe þegar fódurátið eykst í 24 kg þe á dag. Dæmið sýnir að orkugildi gróffóðursins getur verið breytilegt milli gripa innan sömu hjarðar þegar fódurátið er breytilegt.



Mynd 6 Áhrif fóduráts á flæðihraða NDF út úr vömb.

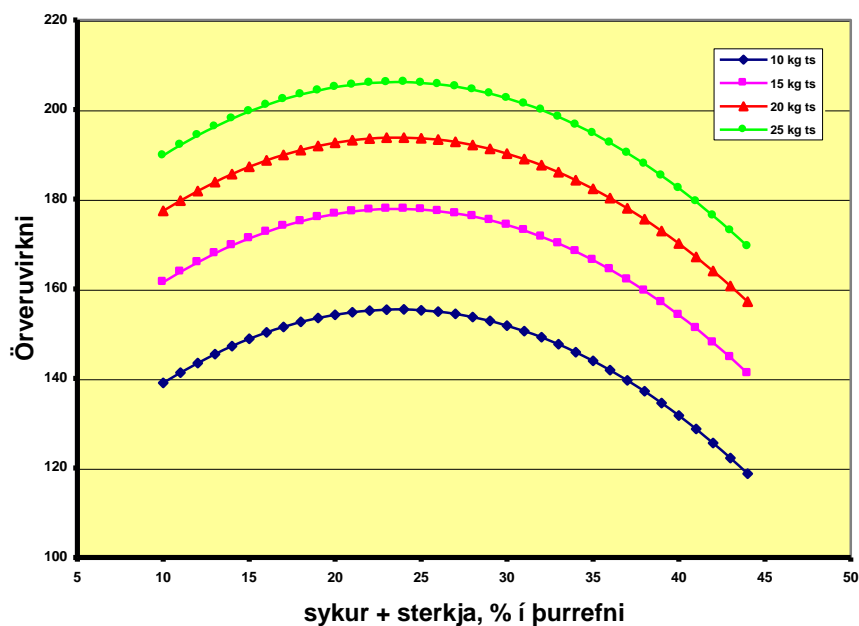
Aðstæður sem einnig geta haft áhrif á meltanleika NDF í vömbinni er samanlagt sykur- og stekjuinnihald í fóðrinu. Vaxandi magn af sykri og sterkju hefur áhrif á aðstæðurnar í vömbinni og dregur úr hæfni vambarörveranna til að melta NDF. NorFor kerfið tekur tillit til þessara aðstæðna eins og sýnt er á mynd 7.



Mynd 7 Áhrif sykurs + sterkju í fódurskammti á vambarmeltanleika NDF.

Meltanleiki NDF

Í dæminu er vambarmeltanleiki NDF um 63 % þegar samanlagt sykur + sterkjuinnihald í fódurskammtinum er um 22 % , en meltanleikinn lækkar í 58 % þegar sykur + sterkjuinnihaldið hækkar í 40 %. Það veldur því síðan að FEm gildið í gróffóðrinu lækkar úr 0,92 í 0,87 í kg þurrefnis við að sykur + sterkja eykst úr 22 í 40 % í fódurskammtinum. Hin neikvæðu áhrif eru tiltölulega væg svo lengi sem fóðrið inniheldur innan við 30 % sykur + sterkju. Vandamálið er þess vegna stærst hjá hámjólka kúm á mikilli kjarnfóðurgjöf. Eitt ráð til að draga úr hinum neikvæðu áhrifum er að blanda kolvetnum í kjarnfóðrið eins og t.d. rófnatrefjum eða kornklíði en þessar fóðurtegundir innihalda NDF (frumuveggjarkolvetni) í stað sterkju. Reikna má með að örveruprótein sem myndast í vömb mæti 60-80 % af AAT þörfum kýrinnar. Hversu virkar vambarörverurnar eru við að framleiða prótein er háð fóduráti og fódursamsetningu. NorFor kerfið tekur tillit til þessara áhrifa eins og sýnt er á mynd 8.



Mynd 8 Virkni örveruprótein
Framleiðslu (grömm örveruprótein í kg lífræns efnis sem meltist í vömb) við
breytilegt fódurát og magn sykurs og sterkju í dagsfóðrinu.



Ljósm. Jón Eiríksson

Virgni örverupróteinframleiðslu.

Með auknu fóduráti eykst virkni vambarörveranna til að framleiða örveruprótein og það leiðir til þess að AAT gildi fódurtegundanna hækkar með auknu áti. Ennfremur sýnir mynd 8 að þegar innihald fódursins af auðmeltanlegum kolvetnum (sykri + sterkju) vex frá 10 til 25 % í þurrefni eykst framleiðsla á örverupróteini, en frekari aukning leiðir til minnkandi virkni vambarörveranna. Í núverandi AAT/PBV fódurmatskerfi er ekki tekið tillit til þessa og því er AAT gildi fódursins breytilegra en í nýja kerfinu. Mynd 8 sýnir einnig að forsendan fyrir því er að geta reiknað raunverulegt AAT gildi fódursins er að við þekkjum fódursamsetninguna og fódurmagn sem étið er.

4.2 Afleiðingar nýja fódurmatskerfisins

Dæmin sem rakin hafa verið hér að framan sýna aðeins hluta þeirra samverkandi þátta í NorFor kerfinu sem geta skýrt hvers vegna fódrið hefur ekki fast orku- og próteingildi. Ákvörðun á meltanleika næringarefna í smápörmum og nýting orku og próteins til mjólkurframleiðslu tekur einnig tillit til samspils fódursamsetningar og stærðar fódurskammtsins. Ekki verður farið náið út í þá hluti hér en dæmin frá vambarmeltingunni verða notuð til þess að sýna hvernig NorFor tekur tillit til samspilsáhrifanna. Ein afleiðing af þessu verður óhjákvæmilega sú, að fódurmatskerfið verður flóknara og umfangsmeira í uppbyggingu en þau fódurmatskefi sem við notum í dag. Ennfremur verður erfiðara að skilja til hlítar ganginn í sjálfu matskerfinu. Þess vegna er nauðsynlegt að þróa jafnhliða öflug og notendavæn verkfæri/hugbúnað til að vinna með kerfið í skipulagi fóðrunar og fóduráætlanagerð.



5. Orku- og próteingildi í fóðri

Það sem aðskilur NorFor-fóðurmatskerfið og þær fóðurmatsaðferðir sem nú eru í notkun, t.d. á Norðurlöndum, er að hver fóðurtegund hefur ekki fast orku- eða próteingildi. Það er breytilegt eftir fóðuráti (fóðurumsetningu) og efnasamsetningu fóðursins. Þá fyrst getum við reiknað fóðurgildið þegar við þekkjum fóðurátið á gröffóðri og kjarnfóðri, svo og aðrar framleiðsluáðstæður hjá gripunum. Þetta þýðir að í NorFor-fóðurmatskerfinu er metið eins raunverulegt fóðurgildi í tilteknum fóðurskammti og tók eru á en ekki staðlað gildi eins og við gerum nú. Þar með fáum við traustari grundvöll til að reikna eða áætla væntanlega svörun hjá gripunum við fóðrinu, t.d. í framleiðslu á mjólk. Melting eða ummyndun fóðursins í mismunandi hlutum meltingarvegarins er undirstaða ákvörðunar á orku- og próteingildi fóðursins. Um það verður fjallað í eftirfarandi kafla

5.1 Frá fóðureiningu í megajúl (MJ)

Ein afleiðing nýja, norræna fóðurmatskerfisins (NorFor) er að mælieiningin fyrir orku breytist úr „fóðureiningu“ (FEm) í „megajúl“ (MJ). Áfram verður orka fóðursins metin sem **virk orka til mjólkurframleiðslu** (NOM) en mælieiningin verður MJ. Í Svíþjóð er orka í fóðri ákvörðuð sem breytiorka (BO) og mæld í MJ. Í Danmörku hefur skandinavíska fóðureiningin (nfe) verið notuð. Það er ekki sama fóðureining og sú sem Norðmenn og við notum hér á landi (FEm). Öll löndin sem standa að NorFor-samvinnunni munu því taka í notkun nýja viðmiðun í fóðurorku, annaðhvort sem nýja mælieiningu (Noregur, Ísland og Danmörk) eða sem nýtt orkugildi (Svíþjóð og Danmörk). Hvað Ísland og Noreg varðar þýðir þetta að 1 FEm (mjólkurfóðureining) samsvarar 6,9 MJ (megajúlum).

