

Spiser kvæg som en grønthøster, eller er de kræsne

Jens Henrik Badsberg¹, Lisbeth Nielsen² og Hanne H. Hansen³

¹ Forskergruppe for Biometri, Afdeling for Husdyravl og Genetik, DJF

² Agro Business Park

³ Inst. for Husdyrbrug og Husdyrsundhed, KVL

Baggrund og målsætning

I dette arbejde ønsker vi at undersøge, om stude under en ekstensiv græsning foretager en selektion mellem de planter, de spiser. Endvidere ønskes undersøgt, om denne selektion afhænger af belægningsgrad (høj/lav), studens alder (1. års / 2. års), tidspunkt på sæson og evt. lokalitet (øst/vest), samt år (1998/1999). Endelig ønsker vi at se, om selektionen kan forklares ved arternes fordøjelighed (fordøjeligt organisk stof, råprotein og NDF) samt udbredelse.

Den overordnede baggrund for projektet var at få nogle kvantitative beskrivelser af, hvorledes man med forskellige former for ekstensiv græsmarksdrift kunne bevare eller øge artsdiversiteten på ferske enge. Samtidig ønskedes at kvantificere konsekvenserne for den landbrugs-mæssige produktion på arealerne. Ferske enge varierer meget med hensyn til plantebestand, jordbundsforhold og fugtighed, og det er derfor væsentligt at kende disse faktorer, når man skal vurdere, hvilken produktion, der kan forventes på et givet engareal.

Når stude og får afgræsser på halvkulturarealer er der et større udvalg af arter end på intensive græsmarker. Desuden er der som regel en lavere belægning, hvilket betyder at dyrene har god mulighed for at selektere i det planteudbud, der er til rådighed. Målet med denne del af undersøgelsen var at få en beskrivelse af produktionens størrelse og fordeling over året, artssammensætningen, benyttelsens indvirkning på arterne, foderkvaliteten af enkeltarter og studenes fødevalg.

Resultaterne anført her er et uddrag af resultaterne givet i Nielsen et. al (2002a) med uddybning vedrørende de statistiske beregninger.

Metoder

Græsningsundersøgelserne i basisprojektet foregik med 1. års stude og 2. års stude, der afgræssede ved to afgræsningsintensiteter. Ved høj intensitet blev der stilet mod en afgræsningshøjde på 6 cm og ved lav intensitet var der halvt så mange stude per arealenhed, som ved høj intensitet. Arealet var inddelt i to blokke, vest og øst.

Planteproduktionen i græsningsfoldene blev målt gennem græsningsæsonen i seks tilvækstperioder i perioden fra udbinding til indbinding. Efter hver tilvækstmåling blev næste måling udført i et nyt område i afgræsningsfolden. Foderkvaliteten blev analyseret i plantematerialet over 2 cm.

Den botaniske sammensætning blev fulgt ved at sortere planteprovér pr. art, samt en fraktion med dødt materiale, og således få en beskrivelse af plantebiomassen på tørstofbasis. Analyser af den botaniske sammensætning i sommerperioden første år er vist i Nielsen et al. (2002b), hvor der er givet en beskrivelse af vest og øst, samt af "Læstenvej", der beskriver forholdene for 2. års stude i øst, hvor plantebestanden var noget anderledes end resten af øst-blokken. Som det fremgår, var der en relativt højere andel af græsser i øst og en relativt højere andel af urter i vest. For 2. års stude var der ikke så store forskelle mellem blokkene med hensyn til botanisk sammensætning som for 1. års stude. Enkeltarter blev indsamlet i juni, juli og september til foderkvalitets analyser.

Med henblik på at undersøge, hvad dyrene åd, blev planterester i vomfistulerede dyrs fækalie og vom-indhold undersøgt ved mikroskopi, og om det blev vurderet om der fandtes forskelle mellem vom- og fækalioprøver. Vom- og fækalioprøver blev udtaget en gang om dagen i fire dage én gang om måneden fra juni til september i 1998 og 1999. Prøver blev taget fra fire førstegangs græssende, vomfistulerede stude i 1998 og 1999 og fire vomfistulerede stude, der græssede på andet år i 1998. Studene blev grupperet parvist indenfor aldersgruppe og græssede sammen med andre dyr i enten vest- eller østfoldene. Fækalioprøver blev taget direkte fra dyrene samtidig med udtagningen af vomprøverne.

