



Danmarks JordbrugsForskning
Biblioteket
Forskningscenter Flakkebjerg
4200 Slagelse

Januar 2000

DJF rapport

Nr. 21 • Markbrug



Niels Peder Madsen

Ribbehøst af korn og frøafgrøder i Danmark
10 års undersøgelser og udvikling

*Stripper harvesting of grain and seed crops
10 years of research and development*

Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri
Danmarks JordbrugsForskning

Ribbehøst af korn og frøafgrøder i Danmark

10 års undersøgelser og udvikling

Niels Peder Madsen
Forskningscenter Bygholm
Afdeling for Jordbrugsteknik
Postboks 536
DK-8700 Horsens

DJF rapport Markbrug nr. 21 • januar 2000

Udgivelse:	Danmarks JordbrugsForskning	Tlf. 89 99 19 00
	Forskningscenter Foulum	Fax 89 99 19 19
	Postboks 50	
	8830 Tjele	

Løssalg:	t.o.m. 50 sider	50,- kr.
(incl. moms)	t.o.m. 100 sider	75,- kr.
	over 100 sider	100,- kr.

Abonnement:	Afhænger af antallet af tilsendte rapporter, men svarer til 75% af løssalgsprisen.
-------------	---



Indholdsfortegnelse

SAMMENDRAG	5
SUMMARY	6
INDLEDNING	8
RESULTATER.....	10
Projekt 1. Undersøgelser med ribbebord, monteret på mejetærskere.....	10
Projekt 2. Ribbebord ved bjærgning af afgrøder med industrielt anvendelig halm. Opbygning af udstyr og driftstekniske målinger	13
Projekt 3. Korn- og rapshøst ved hjælp af ribbehøstsystemet.....	16
Projekt 4. Ribbebord ved høst af strårige afgrøder til non-food formål	17
<i>Forsøgsled I</i>	18
<i>Forsøgsled II</i>	18
<i>Forsøgsled III</i>	18
Projekt 5. Ribbehøst af rug med tækkeformål for øje	21
Projekt 6. Ribbehøst af helsæd til ensilage	22
DISKUSSION	23
KONKLUSION	24
REFERENCER	24

Contents

SUMMARY IN DANISH	5
SUMMARY	6
INTRODUCTION	8
RESULTS	10
Project 1. Investigations of stripper headers mounted on combine harvesters.....	10
Project 2. Stripper headers for collection of crops with industrially applicable straw. Construction of equipment and technical measurements	12
Project 3. Grain and rape harvesting by use of stripper harvesting system	16
Project 4. Use of stripper header for harvesting straw abundant crops for non-food purposes	18
<i>Trial I</i>	19
<i>Trial II</i>	19
<i>Trial III</i>	19
Project 5. Stripper harvesting of rye for thatching purposes	22
Project 6. Stripper harvesting of wholecrop for silage	22
DISCUSSION	23
CONCLUSION	25
REFERENCES.....	25

Sammendrag

De seneste 10 års undersøgelser vedrørende ribbehøst af korn og frøafgrøder i Danmark har omfattet ribbeborde, monteret på selvkørende mejetærskere, samt udvikling og anvendelse af en bugseret maskine. I de gennemførte forsøg er lejesæd kun forekommet i mindre grad, hvorfor arbejdsvejen under ugunstige og fugtige forhold er mangelfuldt belyst. Det hævdes undertiden, at ribbehøstsystemet skulle have en god arbejdsvej i lejesæd, men det er dog observeret, at systemet kan have store vanskeligheder i kraftig lejesæd af almindelig rajgræs til frø samt i tritcale.

Det er uden for al sandsynlighed, at ribbebordet skulle være bedre egnet til at opsamle stærkt liggende afgrøder end mejetærskerens skærebord, der er forsynet med lejesædsvinde og derfor har unikke muligheder for indstilling efter de aktuelle forhold. Dette bekræftes af nye erfaringer fra et endnu ikke afsluttet projekt vedrørende høst af tritcale.

