

Indhold

ANERKENDELSER	1
SAMMENDRAG	2
BAGGRUND OG FORMÅL	2
MATERIALER OG METODER	2
Forsøgsdesign og behandlinger	2
Fodermidler	4
Dataindsamling	5
Beregninger og statistisk analyse	5
RESULTATER OG DISKUSSION	6
Konserveringens effekt på foderværdien	6
Holdbarhed af hestebønner efter valsning	9
EFK-data	10
Overensstemmelse mellem beregning i DMS og KMP-fuldfoder NIR-analyse	11
Ingen effekt på EKM-ydelsen men højere fedtprocent ved hestebønner	12
Indikation på lavere stivelsesfordøjelighed med hestebønner	13
Mulig sammenhæng mellem fedtprocent i mælk og indhold af stivelse i gødningen	14
Foderomkostningerne ens mellem Kontrol og Hestebønner	14
KONKLUSION	15
IMPLIKATIONER	15
REFERENCER	15

Fodring med hestebønner i praksis

Betina Amdisen Røjen, Anne Mette Hostrup Kjeldsen
SEGES Landbrug & Fødevarer, Agro Food Park 15, 8200 Aarhus N

ANERKENDELSER

En stor tak til forsøgsværterne for deres engagement omkring testens gennemførelse. Forsøget blev gennemført i projekt ”Hestebønner som alternativ til raps og soja” med støtte fra Mælkeafgiftsfonden.

SAMMENDRAG

Der blev gennemført en undersøgelse i praksis hvor 11 malkekvægsbesætninger indgik; 6 økologiske og 5 konventionelle besætninger. Formålet var at belyse om der fandtes produktionsmæssige forskelle ved et skift mellem hestebønner og anden proteinkilde. Forsøgene var baseret på et overkrydsningstest á 3 perioder med to behandlinger, hvor hestebønner svarende til gennemsnitlig 1,64 kg ts i rationen erstattede eller blev erstattet af anden protein- og stivelseskilde. Forsøgene viste, at hestebønner i de anvendte mængder (varierede mellem 1,4 til 2,4 kg ts) i rationen i moderat ydende besætninger kan erstatte anden protein- og stivelseskilde uden effekt på EKM-ydelsen. Fodringen med hestebønner gav en lidt højere fedtprocent end kontrolfodring uden hestebønner (Mejeri: +0,04 procentenhed; Ydelseskontrol: +0,07 procentenhed), men der var ikke forskel på ydelsen i kg mælk. På basis af foder- og mælkepriser på tidspunktet for gennemførelse af forsøgene var der ingen forskel i omkostninger til foder eller restbeløb.

BAGGRUND OG FORMÅL

Et fodringsforsøg på Danmarks KvægforskningsCenter (DKC), Foulum har vist at hestebønner, helt op til 5 kg tørstof både ubehandlede og toastede, kan erstatte sojaskrå og rapsskrå uden negativ effekt på foderoptag og EKM-ydelse (Hansen et al., 2018). Hestebønner er derfor interessante både i den konventionelle og økologiske mælkeproduktion som et alternativt proteinfodermiddel til eksempelvis soja som bl.a. tillægges en høj klimabelastning. Udover at fungere som en dansk nærproduceret, sporbar afgrøde med en god forfrugtsværdi, er hestebønnerne også interessante set i forhold til raps, som på grund af det høje fosforindhold, kan være en udfordring for nogle kvægbrugere, især Non-GM besætninger.

For at belyse eventuelle årsagssammenhænge mellem produktivitet i praksis og fodring med enten hestebønner eller anden indkøbt proteinkilde blev et forsøg igangsat hvor hestebønner blev erstattet af eller erstattede andet proteinfodermiddel. Formålet var at undersøge hvordan et skift mellem hestebønner og anden proteinkilde i foderrationen påvirker køernes ydelsesrespons.

MATERIALER OG METODER

Forsøgsdesign og behandlinger

Forsøget blev lavet via overkrydsning i 3 på hinanden efterfølgende perioder a 4-5 ugers længde med deltagelse af 11 besætninger, heraf 5 konventionelle og 6 økologiske. Der indgik 2 behandlinger i forsøget; en kontrolbehandling (**Kontrol**) baseret på indkøbt proteinkilde og en test-behandling med hestebønner (**Hestebønner**). I behandlingen med hestebønner indgik i gennemsnit 1,64 kg ts (fra 1,4 til 2,4 kg ts; Tabel 1) i rationen, mens behandling Kontrol ikke indeholdt hestebønner. Der var dog en enkelt undtagelse, idet besætning nr. 10 adskilte sig ved, at der i testrationen blev reduceret i mængden af hestebønner fra 2,8 kg TS pr. ko til 1,2 kg TS pr. ko. Altså en udfasning af 1,6 kg TS.

Seks besætninger fodrede med hestebønner i periode 1 og 3 og med anden proteinkilde i periode 2 mens de 5 resterende besætninger fodrede med anden proteinkilde i periode 1 og 3 og med hestebønner i periode 2.

Fem besætninger brugte toastede hestebønner, mens 4 besætninger brugte tørrede hestebønner. To besætninger crimpede og syrebehandlede hestebønnerne med ensilering i silopose (Tabel 1).

Tabel 1. Oversigt over behandlinger.

