

Fenologisk utvikling hos grovfôrvekstar vurdert etter ein numerisk skala

Anne Kjersti Bakken, Helge Bonesmo, Anne Stine Ekker og

Anne Langerud / anne.kjersti.bakken@planteforsk.no

Planteforsk Kvithamar forskingssenter

Samandrag

Ut frå behov for ein kontinuerleg og presis skala for fenologisk utvikling hos grovfôrvekstar, har vi prøvd ut ein metode som reknar ut numeriske gjennomsnittsverdiar på basis av klassifiseringar av fleire enkeltskudd. For timotei og engsvingel fanga den framkomne skalaen godt opp fenologiske endringar innanfor korte tidsrom både tidleg og seint i vårvekstperioden, og det var sikre samanhengar mellom dei utrekna gjennomsnittsverdiane og innhaldet av fôreiningar, NDF og råprotein i både vårvekst og gjenvekst. For raudkløver var det også god samanheng mellom fenologisk verdi og fôrkvalitet, men i vårveksten var det store endringar i kvalitet innan små intervall på skalaen. Til forskingsføremål er metoden og resultatet vesentleg betre eigna enn vurderingar etter ein tradisjonell og kvalitativ skala.

Bakgrunn

Grovfôrvekstane sitt fenologiske utviklingstrinn har lenge vorte brukt som kriterium for val av haustetid. Dette først og fremst fordi det er ein nær samanheng mellom utviklingstrinnet og vekstane sin fôrkvalitet, men også fordi det er retningsgivande for kor stor den ståande avlinga til ei kvar tid er i høve til ei forventa totalavling (Homb 1953, Bonesmo 1999, Gustavsson *et al.* 2003).

Samanhengen mellom utviklingstrinn og kvalitet er ikkje absolutt og kan variere mellom år (Viken *et al.* 2003). Grunnen til dette kan både vere at vi ikkje har gode nok mål på utviklingstrinnet, at vi ikkje er nøyaktige nok når vi brukar desse måla, og sjølvst sagt også at det er ei rad andre forhold som direkte og indirekte skapar variasjon i oppbygging og kjemisk samansetjing av vekstane (Bonesmo 2000).

Innan både forskning og rådgiving vil ein vere interessert i talfesta samanhengar mellom den fenologiske framgangen og nivået på dei miljøfaktorane som driv han. Gardbrukaren som står med ei fersk vêrmelding ute i enga og vurderer om han skal hauste i dag eller om tre dagar, vil også gjerne vite kva han har og eventuelt vil få.

Denne talfestinga og prognoseringa er ikkje muleg utan at ein har numeriske variablar eller uttrykk for dei faktorane som påverkar og for det som blir påverka. Temperatur og daglengde som er drivande variablar når det gjeld fenologisk utvikling, er både kontinuerlege og numeriske, medan fenologi målt kvalitativt som ‘begynnande skyting’, ‘full skyting’ og ‘blomstring’ verken er numerisk eller kontinuerleg.

Når Bonesmo (2004) har funne uttrykk for korleis den daglege framgangen i utvikling hos timotei er styrt av døgnmiddeltemperatur (T) og daglengde (DL) (likning I og II), har han rekna utviklinga som ein kontinuerleg variabel som går frå 0 til 2, der 1 er full skyting og 2 er blomstring.

I. Fram til full skyting: $dP = 0,000144 (T - 0,01) (DL - 5,76)$
(Det er ingen auke i respons utover 17,8 t daglengde (DL).)

II. Frå full skyting til blomstring: $dP = 0,003773 (T - 0,64)$

Eit anna alternativ kan vere å rekne ut ein numerisk gjennomsnittverdi utfrå ei klassifisering av mange enkeltskudd i bestandet (Moore *et al.* 1991). Denne metoden og den tilhøyrande skalaen har vi modifisert og brukt i den første vekstsesongen av prosjektet ‘Mer og bedre grovfôr som basis for norsk kjøtt- og mjølkeproduksjon’. Her studerer vi mellom anna korleis kvalitet og gjenvekstevne blir etter slått på tidlege utviklingstrinn, og har bruk for utviklingsmål som er nøyaktige, reproduerbare, raske å bruke og samtidig numeriske. I denne artikkelen vil vi presentere metoden og vise og diskutere resultatene vi har fått for timotei, engsvingel og raudkløver på Planteforsk Kvithamar i 2004.