Generelt har undersøgelserne vist, at høstkapaciteten kan være indtil 1,4 gange højere ved anvendelse af ribbebordet, monteret på mejetærsker, set i forhold til mejetærsker med almindeligt skærebord med samme arbejdsbredde. Ribbebordet arbejder godt i stående afgrøder. De gennemførte projekter har af bevillingsmæssige årsager oftest været etårige og med forskelligt sigte. Ved høst med ribbebord fås en blanding ribbemiks, bestående af kerner/frø og strå- og aksdele samt strå, efterladt stående på marken. Hvis korn/frø skal benyttes som handelsvare eller anvendes som foder under de hidtil kendte former, kræves en rensning af ribbemiksfraktionen, enten i selve ribbehøsteren, på gården eller på centrale anlæg. Halmen kan pløjes direkte ned stående på roden, mens der kræves en ekstra arbejdsgang til skårlægning, hvis halmen ønskes bjærget.

Beregninger, foretaget af Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut (SJFI) på grundlag af de gennemførte sammenlignende undersøgelser med mejetærskerhøst og ribbehøst, har ikke vist nogen afgørende forskel, uanset om afgrøderne anvendes til "normale" formål eller til pillefremstilling af ribbemiksblandingen med henblik på anvendelse til fodring af kvæg eller svin. Ribbesystemet er dog mindre vejrafhængigt, hvilket kan give længere høstdage, og der kan opnås et kvalitetsmæssigt bedre samt et større halmudbytte i kornafgrøder og raps. De længere høstdage vil under danske klimaforhold stille større krav til tørring af afgrøderne. Hvor henholdsvis småhalm og stråhalm kan anvendes til foder og industrielle formål, og småhalmen kan afsættes til 35 øre pr. kg tørstof, ville ribbehøst måske være et interessant alternativ til traditionel mejetærskerhøst.

Ribbehøstet rug eller tritcale til energiformål kan udvaskes for kalium og klorid, enten liggende på skår eller stående på roden. Herved fås et attraktivt biobrændsel med stærkt reduceret korroderende virkning på kedlernes overheder. I hvilken udstrækning biomasseudbyttet samt bjærgningsikkerheden af den på marken efterladte halm kan påvirkes af uheldige vejrforhold, er ikke tilstrækkelig belyst ved det udførte etårige forsøg, men flere erfaringer hermed vil kunne opnås fra et endnu ikke afsluttet tritcaleprojekt. Udvaskningsperiodens varighed er afhængig af nedbørsmængden efter høst. Af hensyn til etablering af næste afgrøde ønskes halmen oftest fjernet eller nedpløjet inden den 1. oktober.

Med den nuværende konstruktion af ribberotoren egner ribbehøsteren sig ikke til fremstilling af tækkehalm af rug.

Ribbehøsteren kan anvendes til ribning af ærte-byghelsæd til ensilage. Kvalitet og foderværdi af det fremstillede foder svarer til det, der kan findes i ensileret helsæd af en bygafgrøde.

Summary

The investigations made in Denmark during the last ten years of stripping of grain and seed crops have comprised studies into stripper headers mounted on self-propelling combine harvesters as well as development and application of a towed machine. The accomplished tests have only revealed minor occurrences of lodged crops, and consequently, the applicability of the machines under unfavourable and moist conditions has not been sufficiently examined. It is sometimes being maintained that stripping harvesting systems are applicable for use in lodged corn. However, great problems often occurred when grain strippers were used in heavy lodged perennial rye grass grown for seed production purposes and in tritcale.

It is most unlikely that stripper headers will be more suitable for collection of heavy lodged crops than combine harvesters equipped with pick-up reels. The advantage of the last-mentioned type is that it offers unique possibilities for adjustment according to the immediate harvest conditions. This is confirmed by newly gained experience from an ongoing project on harvesting of tritcale.