Besætning	Type ¹	Behandlinger ²	Konservering hestebønner	Behandling	Fodringsprincip	Hestebønner, kg ts	Erstatning
1	K	U-M-U	Tørrede	Hammermølle	TMR	1,6	Rapskage og sojaskrå, samt kornbaseret blanding
2	K	M-U-M	Toastede	Skivemølle	TMR	2,4	Rapsprodukter, korn
3	K	M-U-M	Tørrede	Crimper	TMR	1,5	Rapsprodukter og lidt sojaskrå i blanding, korn
4	K	U-M-U	Crimpede (syre + ensilering)	-	TMR	1,7	Rapsprodukter, kolbemajs
5	K	M-U-M	Crimpede (syre + ensilering)	-	PMR	1,5	Sojaskrå, rapsprodukt, kornbærme i blanding
6	Ø	U-M-U	Tørrede	Crimper	TMR	1,5	Sojakage og majs i blanding, korn
7	Ø	U-M-U	Tørrede	Crimper	TMR	1,5	Sojakage og majs i blanding, korn
8	Ø	M-U-M	Toastede	Kornvalse	PMR	1,8	Sojakage og korn/kolbemajs
9	Ø	M-U-M	Toastede	Crimper	PMR	1,5	Sojakage og majs i blanding, korn
10	Ø	M-U-M	Toastede	Kornvalse	PMR	1,6	Sojaprodukt og majs i blanding, korn Hestebønner reduceret fra 2,8 til 1,2 kg TS
11	Ø	U-M-U	Toastede	Kornvalse	PMR	1,4	Sojakage og korn

¹K: Konventionel, Ø: Økolog.

²Fordeling af behandlinger på de tre perioder: U-M-U: Uden-Med-Uden hestebønner, M-U-M: Med-Uden-Med hestebønner.

Ud fra besætningernes normale foderration (med eller uden hestebønner) blev en ny ration formuleret ud fra besætningens produktionsniveau og næringsstofbehov i DMS/NorFor. Rationerne blev så vidt muligt afstemt efter indhold af råprotein men også indhold af AAT, stivelse, NDF, og fedtsyrer forblev så vidt muligt holdt ens for de to rationer. Forholdet mellem grovfoder og kraftfoder blev også holdt konstant. Balanceringen af de to rationer blev gjort i samarbejde mellem SEGES og besætningens egen kvægrådgiver eller landmanden.

Forsøget i besætning nr. 1 blev gennemført i april-juni 2018 mens de resterende forsøg blev gennemført i november 2018 til april 2019. I Tabel 2 ses besætningsdata.

Tabel 2. Besætningsdata.

Besætning	Race	Årskøer	Produktion (kg EKM)	Malkeystem	Foderblender
1	Holstein	255	10.300	Malkestald	Strautman
2	Holstein	173	12.500	Malkestald	Stationær Cormall
3	Holstein	179	10.900	Malkestald	Storti
4	Holstein	216	10.100	Malkestald	JF-Stoll
5	Holstein	214	10.800	AMS	Stationær Cormall
6	Holstein	112	8.100	Malkestald	Triolett
7	Holstein	176	9.500	Malkestald	Triolett
8	Holstein	240	10.800	Malkestald	Hoegild
9	Holstein/kryds	174	10.400	Malkestald	Kongskilde
10	Holstein	164	10.700	AMS	Stationær Cormall
11	Holstein/kryds	397	10.800	Karrusel	Kuhn

Fodermidler

De 5 konventionelle besætninger havde som udgangspunkt en foderration baseret på græs- og majsensilage, samt kraftfoderblanding baseret på rapsprodukt og/eller sojaskrå, eller raps og soja som rene råvarer. Derudover mineralblanding og diverse fodertilsætningsstoffer. I varierende grad indgik kornprodukt, kolbemajs, helsædsensilage og ensilerede roer. De 6 økologiske besætninger havde en foderration baseret på græsensilage, kornprodukt samt kraftfoderblanding baseret på primært sojakage og majs, eller sojakage som råvarer. Desuden indgik mineralblanding og diverse fodertilsætningsstoffer. I varierende grad indgik helsædsensilage og kolbemajs. Næringsstofanalyser forelå på grovfoder og delvist på kraftfoder. Alternativt er der brugt NorFor tabelværdier. Så vidt muligt blev der blev fodret med samme partier af majs- og kløvergræsensilage igennem hele forsøget.

I 3 tilfælde blev hestebønnerne til forsøget indkøbt fra foderstof. Syv bedrifter dyrkede selv hestebønnerne, mens besætning nr. 11 indkøbte hestebønner fra besætning nr. 10. Fra hver besætning blev der udtaget en repræsentativ prøve af hestebønnerne til kemisk analyse for næringsstofsammensætning, samt gær- og skimmel. Næringsstofsammensætningen ses i Tabel 3. Besætning 0 er en ekstra bedrift som udgik af forsøget, men der foreligger en kemisk analyse på toastede hestebønner.

Tabel 3. Næringsstofsammensætning i hestebønner samt indhold af gær- og skimmel.