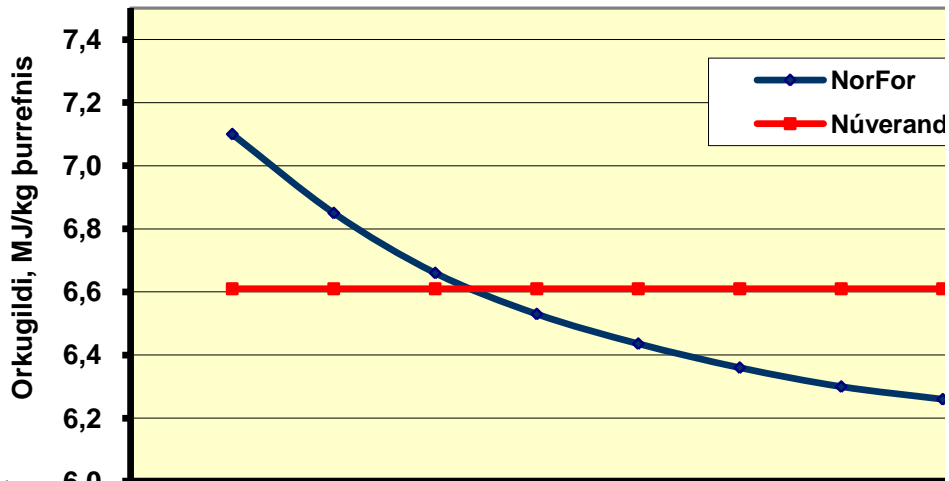
Að því er varðar prótein þá verður AAT-einingin (aminósýrur uppteknar í mjóginu) og PBV (próteinjafnvægi í vömb) notaðar áfram. Til þess að sýna að þær gildi í NorFor verða táknið AATp og PBVp notuð. Á sama hátt og í núverandi fóðurmatskerfi er það AAT, annars vegar aminósýrur úr örverupróteini og hins vegar beint úr fóðrinu, sem ákvarðar próteingildi fóðursins. Aðferðin við útreikning þessara tveggja gilda er ekki sú sama í NorFor-fóðurmatsaðferðinni og í núverandi próteinmatskerfi - AAT/PBV.



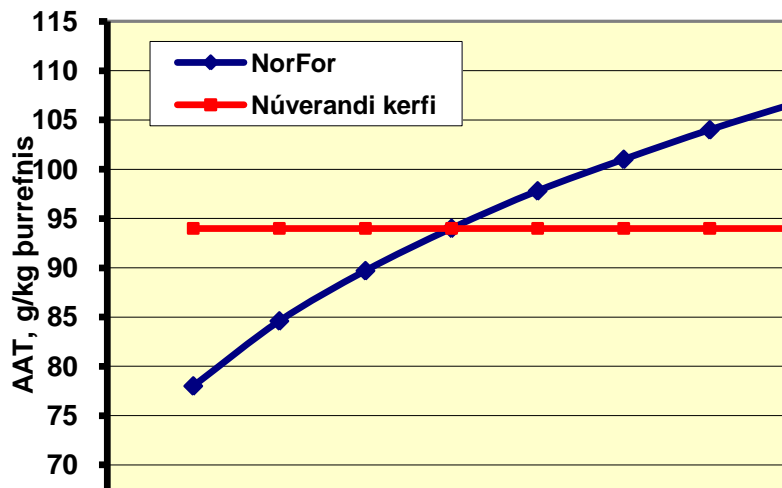
NorFor tekur tillit til samspils milli gröffóðurs og kjarnfóðurs

5.2 Breytileg orku- og próteingildi

Meltanleiki kolvetna (sykurs, sterkju og NDF), próteins og fitu er grunnur að útreikningi á orkugildi fódursins. Í NorFor stjórnast meltanleikinn af fóduráti eða fódurumsetningu. Almenna reglan er að við aukið fódurát stýttist sá tími sem fódrið er í vömbinni - flæðihraði þess gegnum vömbina eykst og vambarörverurnar fá þá skemmri tíma til að vinna á því. Dæmi um hvernig fódurátið virkar á reiknað orkugildi fódurskammtsins og AATp-gildið er sýnt á myndum 9 og 10. Til þess að einfalda framsetninguna er samsetning fódurskammtsins í dæminu höfð föst (60% gróffóður og 40% kjarnfóður).



Mynd 9 Áhrif fóduráts á orkuinnihald í fódurskammti, annars vegar ákvarðað samkvæmt NorFor-aðferðinni og hins vegar samkvæmt núverandi fódurmatsaðferð.



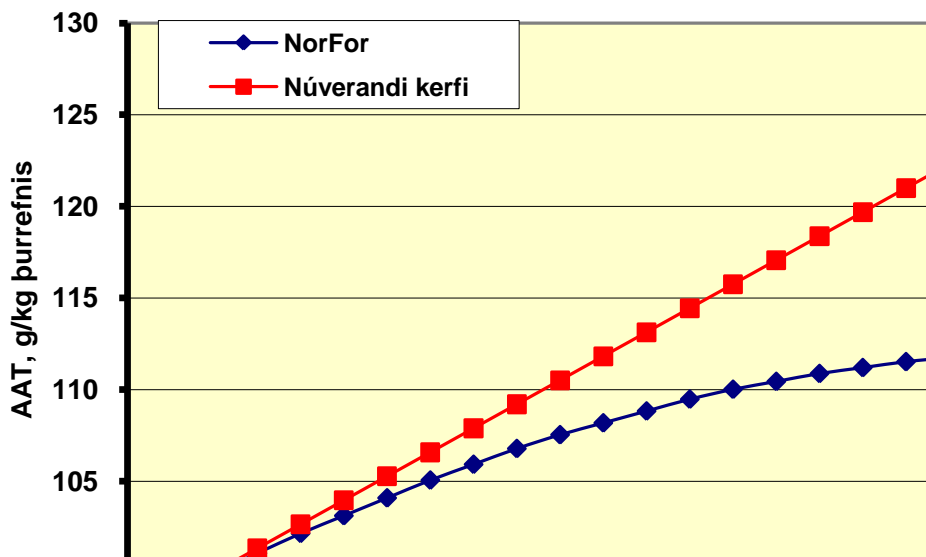
Mynd 10 Áhrif fóduráts á AAT-innihald í fódurskammti, annars vegar ákvarðað samkvæmt NorFor-aðferðinni og hins vegar samkvæmt núverandi fódurmatsaðferð.

Á myndunum má einnig sjá samanburð við núverandi fódurmatsaðferð. Núverandi matsaðferð gefur fast orkugildi í fódurskammti 6,7 MJ NOM (0,97 FEm) í kg þurrefnis en samkvæmt NorFor-aðferðinni allt frá 7,1 MJ NOM við 1,5-falda viðhaldsfóðrun og niður í 6,2 MJ NOM við fódurát sem svarar til fimmfaldrar viðhaldsfóðrunar (u.þ.b. 45 kg dagsnyt). Orkugildi fódurskammtsins lækkar um 13% á þessu bili. Í núverandi fódurmatskerfi er einnig tekið tillit til hliðstæðra áhrifa, en ekki í eins ríkum mæli, því þar er leiðréttingin aðeins um 7%. Afleiðingin er því sú að í NorFor er gerð vaxandi krafa um orku í fóðrinu, um vaxandi orkustyrk, með hækkandi dagsnyt. Fódurskammturinn í dæminu reiknast samkvæmt

núverandi fódurmatsaðferð innihalda fast AAT-gildi 94 g/kg þurrefnis (þe), en samkvæmt NorFor-aðferðinni vex AATp-gildið úr 78 upp í 109 g/kg þurrefnis þegar fódurátið eykst úr 7,5 kg í 27,5 kg þe/grip/dag. AATp-innihald fódurskammtsins eykst um u.þ.b. 40%. Ástæðan fyrir því að AAT-gildið hækkar, þrátt fyrir að vambarmeltanleiki fódursins lækki með auknu fóduráti, er að virkni örverupróteinframleiðslunnar í vömbinni vex. Það stafar af því að lægra hlutfall aðgengilegrar orku fyrir vambarörverurnar er notað til viðhalds en orkan nýtist þess í stað til vaxtar og framleiðslu á örverupróteini. Þó svo AAT-gildið hækki með auknu fóduráti þýðir það ekki sjálfkrafa meiri mjólkurframleiðslu. Nýting AAT til mjólkurframleiðslu minnkar með hækkandi hlutfalli milli próteins og orku - AAT/NOM. Þess vegna er mikilvægt að finna jafnvægið á milli AAT og NOM til að ná mikilli mjólkurpróteinframleiðslu. Í NorFor- aðferðinni er tekið tillit til þessa við samsetningu á fódurskammti.