En referencesamling på 31 planter blev indsamlet fra Fussingø i 1997 og 1998. Karakteristikkerne fra denne referencesamling dannede grundlag for mikroskopiske identifikationer. Fotos af mikroskopiske udsnit af referencesamlingen kan ses på internettet på <http://www.kvl.dk/htm/hhh/text.htm>.

Prøverne blev tørret, formalet, rensat og anbragt på objektglas, og fem objektglas pr. prøve blev undersøgt. Fravær eller tilstedeværelsen af de refererede arter blev noteret i hvert af 20 felter på de 5 objektglas. Ud fra dette er en relativ frekvens for hver af de refererede arter udregnet.

For at kunne bestemme selektiviteten hos de græssende stude er de relative frekvenser af arterne fundet ved mikroskopi i vom- og fækalioprøverne sammenlignet med planternes frekvenser udregnet fra biomasseprøverne for den botaniske sammensætning på marken. Selektiviteten er en sammenligning af hvad der fandtes i dyrene med hvad der fandtes tilgængeligt i miljøet. Hvis dyrene ikke udviser selektivitet, vil den relative mængde, som findes i dyrene, ikke være signifikant forskellig fra den relative mængde, som findes i miljøet. Æder de forholdsvis mere af en planteart end, hvad der findes tilgængeligt, vil der være en positiv selektivitet for denne planteart, og omvendt vil der være en negativ selektivitet for de arter, som findes i dyret i signifikant mindre mængde end i miljøet.

De relative frekvenser blev, efter en logit transformation, modeleret ved en lineær normal model med flere varians-komponenter, i PROC MIXED, SAS version 8.2. I denne model bestemmes selektionen som kontrasten mellem de estimerede relative frekvenser af plante-materiale i hhv. biomasseprøver og vom/fækalioprøver. Middelværdien, og selektionen, af den enkelte art antages i modellen at afhænge systematisk af måned (dvs. tidspunkt på sæson), studens alder og græsningsintensitet, og sæsonvariationen i selektionen af studens alder og græsningsintensitet. I modellen er der varianskomponenter for at målingerne er korrelerede over sted og tid: Der er varianskomponenter for parcellen indenfor folden, for folden indenfor delblokken (ved aldersgruppe), og for blok (øst/vest). Endvidere er der varianskomponenter for år og måned indenfor år, med disse bidrag også afhængig af lokalitet (blok og delblok).

Udvidet beskrivelse af den statistiske metode

Notation

Målingerne er de relative frekvenser (med hensyn til (14 af) 25 arter) hhv. på marken (3 parceller) og i studen (2 stude med vom og fæces) på forskellige tidspunkter (2 år og 4-6 tidspunkter pr. år) og marker (8 stk. ved kombinationen af lokalitet, dyreart og intensitet):

- a : Art,
- i : Intensitet (høj/lav græsningsintensitet),
- d : Dyreart (1. år /2. års stude),
- l : Lokalitet (øst/vest),
- \hat{a} : År: 1998 eller 1999,
- t : Tidspunkt på sæson (maj/juni/juli/august/september).

For observationerne af arterne på marken:

- r : Ramme (1, 2 eller 3).

For observationerne af arterne i de fistulerede stude:

- p : Stud 1 eller 2;
- s : Sample (vom eller fæces).

Selektion

Vi ser på en en-dimensional variabel, f.eks. tørstof eller den relative frekvens af en enkelt art i fistuleret stud eller på mark. Hvis vi for en given art lader hhv. X og Y betegne hhv.

- $Y = X_m(a)$: Relativ frekvens af arten a fundet ved mikroskopisk undersøgelse af materiale fra fistuleret stud,

- $X = Xb(a)$: Relativ frekvens af arten a fundet ved analyse af botanisk sammensætning af materiale fra marken,

så kan selektionen udtrykkes ved $A = Y/X$ eller $S = \log(A) = \log(Y/X) = \log(Y) - \log(X)$. X og Y er relative frekvenser, sandsynligheder. $S = \log(A)$ kalder vi selektionen, således at vi får en selektion på 0, hvis arten findes med samme frekvens i studen som på marken. Selektionen er positiv, hvis frekvensen af arten er større i studen end på marken, og selektionen negativ, hvis frekvensen af arten er mindre i studen end på marken. Selv om studen spiser en art, men kun med den halve frekvens af hyppigheden af arten på marken, så er selektionen altså negativ, skønt studen også vælger at spise denne art.