Besætning	TS, g/kg	Vand-%	Råprotein, g/kg ts	Opl. rp ³ , g opl. rp/kg rp	Stivelse, g/kg ts	NDF, g/kg ts	Råfedt, g/kg ts	Skimmel CFU/g	Gær CFU/g
1 ¹	872	12,8	282	585	351	-	22,9	1.400.000	<100
2	868	13,2	305	461	412	124	20,7	100	<100
3	855	14,5	275	636	425	130	21,1	270	200
4	831	16,9	280	658	386	137	22,9	<100	<100
5	837	16,3	289	582	373	173	20,3	<100	<100
6 og 7	845	15,5	293	599	369	155	20,1	1.500	<100

8	908	9,2	308	224	369	101	20,9	4.100	<100
9 ¹	907	9,3	284	153	370	212	20,9	300	<100
9	918	8,2	254	168	379	182	22,9	100	1600
10 og 11	900	10	281	200	407	134	20,0	2.400	<100
0 ²	916	8,4	288	235	373	147	20,7	2.300	<100

¹Hestebønner fra høst 2017. Alle andre fra høst 2018.

²Analyse på toastede hestebønner fra økologisk besætning som udgik af forsøget.

³Opløselig råprotein, g opløselig råprotein/kg råprotein.

Det gennemsnitlige råproteinindhold i hestebønnerne på 286 g/kg ts (eksklusiv 2 prøver fra 2017) er meget tæt på gennemsnittet på 284 g/kg ts baseret på et større antal prøver af 2017 hestebønner (Røjen & Hansen, 2018). Umiddelbart har den meget tørre sommer i 2018 ikke påvirket indholdet af råprotein. Det samme er gældende for indholdet af stivelse som er på linje med observationerne fra 2017 (388 vs. 384 g/kg TS). Der var ikke forskel i NDF-indhold (143 vs. 141 g/kg TS) når der sammenlignes til 2017 værdier.

Dataindsamling

På den sidste dag, eller én af de sidste dage, i hver periode blev en prøve af fuldfoderblandingen (TMR eller PMR) udtaget i 65-liters murerbaljer placeret midt på foderbordet under udfodring. Foderprøverne blev efterfølgende neddelte ved kegleneddelingsmetoden og analyseret for næringsstofindhold med NIR. I de sidste 7 dage af hver periode blev vægten af de enkelte ingredienser i foderblandingen noteret, sammen med udfodret mængde til malkekøerne, estimeret kg foderrest, antal malkende køer, liter mælk til hjemmeforbrug o.l. registreret til brug i EFK-opgørelser. Hos syv besætninger blev gødningsprøver fra ca. 12 køer udtaget som rektalprøver fra køer fortrinsvis mellem 75-125 dage efter kælvning. Prøverne blev analyseret for indhold af næringsstoffer ved NIR-analyse. Mælkeproduktionsdata blev hentet via DMS og er baseret på tankmælksleverancer med tillæg for hjemmeforbrug samt ydelseskontrollata.

Beregninger og statistisk analyse

I opgørelsen af data er der ikke skelnet til om der er brugt den ene eller den anden konserveringsmetode. Hertil vurderes det at datagrundlaget ikke er stort nok. Data afspejler derfor eventuelle forskelle i responsvariabler mellem hestebønner i rationen og anden proteinkilde uafhængig af konserveringsmetode.

For at minimere den daglige variation i mængderne afhentet til mejeriet, er mælkeproduktion, fedt og protein i mælken som udgangspunkt opgjort som et gennemsnit af tankdata over de sidste ca. 7 dage i hver periode. Endagsfoderkontrol (EFK) er også opgjort som et gennemsnit over de sidste ca. 7 dage i hver periode.

Periodegennemsnittene blev som udgangspunkt testet i en simpel statistisk model, der udover en effekt af behandling, kun indeholdt en tilfældig effekt af besætning. For at korrigere for ændringer i ydelsen, der skyldes besætningsforskydninger, indgik den forventede ydelse som forklarende variabel i modellerne for mejeridata og ydelseskontrollata. Den forventede ydelse blev beregnet ved

hjælp af de standard laktationskurver, som benyttes i DMS, men hvor ydelsesmålet blev sat ud fra den opnåede ydelse i besætningen.

For at se om behandlingen især påvirkede ældre eller yngre køer eller køer i starten eller slutningen af laktationen blev ydelsen for de enkelte køer ved de enkelte ydelseskontroller også analyseret i en model. Denne model indeholdt udover effekter til at korrigere for effekten af laktationsnummer og laktationsstadium også effekten af behandling, samt en vekselvirkning mellem behandling og laktationsstadium, en vekselvirkning mellem behandling og paritet og en trefaktor vekselvirkning mellem disse. Endelig indeholdt modellen tilfældige effekter af besætning, kontrol dato indenfor besætning og ko indenfor laktation. Vekselvirkninger blev kun regnet for signifikante, hvis $P < 0,01$, mens signifikansgrænsen for hovedvirkninger var på 0,05. Kun vekselvirkningen mellem behandling og laktationsstadium for fedtprocent var signifikant, og det er derfor kun den, der vil blive omtalt.

For begge modeltyper gjaldt det, at periode 3 i besætning 11 ikke er med i den statistiske analyse. I besætning 11 blev der i starten af periode 3 skiftet kløvergræsensilage, og der var klovbeskæring i besætningen i opsamlingsugen. Det var tydeligt, at ydelsen faldt som en konsekvens af overgang til anden ensilage. Ydermere var ydelsen påvirket i opsamlingsugen pga. klovbeskæring. I besætning 2 og 8 blev der også skiftet grovfoder ved overgang til periode 3, men da det ikke påvirkede testudfaldet, blev det besluttet af beholde disse perioder i dataopgørelsen.