It was found that in general, increases in harvesting capacity of up to 40% could be obtained from combine harvesting with grain stripper header, compared with combine harvesting with conventional cutter bar with pick-up reel with the same work-

ing width. Stripper headers are suitable for harvesting standing crops. For financial reasons, the project periods for most of the accomplished projects have been limited to one year, and the projects usually had different aims.

If harvesting is done with stripper header, the harvested material will consist of a mixture of grain/seeds and residues of straw and ears (stripping mix), and most of the straw will remain standing on the field. For grain/seeds to be used for commercial purposes or as conventional feed, the stripping mix fraction will have to undergo a cleaning procedure, either in the field inside the grain stripper, at the farm or at a central plant. Fields with standing stripped straw can usually be ploughed without great trouble. If the straw is to be used for feeding, bedding or other purposes, an additional operation in the field will be needed for windrowing the straw.

Calculations made by Institute of Agricultural and Fisheries Economics (SJFI) on the basis of the accomplished comparative investigations of combine harvesting and stripper harvesting show that it will make no vital difference whether the crops are used for conventional purposes or if the stripping mix fraction is used for production of feed pellets for cattle or pigs. However, as the stripper harvesting system is less dependent on weather conditions, prolonged harvesting days may be obtained together with improvements in quality and quantity of the harvested straw from grain crops and rape seed. Under Danish climatic conditions, the prolonged harvesting days will often require drying of the crops. In cases where the part consisting of straw and ear in the stripping mix as well as standing straw can be used for feeding purposes and for industrial purposes, and where the straw and ear part in the stripping mix is saleable at a price of DKK 0.35 per kg of dry matter, stripper harvesting may be an interesting alternative to conventional combine harvesting.

Potassium and chloride may be washed out from rye or triticale that has been harvested by means of grain stripper for energy purposes while lying in swaths or while standing. Thereby, an attractive biofuel with a highly reduced corroding effect on boilers will be obtained. The above-mentioned one-year study has not provided sufficient information to illustrate to which extent the obtained biomass output and the abilities of grain strippers to collect straw from the field may be affected by poor weather conditions. However, further information is expected to be gained from an ongoing triticale project. The leaching period involved will depend on the rainfall after the harvest period. In order to allow establishment of the next crops, fields should normally be cleared of straw no later than 1 October.

Due to the present construction of the stripper header rotor, the grain stripper cannot be considered suitable for preparation of rye straw for thatching.

The grain stripper is suitable for stripping of pea-barley wholecrop for silage. The quality and fodder value of the produced feed is similar to that of ensiled barley wholecrop.

Indledning

I den højteknologiske del af verden er mejetærskerhøst efterhånden den eneste anvendte metode til høst af korn og frøafgrøder. Mejetærskeren arbejder bedst i fuldmodne afgrøder og under ikke alt for fugtige høstforhold. Vandindholdet i det høstede korn må helst ikke overstige ca. 20%, idet risikoen for markspild derved øges markant, og omkostningerne ved tørring til lagerfasthed bliver større.

I Nordeuropa kan vejrforholdene i høstperioden juli-september være ustabile, med dårlige høstbetingelser, afgrødetab og kvalitetsforringelse af det høstede produkt til følge. Med baggrund, dels i foranstående, og dels med ønske om at fremstille billigere høstteknisk udstyr med større kapacitet, specielt i de tilfælde, hvor halmen eksempelvis ikke ønskes bjærget, er der forsøgt udviklet høstteknisk udstyr, som i nogen grad kunne tilgodese nogle af de ovennævnte parametre.