Plots

Plot af den transformerede hyppighed $\log(Y)$ af arten i studen mod transformeret hyppighed $\log(X)$ af samme art på marken giver et billede af selektionen. I det enkelte plot indgår kun observationer for en art. Observationer over ramme i mark og over stud og sample (vom/fæces) er aggregeret for at få sammenhørende værdier. I plottet er et punkt for hver kombination af lokalitet, dyreart, intensitet, år og tidspunkt på sæson. Hvis punkterne fordeler sig om identiteten $y = x$, dvs. diagonalen spises arten med samme hyppighed som arten er på marken, og der er således ingen selektion. Af ovenstående formel ses, at en evt. selektion $S = \log(A)$ er skæringen med y -aksen. En positiv selektion vil således give punkter over diagonalen, mens negativ selektion giver punkter under diagonalen, i begge tilfælde stadig omkring linier parallel med diagonalen. Hvis punkterne ligger om en linie med hældning mindre end 1, så selekterer studen arten ved lave frekvenser på marken, men fravælger, når planten er hyppig. Ved en hældning større end 1 vil hyppigheden af arten variere mere i studens diæt end på marken.

Regression af hyppighed af art i stud på hyppighed på mark

Regression af den transformerede hyppighed $\log(Y)$ af arten i studens diæt på den tilsvarende hyppighed $\log(X)$ af arten på marken svare til antagelsen $\log(Y) = \alpha + \beta \log(X)$ omkring middelværdier. Skæringen α er her selektionen $S = \log(A)$, mens hældningen β burde være 1 under antagelsen $S = \log(A) = \log(Y/X)$. Ved tilbage transformation $A = Y/X = \exp(\alpha) X^{-(1-\beta)}$ har vi en større selektion ved lave frekvenser end ved højere frekvenser på marken, når β er mindre end 1.

Idet den primære fokus i denne analyse er, om der er en selektion eller ikke, og ikke så meget hvordan den øget hyppighed af en given art i diæten afhænger af hyppigheden på marken vil vi i første omgang undersøge modeller, hvor β er sat til 1.

Andre transformationer

I det foregående har vi transformeret hyppighederne af de enkelte plantearter med logaritme-transformationen. Derved har vi opnået lineære sammenhænge mellem de transformerede hyppigheder og selektionen. Endvidere får vi, at de transformerede hyppigheder med rimelighed kan antages normalfordelte, modsat de rå frekvenser.

Alternativer til logaritme transformationen er den komplementær log-log transformation, $\log(-\log(1-X))$, og logit-transformationen, $\log(X/(1-X))$, eller den inverse til en kumuleret fordelingsfunktion, f. eks normalfordelingen.

De tre transformationer $\log(X)$, $\log(-\log(1-X))$ og $\log(X/(1-X))$ ligger tæt på hinanden for lave frekvenser: $0 < X < 0.2$.

Ved logit transformationen og $S_{\text{Logit}} = \log(Y/(1-Y)) - \log(X/(1-X))$ får vi $\exp(S_{\text{Logit}}) = (Y/(1-Y)) / (X/(1-X)) = (Y/X) * (1-X)/(1-Y)$, altså et lidt større range af selektionen: Med $Y = X + \Delta$ ser vi et større estimat af selektion, når den relative frekvens er stor $(Y/X) * (1-X)/(1-Y) = ((X+\Delta)/X) * ((1-X)/((1-X)-\Delta))$.

Metode 1: Empiriske mål for selektion direkte afledt af sammenhørende værdier af hyppigheder til samme tidspunkt og samme sted

Vi kan bestemme selektionen til en given kombination af tidspunkt og position, når vi har sammenhørende værdier af begge frekvenser (for hhv. frekvensen af arten på marken og frekvensen af arten i studen) og disse ligger mellem 0 og 1. Vi aggregerer her inden selektionen beregnes observationerne af de botaniske sammensætninger over de 2-3 rammer på marken, og de mikroskopiske undersøgelser af planterester i de vomfistulerede dyrs fækalie- og vom-indhold over stud og sample (vom/fæces).