Samsetning fódurskammtsins

Eins og getið er um að framan hefur samsetning fódurskammtsins einnig áhrif á fódurgildið. Þar vegur þyngst hlutfallið á milli auðmeltanlegra kolvetna (sykurs og sterkju) og NDF í fóðrinu, en það hefur áhrif á niðurbrot fódursins í vömbinni og örverupróteinframleiðsluna. Með aukinni hlutdeild kjarnfóðurs í fódurskammtinum hækkar venjulega sterkjumagnið í fóðrinu en magn NDF lækkar. Á mynd 11 er sýnt hvaða áhrif þetta hefur á AAT-gildið í fóðrinu. Til að bera saman núverandi fódurmatsaðferð og NorFor-aðferðina eru notað hlutfallsgildi. AAT-gildið við kjarnfóðurhlutfall 15 er sett jafnt og 100. Í núverandi AAT/PBV-kerfi er reiknað með fastri 0,5% aukningu í AAT-gildi fódurskammtsins fyrir hvert prósentustig sem kjarnfóðurhlutfallið hækkar, en með NorFor-aðferðinni er gengið út frá því að þetta samhengi sé ekki línulegt. Þetta þýðir að hlutfallsleg aukning í AAT-gildi fódurskammtsins minnkar með hækkandi hlutdeild kjarnfóðurs. Sem dæmi hækkar AAT-gildið um 1,2% þegar kjarnfóðurhlutfallið hækkar úr 40 í 45% en í núverandi fódurmatskerfi er hliðstæð aukning 2,5%.



Mynd 11 Áhrif kjarnfóðurhlutfalls á hlutfallslegt AAT-gildi, annars vegar ákvarðað samkvæmt NorFor- aðferðinni og hins vegar samkvæmt núverandi AAT/PBV –kerfi. Kjarnfóðurhlutfall 15 er sett jafnt og 100

5.3 Stöðluð fódurgildi

Dæmin á myndum 9-11 sýna á hver ólíkt NorFor-kerfið og núverandi matskerfi meta orku- og próteingildi fódursins. Áhugaverð og mikilvæg spurning er hvort NorFor- aðferðin hefur áhrif á hlutfallslegt fódurgildi á milli fódurtegunda. Sé það tilfellið leiðir það til þess að fódurtegundir raðast á annan hátt en nú er, það getur haft áhrif á verðhlutföll, t.d. milli hráefna

í kjarnfóðri. Þar sem stærð fóðurskammtsins og samsetning hefur áhrif á reiknað fóðurgildi er erfitt að gera þannig samanburð. Einn möguleiki er að skilgreina staðlaða fóðurskammta og reikna síðan fóðurgildi í hverri fóðurtegund fyrir sig við þær stöðluðu aðstæður. Í NorFor-aðferðinni hafa verið skilgreindir tveir slíkir fóðurskammtar. Þeir eru annaðhvort 8 eða 20 kg þurrefnis á dag og innihalda 50% kjarnfóður. Til viðbótar er einnig gerð krafa um próteininnihald, sterkju og NDF í fóðurskammtinum. Samanburður á virkri orku til mjólkurframleiðslu (NOM), AATp og PBVp í stöðluðum fóðurskammti sem er 20 kg þurrefnis á grip/dag er sýndur í töflu 6.

Tafla 6 Dæmi um orku- og próteininnihald í fóðri ákvarðað í stöðluðum fóðurskammti í NorFor sem samanstendur af 50% kjarnfóðri og 20 kg þurrefnisáti á dag. Til samanburðar er einnig sýnt orkugildi í mjólkurfóðureiningum (FEM).

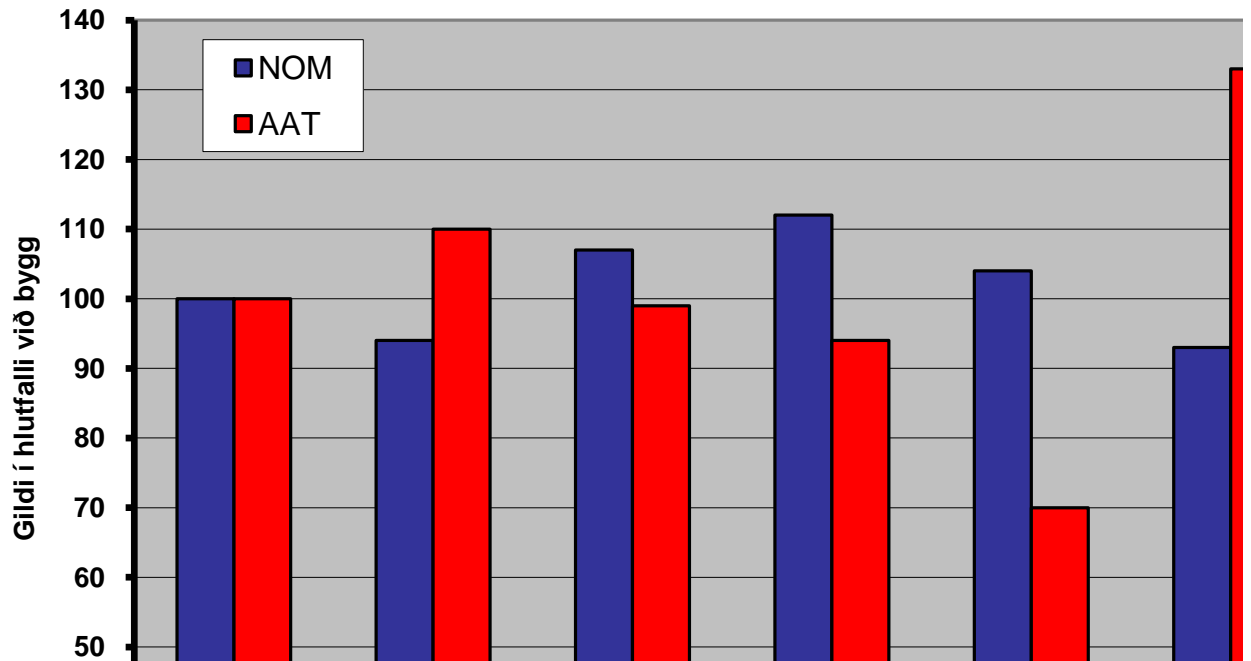
Fóðurtegund	Orkugildi, í kg þurrefnis		Próteingildi, g/kg þurrefnis	
	MJ	FEM ¹⁾	AATp	PBVp
Bygg	7,29	1,06	109	-32
Hafrar	6,31	0,91	86	-18
Hveiti	7,77	1,13	115	-29
Ertur	8,29	1,20	110	57
Repjufrae	11,31	1,64	89	68
Sojamjöl	8,22	1,19	198	257
Vothey, snemmslegið	6,26	0,91	86	45
Vothey, síðslegið	4,85	0,70	75	2

¹⁾ reiknað orkugildi samkvæmt NorFor-aðferðinni en sýnt í FEM

Almennt eru orkugildi fóðurtegundanna í töflu 6 lægri en samkvæmt núverandi fóðurmatskerfi af því að þau eru reiknuð út frá 20 kg þurrefnisáti (þessi sömu áhrif má sjá á mynd nr. 9). Við 8 kg þurrefnisát er orkugildið samkvæmt NorFor-aðferðinni hærra og AAT-gildið lægra en við 20 kg þurrefnisát. Samkvæmt núverandi orkumatskerfi inniheldur 1 kg af byggi 1,15 FEM en samkvæmt NorFor-aðferðinni er samsvarandi orkugildi við 20 kg þurrefnisát 1,06 FEM í kg þurrefnis.

Áhugavert er að bera saman orkugildi kjarnfóðurtegundanna í hlutfalli við bygg og núverandi fóðurmatskerfi (sjá mynd 12). NorFor-aðferðin gefur hlutfallslega lægra orkugildi í höfrum og rapsfraei en metur orkugildi í hveiti, ertum og sojamjöli hlutfallslega hærra. Í höfrum og repjufraei reiknast AAT-gildið hærra í hlutfalli við bygg en í ertum og sojamjöli hlutfallslega lægra. Hveitið er óbreytt. Að því er varðar gróffóður metur NorFor-aðferðin bæði orku- og AAT-gildi í síðslegnu grasi lægra en núverandi fóðurmatsaðferð en snemmslegið gras er metið hærra. Þetta leiðir til þess að í útreikningum og fóðuráætlun með NorFor-aðferðinni munum við fá meira út úr því að framleiða gott gróffóður. Þessir útreikningar benda til þess að núverandi fóðurmatskerfi ofmeti fóðurgildi í slöku gróffóðri en vanmeti aftur á móti gott gróffóður.





Mynd 12 Hlutfallsleg orku- og próteingildi í kjarnfóðri samanborið við núverandi fóðurmatsaðferð og bygg reiknað samkvæmt NorFor-aðferðinni.

Með NorFor-aðferðinni munum við sjá meiri breytileika í næringargildi fóðurs en áður, einkum vegna misstórra fóðurskammta, mismikils fóðuráts og ólíkrar fóðursamsetningar. Með því að taka tillit til þessara þátta, svo og annarra næringaraðstæðna hjá gripunum, komumst við nær því að meta raunverulegt fóðurgildi og þar með verður fóðuráætlanagerð nákvæmari.