Mejetærskeren fungerer bedst i tørre, fuldmodne afgrøder. Det optimale høstudbytte i kornafgrøder findes på gulmodenhedsstadiet, som ligger 10-14 dage før fuldmodenhedsstadiet. På førstnævnte stadium er vandindholdet endnu ret højt, hvorfor mejetærskeren ofte vil have problemer med udtærskning og rensning af kornet. Forskere og maskinfabrikanter er med baggrund heri blevet inspireret til at udvikle høstudstyr, der kan håndtere afgrøderne hensigtsmæssigt på gulmodenhedsstadiet. Denne forskning har blandt andet resulteret i udvikling af et ribbehøstsystem, hvor aks og øverste strå- og bladdele i princippet rives af strået, som derefter står rodfast tilbage på marken. Forskningen og udviklingen har hovedsagelig fundet sted i England og tildels i Ungarn, hvor der oprindeligt blev monteret ribbeborde på traditionelle mejetærskere, som så rensede kornet på sædvanlig måde, hvilket resulterede i en betydelig kapacitetsforøgelse, da halmmængden nu ikke længere belastede mejetærskeren. Nævnte metode reducerede imidlertid ikke høstomkostningerne, da ribbebordet blot er et ekstra udstyr til standardmejetærskeren, som dermed blev endnu dyrere.

Forsøg på at billiggøre ribbesystemet til høst af kornafgrøder er nået længst i England, hvor Silsoe Research Institute har udviklet en ribbehøster, som også kan rense kornet. Men denne udvikling er tilsyneladende gået i stå, og maskinen er ikke kommet i serieproduktion.

I de senere år er der udført forsøg med ribbehøst ved Danmarks Jordbrugsforskning, Afd. for Jordbrugsteknik, Bygholm, hvor der er udviklet en traktortrukket maskine, bestående af et 8-fods ribbebord, tilpasset og monteret på en JF eksaktsnit type FCT 1100.

Med denne funktionsmodel er der siden 1994 gennemført en række undersøgelser, omfattende 6 projekter. De enkelte projekter har oftest været etårige og har fokuseret på anvendelse af halmen eller ribbemiksdelen til specielle industrielle og/eller fodringsmæssige formål.

Hensigten med denne rapport er at give en oversigt over hovedresultaterne fra de gennemførte undersøgelser.

Gennemførte ribbehøstforsøg. Accomplished stripper harvesting experiments

Projekt nr.	Periode	Projekttitel
Project No.	Period	Project title
1	1989	Undersøgelser med ribbebord, monteret på mejetærskere. <i>Investigations of stripper headers mounted on combine harvesters</i>
2	1994-95	Ribbebord ved bjærgning af afgrøder med industrielt anvendelig halm. Opbygning af udstyr og driftstekniske målinger. <i>Stripper headers for collection of crops with industrially applicable straw. Construction of equipment and technical measurements.</i>
3	1995-96	Korn- og rapshøst ved hjælp af ribbesystemet. <i>Grain and rape harvesting by use of stripper harvesting system</i>
4	1996	Ribbebord ved høst af strårige afgrøder til non-food formål. <i>Use of stripper header for harvesting straw abundant crops for non-food purposes</i>
5	1996	Ribbehøst af rug med tækkeformål for øje. <i>Stripper harvesting of rye for thatching purposes</i>
6	1997	Ribbehøst af helsæd til kvæg. <i>Stripper harvesting of whole-crop for cattle</i>

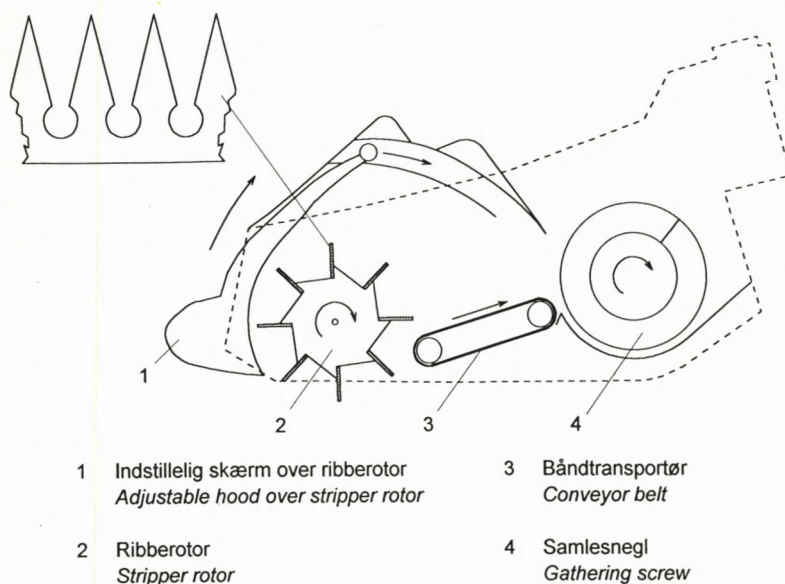
Projekterne er gennemført under praktiske forhold på Forskningscenter Bygholm og ofte i samarbejde med Bioteknologisk Institut, Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut (SJFI), Landsforeningen af Danske Maskinstationer, JF-Fabrikken, VN-Agro samt interesserede landmænd.