Vi kan derefter i et andet trin i en normalfordelingsmodel, med korrelerede målinger undersøge, hvorledes disse tal afhænger af de relevante faktorer, dvs. intensitet, studens alder, lokalitet, tidspunkt på året, år, fordøjelighed, etc. Modellen svare til en regression af den transformerede hyppighed af plantearten i studen på hyppigheden af arten på marken, med begrænsningen, at hældningen skal være 1 således kun selektionen estimeres. Frekvenser observeret til 0 (og 1) giver dog et lille problem.

Metode 2: Mål for selektion via model på transformerede hyppigheder:

Ved at modellere begge hyppigheder af plantearten (i hhv. botanisk sammensætning på mark og i mikroskopiske undersøgelser af planterester i vomfistulerede dyrs fækalie og vomindhold) i en og samme model med en kovariat for om prøven er fra botanisk analyse mark eller mikroskopisk undersøgelse af materiale fra vomfistulerede dyr, og afhængig af intensitet (høj/lav), studens alder (1. års/2. års), og lokalitet (øst/vest) og tidspunkt på sæson samt år (1998/1999), kan selektionen afledes som forskellen, kontrasten, mellem estimaterne for hhv. "på mark" og "i dyr". Modellen kan give et samlet estimat af selektionen af den

enkelte art, under hensyn til, at selektionen evt. afhænger af intensitet og studens alder. Dette samlede estimat af selektionen af den enkelte art kan så senere relateres til de mål (for bl.a. fordøjelighed), der kun findes på artsniveau. Altså igen en 2-trins model.

Andre fordele ved modellen i forhold til modellen på de empiriske selektioner:

- Vi er tæt på de oprindelige observationer, og kan styre
 - o fordeling og,
 - o korrelation mellem målinger.
- Hvis en frekvens af en given art til given kombination af sted og tidspunkt ikke er observeret, vil "gennemsnit" af målinger relevant under modellen blot blive anvendt. F.eks. ved ingen interaktion mellem tidspunkt og sted, og botanisk analyse ("på mark") manglende for given art til givet tidspunkt og sted, så "anvendes" for denne kombination af tid og sted en passende kombination af hovedvirkninger af sted og tidspunktet. Vi behøver altså ikke indsætte en kunstig værdi, hvor frekvensen ikke er observeret eller observeret til 0. (Løsningen her er ikke "ideel", idet vi med 0-et jo ved, at værdien nok er lavere end de tilsvarende andre observationer for samme art.)
- Observationerne af hhv. botaniske analyser på mark og mikroskopisk analyse for dyremateriale behøver ikke ligge på samme tidspunkt, hvis tidspunkt (på sæson) indgår som kovariat.

Arter overhovedet ikke observeret, ved enten botanisk analyse eller mikroskopiske undersøgelser

Ingen af de to ovennævnte metoder vil kunne bruges (tilfredsstillende), hvis vi ønsker at beskrive, hvorfor en given art overhovedet (dvs. for alle kombinationer af sted og tid) ikke er observeret i studen, men findes på marken, eller er observeret i studen, men ikke på marken. Situationen er f.eks. at en art overhovedet ikke er observeret på nogen lokalitet over de 2 år ved botaniske analyser på marken, men arten er fundet i vom eller fæces.

- Metode 1: Mål for selektion direkte afledt af sammenhørende værdier: X er (kan være) for alle par af observationer (botanisk undersøgelse og mikroskopisk undersøgelse) sat til et lille "epsilon", for ikke at dividere med 0. Selektionen, middelværdien af $\log(Y) - \log(\text{"epsilon"})$ bliver så direkte proportional med $\log(\text{"epsilon"})$, og vi har så selv helt bestemt, hvad selektionen bliver.
- Metode 2: Mål for selektion via model på hyppigheder: Metoden vil bare ikke give et bud på selektionen af arten.

Problemet er helt tilsvarende, hvis arten overhovedet ikke er observeret i mikroskopiske undersøgelser af vom- eller fækalie-materiale, men er fundet ved botaniske sammensætning på marken. Vi har ganske vist ikke problemet allerede hvor vi "dividere", men vi kan ikke tage logaritme (angives som teknisk grund).