6. Viðmið fyrir orku og AAT

NorFor finnur samanlagða þörf kúnna til viðhalds, mjólkurframleiðslu, vaxtar og fósturvaxtar. Þörfin til viðhalds er sú orka og AAT sem kýr þarf til að halda sér á lífi án þess að framleiða mjólk, þyngjast eða léttast.

6.1 Orku þörf til viðhalds, vaxtar, mjólkurframleiðslu og fósturvaxtar

Í NorFor er orkan gefin upp í MJ NOM. Eins og áður hefur komið fram er 1 Fem það sama og 6,9 MJ NOM. Orkuþörfin til viðhalds er miðuð við lífþunga og kýr sem er 600 kg hefur viðhaldsþörf upp á 35,5 MJ/dag (tafla 7).

Tafla 7 Orkuþörf til viðhalds við mismunandi þyngd á fæti.

Lífþungi	Orkuþörf til viðhalds, MJ/dag
500	30,9
600	35,5
700	39,8

Orkuþörf til mjólkurframleiðslu hefur verið miðuð við aukna mjólkurframleiðslu, frá 0,44 Fem/kg OLM við 15 kg til 0,48 Fem/kg OLM við 50 kg mjólkur. Þarna er verið að koma til móts við minni meltanleika þegar fóðurupptaka eykst. Þessu eru gerð góð skil í NorFor þegar orkuþörfin er reiknuð, þar sem dvalartími fóðurs í vömb er styttri þegar fóðurátið eykst, sem veldur minni meltanleika fóðurs. Í NorFor er orkuþörf til mjólkurframleiðslu 3,14 MJ/kg OLM. Kvíga á fyrsta mjaltaskeiði þarf að þyngjast áður en hún fer inn á annað mjaltaskeið. Ef miðað er við upb. 40-50 kg þýðir það þyngingu um 150 g á dag. Þá er orkuþörfin 3,3 MJ/dag (22 MJ á kg í þyngingu). Orkuþörfin til vaxtar (þyngingar) hjá fullorðnum kúm er hærri en hjá kvígum því orkunýtingin er lægri. Orkuþörfin til vaxtar er 31 MJ/kg. Þegar kýrnar þurfa að færa til orku með því að nýta líkamsforða gefur eitt kíló af þyngd sem notað er til mjólkurframleiðslu 24,8 MJ. Snemma á meðgöngunni (<100 dagar) er orkuþörfin til fósturs lág, en eykst mjög hratt í lokin (tafla 8).

Tafla 8 Orku og AAT þörf til fósturvaxtar.

Dagur í meðgögnu	Orkuþörf, MJ/dag	AAT þörf, g/dag
100	1,3	11
220	7,5	124
250	11,5	200
280	17,7	308

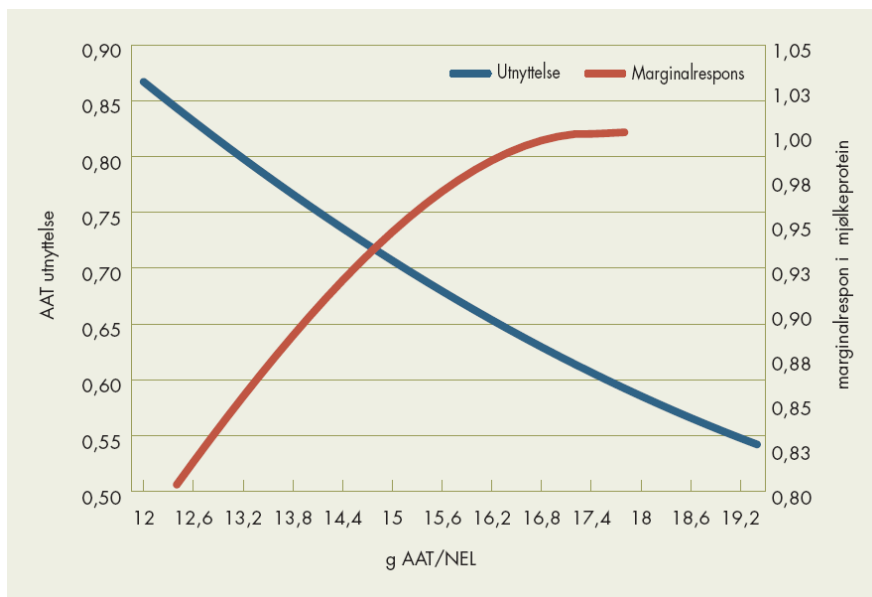
6.2 AAT þörf til viðhalds, mjólkurframleiðslu og fósturvaxtar

AAT þörf til viðhalds skal dekkja grunnþörf til amínósýra og amínósýrupörf til viðhalds húðar, hárs og klaufa. Einnig skal taka tillit til próteins sem tapast út með skít í formi meltingarensíma og dauðra fruma í þörmum. Fóðurát og innihald fóðursins af ómeltanlegum næringarefnum hefur áhrif á þetta tap. Í NorFor er gert ráð fyrir þessu próteintapi með skít í viðhaldsþörfum. Sem þýðir það að viðhaldsþörfin er ekki föst á hvert kg heldur breytist með fóðuráti og samsetningu fóðursins. Þetta er skýrt út í töflu 9 þar sem AAT þörf hjá kúm sem eru 500, 600 og 700 kg með fóðurát upp á 15 og 20 kg þe/dag. Í dæminu er notast við sama fóðrið bara í mismunandi magni.

Tafla 9 AAT þörf til viðhalds við mismunandi þyngd á fæti og fódurát

Þyngd á fæti	Fódurát, kg þe/dag	AAT þörf til viðhalds, g/dag
500	15	346
500	20	447
600	15	346
600	20	445

Þarna sést að þörfin til viðhalds er sú sama hvort sem kýrnar eru 500 eða 600 kg. Það útskýrist af því að kýr sem er 600 kg meltir fódrið betur (hærrí meltanleika) en kýr sem er 500 kg. Það verður til þess að minna prótein fer út með skít og þá verður AAT þörfin lægri. En dæmið sýnir einnig að AAT þörfin eykst um ca 100 g þegar fódurátið eykst frá 15-20 kg þe/dag. Það sem fer til mjólkurprótein framleiðslu er aðalega ákveðið af tveim þáttum. Hve mikið AAT er aðgengilegt til framleiðslu mjólkurpróteins og hve góð er nýting AAT í mjólkurpróteinframleiðslunni. Hve mikið AAT kýrin hefur aðgengilegt til framleiðslu er ákvarðað út frá því hversu mikið AAT kemur frá fóðrinu og hversu mikið þarf að nota til viðhalds, vaxtar og fósturvaxtar. Það sem útaf stendur nýtist til mjólkurprótein framleiðslu. Því miður nýtist ekki allt aðgengilegt AAT til mjólkurprótein framleiðslunnar. Nýtingin er háð hlutfalli AAT og orku (AAT/NOM) (mynd 13). Nýting AAT minnkar með auknu AAT/NOM. Jaðarsvörun mjólkurpróteins eykst upp að 17,2 AAT/NOM. Sem þýðir að þarna fær maður mesta svörun í framleiðslu mjólkurpróteins. Á myndinni sést að svörunin er minnkar þegar komið er uppfyrir 16,2 g AAT/NOM.

**Mynd 13 Nýting AAT til mjólkurprótein framleiðslu og jaðarframleiðsla í mjólkurpróteini**

Í NorFor er ekki föst AAT þörf til mjólkurframleiðslu, í staðin er tekið tillit til beggja þáttanna í mynd 13 þegar fundin er besta lausnin í fódursamsetningu. AAT þörfin til fósturvaxtar er ákveðin af því sem þarf til fósturs, legköku og fósturhimna. Eins og með orkuþörfina eykst AAT þörfin til fósturvaxtar hratt þegar nálgast burðinn (tafla 8) og í síðustu vikum meðgöngu er AAT þörfin til fósturvaxtar næstum jafn mikil og AAT þörf kýrinnar til viðhalds.

7. Átgeta og fóðurát í NorFor

Einn af grundvallarþáttum fóðuráætlanagerðar er að unnt sé að áætlað fóðurát gripanna með viðunandi nákvæmni. Sú krafa hefur því verið gerð til nýja NorFor fóðurmatskerfisins að það geti reiknað/áætlað, fóðurátið hjá gripunum í mismunandi framleiðslu og á ólíkum afurðastigum með nægilega nákvæmum hætti. Útreikningur á fóðuráti þarf ennfremur að ná til mismunandi samsetningar fóðursins.

Hluti nýju NorFor fóðurmatsaðferðarinnar er sérstakt kerfi sem reiknar út fóðurátið ásamt fóðurgildi í dagsfóðrinu. Kerfið reiknar út átið á völdum fóðurtegundum sem að best mæta reiknaðri átgetu gripsins og sem um leið uppfylla best þarfir hans fyrir orku og AAT miðað við væntanlegt afurðastig, - eða nythæð. Fóðurátskerfið í NorFor er í grunnatriðum byggt á danskri aðferð sem gengur út frá hve mikið tiltekið fóður fyllir í vömb kýrinnar, m. ö. o. hve mikið rými það tekur. Þar með er veigamesti þátturinn sem stýrir eða takmarkar fóðurát hjá kúnni rúmmál vambarinnar og hraði umsetningar þess.