Metode

Prøvemateriale og uttaksprosedyre

Alle prøvar er tatt ut i førsteårs blandingseng av timotei (Grindstad), engsvingel (Fure) og raudkløver (Nordi). I denne enga har vi lagt ut eit treårig forsøk med sju fastliggende hausteregime faktorielt kombinerte med to nitrogengjødslingsnivå (Tabell 1). Fenologisk utvikling hos alle tre artar vart bestemt etter tradisjonell skala (Nesheim 1996) og

etter numerisk skala alle førsteslåttane. På alle etterfølgjande slåttar og ved fleire tidspunkt før første og etter siste førsteslått (på uslått materiale utanfor forsøksrutene) vart det gjort registreringar etter numerisk skala. For engsvingel og timotei vart det ved dei fleste tidspunkta tatt ut ti skudd tre ulike plassar i feltet som basis for ei enkeltbestemming. Dei ti vart trekte ut langs ei fast line etter ein på førehand bestemt avstand mellom skudda. For raudkløver vart alle enkeltskudd innanfor tre ulike rosettar/tuver hausta og bestemt på kvart prøvetidspunkt. Sidan talet på skudd varierte mellom rosettane, låg det ikkje like mange enkeltskudd bak alle gjennomsnittsverdiane.

Fôrkvaliteten på dei tre artane ved ulike haustetidspunkt vart bestemt i artsvis sorterte og tørka prøvar av avlinga (stubbehøgde 7 cm). Analysane vart gjort med NIR-spektroskopi på Planteforsk Løken.

Tabell 1. Slåtteregeime og fordeling av nitrogengjødsla (12 eller 24 kg per daa) mellom vårvekst, første gjenvekst og andre gjenvekst i blandingseng på Kvithamar i 2004. Førsteslåttan vart fastsett etter utviklinga hos timotei, og andreslåttan etter døgngrader (dgr, basetemperatur 0 °C) akkumulert etter førsteslått eller etter dato

Regime	Førsteslått	Andreslått	Tredjeslått	Fordeling av N (%)
1	Stengelstrekking (18. mai)	600 dgr etter førsteslått (12. juli)	2. sept	33-35-32
2	Mellom stengelstr. og beg. skyting (28. mai)	500 dgr etter førsteslått (9. juli)	2. sept	37-34-29
3	Mellom stengelstr. og beg. skyting (28. mai)	700 dgr etter førsteslått (23. juli)	2. sept	37-39-24
4	Begynnande skyting (4. juni)	500 dgr etter førsteslått (16. juli)	2. sept	45-30-25
5	Begynnande skyting (4. juni)	700 dgr etter førsteslått (29. juli)	2. sept	45-35-20
6	Full skyting (15. juni)	500 dgr etter førsteslått (23. juli)	2. sept	55-25-20
7	Full skyting (15. juni)	2. sept	ingen	55-45

Numerisk skala for fenologisk utvikling

Skalaen er basert på fire primære fenologiske trinn: Vegetativt stadium (V), stengelstrekingsstadiet (E), reproduktivt stadium (R) og frøutviklingsstadiet (S). Det reproduktive stadiet har seks faste undertrinn (Tabell 2). I bladstadiet og stengelstrekingsstadiet blir talet på undertrinn

bestemt av kor mange blad og nodar som blir utvikla før skudda går over til høvesvis stengelstrekingsstadiet og det reproduktive stadiet. For gras veit ein at det kan variere både mellom artar og lokalitetar.

Dei numeriske verdiane for enkeltskudd (indeksen) (Tabell 2) blir rekna ut på basis av koden ein gir skudda, kjennskap til talet på undertrinn i kvart primære trinn og formelen $P + (n/N) - 0,1$. P er her den numeriske verdien for det primære trinnet (til dømes 2 for stengelstrekingsstadiet), n er undertrinnet sitt nummer i rekkefølga av undertrinn, og N er det maksimale talet på undertrinn innan gjeldande primære trinn. Dei første undertrinna innan dei primære trinna har faste numeriske verdier på høvesvis 1,0, 2,0 og 3,0. Dei vart her ikkje rekna med når N skulle bestemmast.