Men der findes naturligvis metoder for at håndtere sådanne problemstillinger, hvor responset nogle gange er en speciel værdi, og andre gange ligger i et interval, dvs. har en sammensat fordeling. Vi kan sige, at vi med en sandsynlighed (afhængig af vores forklarende variable) observere 0 (for hhv. botanisk sammensætning og mikroskopiske undersøgelser), og givet observationen er større end 0, så er en (logaritmisk) transformation deraf f.eks. normalfordelt.

Her er vi, når nogle arter overhovedet ikke er observeret (enten i botanisk sammensætning eller mikroskopiske undersøgelser) interesseret i at modellere, om arten er observeret. Derfor reducerer vi vores frekvens til en binær variabel; 0 hvis arten ikke er observeret, og 1, hvis frekvensen er større end 0. Vi kan så, ved kontingenstabeller, undersøge, hvorledes den simultane fordeling af de 2 binære variable for hhv. botanisk sammensætning og mikroskopiske undersøgelser afhænger af vores forklarende faktorer, intensitet, studens alder, sæsontidspunkt, lokalitet og år. De kontinuerte variable for fordøjelighed kan også indgå i kontingenstabellen - ved en omkodning til diskrete variable, eller vi kan anvende logistisk regression.

Vi kan også vælge at omkode frekvensen til en variabel med f.eks. 4-5 niveauer:

- 0: Fraværende, dvs. ren 0;
- 1: Svag, f.eks. mellem 0 og nedre kvartil (for arten);
- 2: Mild, f.eks. nedre kvartil og median (for arten);
- 3: Moderat, f.eks. median til øvre kvartil (for arten);
- 4: Kraftig.

Relation mellem selektion og tilgængeligt materiale:

Det er ikke sundt at lave en regression af selektion (bestemt ved $\log(Y) - \log(X)$ eller $\log(Y / (1-Y)) - \log(X / (1-X))$ (fra både metode 1 og metode 2) i ovenstående] på botanisk analyse, X , tilgængelig materiale, når det er det samme X , der indgår for de enkelte observationer. Selvom der ikke er en sammenhæng mellem udbredelse og selektion, så vil de 2 størrelser jo være korrelerede pga. den funktionelle sammenhæng mellem udbredelse og den beregnede selektion.

I ovenstående er der overvejelser om regression af hyppighed af art i mikroskopiske undersøgelser på hyppighed af art ved botanisk analyse, således selektionens afhængighed af hyppighed i botanisk analyse kan modelleres.

Man kan anvende inventering som mål for tilgængeligheden af den enkelte art, når der laves regression af selektion (bestemt ved stude-data i forhold til klip-data) på tilgængelighed. Inventeringen (Hald, 2002) er et andet mål for botanisk sammensætning, et mål, der ikke er beskrevet i denne artikel. Så er (burde være), givet sted og tidspunktet, den stokastiske støj på målet for selektionen uafhængig af støjen på målet for udbredelsen af arten. Alternativt kunne man anvende den ene stud og ramme 1 til estimation af selektion, og relatere denne selektion til den anden stud og ramme 2 (og evt. ramme 3), men der er stadig en korrelation.

Lidt overvejelser omkring korrelationsstruktur:

a) Botanisk sammensætning af materiale fra marken, klip-data:

Hvis en art et givet tidspunkt er til stede, ikke bare i forsvindende mængder, så er det også sandsynligt, at den ses ved observationen det følgende tidspunkt. Observationerne samme sted er altså korrelerede, og vi skal foruden målestøjen på den enkelte observation have varians-komponenter for lokalitet. Målinger i samme ramme indenfor samme mark er korrelerede, hvorfor vi har en varianskomponent for ramme i mark, og en varianskomponent for mark.

Klimaet virker tilfældig over de to år (giver på nogle tidspunkter gode betingelser for den enkelte art), hvorfor vi har en varianskomponent for tidspunkt, evt. afhængig af lokalitet.

Vi kan vælge at betragte målinger på samme lokalitet som gentagne målinger.

b) Mikroskopiske undersøgelser af materiale fra vomfistulerede stude:

Den enkelte stud kan have sine præferencer. Derfor en varians komponent for stud, svarende til komponenten for ramme. Dog er samme stud anvendt på flere marker. En evt. forskel mellem vom og fæces kan betragtes som systematisk.

o Ellers er der for stude samme varianskomponenter for mark og tidspunkt som ved data fra botaniske analyser på mark.