7.1 Útreikningur á fóðuráti og fylli fóðurs

Til þess að geta reiknað þurrefnisát í kg á dag þurfa að liggja fyrir upplýsingar um s.k. fyllistuðul eða fylligildi hvernar fóðurtegundar í fóðurskammtinum. Útreikningur á fylligildi fóðurs byggir annarsvegar á eiginleikum þess og hinsvegar eiginleikum gripanna, einkum rými hans eða stærð. Hver og einn gripur hefur reiknaða átgetu og hver fóðurtegund reiknað fylligildi fyrir mjólkurkúr og gripi í vexti. Eftirfarandi líking gefur reiknað gróffóðurát í kg þe á dag, að því gefnu að gróffóður sé gefið eftir átlýst:

$$\text{Þurrefnisát, kg/grip/ dag} = \frac{K}{\sum PE_{a_i} \cdot FS_i}$$

Þar sem:

K = átgeta kýrinnar

PE_{a_i} = hlutdeild hvernar fóðurtegundar í fóðurskammti

FS_i = fyllistuðull hvernar fóðurtegundar

Í töflu 10 má sjá til hvaða eiginleika eða þátta við skepnuna sjálfa, fóðrið og nánasta umhverfi er tekið tillit við útreikning á fóðuráti í nýja NorFor fóðurmatskerfinu.

Tafla 10 Þættir tengdir kúnni, fóðrinu og umhverfi/hirðingu sem eru með í NorFor fóðurátskerfinu.

Kýrin:	Fóðrið:	Fóðrunarháttur / fjósgerð:
Kúakyn	Meltanleiki	Básafjós / lausgöngufjós
Mjaltaskeið, númer	NDF	Heilfóðrun / aðskilin fóðrun
Staða á mjaltaskeiði	verkun (gerjun, sýrur og ammoniak)	Beit / innifóðrun (á húsi)
Lífþungi, skrokkþungi		
Nyt		

Átgetan er reiknuð út fyrir hvern grip. Hún breytist með lífþunga gripsins, dagsnyt, fjölda mjaltaskeiða og stöðu á mjaltaskeiðinu. Sérstök leiðrétting er gerð fyrir áhrifum af kúakyni t.d. Jersey, en sú leiðrétting tekur mið af stærð kynsins í hlutfalli við stærri kúakyn. Hinsvegar

er gengið út frá því að áhrif afurða/dagsnytar og mjaltaskeiðs á reiknaða átgetu hjá Jerseykúm sé sú sama og hjá stærri kúakynjum, - en að átgetan í heild sé 83 % af hundraði þess sem er hjá stórum kúakynjum.

Fóðurfyllin eða fylligildið fyrir allar tegundir kjarnfóðurs er sett jafnt og 0,22 í kg þurrefnis. Við útreikning á væntanlegu fóðuráti er s. k. skiptigildi milli gróffóðurs og kjarnfóðurs sett til jafnaðar 0,45. Þetta merkir að um leið og kjarnfóðurskammturinn er aukinn um 1 kg minnkar gróffóðurátið að jafnaði um 0,45 kg þurrefnis.

Fóðurfyllin eða fyllistuðullinn fyrir gróffóður er táknaður sem hlutfallsgildi og er reiknað á grundvelli meltanleika og innihalds af NDF (tréni) í fóðrinu. Ennfremur er fylligildið leiðrétt fyrir umfangi gerjunarinnar þ. e. innihaldi fóðursins af lífrænum sýrum og ammoníaki. Vothey sem inniheldur mikið af mjólkursýru og ammoníaki fær þannig hærra fylligildi og þar með lægra reiknað fóðurát.

Í töflu 11 eru sýnd fáein dæmi um reiknuð fylligildi fyrir nokkrar tegundir gróffóðurs. Fylligildin í grasi og votheyi hækkar með auknu þroskastigi grasanna og þar með verður reiknað fóðurát lægra. Norsk sýni af maísotheyi reiknast að meðaltali með fylligildi 0,53 í kg þurrefnis. Meðaltal danskra maísotheyssýna er 0,45. Mismuninn má rekja til þess að í norsku sýnunum er sterkjuinnihaldið og meltanleikinn lægri, en NDF innihaldið hærra.

Tafla 11 Dæmi um fylligildi í gróffóðri

Fóðurtegund	Fylligildi í kg þurrefnis
Vorbeit, ræktað land	0,443
Vallarfoxgras, viku fyrir byrjun skriðs	0,487
Vallarfoxgras, í byrjun skriðs	0,536
Vothey, slegið í byrjun skriðs, - mikið gerjað *)	0,571
Votheys, slegið 2 vikum eftir byrjun skriðs	0,614
Maísothey, (norsk sýni)	0,532
Bygghálmur	0,831

* Inniheldur mikið af lífrænum sýrum og ammoníaki

Við útreikning á fóðuráti í nýja fóðurmatskerfinu er einnig tekið tillit til fóðrunaraðferðar og fjósgerðar. Sem dæmi má nefna að þegar fóðrað er annarsvegar með heilfóðri og hinsvegar lausgöngufjósi er reiknað með 3ja og 5 % meiri átgetu. Allt eftir afurðastigi og stöðu á mjaltaskeiði þýðir það 0,5-1,0 kg meira þurrefnisát. Í NorFor kerfinu er um leið tekið tillit til þess að kýr í lausagöngu og á beit þurfa meiri orku til viðhalds þannig að hluti af meira fóðuráti fer til að mæta auknum viðhaldsþörfum.

7.2 Bestun á fóðurskammti í NorFôr kerfinu

Við útreikning á dagsfóðurskammti og fóðurefnasamsetningu samkvæmt NorFor aðferðinni verður ennfremur tekið tillit til hagfræðilegrar bestunar. Þetta þýðir að ásamt því að reikna eða áætla ódýrasta mögulega fóðurskammt miðar bestunin að því að fóðurskammturinn uppfylli átgetu gripanna og uppfylli þarfirnar fyrir orku og prótein AAT sem afurðastigið segir til um. Til viðbótar þessu eru síðan sett ákveðin mörk fyrir PBV-gildið í dagafóðrinu, samanlagt magn sykurs+sterku, fitu og NDF í dagsfóðrinu.

Í töflu 12 er reiknað dæmi um bestun á dagsfóðri við breytileg gróffóðurgæði (vothey) og mismunandi afurðastig. Í dæminu er notast við vothey sem inniheldur 0,95 og 0,85 FEm samkvæmt gamla, núverandi fóðurmatskerfinu. Fylligildin fyrir þessa tvo gróffóðurskammta

eru annarsvegar 0,49 og hinsvegar 0,56 í kg þurrefnis. Útreikningarnir í töflunni gera ráð fyrir að orkuþarfirnar séu uppfylltar og að kýrnar séu komnar 100 daga frá burði.

Tafla 12 Dæmi um útreikning í NorFor-kerfinu á gróffóðurskammti af mismunandi gæðum.

OLM kg	Orku- og próteinþarfir og kröfur			Gott gróffóður ¹ Fóðurát		Meðalgott gróffóður ² Fóðurát	
	Átgeta, kg	NOM, MJ ³	AAT, g	Vothey, kg ÞE	Kjarnfóður kg	Vothey, kg ÞE	Kjarnfóður , kg
25	6,84	112	1611	12,1	5,1	9,0	9,5
35	7,86	142	2256	12,0	10,5	8,9	14,5

¹ Vothey, 0,95 FEM í kg ÞE miðað við núverandi fóðurmatskerfi (meltanleiki þe; 78 %)

² Vothey, 0,85 FEM í kg ÞE miðað við núverandi fóðurmatskerfi (meltanleiki þe; 72 %)

³ NOM = virk orka til mjólkurframleiðslu, reiknuð í mega joule. Sama orkumagn mælt í FEM: 112/6,9 = 16,2 Fem, 142/6,9 = 20,6

Niðurstöðurnar sýna að hærri nyt leiðir til meiri átgetu en ekki meira gróffóðuráts. Það stafar af því að meiri kjarnfóðurgjöf við hærri nyt pressar gróffóðurátið niður (vegna samkeppnisáhrifa milli gróffóðurs og kjarnfóðurs). Í þessu dæmi munar 3 kg þurrefnis í gróffóðuráti þegar votheyið reiknast með lægri fylligildi en herra næringargildi. Aftur á móti er kjarnfóðurþörfin 4,0 og 4,4 kg minni við meðal og hærri nyt.