RESULTATER OG DISKUSSION

Konserveringens effekt på foderværdien

Opløselig råprotein var som forventet høj ved de ubehandlede hestebønner samt ved de crimpede hestebønner, mens de toastede hestebønner pga. varmebehandlingen havde en reduceret opløselighed af protein (Tabel 3). Udover reduceret opløselighed af protein i vommen medfører varmebehandling også en lavere nedbrydningsgrad af proteinet og dermed en højere AAT-værdi. Specielt for økologer er det ønskværdigt med mere AAT da der typisk er mangel på AAT i foderrationen pga. meget kløvergræsensilage i rationen. Besætning nr. 2 fik varmebehandlet hestebønnerne via tromletørring på foderstof og har at dømme ud fra den kemiske analyse ikke opnået samme reduktion i proteinopløseligheden som hestebønner der var varmebehandlet med enten Bulldog Agri mobil toaster (besætning 8, 10, 11 og 0) eller Mosegårdens Master toaster (besætning 9). Der foreligger ingen oplysninger om temperaturen ved tromletørringen, men Flinholm et al. (2015) fandt at tromletørring ikke øgede temperaturen nok i hestebønnerne til at give den ønskede effekt på opløseligheden af råprotein mens både Mosegårdens og Bulldog Agri's toaster gav en effektiv varmebehandling hvilket også er tilfældet i nærværende undersøgelse.

Hestebønner crimpes og syrebehandles ofte i praksis med efterfølgende ensilering i silopose eller stak, fordi mange kvægbrugeren ikke har faciliteter til opbevaring og udstyr til håndtering af hestebønner. For at forbedre stabiliteten og reducere risikoen for aerob mikrobiel vækst tilsættes propionsyre, og særligt ved vandindhold under 30% er det meget vigtigt at tilsætte propionsyre eller andet ensileringsmiddel (Thøgersen et al., 2018). I det crimpede, ensilerede produkt hos de to besætninger

var der kun en vandprocent på hhv. 16,3 og 16,9 % hvor det optimale for crimpning med efterfølgende ensilering er ca. 35% vand ved høst (Thøgersen et al., 2018). Den meget lave vandprocent er en konsekvens af tørken i 2018. Der blev tilsat 7-8 L propionsyre/tons til de crimpede hestebønner. Til sammenligning viser en erfaringsindsamling fra 2017, som generelt var et vådt høstår, mængder på 12 L propionsyre/tons ved 28-30 % vand og 8-9 L/tons ved 18-22% vand (Røjen, 2019). Erfaringsmæssigt er en af de største udfordringer ved crimpning en større risiko for varme, råd- og svampedannelse (Høgh, 2016; Røjen & Hansen, 2018) hvorfor crimpning og ensilering af hestebønner generelt ikke anbefales. Det er dels fordi konserveringen med propionsyre kræver at hele overfladen af frø er dækket af en film af syre hvilket ikke er realistisk i praksis uanset mængden af syre, og dels fordi opløseligheden af proteinet ved ensilering vil øges en smule hvilket vil reducere AAT.

De crimpede hestebønner adskilte sig visuelt meget fra erfaringsindsamlingen i 2017. Det typiske billede af crimpede og ensilerede hestebønner som de så ud i 2017 var riflede, fladtrykte hestebønner med revner i skallen (Billede 1A). Men som det ses på billede C, også fra 2017, kan den fysiske behandlingsgrad variere meget. Hos de 2 besætninger i 2018 var der en langt højere grad af knusning, nærmest med udseende af almindelig grov valsning, hvilket tydeligt ses på billede 1B. Desuden var produktet i siloposen ikke komprimeret særligt meget men mere løs (Billede 1D). Det lave vandindhold, meget tæt på lagerfasthed ($\leq 15\%$ vand), har i disse tilfælde spillet en betydelig rolle i konserveringen af hestebønnerne.



Billede A: Crimpede hestebønner i silopose fra høst 2017.



Billede B: Crimpede hestebønner i silopose fra høst 2018.



Billede C: Crimpede hestebønner fra 2017 med flere intakte hestebønner.



Billede D: Hestebønner i silopose fra høst 2018.

Kvaliteten af hestebønnerne har på prøveudtagningstidspunktet været tilfredsstillende idet alle prøver lå lavt i gær- og skimmel. En enkelt prøve ligger væsentligt højere i indhold af skimmel. Denne prøve er baseret på hestebønner som var formålet ved foderstof og efterfølgende på bedriften opbevaret indendørs på betongulv. Hvordan hestebønnerne har været behandlet inden levering, vides ikke, men i denne besætning kørte fodringen med hestebønner 4 uger i maj/juni 2018 som netop var starten på den varme sommer. Det er muligt at udetemperatur og relativ luftfugtighed på tidspunktet har påvirket hestebønnerne. Der var dog ikke noget synligt at se på partiet og niveauet af skimmel gav dog heller ikke anledning til bekymring. Til sammenligning er der i hestebønner synligt angrebet at skimmel set værdier 3 gange så høje og helt op til 10 gange så højt (Røjen, 2019; personlig meddelelse). Niveauerne af gær var generelt lave blandt alle prøverne. I særligt angrebne hestebønner er der set værdier for gær på 10^7 CFU/g (Røjen, 2019; personlig meddelelse).