For at lette beregningen af selektion ønsker vi at aggregere målingerne på de 2-3 rammer indenfor samme mark til samme tidspunkt, og tilsvarende de 2 gange 2 målinger i hhv. vom og fæces i de 2 stude. Deraf følgende problemer pga. korrelation synes at være størst som følge af summering over de 3 rammer, mindst som følge af summering over vom-fæces, og summering over de 2 stude der imellem:

Hvis vi sammenligner målingerne over de 2 år taget på en mark med de tilsvarende målinger på en anden mark, så kan vi ikke afgøre, om en forskel skyldes forskel i behandlinger på de 2 marker, eller tilfældige forskelle mellem de 3 parceller på den ene mark med de 3 parceller på den anden. (F.eks. sammenligning af høj/lav stratificeret til blok og studens alder.) Ved

summering over stud er problemet tilsvarende, hvis vi begrænser materialet til 2 marker, og det er forskellige par af stude, der går på de 2 marker. Vi kan ikke afgøre, om en evt. forskel skyldes behandling (høj/lav) eller forskel mellem de 2 par af studes selektion. (Denne sidste sætning er vist "akademisk", idet det netop er samme par, der for givet blok (øst/vest) og alder er anvendt på de 2 intensiteter.)

Resultater, mål for selektion via model på hyppigheder (metode 2):

Resultater for modellering af logit-transformationen af de relative frekvenser i en og samme model PROC MIXED model i SAS:

Indenfor den enkelte art er målingerne af de relative frekvenser af plantearten korrelerede således:

1. Indenfor lokalitet:
 - a. Målingerne i samme "parcel" er korrelerede:
 1. Indenfor ramme for botaniske analyser på marken,
 2. Vom- og fækalie prøve indenfor stud, og stud på mark,
 - b. Målingerne på samme mark (her defineret til sammenlægning af de 2 delmarker høj og lav intensitet) er korrelerede, givet krydsklassifikationen øst/vest med 1./2. års stude,
 - c. Målingerne indenfor samme aldersgruppe og blok er korrelerede (således "Læstelvej" "resten i Øst" hver har deres tilfældige niveau), givet øst/vest,
 - d. Målingerne i samme blok er korrelerede (øst/vest).
2. Indenfor år:
 - a. Begrænset til alder og blok er målingerne fra samme år korrelerede,
 - b. Begrænset til blok er målingerne fra samme år korrelerede,
 - c. Målingerne samme år er korrelerede.
3. Måned indenfor år:
 - a. Begrænset til år, alder og blok er målingerne fra samme måned korrelerede,
 - b. Begrænset til år og blok er målingerne fra samme måned korrelerede,
 - c. Målingerne samme måned er korrelerede indenfor år.

Omkring de systematiske effekter: Der ser ud til at være en selektion mellem arterne.

Selektionen afhænger af måned, alder og intensitet. Endvidere ser det ud til at sæsonvariationen i selektion afhænger af de to faktorer alder og intensitet enkeltvis, samt at selektionen afhænger af kombinationen alder og intensitet.

Sæsonvariationen i selektion ser ikke ud til at afhænger af kombinationen alder og intensitet.

Modelkontrol

- Varianshomogenitet: Det største problem forventes knyttet til antagelsen af at mikroskopiske analyser har samme residualvarians som de botaniske analyser. De botaniske analyser har en spredning, der er ca. det dobbelte af spredningen for de mikroskopiske analyser. Det øvrige af kontrollen er derfor delt efter botanisk og mikroskopisk analyse. Variansen ser ud til at være homogen mht. art, år, måned indenfor år og sted.
- Normalfordeling: Det ser ikke helt skævt ud.