På Kvithamar i 2004 vart det 6 nodar på eit timoteiskudd før det gjekk over frå stengelstrekingsstadiet til det reproduktive stadiet. Eit skott med kode E1 ville såleis ha fått numerisk indeks $2 + (1/6) - 0,1 = 2,07$. Hadde det maksimale talet på nodar vore 2, ville same skottet fått indeks $2 + (1/2) - 0,1 = 2,40$. For både engsvingel og timotei var det maksimale talet på blad i det vegetative stadiet 4, og på engsvingelskudda vart det utvikla 4 nodar før dei gjekk over til det reproduktive stadiet. Det maksimale talet på blad og nodar såg innan art ut til å vere dei same i vårveksten og gjenvekstane.

Da vi skulle rekne nodar på timoteiskudda, måtte vi ta stilling til om vi skulle inkludere noden som avslutta den løkforma utveksten (haplokormen) heilt nede ved basis av skuddet. Vi valde å ikkje ta denne med, men på eit langt komme skudd er det ikkje så lett å skilje ut akkurat denne frå dei andre nodane.

Dei numeriske verdiane som er framstilte i tabellar og figurar i denne artikkelen, er gjennomsnitt av av dei indeksane som vart rekna ut for enkeltskudd karakteriserte ved kvart tidspunkt.

Tabell 2. Fenologiske trinn hos grasskudd med undertrinn/kode, utrekna eller fastsett numerisk indeks og beskrivelse av undertrinnet

Primært utviklingstrinn	Undertrinn (Kode)	Indeks	Beskrivelse
Vegetativt stadium			
(Her maksimum 6 blad)	V0	1,0	Første blad synleg
	V1	1,1	Første blad fullt utkomme
	V2	1,2	Andre blad fullt utkomme
	V3	1,4	Tredje blad fullt utkomme
	V4	1,6	Fjerde blad fullt utkomme
	V5	1,7	Femte blad fullt utkomme
	V6	1,9	Sjette blad fullt utkomme
Stengelstrekingsstadiet			
(Her maksimum 2 nodar)	E0	2,0	Begynnande stengelstrekking
	E1	2,4	Første node kjennbar eller synleg
	E2	2,9	Andre node kjennbar eller synleg
Reproduktivt stadium			
	R0	3,0	Kjenner akset
	R1	3,1	Begynnande skyting, akset synleg
	R2	3,3	Akset fullt utkomme
	R3	3,5	Aksstilk fullt utkomme
	R4	3,7	Blomstring, synlege pollenberarar
	R5	3,9	Befruktning
Frøutviklingsstadium			
	S0	4,0	Karyopsis synleg

For raudkløver definerte vi undertrinna (kodane) som vist i Tabell 3. Som fullt utkomme blad rekna vi dei som hadde minimum 1 cm av bladstilken synleg, og vi rekna ikkje med visne blad ved basis. Vi fann ut at det var lettare å bestemme internodiar enn nodar, og i stengelstrekingsstadiet brukte vi derfor sistnemnde som grunnlagskarakter (Tabell 3). Utrekninga av den numeriske indeksen var som for grasartane.

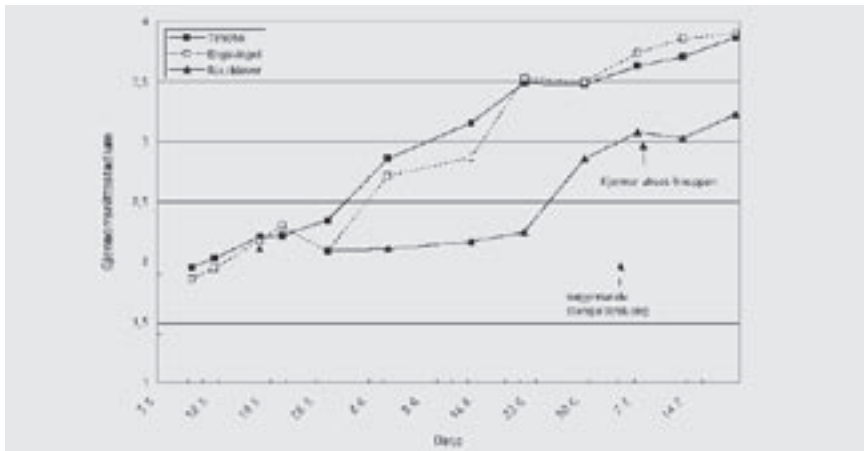
Tabell 3. Fenologiske trinn hos raudkløverskudd med undertrinn/kode og beskrivelse av undertrinnet