HOLDBARHED AF HESTEBØNNER EFTER VALSNING

Med hensyn til hvor længe lagerfaste hestebønner kan opbevares efter valsning vurderes det på basis af erfaringer i undersøgelsen at med de rette opbevaringsfaciliteter, dvs. tørt og under tag, kan hestebønnerne holde sig i ca. 4 uger inden udfordring uden at det går ud over kvaliteten. Det er med baggrund i at hestebønnerne er lagerfaste. Som det ses af Tabel 3 var alle partier af hestebønner lagerfaste på prøveudtagningstidspunktet dvs. maksimalt 15 % vand, på nær de crimpede. Atypisk for høståret 2018 blev en stor del af hestebønnerne høstet nær lagerfasthed. Der har derfor ikke været så stort behov for tørring som normalt.

For de crimpede og ensilerede hestebønner er der fra høst og frem til forsøgets afslutning ikke meldt om spild pga. forringelse af kvaliteten. Som nævnt tidligere har det meget lave vandindhold været med til at konservere hestebønnerne og har reduceret risikoen for en forringelse af kvaliteten.

EFK-data

Endagsfoderkontrol data fra DMS er baseret på gennemsnit over ca. 7 dage. Baggrundsdata er landmandens egne registreringer af indvejede mængder af alle ingredienser i foderblanderen, estimeret foderrest, antal malkende køer samt frasorteret mælk. Andelen af grovfoder i procent af tørstof lå på 60% (Tabel 4). Der var ingen forskel i foderoptagelse mellem Kontrol og Hestebønner.

Indholdet af råprotein var sammenligneligt mellem behandlinger hvilket også var intentionen (Tabel 4). Den numeriske forskel hænger sammen med at det ikke var muligt at ramme 100% det samme niveau med de råvarer der var til rådighed uden evt. at gå på kompromis andre steder i rationen. For eksempel er der ikke ændret på forholdet mellem grovfoder og kraftfoder. Ved begge behandlinger lå AAT i rationerne over normen på 15,0 g/MJ. Indenfor besætning lå et par af de økologiske besætninger på et AAT-niveauet lidt under normen. Råprotein indholdet blev valgt som den primære sammenligningsparameter mellem behandlinger på baggrund af et nyt dansk forsøg som viser at fodring med 4,9 kg ts i ubehandlede hestebønner i to identiske forsøgsrunder enten havde højere eller samme EKM-tydelse som 4,9 kg ts i toastede hestebønner til trods for at der i rationen med ubehandlede hestebønner var et AAT-indhold på 13,9 g/MJ mod 16,3 g/MJ ved de toastede (Røjen & Hansen, 2018). I forsøgene var der tilmed en højere proteinydelse ved de ubehandlede hestebønner. Resultaterne peger på at der tilsyneladende er noget omkring AAT-værdien ved toastede hestebønner som pt. sandsynligvis ikke tolkes helt korrekt i NorFors fodervurderingsmodel. Hvorvidt der er tale om en under- eller overvurdering af AAT fra det unedbrudt foderprotein, eller om det er relateret til en forkert prædiktions af mikrobielt protein er pt. uafklaret. Også udenlandsk litteratur har fundet at fodring med 4-5 kg ts i ubehandlede hestebønner klarede sig ligeså godt som en sojaskrå og korn baseret ration (Cherif et al., 2018; Mendowski et al., 2019).

Tabel 4. EFK-data.

Variabel	Behandling		SEM	P-værdi
	Kontrol	Hestebønner		
Tørstofoptagelse, kg/d	24.4	24.5	0.59	0.71
Kraftfoder (NorFor), kg TS/d	9.61	9.72	0.37	0.39
Grovfoderandel, % af TS	60.4	60.3	1.49	0.71
Råprotein, g/kg TS	170	167	3.02	0.16
AAT, g/MJ	15.6	15.4	0.27	0.22
PBV, g/kg TS	23.6	23.5	2.78	0.92
Stivelse, g/kg TS	212	222	9.63	<0.01
NDF, g/kg TS	303	301	6.14	0.11
Fedtsyrer, g/kg TS	27.8	25.7	1.61	<0.01
CAB, meq./kg TS	242	234	16.2	0.36
Energiudnyttelse, %	94.7	93.3	1.64	0.28

Ud fra EFK-data ses der et lidt højere indhold af stivelse i rationerne med hestebønner hvilket hænger sammen med det høje indhold af stivelse i hestebønner og at det ikke har været muligt i alle besætninger at øge helt tilsvarende på kontrolrationen uden at gå på kompromis andre steder. Da forskellen dog er forholdsvis beskeden forventes det ikke umiddelbart at være betydende for produktionsresponsen. I rationerne med hestebønner var der også et lidt lavere indhold af fedtsyrer, hvilket kan have en negativ effekt på fedt- og dermed EKM-ydelsen. Energiudnyttelsen var ikke forskellig mellem behandlinger.