Dæmin í töflu 12 eiga einnig að sýna að við gildistöku NorFor fóðurmatskerfisins verður tekið tilliti til þess hvernig gróffóðurgæðin og samspil gróffóðurs og kjarnfóðurs hafa áhrif á gróffóðurátið. Þetta ætti að styðja vel við þá viðleitni eða öllu heldur fóðrunarstefnu í mjólkurframleiðslunni að hámarka gróffóðurátið en um leið að ákvarða eðlilegt kjarnfóðurmagn sem gefur dagsfóður sem uppfyllir fóðurþarfir gripanna.

Eins og áður segir eru í áætlanagerðinni sett ákveðin mörk um innihald af auðgerjanlegum kolvetnum, sykri+sterkju og að fóðrið innihald nægilegt magn af NDF. Það er fyrst og fremst gert til þess að tryggja eðlileg skilyrði í vömbinni. Í NorFor kerfinu er einnig notast við aðra viðmiðun að því er varðar áhrif fóðursins á vambarstarfsemina hjá gripunum og til að tryggja að fóðrið hverju sinni hafi nægilegan „strúktúr“, - sé nægilega gróft. Það er gert með því að reikna tyggitíma fóðursins, þ. e. a. s. hve langan tíma það tekur gripinn að éta og jórta dagsfóðurskammtinn.



Fóðurát er reiknað út frá fylligildum fóðurtegunda og eiginleikum dýrsins

8. Grófleiki og tyggítími fódurs

Tyggítíma fódursins má nota til að vera viss um að kýrnar fái nægilega gróft fódur svo að vömbin starfi eðlilega. Nægilega gróft fódur hefur jákvæð áhrif á fódurnýtingu, framleiðslu og heilsu dýrsins.

Ef vömbin á að starfa eðlilega er mikilvægt að fódrið sem gefið er sé nægilega gróft. Of fínt fódur getur haft neikvæð áhrif á vömbina sem geta leitt til meltingavandamála og ýmissa fódrunartengda sjúkdóma. Vandamál með of fínt fódur geta átt sér stað þegar gefin er blanda af mjög snemmslegnu gróffóðri með háu hlutfalli kjarnfódurs.

Magn NDF (trefja) í fódriinu er góður mælikvarði á grófleika fódursins. Tveir aðrir eiginleikar fódursins hafa líka mikilvæg áhrif á grófleikan, þeir eru ómeltanlegt NDF (iNDF) og strálengd. Norfor Plan tekur einmitt til þessara þátta þegar meta á grófleika fódursins. Þá er tyggítími fódursins fundin, sem segir okkur hve margar mínútur það tekur að tyggja eitt kíló þurrefnis. Lágur tyggítími gefur þá vísbendingu um að fódrið sé ekki nægilega gróft til þess að halda uppi eðlilegri vambarstarfsemi.

8.1 Át- og jórturtími

Tyggítími er summan af áttíma og jórturtíma. Áttími er sá tími sem það tekur kúnna að innbyggða fódrið og jórturtími er sá tími sem það tekur að jórtra fódrið nægilega vel svo það komist niður úr vömbinni. Gróffóður hefur mestan breytileika í tyggítíma og venjulega tekur jórtrið um 60-80 % af heildar tyggítíma gróffódurs.

Áttími fódursins reiknast út frá NDF innihaldi fódursins þar sem einnig er tekið tillit til strálengdar þar sem það tekur styttri tíma að éta fínsaxað fódur.

Jórturtími reiknast út frá því að kýr jórtri 100 mínútur á hvert kíló NDF og þar á eftir er tekið tillit til strálengdar. Einnig er tekið mið af iNDF innihaldi fódursins sem segir til um meltanleika fódursins. Þannig er tekið tillit til þess að fódur sem hefur sama NDF innihald en mismunandi meltanleika hafi mismunandi tyggítíma og þar með mismunandi grófleika.



Tíminn sem kýr notar til að éta og jórtra mismunandi fódurgerðir getur verið frá örfáum mín. á kíló þurrefnis (kjarnfóður) til tveggja klst fyrir hálm.

8.2 Styttri strá gefa styttri tyggítíma.

Eftir því sem stráin eru styttri vegna söxunar við fóduröflun verður tyggítími á hvert kíló NDF styttri. Vegna þess að fódrið fær ekki að fara niður úr vömbinni fyrr en það er orðið ákveðið fínt og eftir því sem það er grófara í upphafi þarf það lengri tíma í vömbinni til að brotna nægjanlega niður. Því notar Norfor strálengdina með til að áætla tyggítíma. En þar sem við mælum ekki nákvæmlega strálengdina í hverju sýni er fódriinu skipt upp í nokkra flokka eftir því hvernig það er unnið og fær þannig strálengd sem hægt er að miða við (tafla 13).

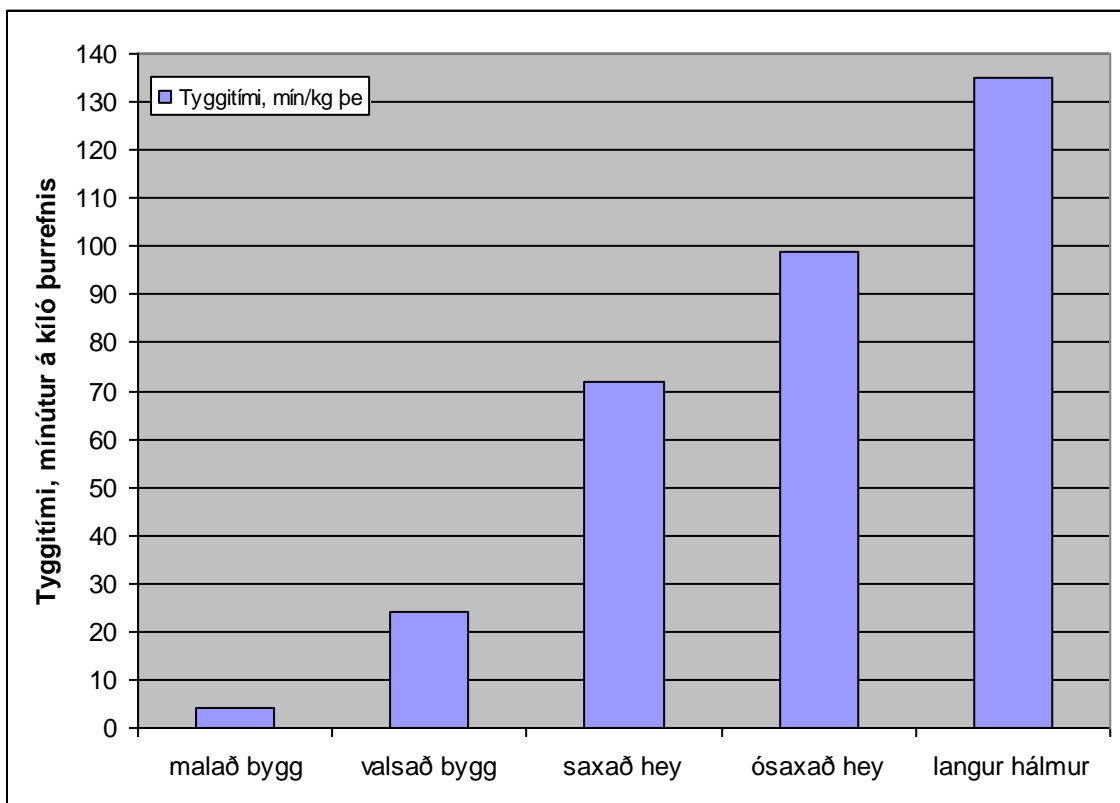
Tafla 13 Í NorFor er strálengd áætluð út frá meðhöndlun á fódriinu

Meðhöndlun	Fín malað	Gróf malað	Valsað	Saxað	Ósaxað
Strálengd	< 2 mm	2 - 5 mm	6 mm	7 - 40 mm	> 40 mm
Fóður	Kjarnfóður			Gróffóður	

Kjarnfóður flokkast í fín malað, grófmalað eða valsað. Fín malað fóður eru t.d. fóðurköggjar og mjöl. Langflestar kjarnfóðurblandur falla undir flokkinn fín malað.

Þegar áttími er reiknaður út gefum við okkur að allt fóður sem fer í flokkana fín malað, grófmalað og valsað hafi áttímann 4 mínútur á kíló þurrefnis. Jórturtími á fín möluðu fóðri er enginn. Gróffóðrið flokkast í saxað eða ósaxað. Eins og tafla 1 sýnir getur strálengd saxaðs fóðurs verið á milli 7 og 40 millimetrar. Fínsaxað vothey flokkast venjulega í þennan flokk, en gras sem er tekið upp í rúlluvél eða vagn með fáum hnífum flokkast sem ósaxað.

Á mynd 14 má sjá dæmi um reiknaðan tyggítíma mismunandi fóðurs. Á myndinni sést að byggið hefur lágan tyggítíma (4 og 24 mínútur á kíló þurrefnis) en gróffóður hefur tyggítíma yfir 70 mínútur á kíló þurrefnis.