Projekterne er finansieret ved egenfinansiering samt ved særlige midler fra Strukturdirektoratet. Desuden har ovennævnte firmaer stillet materiel og teknisk udstyr til rådighed på favorable vilkår.

Resultater

Projekt 1. Undersøgelser med ribbebord, monteret på mejetærskere

Ribbebordet til montering på selvkørende mejetærskere blev introduceret i 1988 af handelsfirmaet Buchtrup Agro, Randers. Ribbebordet er fremstillet af Shelbourne Reynolds, England. I Danmark kom der i alt 6 ribbeborde i brug, fordelt på maskinstationer og større landbrug.



Figur 1. Principskitse af ribbebord. Schematic diagram of stripper header

Ved anvendelse af ribbebordet afribbes kornkernerne fra akset, så strået står rodfast tilbage på marken. Det afribbede materiale indeholder kerner samt strå- og aksdele, som under passage gennem mejetærskerens renseri adskilles, så der kommer rensket korn i korntanken. Hvis stråene ønskes bjærget, foretages en skårlægning med efterfølgende opsamling og presning på sædvanlig måde. Hvis halmen ikke ønskes anvendt, kan de rodstående strå nedpløjes, uden at yderligere bearbejdning er påkrævet.

Tabel 1 viser hovedresultaterne fra den ambulante undersøgelse i 1989, hvor der er foretaget en sammenligning af kapacitet og spild, når der med samme mejetærsker enten blev høstet med pamonteret ribbebord eller med almindeligt skærebord.

Tabel 1. Høst med henholdsvis ribbebord eller almindeligt skærebord. Harvesting by use of stripper header or conventional cutter bar, respectively

Afgrøde Crop	Høstmetode Harvesting method	Vandindhold Water content %	Kapacitet Capacity hkg/h	Mejetærskerspild Combine harvester loss %	Spild i stub ¹⁾ Stubble loss ¹⁾ %	Totalspild Total loss %	Urenheder i tankvare Impurities in tank product %
Byg I Barley I	Ribbebord Stripper header	17,7	100-208	0,6-0,6	0,1-0,2	0,8-1,6	0,6-0,7
Byg I Barley I	Alm. skærebord Conv. cutter bar	17,4	120-176	0,1-0,1	-	1,0-2,1	0,7-1,0
Byg II Barley II	Ribbebord Stripper header	15,3	132-216	1,1-0,9	0,3-1,0	2,2-5,5	1,0-1,1
Byg II Barley II	Alm. skærebord Conv. cutter bar	15,2	98-163	1,1-2,1	-	1,5-6,0	0,9-1,3
Byg III Barley III	Ribbebord Stripper header	17,3	55-167	0,7-1,8	0,3-0,6	2,0-5,9	1,4-1,6
Byg III Barley III	Alm. skærebord Conv. cutter bar	17,0	109-169	0,5-1,7	-	2,2-7,8	1,7-1,8
Hvede Wheat	Ribbebord Stripper header	15,6	161-362	1,6-2,1	0,2-0,2	2,5-2,8	0,6-0,6
Hvede Wheat	Alm. skærebord Conv. cutter bar	15,0	183-265	0,6-1,7	-	0,9-2,0	0,4-0,6
Beskadigelse ²⁾ Damage ²⁾							
Ærter Peas	Ribbebord Stripper header	14,1	90-169	6,9-4,1	9,5-2,2	6,9-4,1	0,3-1,4
Ærter Peas	Alm. skærebord Conv. cutter bar	13,6	95-130	1,4-4,6	5,2-5,9	1,4-4,6	0,3-0,4