Overensstemmelse mellem beregning i DMS og KMP-fuldfoder NIR-analyse

Ved afslutningen af hver forsøgsperiode blev der i forbindelse med ydelseskontrollen udtaget en prøve af foderblandingen i form af enten PMR eller TMR. Hver prøve blev analyseret ved KMP-fuldfoder NIR-analyse for næringsstofsammensætning og sammenlignet til det forventede i DMS på basis af de tilgængelige foderanalyser på fodermidlerne. Eventuelle væsentlige afvigelser mellem beregnet i DMS og analyseret ved NIR er således et udtryk for enten at et givent fodermiddel ikke er beskrevet ved en retvisende foderanalyse eller at der har været stor variation i afvejede mængder (eller vægten i foderblanderen ikke er kalibreret korrekt). Det kan også være et udtryk for at foderblandingen ikke har været homogent blandet og den udtagne prøve til analyse derved ikke har været repræsentativ for hele blandingen. Da forholdet mellem grovfoder og kraftfoder var konstant og forholdet mellem kløvergræs og majs også var konstant vil eventuelle forskelle primært skulle forklares gennem de fodermidler som erstatter hinanden.

Tabel 5. Kontrol af TMR- og PMR-blandinger ved KMP-fuldfoder NIR-analyse.

	Kontrol		Hestebønner	
	Beregnet i DMS	Analyseret	Beregnet i DMS	Analyseret
TS, g/kg (NorFor)	399	388	408	389
Råprotein, g/kg TS	165	166	167	169
Organisk stof fordøjelighed, %	79.8	79.5	80	80.6
Opløseligt råprotein, g/kg TS	70.9	70.1	73.6	69.1
Stivelse, g/kg TS	206	183	206	199
NDF, g/kg TS	310	299	300	285
Råfedt, g/kg TS	41	41.2	39.5	38

Ud fra NIR-analysen på foderblandingen sås der ikke nogen væsentlige forskelle i blandingernes næringsstofindhold mellem Kontrol og Hestebønner (Tabel 5). Som det også fremgik i Tabel 4 med EFK-data så viser NIR analysen at stivelsesindholdet er lidt højere ved Hestebønner end ved Kontrol mens fedtindholdet er lavere. Ses der på beregnet kontra analyseret indenfor behandling er der generelt god overensstemmelse, men NIR-analysen viser dog et lidt lavere indhold af både stivelse og NDF end DMS-beregningen. Dette kan skyldes at nogle foderanalyser ikke er helt retvisende, men da det gør sig gældende for begge behandlinger og peger i samme retning forventes der ikke nogen biologisk effekt.

Ingen effekt på EKM-ydelsen men højere fedtprocent ved hestebønner

EKM-ydelsen i Tabel 7 angiver forskellen mellem de to behandlinger i forsøgsperioderne opgjort over ca. 7-dages tankmælksleverancer inkl. hjemmeforbrug. Tallene for de to behandlinger er opgjort som mindste kvadrats gennemsnit, hvor der i den statistiske model er taget højde for eventuelle forskydninger i den forventede ydelse som følge af forskydninger i kælvningsfordeling hen over den samlede forsøgsperiode.

Erstatning af i gennemsnit 1,64 kg ts i hestebønner med anden protein- og stivelseskilde havde ingen effekt på EKM-ydelsen opgjort ud fra mejerileverancerne. Eneste effekt var en stigning i fedtprocenten med Hestebønner sammenlignet med Kontrol på 0,04%. Stigningen er dog ikke stor nok til at påvirke EKM-ydelsen hvilket sandsynligvis hænger sammen med at der ses en numerisk lavere mælkeydelse ved Hestebønner end med Kontrol. Resultaterne skal ses i forhold til at besætningerne er moderat ydende.

Tabel 7. Mejerileverancer inkl. hjemmeforbrug.

	Behandling		SEM	P-værdi
	Kontrol	Hestebønner		
Mælkeydelse, kg/d	31	30.6	0.78	0.11
Fedtydelse, kg/d	1.29	1.29	0.03	0.81
Proteinydelse, kg/d	1.1	1.09	0.03	0.10
Fedt, %	4.18	4.22	0.04	0.05
Protein, %	3.55	3.56	0.02	0.56
EKM-ydelse, kg/d	32	31.7	0.87	0.30

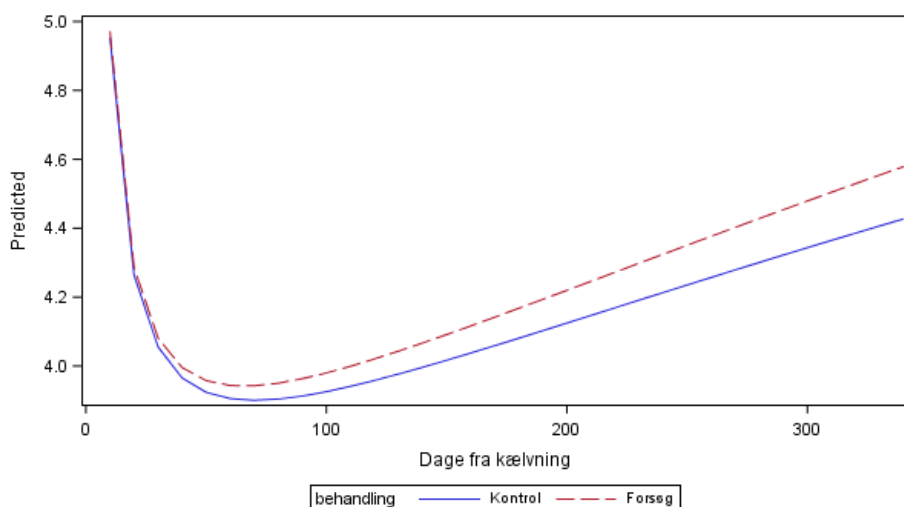
Det samme billede gør sig gældende når der ses på data fra ydelseskontrollen med en øget fedtprocent ved Hestebønner på 0,07% sammenlignet med Kontrol. Forskellen i ydelse på ca. 1 kg mellem mejerileverancer og ydelseskontrol hænger sammen med at mejerileverancerne er opgjort over ca. 7 dage mens ydelseskontrollen er data fra en enkelt dag, samt forskellig opgørelse af hjemmeforbrug og beregningstekniske forskelle.