Yderligere aspekter, som kunne inddrages i modellen, ud over heterogenitet i botanisk / mikroskopisk analyse:

1. Anvendelse af den "additive logration transformation", $\log(p/r)$, (se Barceló-Vidal, 2001 og Billheimer et. al., 1998) i stedet for den version af en "centered", $\log(p/(1-p))$, vi har anvendt, dvs. dividerer med frekvensen for "resten" i stedet for "1 minus frekvensen" for logaritmetransformationen.
2. De 14 målinger af de enkelte arter til samme tidspunkt og sted er antaget uafhængige. Det er givet en fejl.
3. Asymmetri mellem botanisk analyse og mikroskopisk undersøgelse:
 - a. Gentagelsen vom- og fækalie-prøve ved mikroskopisk undersøgelse,
 - b. Det samme par af stude er anvendt på 2 marker, og nye par af stude andet år, mens rammerne ligger samme sted begge år, dog således at klippefeltet flyttes indenfor rammen ved hvert klip.
4. Estimat af selektionen afhængig af tidspunkt med henblik på sammenstilling med tallene for fordøjelighed.

Forklaring af selektionen af arter ved fordøjelighed af den enkelte art:

Selektionen af den enkelte art, estimeret ved denne metode 2, er plottet mod fordøjeligt organisk stof, råprotein og cellevægsindhold (NDF). Der er som den enkelte arts mål for f.eks. NDF taget gennemsnit over de 6 målinger af denne størrelse, 3 for hvert af de 2 år. (Selektionen burde estimeres afhængighed af tidspunktet, så der kan tages hensyn til at fordøjeligheden af den enkelte art afhænger af tidspunkt.) Der ses her ingen sammenhæng mellem selektionerne af de enkelte arter og målene for fordøjelighed.

Resultater, empiriske mål for selektioner (metode 1):

Der er sideløbende foretaget analyse af "de empiriske mål for selektioner", dvs. selektion estimeret direkte ved målingerne på samme delmark og til næsten samme tidspunkt. Denne

metode, kan betragtes som en analyse af studenes indtag, vurderet ud fra mikroskopisk undersøgelse, givet den observerede botaniske sammensætning på marken. (Hvis måleusikkerheden på botanisk analyse er lille, så behøver vi ikke tænke på botanisk analyse som en stokastisk variabel, som ved lineær regression.)

Ud fra "fænomenets natur" er det muligt at give bud på, hvorledes mængden af de enkelte arter (både ved botanisk analyse og mikroskopisk undersøgelse) er korrelerede over tid og sted. Det blev gjort i afsnittet "Lidt overvejelser omkring korrelationsstruktur". Det synes ikke så let at give bud på, hvorledes studenes selektion er korrelerede, over tid og sted, givet mængden af de enkelte arter.

P-værdierne for test af de enkelte effekter vil jeg ikke lægge stor vægt på ved metode 1, da disse afhænger meget af valg af kovariansstruktur, og dette valg ikke er analyseret nøjere. Estimerne af selektion af de enkelte arter ser dog konsistente ud med estimer fundet ved metode 2.

Modellen er kørt med henblik på at inddrage mål for fordøjelighed.

Tilføjer vi disse mål for fordøjelighed, ved siden af art som faktor, så ser vi om fordøjelighed kan forklare yderligere variation i materialet, ud over det art forklarer, altså ikke hvorfor den enkelte art selekteres.

Resultaterne omkring fordøjelighed er de samme for de 2 foreløbige modeller.

Resultat: Diæt og selektion

Med hensyn til studenes diæt var de relative frekvenser af plantearter identificeret i vom- og fækalioprøver ikke signifikant forskellige, og derfor er resultaterne vist i tabel 1 gennemsnit af de to prøvetyper.

Selektiviteten af de 12 hyppigste arter samt resten, grupperet som "rest", er vist i tabel 2. Som det kan ses af tabellen, var selektiviteten for Alm. Kvik, Manna Sødgræs, Alm. Hønsetarm og Fløjlsgræs positiv og signifikant med selektiviteten for Alm. Kvik næsten dobbelt så stor som for Fløjlsgræs. Selektiviteten for Mose-Bunke, Rød Svingel, Knæbøjet Rævehale og Eng-Rapgræs var signifikant negativ, medens der ikke var nogen selektivitet for siv, Eng-Rottehale, Alm. Rapgræs, Lav Ranunkel og de resterende arter.

Tabel 1. Optagelse af de forskellige arter, som den gennemsnitlige relative frekvens af planter fundet i vom- og fækalieprøver (n=382).