Primært utviklingstrinn	Undertrinn (Kode)	Beskrivelse
Bladstadium		
(Her maksimum 3 blad)	V0	Første blad synleg
	V1	Første blad fullt utkomme
	V2	Andre blad fullt utkomme
	V3	Tredje blad fullt utkomme
Stengelstrekking		
Node=bladfeste	E0	Begynnande stengelstrekking
Internode= min 1cm mellom	E1	Første internode synleg
bladskaffesta	E2	Andre internode synleg
Reproduktivt stadium		
	R0	Kjenner knopp
	R1	Første knopp er synleg
	R2	Første blomsterstilk fullt utkommen
	R3	Synlege pollenberarar på første blomst
	R4	Avblomstring (mørknande begerblad) på første blomst
	R5	Avblomstring (mørknande begerblad) hos andre blomst
Frøutviklingsstadium (S)		
	S0	

Resultat

Den fenologisk framgangen frå 9. mai og utover gjekk omtrent like raskt hos timotei og engsvingel, med timoteien heile tida eit lite hakk framom fram til og med 15. juni (Figur 1). På den siste dato hadde han gått over i reproduktivt stadium, medan dei fleste engsvingelskudda enno var på stengelstrekkingstadiet. Engsvingelen såg imidlertid ut til å nå blomstringsstadiet først av dei to, noko som stemmer med det Bonesmo (2004) fann for dei to artane. Sjølv om basetemperaturen i funksjonen framstilt i likning II var funnen å vere høgare for engsvingel enn for timotei (3,85 °C mot 0,64 °C), var koeffisienten så mykje høgare (0,007155 mot 0,003773) at den daglege framgangen vart raskare ved normalt høge sommartemperaturar.

Etter dei vurderingane som vart gjort på raudkløverskudd etter omtrent same skala, gjekk utviklinga seint frå 18. mai til og med 22. juni (Figur 1). Reproductivt stadium vart ikkje nådd før 7. juli, omtrent 3 veker etter at timoteien vart vurdert å vere i dette stadiet.