Mynd 14 Dæmi um tyggítíma mismunandi fóðurtægunda

Til að ákveða strálengd saxaðs fóðurs þarf að taka mið af því hvernig tæki eru notuð við heyöflunina. Hingað til hefur strálengd ekki mikið verið notuð við fóðurmat. En aukin áhersla á þennan þátt er áhugaverð bæði til að meta grófleika fóðursins og áhrifin á gróffóðurát.

8.3 Áhrif NDF á grófleika.

Innihald fóðursins af ómeltanlegu NDF (iNDF) hefur mikil áhrif á orkugildi fóðursins en einnig mikilvæg áhrif á grófleika fóðursins. Eins og áður var nefnt hefur iNDF áhrif á jórturtímann. Með herra innihaldi af iNDF er erfiðara og tímafrekara að brjóta niður trefjarnar. Sem þýðir að jórturtími eykst með auknu innihaldi iNDF og þar með heildar tyggítími fóðursins. Til þess að leiðrétta jórturtíma fyrir innihaldi iNDF er fundin hörkustudull sem lýsir því hversu erfitt sé að brjóta trefjarnar niður. Með honum er mögulegt að sjá mun á tyggítíma milli ólíkra tegunda gróffóðurs og einnig innan sama fóðurs með ólíka eiginleika. Í töflu 14 er hægt að sjá hvernig sláttutími hefur áhrif á tyggítíma. Heildar

tyggítími eykst frá 66 til 85 mínútur á kíló þurrefnis vegna mismunandi innhalds bæði NDF og iNDF.

Tafla 14 Áhrif NDF og iNDF innhalds í votheyi með 20 mm strálgengd á reiknaðan tyggítíma.

	Snemmslegið	Meðal snemmslegið
NDF, g/kg þe	481	581
iNDF, g/kg NDF	185	243
Tyggítími, mín/kg þe	66	83

8.4 Ný stýring í fóðrun

Tíminn sem kýr notar til að éta og jórtra mismunandi fóður getur verið frá 4 mínútum á kíló þurrefnis fyrir kögglað kjarnfóður til 2 tímar fyrir langan hálm. Í töflu 15 er hægt að sjá dæmi um reiknaðan tyggítíma á fóðri fyrir kýr sem mjólkur 35 kg. Í þessu dæmi er tyggítíminn 35 mínútur á kíló þurrefnis, sem þýðir 760 mínútur, eða 13 tímar á dag.

Tafla 15 Dæmi um reiknaðan tyggítíma á fóðri sem þarf til að framleiða 35 kg mjólkur.

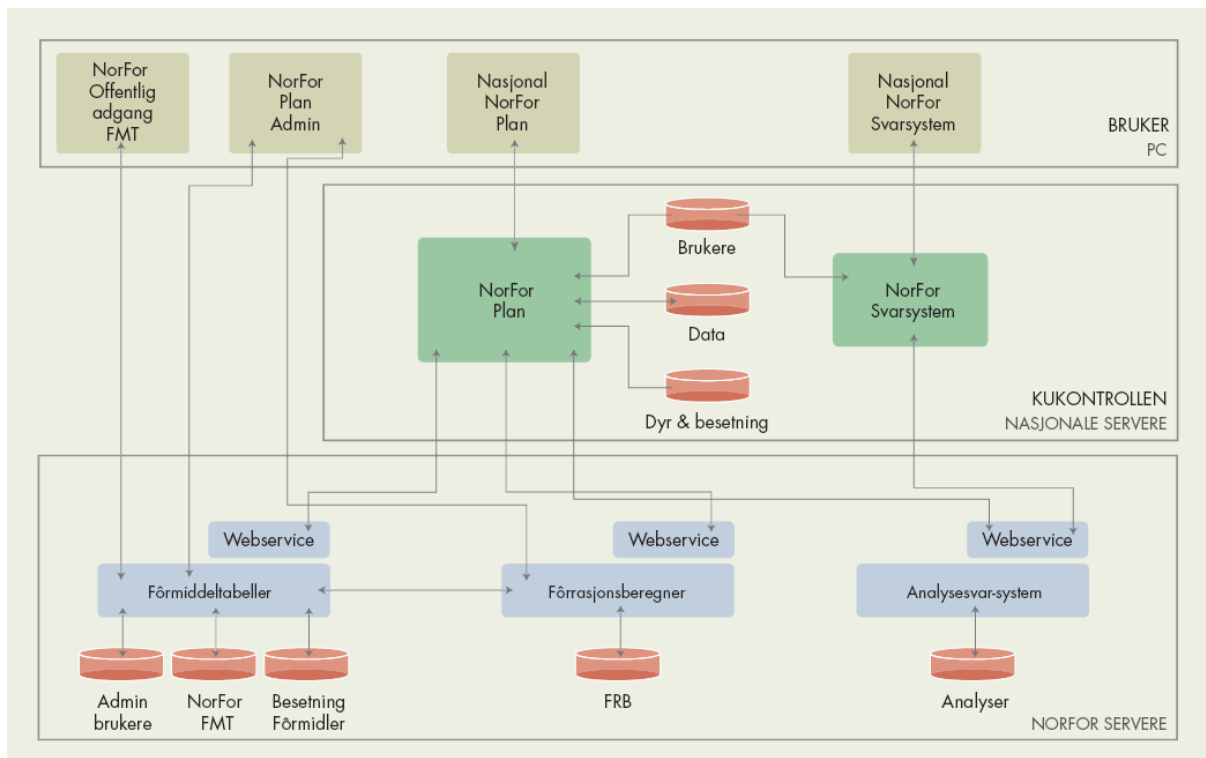
Fóður	NDF, g/kg þe	iNDF, g/kg NDF	Strálgengd, mm	Fóðurát, kg þe/dag	Tyggítími, mín/kg þe
Vothey	480	185	40	10,5	69
Kjarnfóður	210	39	2	11,2	4
Samtals				21,7	35

Til að viðhalda góðri vambarstarfsemi þarf tyggítíminn að vera yfir 30 mínútur og því hefur fóðrið í töflu 15 nægilegan grófleika. Ef kjarnfóðurmagnið væri hækkað upp í 13,5 kíló með þessu gróffóðri værum við komin á mörk þess að hafa nægilega gróft fóður fyrir vömbina að starfa eðlilega. Grófleiki fóðursins þ.e. reiknaður tyggítími er notaður í Norfor til að stýra fóðruninni. Með hans aðstoð getum við stjórnað því að kýrnar fái nægilega gróft fóður til að halda vambarstarfseminni eðlilegri. Sem virkar svo jákvætt á fóðurnýtingu, framleiðslu og heilsu dýrsins.



9. Fóðuráætlanagerð með NorFor

Þar sem við getum ekki vitað næringarlegt og framleiðslulegt gildi fódursins fyrir en við erum búin að setja saman þær fódurtegundir sem við ætlum að nota kallar NorFor á mikla og flókna útreikninga. Það er ekki mögulegt að reikna út næringargildi fódursins eða áætla fódurát með hugareikningi eða einfaldri vasareiknivél. En til þess að geta gert fóduráætlun hratt og örugglega hafa aðildarlöndin (Noregur, Svíþjóð og Danmörk) þróað verkfæri/hugbúnað sem vinna á internetinu. Þessi hugbúnaður hefur bæði samnorrænan hluta og hluta sem vinnur í hverju landi fyrir sig (mynd 15). Samnorræni hlutinn samanstendur af fódurtöflum, fóduráætlana útreikningum og samskipta pakka við niðurstöður efnagreininga. Hugbúnaður hvers lands notar svo upplýsingar í sínu landi frá skýrsluhaldi og upplýsingar sem liggja á samnorræna svæðinu til þess að vinna áætlanir.



Mynd 15 Yfirlitsmynd af samskiptum NorFor við notendur

Kosturinn við að láta hugbúnaðinn vera nettengdan er að þá hafa allir aðgang að sömu reikniáðferðum og nýjar uppfærslur ná til allra notenda á sama tíma. Íslands kemur til með að nota norska hugbúnaðinn Tine Optifôr. Þar er hægt að vinna fóduráætlanir á mismunandi hátt.

1. Fóðrun eftir raunverulegri nyt
2. Fóðrun eftir meðal mjaltakúrfum
3. Heilfóður þar sem öllu er blandað saman eða þar sem kjarnfóður er gefið sérstaklega, að hluta eða að öllu leiti.