Tabel 8. Ydelseskontrolldata.

	Behandling		SEM	P-værdi
	Kontrol	Hestebønner		
Mælkeydelse, kg/d	31.9	31.6	0.75	0.35
Fedtydelse, kg/d	1.33	1.34	0.03	0.38
Proteinydelse, kg/d	1.13	1.12	0.03	0.51
Fedt, %	4.16	4.23	0.05	0.02
Protein, %	3.52	3.53	0.03	0.56
EKM-ydelse, kg/d	32.8	32.8	0.84	0.93

Figur 1 viser sammenhængen mellem dage i laktationen og den prædikterede fedtprocent korrigeret for laktationsstadiet. Der er en signifikant vekselvirkning som viser sig ved at fedtprocenten ikke er

forskellig mellem Kontrol og Hestebønner (Forsøg) først i laktationen, men med stigende antal dage fra kælvning så øges fedtprocenten i Hestebønner i forhold til kontrol.



Figur 1: Vekselvirkning mellem dage fra kælvning og behandling på fedtprocent (Predicted). Ingen forskel mellem behandlinger først i laktationen men med stigende dage fra kælvning stiger den prædikterede fedtprocent for Hestebønner (Forsøg) i forhold til Kontrol.

Indikation på lavere stivelsesfordøjelighed med hestebønner

Tørstof i gødning var lavere ved Hestebønner end ved Kontrol (Tabel 9). Der var ingen forskel i gødningskonsistens mellem behandlingerne, men numerisk var scoren lidt lavere for Hestebønner hvilket hænger sammen med at gødningstørstof var lavere.

Indholdet af stivelse i gødningen havde tendens til at være højere ved Hestebønner end ved Kontrol, hvilket indikerer at stivelsesfordøjeligheden var lavere med Hestebønner. Hansen et al. (2018) fandt at indholdet af stivelse i gødningen var højere ved fodring med hestebønner end med soja eller raps. Ovenstående passer umiddelbart godt med at Larsen et al. (2009) undersøgte hvordan fordøjelsen af stivelse fordelte sig i vom og tarm, fandt at stivelse fra bælgplanter (hestebønner og ærter) har en lavere fordøjelighed i vommen sammenlignet med korn, men at der af den grund ikke bliver fordøjet en større mængde i tyndtarmen. Ydermere var den totale fordøjelighed af stivelse dårligere i valsedende end i formalede bælgplanter. I nærværende undersøgelse var der ikke sammenhæng mellem behandlingsmetode (crimpning, valsning, eller formaling) og stivelse i gødningen (data ikke vist) men på basis af ovenstående er formaling mest hensigtsmæssig med henblik på at opnå den mest optimale stivelsesfordøjelighed af hestebønner. Indhold af NDF og råfedt var ikke påvirket af behandling.

Tabel 9. Gødningsvariable.

	Behandling		SEM	P-værdi
	Kontrol	Hestebønner		
Tørstof i gødning, g/kg	137	129	4.1	0.04
Gødningskonsistens	2.82	2.66	0.11	0.22

Stivelse, g/kg ts	26.2	33.2	3.5	0.08
NDF, g/kg ts	421	406	13.5	0.28
Råfedt, g/kg ts	48	45.4	2.1	0.28

Mulig sammenhæng mellem fedtprocent i mælk og indhold af stivelse i gødningen

Den højere fedtprocent i mælken med Hestebønner end Kontrol kan ikke forklares ved et højere fedtniveau på hestebønnerationerne. Til gengæld kan man spekulere i, at tendensen til øget indhold af stivelse i gødningen, er et udtryk for at mere kulhydrat er passeret fra vommen unedbrudt og heller ikke er fordøjet i tyndtarmen. Ofte vil en stigning i letforgærbare kulhydrater i rationen medføre en højere andel propionsyre på bekostning af eddikesyre i vommen, og dermed et fald i fedtprocent da eddikesyre er precursor for mælkefedt (Hermansen et al., 2003). Omvendt, hvis man på baggrund af ovenstående antager at der har været en lidt lavere tilgængelighed af let forgærbart kulhydrat i vommen ved Hestebønner end ved Kontrol så kan det i teorien betyde mere eddikesyre og højere fedtprocent. Det kan altså ikke afvises at en potentiel lavere stivelsesfordøjelighed i vommen med Hestebønner har påvirket fedtprocenten.