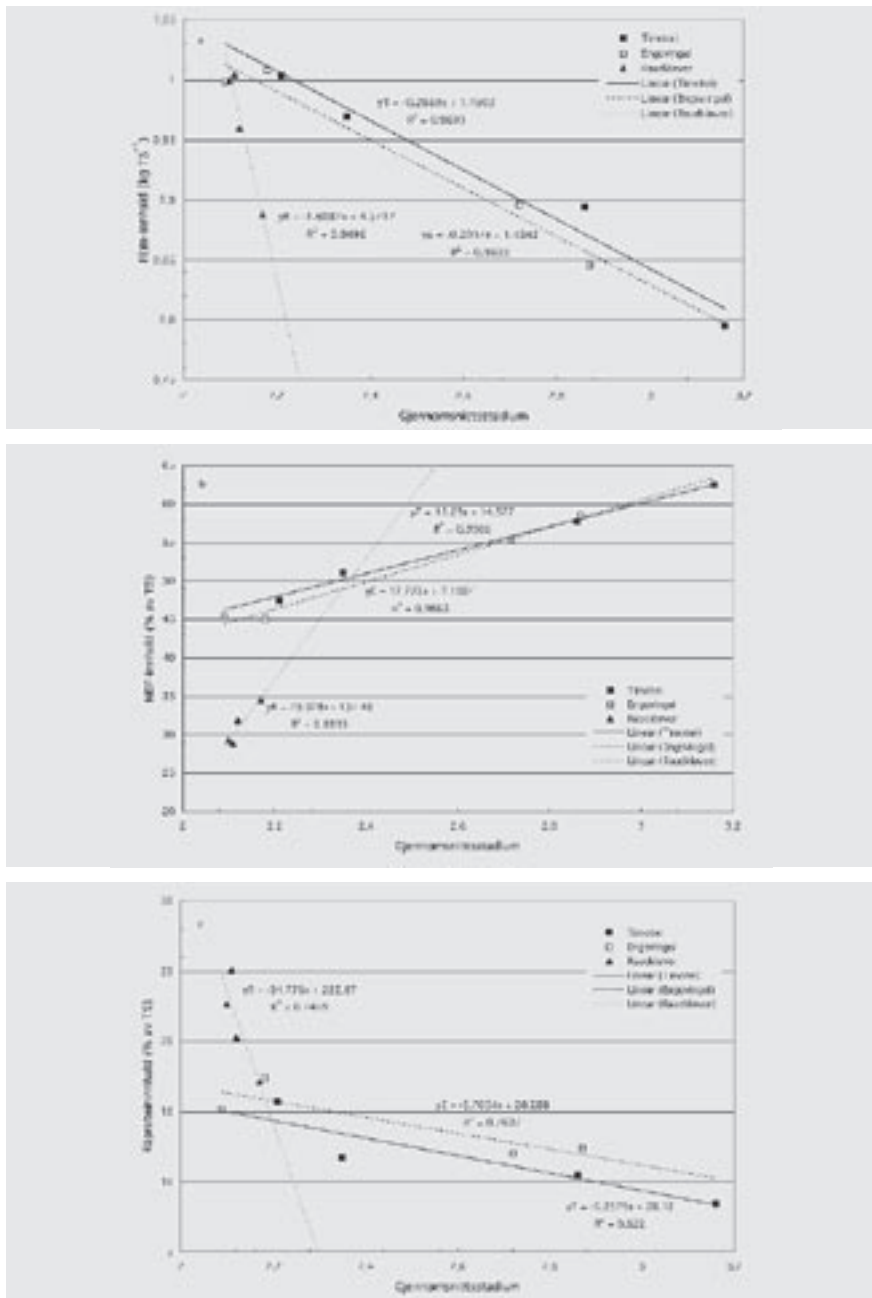


Figur 1. Fenologisk utvikling i vårveksten hos tre artar på Planteforsk Kvithamar i 2004. For punkta til og med 12. mai er N=10, og seinare er N=30 for engsvingel og timotei og mellom 12 og 20 for raudkløver.

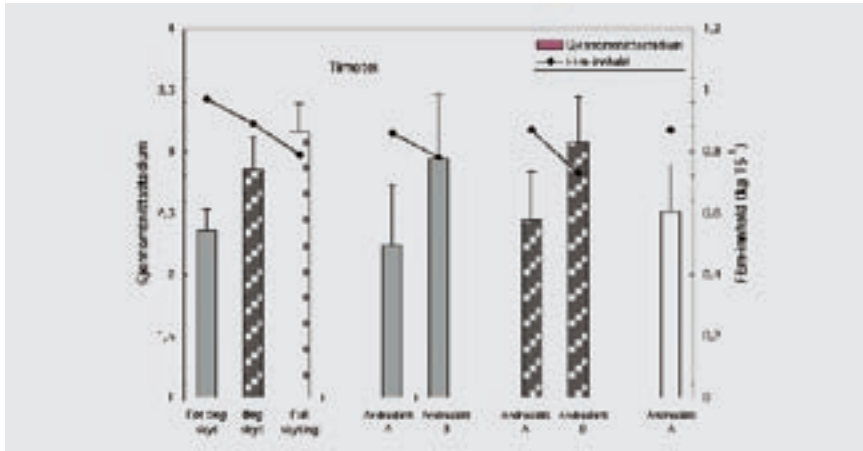
Fôreiningkonsentrasjon, NDF-innhald og råproteininnhald i vårveksten var sterkt korrelert med verdiane på den numeriske skalaen hos alle tre artane (Figur 2a-c). Hos raudkløver er nedgangen i kvalitet bratt innanfor korte intervall på skalaen, og det er utenkeleg at denne held fram på same viset utover dei målepunkta ein hadde i denne undersøkinga. Den fenologisk eldste raudkløveren vi hadde kvalitetsanalysar på, vart hausta 2. september i andreslåttan på regime 7 (Tabell 1). Han vart da bestemt til å ha nådd stadium 3,5 og ha ein fôreiningkonsentrasjon på 0,72. NDF- og råproteininnhaldet var på høvesvis 46 % og 11,4 %.