9.1 Fóduráætlana gerð

Við fóduráætlana gerð finnum við út samsetningu fódur sem uppfyllir næringarþörf dýrsins. Þegar við vinnum fóduráætlanir viljum við taka tillit til fleiri en eins þáttar í einu. Til þess að það sé hægt þurfum við að notast við sjálfvirka útreikninga á samsetningu. Það þýðir að hugbúnaðurinn reiknar út og finnur samsetningu sem passar við þær kröfur sem við höfum sett fram. Við getum t.d. sett fram kröfur um orku, AAT og PBV. Auk þess að vilja

næringarfræðilega góða fódursamsetningu viljum við einnig fá hagkvæma samsetningu. Það þýðir að við viljum fódursamsetningu sem uppfyllir þau skilyrði sem við höfum sett en kostar sem minnst. Tine Optifôr finnur hagkvæmustu lausnina og í töflu 16 er hægt að sjá þá næringarfræðilegu þætti sem við viljum gera kröfu til við áætlanagerð.

Tafla 16 Lágmarks og hámarks gildi fyrir þá þætti sem tekið er tillit til við áætlanagerð.

Þáttur/breita	Lágmarks gildi	Hámarks gildi
Fastarbreitur	Mögulegt át x 0,97	Mögulegt át
Fylligildi fódurs		
Orkujafnvægi, %*	99,5	100,5
AAT-jafnvægi, %	97	103
PBV, g/kg þe.	15**	
Vambarjafnvægi		0,6
Fitusýrur, g/kg þe.	25***	45
Háðarbreitur		
Gróffóður át, kg þe/dag		
Kjarnfóður kg þe/dag		
Kjarnfóður prósentu		
AAT/NOM, g/MJ		
Tyggítími, min/kg þe		
NDF, g/kg þe		
Sterkja, g/kg þe		
Hráprótein, g/kg þe		
NOM, MJ/dag		
AAT, g/dag		
PBV, g/dag		
Kalsíum, g/kg þe		
Magnesíum, g/kg þe		

* Fóðrun sem mætir orkukröfum til mjólkurframleiðslu, vaxtar og fósturþroska

** lágmarks gildi fyrir PBV, miðað við nyt 15 g/kg þe við 20 kg mjólkur

*** lágmarks gildi fyrir fitusýrur, miðað við nyt 25 g/kg þe við 20 kg mjólkur

Til að geta tekið tillit til margra þátta þurfum við að setja lágmarks og hámarks gildi fyrir þá fódursamsetningu sem við ætlum að fá. Það þýðir að áætlunin sem við fáum út úr kerfinu liggur innan þessara gilda. Í töflu 16 sjáum við að orkujafnvægið skal liggja á bilinu 99,5 og 100,5 % og AAT jafnvægið á milli 97 og 103 %. Orkujafnvægi upp á 100 % þýðir að orkan sem fæst úr fóðrinu er jafn mikil og orkuþörfin. Fóðurátið reiknast út frá fylligildi fódursins og getur ekki farið yfir mögulegt át kýrinnar. Það er þess vegna sett sem hámarksgildi. Við áætlanagerðina er líka sett krafa til PBV og við 20 kg mjólkurframleiðslu skal það ekki vera undir 15 g/kg þe. Innihald fitusýra í fódursamsetningunni skal ekki vera hærra en 45 g/kg þe. vegna þess að of hátt fitusýruinnihald hefur neikvæð áhrif á meltanleika NDF í vömb. Í NorFor er einnig til hugtakið vambarjafnvægi. Það segir til um hlutfallið á milli auðleysanlegra kolvetna (sykur og sterkja) og NDF. Til þess að koma í veg fyrir slæmar aðstæður í vömb, sem veldur lægri meltingu á NDF, er sett krafa um að þetta hlutfall fari ekki yfir 0,6. Auk þessara krafa sem við setjum í útreikningunum finnur NorFor út fleiri viðmið. Það köllum við háðarbreitur, vegna þess að þær fást eftir að búið er að finna bestu samsetninguna. Dæmi um háðarbreitur er hægt að sjá í töflu 16.

Áætlanagerð felur í sér að hugbúnaðurinn reynir að finna hagkvæmustu fódursamsetninguna (innan skilgreindra gilda) með því að prufa sig áfram með samsetningar. Dæmi um svona

útreikninga eru í töflu 17, þar sem unnið er með gróffóður og tvær mismunandi kjarnfóðurblöndur. Áætlunin er gerð fyrir eina kýr sem mjólkar 30 kg OLM, er 600 kg og er komin 100 daga frá burði.

Tafla 17 Dæmi um áætlanagerð með eina gerð af gróffóðri og tvær kjarnfóðurblöndur. Nyt: 30 kg OLM. Tölurnar í svigunum eru lágmarks og hámarks gildi

Áætlun nr	Gróff kgþe.	Kjarnf. A, kg	Kjarnf. B, kg	Fylligildi (7,1-7,3)	Orkujafnvægi (99,5-100,5)	AAT jafnvægi (97-103)	PBV (15-)	Fitusýrur (25-45)	Kostnaður nokr
1	13,8	2,2	3,4	7,5	93,3	93,4	13	31	21,55
5	10,0	4,5	8,0	7,3	108	104	15	38	35,29
9	11,1	10,2	0	7,2	100	96	0	35	29,25
13	11,5	2,8	6,8	7,3	102	101	16	36	29,68
15	11,7	2,6	6,5	7,3	100	99,4	16	35	28,58
16	11,8	2,8	6,2	7,3	100	99,5	15	35	28,47

Í fyrstu tilraun uppfyllir blandan aðeins kröfuna um fitusýrur, en liggur rétt fyrir ofan mögulegt át og undir í orku, AAT og PBV. En þar sem þetta inniheldur hæsta hlutfall gróffóðurs er þetta ódýrasta leiðin. En þar sem þessi lausn er ekki sú besta heldur hugbúnaðurinn áfram. Í fimmtu tilraun er fylligildið orðið rétt og þar með hámarks mögulegt át en orku og AAT gildin eru hærri en það sem við miðum við. Þessi leið er einnig dýrust. Í níundu tilraun er fylligildið og orkujafnvægið bæði til friðs, en þar sem þarna er einungis notast við kjarnfóðurblöndu A verður AAT og PBV undir lágmarki. Þegar þetta gerist reynir forritið að taka inn kjarnfóðurblöndu sem hefur herra AAT og lausnin við því kemur fram í tilraun 13. Þá er AAT, PBV og fylligildið á réttu róli en orkujafnvægið er aðeins of hátt. Í tilraun 15 er öllum kröfum uppfyllt og kostnaðurinn er 28,58 nokr. En við viljum hagkvæmustu lausnina og í tilraun 16 hefur forritið fundið þá lausn sem bæði liggur allstaðar innan skilgreindra marka og er eins ódýr og mögulegt er. Hversu langan tíma þetta tekur og hversu oft þarf að reikna fer eftir því hversu margar gerðir af fóðri á að nota og hversu ströng við erum á kröfunum. Í þessu dæmi pufar hugbúnaðurinn 16 sinnum og það tekur upp 0,6 sekúndur.

En hvað gerist þegar við höfum eitthvað tiltekið gróffóður í höndunum og eina kjarnfóðurblöndu sem við höfum nú þegar keypt? Þá verðum við kannski að losa aðeins um kröfurnar sem við miðum annars við til þess að fá lausn sem hægt er að nota. Ein og í tilraun 9 í dæminu í töflu 17. Þá er aðeins önnur kjarnfóðurblandan notuð. Samsetningin getur hins vegar ekki orðið við kröfum til AAT og PBV og því getur verið nauðsynlegt að lækka þær kröfur sem við setjum til AAT og PBV og prufað aftur, meðvituð um að þetta sé ekki besta mögulega lausnin næringarlega séð. Ef við setjum AAT lágmarkið í 96% og PBV í 0 g/kg þe. Getum við fundið kostnaðarlega hagkvæmustu lausnina innan þessara nýju krafa. Þetta gefur gróffóður át uppá 11,1 kg þe og kjarnfóður þörfin verður 10,2 kg. Ef við berum það saman við útkomuna í tilraun 16 þurfum við að setta okkur við meiri kjarnfóðurnotkun og þar af leiðandi hærri kostnað eða 29,25 no kr á móti 28,47 no kr í tilraun 16 þar sem við notuðum tvær gerðir af kjarnfóðri. Tafla 17 sýnir okkur hvernig þetta fer fram fyrir eina kýr. Tine Optifôr getur hinsvegar unnið áætlunir fyrir margar kýr í einu. Þannig getum við unnið áætlun hratt og vel. Þetta getum við einnig notað til þess að skoða ýmsar samsetningar gróffóðurs og kjarnfóðurs. Að vinna fóðuráætlunir með Tine Optifôr er ný aðferð til fóðuráætlana og krefst þess að þeir sem ætla að vinna áætlun læri á hugbúnaðinn. Núna fer fram undirbúnings vinna á Íslandi þar sem ráðunautar prufa sig áfram með hugbúnaðinn við íslenskar aðstæður. Í framtíðinni getum við boðið bændum upp á námskeið þar sem þeir geta lært að vinna sínar fóðuráætlunir með aðstoð hugbúnaðarins.