Foderomkostningerne ens mellem Kontrol og Hestebønner

Med udgangspunkt i tankmælksdata og de aktuelle priser på foder i DMS indenfor besætning, blev der gennemført en række simple beregninger af forsøgets effekt på økonomien i mælkeproduktionen i besætningerne. Som de ses af Tabel 10 var prisen på foderomkostninger, både pr. kg EKM og pr. ko stort set identiske mellem de to behandlinger. Ligeledes var der ingen forskel i mælkeindtægt. Derfor endte restbeløbet også med at være ens mellem behandlinger. Forsøgene blev gennemført efter en ekstrem høst i 2018 pga. tørken med bl.a. et historisk dårligt udbytte i hestebønner (Røjen, 2019) hvilket alt andet lige har fordyret dyrkningsomkostningerne samtidig med at priserne på indkøbte proteinmidler som soja og raps begyndte at falde ved årsskiftet. Til gengæld steg priserne på korn (Sloth, 2019; Personlig meddelelse). Hvorvidt hestebønner, enten hjemmedyrkede eller indkøbte er konkurrencedygtige i forhold til indkøbt soja og raps afhænger selvsagt af prisrelationerne det pågældende år herunder også salgsprisen på korn. Og selvfølgelig er udbytterne i hestebønner en meget betydende faktor.

Tabel 10. Økonomiske beregninger for mælkeindtægter, foderomkostninger samt restbeløb.

	Behandling		SEM	P-værdi
	Kontrol	Hestebønner		
Effektivitet, kg EKM/kg TS	1.26	1.27	0.08	0.84
Foderomkostninger				
Total pr. EKM, kr. /kg EKM	1.26	1.27	0.08	0.84
Total pr. ko, kr./dag	40.7	40.6	3.01	0.88
Mælkeindtægter				
Pr. kg EKM, kr./kg EKM	3.03	3.04	0.18	0.74
Restbeløb ¹				
Pr. kg EKM, kr./kg EKM	1.77	1.77	0.14	0.98
Pr. ko, kr./dag	56.9	56.5	3.91	0.78

¹Restbeløb = Mælkeindtægter minus foderomkostninger.

KONKLUSION

Hestebønner kan i moderat ydende besætninger, når de indgår med gennemsnitlig 1,64 kg ts (varierende mellem 1,4 og 2,4 kg ts) i rationen, erstatte anden protein- og stivelseskilde uden effekt på EKM-ydelsen. Fodringen med hestebønner gav en lidt højere fedtprocent end kontrolfodring uden hestebønner, men der var ikke signifikant effekt på ydelsen i kg mælk. På basis af foder- og mælkepris på tidspunktet for gennemførelse af forsøgene var der ingen forskel i omkostninger til foder.

IMPLIKATIONER

Nærværende undersøgelse blev gennemført med et moderat indhold af hestebønner hvilket afspejler de mængder der ofte fodres med i praksis. Grundet tørken i 2018 og de generelt dårlige udbytter i hestebønner var det ikke muligt at gå højere op i mængde i nærværende undersøgelse. For yderligere at belyse eventuelle årsagssammenhænge mellem produktivitet i praksis og fodring med enten hestebønner eller anden indkøbt proteinkilde planlægges en gentagelse af undersøgelsen i efteråret og vinteren 2019 med en øget mængde af hestebønner i rationen.

REFERENCER

Mendowski, S., P. Chapoutot, G. Chesneau, A. Ferlay, F. Enjalbert, G. Cantalapiedra-Hijar, A. Germain, & P. Nozière. 2019. Effects of replacing soybean meal with raw or extruded blends containing faba bean or lupin seeds on nitrogen metabolism and performance in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 102:5130-5147.

Cherif, C., F. Hassanat, S. Claveau, J. Girard, R. Gervais, & C. Benchaar. 2018. Faba bean (*Vicia faba*) inclusion in dairy cow diets: Effect on nutrient digestion, rumen fermentation, nitrogen utilization, methane production, and milk performance. *J. Dairy Sci.* 101 :8916-8928.

Larsen, M., P. Lund, & T. Hvelplund. 2009. Bypass stivelse skåner vommen – men hvor godt udnytter kørne bypass stivelse i tarmen? Kvægekongres 2009, Herning.

Hansen, N., M. Johansen, T. Larsen, L. Wiking, B. Røjen, & M. R. Weisbjerg. 2018. Hestebønner kan erstatte soja og raps. Fodringsdag 2018, Herning.

Røjen, B., & N. Hansen. 2018. Non-GM-fodring med hestebønner. Kvægekongres 2018, Herning.

Røjen, B. 2019. Hestebønner til kvæg. Plantekongres 2019, Herning.

Thøgersen, R., M. Mikkelsen, I. Bertelsen, & B. Røjen. 2018. Høst og konservering af hestebønner. Landbrugsinfo.dk.

Mælkens sammensætning og kvalitet. 2003. Hermansen, J. E., J. H. Nielsen, L. B. Larsen, & K. Sejrsen. I: Kvægets ernæring og fysiologi. ed.: F. Strudsholm & K. Sejrsen. 341-366.

Høgh, J. 2016. Sikre efterafgrøder – crimpning.

<https://okologi.dk/landbrug/viden/planteavl/sikre-efterafgroeder-crimping>