Det var samanheng mellom gjennomsnittsverdien på skalaen og fôr-kvaliteten i gjenveksten også ($R^2 = 0,86$ for timotei presentert i Figur 3), men kvaliteten låg på eit lågare nivå i høve til utviklingstrinnet enn han gjorde i vårveksten (Figur 3). Til dømes var FEm-konsentrasjonen 0,86 i den fenologisk yngste andreslåttan (2,23), medan han var 0,97 i den fenologisk eldre førsteslåttan (2,35) på same regimet.

Den numeriske skalaen gav også rom for å talfeste variasjonen som låg bak gjennomsnittsverdiane på ulike målepunkt. Variasjonen mellom enkeltskudd var gjennom heile vårveksten større hos engsvingel enn hos timotei. Til dømes var standardavviket for 30 skudd 18. mai, 0,09 for timotei og 0,32 for engsvingel. Raudkløverskudda var heller ikkje så synkrone som timoteiskudda. Variasjonen hos timoteien var større



Figur 2. Innhold av föreningar, NDF og råprotein i vårveksten hos tre artar på Planteforsk Kvithamar i 2004 etter deira gjennomsnittlege fenologiske stadium. For grasartane er N=30, og for raudkløveren er 12<N<20. Det ligg to enkeltmålingar bak kvar oppgitt verdi for FEM-, NDF- og råproteininnhold.



Figur 3. Gjennomsnittlig fenologisk stadium og føreiningkonsentrasjon hos timotei i tre ulike første slåttar og påfølgjande andreslåttar hos timotei på Planteforsk Kvithamar i 2004. Søyler med lik skravur høyrer til i same hausteregimet, og andreslått av type A og B er tatt høvesvis 500 og 700 døgngader etter første slått. N=30 for fenologisk stadium, og N=2 for FEM-innhald. Standardavvik for fenologisk stadium er avmerka.

i gjenveksten enn i vårveksten (Figur 3), og skudda hans var her ikkje eintydig meir synkrone i utvikling enn det skudda hos engsvingelen var.

Diskusjon

Den presenterte numeriske skalaen for utvikling fanga godt opp fenologiske endringar hos grasartane innanfor så korte tidsrom som 2-3 dagar i vårvekstperioden. Som indikator på førkvalitet hadde han også høg forklaringsgrad. Sjølv om oppløysinga for raudkløver var noko dårlegare gjennom stengelstrekkingstadiet, var det også hos denne arten sterke samanhengar mellom utrekna numerisk verdiar og innhald av føreiningar, fiber og protein.

I forskingsprosjektet der fenologiresgistreringane skal brukast, er førkvalitet og gjenvekstevne etter hausting på tidlege utviklingstrinn viktige spørsmål. Vi kan ikkje sjå korleis vi kunne ha brukt den tradisjonelle skalaen (Nesheim 1996) til å beskrive og forklare dei fenologiske og kvalitetsmessige endringane som skjer kontinuerleg frå stengelstrekking til det etterfølgjande trinnet begynnande skyting. Føreiningkonsentrasjonen i timoteien gjekk i denne undersøkinga ned frå 1,00 til 0,89 mellom desse punkta, og enten hovudinteressa er planten sin biologi eller førkvaliteten, ville ein ha hatt god bruk for faste og eintydig definerte fenologiske undertrinn mellom dei.

Etter ein første innleiande sesong ser vi også klart fordelane med ein numerisk og kontinuerleg skala framfor ein som er kvalitativ og kategorisk. Når ein ved alle målepunkt kan talfeste variasjonen mellom enkeltskudda som ligg til grunn for gjennomsnittsverdiane, har ein informasjon som kan brukast når ein både statistisk og mekanistisk biologisk skal prøve å forklare gjenvekstevne etter slått og kvaliteten på avlinga. Ein stor vinst med å bruke ein kontinuerleg skala er vidare at ein kan unngå å bruke kronologisk tid før eller etter eit fenologisk stadium som ein karakter ved ei hausta grovfôravlning. ‘Ti dagar før begynnande skyting’ er åleine ikkje eintydig og reproduserbart nok til å kunne brukast i forskingsaugemed.