Art	Gennemsnit	Standardafvigelse
Manna-Sødgræs (<i>Glyceria fluitans</i>)	21,96	18,02
Siv (<i>Juncus spp.</i>)	17,86	20,31
Fløjlsgræs (<i>Holcus lanatus</i>)	16,01	20,47
Alm. Kvik (<i>Elytrigia repens</i>)	12,78	8,46
Eng-Rapgræs (<i>Poa pratensis</i>)	8,17	9,50
Alm. Rapgræs (<i>Poa trivialis</i>)	7,25	9,50
Mose-Bunke (<i>Deschampsia caespitose</i>)	5,26	9,34
Lav Ranunkel (<i>Ranunculus repens</i>)	3,84	3,11
Knæbøjet Rævehale (<i>Alopecurus geniculatus</i>)	3,19	3,83
Eng-Rottehale (<i>Phleum pratense</i>)	0,94	1,60
Blød Hejre (<i>Bromus hordeaceus</i>)	0,84	1,43
Rød Svingel (<i>Festuca rubra</i>)	0,76	1,50
Kløver (<i>Trifolium sp</i>)	0,71	1,65
Hare Star (<i>Carex leporine</i>)	0,58	1,07
Alm. Hønsetarm (<i>Cerastium fontanum</i>)	0,25	0,77
Kær-Tidsel (<i>Cirsium palustre</i>)	0,08	0,36
Stor Nælde (<i>Urtica dioeca</i>)	0,06	0,48
Rørgræs (<i>Phalaris arundinacea</i>)	0,05	0,34
Gåsepotentil (<i>Potentilla anserina</i> ,)	0,05	0,30
Sump-Kællingtand (<i>L. uliginosus ssp. uliginosus</i>)	0,03	0,26
Mælkebøtte (<i>Taraxacum sp</i>)	0,01	0,22
Alm. Syre (<i>Rumex acetosa</i>)	0,005	0,07

Tabel 2. Planteselektivitet hos fistulerede stude på Fussingø. (Se tekst for beregningsgrundlag).

	Estimat af Selektivitet	Standard Error	Signifikans
Alm. Kvik	1.32	0.20	***
Manna-Sødgræs	1.17	0.20	***
Alm. Hønsetarm	0.74	0.34	*
Fløjlsgræs	0.67	0.19	***
Mose-Bunke	-1.17	0.26	***
Rød Svingel	-0.77	0.33	*
Knæbøjet Rævehale	-0.75	0.23	***
Eng-Rapgræs	-0.68	0.21	***
Siv	0.15	0.21	NS
Eng-Rottehale	-0.45	0.30	NS
Alm. Rapgræs	0.05	0.18	NS
Lav Ranunkel	-0.22	0.18	NS
Rest	-0.05	0.20	NS

***=p<0.001, **=0.001≤p<0.01, *=0.01≤p<0.05

Konklusioner vedr. selektion

- De fire arter som studene selekterede positivt var alle naturarter, nemlig Alm. kvik, Manna-Sødgræs, Alm. Hønsetarm og Fløjlgræs,
- Af de arter som studene selekterede negativt var der to kulturarter, Rød Svingel og Eng-Rapgræs, samt to naturarter, Mose-Bunke og Knæbøjet Rævehale,
- Studenes selektion var ikke knyttet til kvalitet for foderværdi i form af fordøjeligt organisk stof, råprotein eller cellevægsindhold (NDF).

Litteratur

- Barceló-Vidal, C., Martín-Fernández, J.A. and Pawlowsky-Glahn, 2001. 'Mathematical Foundations of Compositional Data Analysis', in Proceedings of the Annual Conference of the International Association for Mathematical Geology, Cancun (Mexico).
- Billheimer, D., Guttorp, P., Fagan, W.F., 1998.: Statistical Analysis and Interpretation of Discrete Compositional Data. NRCSE Technical Report Series No. 011.
- Hald, A.B., 2002. Botanisk udvikling. DJF intern rapport 154, 34-39.
- Nielsen, L., Hansen, H.H., Badsberg, J.H. & Søgaard, K., 2002a. Planteproduktion og fødevalg. DJF intern rapport 154, 7-13.
- Nielsen, L., Hoffmann, C.C. & Thamsborg, S.M. (eds.), 2002b. Ferske enge – ekstensiv landbrugsproduktion, natur og miljø. DJF intern rapport nr. 154, 60 pp.