Korvidt denne eller andre variantar av ein numerisk skala er noko som rådgivarar og gardbrukarar vil bruke i praksis, er kanskje meir usikkert. Metoden kan nok synast både arbeidskrevande og innvikla å gi seg i kast med, men til grunn for plassering på den tradisjonelle skalaen ligg også bedømming og rekning av fleire enkeltskudd. Begynnande skyting hos timotei er til dømes definert som det stadiet der ein del av akset er synleg på minst 10 % av skudda, og er vanskeleg å bestemme utan at ein går ut og haustar, sorterar og reknar skudd, gjerne fleire plassar i enga. Skal ein først bruke fenologisk utvikling som retningsline for val av haustetid, bør sjansen for å treffe ønska kvalitet vere høgare enn om ein berre held seg til kalenderen og vêrmeldinga åleine.

Den siste tida har det blant rådgivarar og forskarar vorte diskutert om spesielt mjølkeprodusentane bør framskynde haustetida på førsteslåttan i høve til gjeldande praksis. Dersom så skjer, finst det enda fleire argument for å finne alternativ til den tradisjonelle skalaen. Skal kvaliteten i førsteslåttan maksimerast gjennom såkalla tidlege hausting, trengst ein skala som er presis og fingradert på tidlege utviklingstrinn. Vidare vil tidlege førsteslåttar føre med seg at ein stor del av årsavlinga kjem i dei fenologisk meir uryddige andre- og tredjeslåttane. Kvaliteten på gjenvekstane vil såleis bli minst like viktig å ha kontroll med som før, og skal haustetida for dei bestemmast etter fenologi, vil den tradisjonelle skalaen vere vanskeleg å bruke.

Det kan forøvrig tenkast at ein numerisk skala basert på enkeltskudda sin vektandel av den totale skuddpopulasjonen gir ein høgare forklaringsgrad for kvaliteten i gjenvekstane enn den skalaen som er presentert her. Når variasjonen totalt er stor, og langt komne enkeltskudd kanskje utgjer ein større andel av totalavlinga enn dei like talrike, men små og

unge skudda, kan det vere gode grunnar til å ikkje vekte alle skudd likt. Både Fagerberg (1988), Ohlsson & Wedin (1989) og Hill *et al.* (1995) har vurdert utviklinga hos fôrgrasartar og/eller belgvekstar etter numeriske skalaer der verdiane for skuddpopulasjonar er gjennomsnitt vekta etter skudda si vekt. Slike vil imidlertid vere enda meir arbeidskrevande å bruke enn skalaen som er brukt her.

Referansar

- Bonesmo, H. 1999. Valg av høstetid for førsteslått hos timotei. Grønn forskning 06/99: 12-21.
- Bonesmo, H. 2000. Virkning av ytre faktorer på strukturelle karbohydrater hos engvekster. Grønn forskning 14/2000, 19 pp.
- Bonesmo, H. 2004. Phenological development in timothy and meadow fescue as related to daily mean temperature and day length. *Grassland Science in Europe* 9: 799-801.
- Fagerberg, B. 1988. Phenological development in timothy, red clover and lucerne. *Acta Agriculturae Scandinavica* 38: 150-170.
- Gustavsson, A.-M., Bonesmo, H. & Rinne, M. 2003. Modelling growth and nutritive value of grass. Proceedings of the International symposium 'Early harvested forage in milk and meat production', published by Agricultural University of Norway, Department of Animal and Aquacultural Sciences. pp 44-58. ISBN 82-7479-016-2.
- Hill, N.S., Cabrera, M.L. & Agee, C.S. 1995. Morphological and climatological predictors of forage quality in tall fescue. *Crop Science* 35: 541-549.
- Homb, T. 1953. Chemical composition and digestibility of grassland crops. *Acta Agriculturae Scandinavica* 3: 1-32.
- Moore, K.J., Moser, L.E., Vogel, K.P., Waller, S.S., Johnson, B.E. & Pedersen, J.F. 1991. Describing and quantifying growth stages of perennial forage grasses. *Agronomy Journal* 83: 1073-1077.
- Nesheim, L. 1996. Retningslinjer for gjennomføring av forsøk i grovfôrvekster. I: Samarbeid med forsøksringene om feltforsøk, Retningslinjer 1996. Norsk institutt for planteforskning, Ås.
- Ohlsson, C. & Wedin, W.F. 1989. Phenological staging schemes for predicting red clover quality. *Crop Science* 29: 416-420.
- Viken, H.N., Volden, H., Lunnan, T. & Jørgensen, M. 2003. Vomfordøyelighet av fiber (NDF) i timotei. Grønn kunnskap 7 (3): 44-50.