1) Fastsiddende kerner i aks. Seeds fixed in ear

2) Knækkede ærter. Cracked peas

Det fremgår af tabel 1, at det var muligt at opnå en højere kapacitet på mejetærskeren ved anvendelse af ribbebordet, fordi halmrysteren nu ikke var belastet af store halm-mængder, hvilket også bevirkede, at totalspildet stort set ikke øgedes i forhold til ved det almindelige skærebord, selvom kapaciteten var højere. Indholdet af urenheder i tankvaren ved de to høstmetoder var ikke påvirket af den højere kapacitet. *Når det først angivne resultat i tabellens intervaller for spild eller beskadigelse i enkelte tilfælde er højere end det sidst angivne, er dette udtryk for, at spild eller beskadigelse reduceredes med større kapacitet på maskinen.* Ved høst af korn kunne der opnås en kapacitetsforøgelse på 35-40% ved anvendelse af ribbebordet i forhold til ved høst med almindeligt skærebord. I en afgrøde af forholdsvis opretstående rødsvingel observeredes det, at ribbebordet klarede sig godt, mens der var betydelige problemer med opsamling af en rajgræsafgrøde, som var gået stærkt i leje. Lejesæd forekom praktisk taget ikke i de i tabel 1 anførte afgrøder.



Figur 2. Ribbebordshøst af modne ærter. Stripper harvesting of ripe peas

Når anvendelsen af ribbebordet på mejetærskere ikke har vundet større udbredelse, skyldes det formentlig, at det almindelige skærebord ikke kan undværes. Desuden er prisen for et ribbebord ca. 200.000 kr. som ekstraudstyr til en 16-fods mejetærsker.

Ved pløjning med gode forpløve kan den afribbede halm ret let pløjes ned, men omsætningen af de hele strå i jorden sker langsomt. Dette bevirker, at halmen ofte vendes op igen ved næste pløjning. Ønsker man at bjærge halmen, kræves der en ekstra arbejdsoperation, idet halmen skal skårlægges før opsamling og presning.

Projekt 2. Ribbebord ved bjærgning af afgrøder med industrielt anvendelig halm. Opbygning af udstyr og driftstekniske målinger

Dette projekt tog sigte på at sammenligne kapaciteter og spild ved anvendelse af henholdsvis 8'ribbehøster og 8'selvkørende mejetærsker samt gennemføre en analyse af anvendeligheden af det hele, afribbede strå til industrielle formål. Til projektet blev der påbygget et 8' ribbebord på en traktortrukket JF-finsnitter type 1100 FCT. Opbygningen og funktionen af selve ribbebordet var identisk med det, der anvendtes på mejetærskere.



Figur 3. Bugseret ribbehøstsystem med frontmonteret skårlægger. Towed stripper harvesting system with front-mounted mower

Systemet bestod af en 85 kW traktor samt ribbehøsteren med efterhængt højtipvogn, i hvilken det afribbede materiale blev opfanget fra finsnitterens snitterotor/transportblæser. Den afribbede halm stod rodfast tilbage på marken, men ved hjælp af den frontmonterede rotorhøster, kunne der foretages skårlægning af det foregående, afribbede skår. Dette høstsystem har været benyttet næsten uændret til fem af de førnævnte afsluttede projekter.

Ved de første undersøgelser spildtes en del korn eller frø ud fra undersiden af maskinens rotorhus, men efter fornøden tætning har maskinen som helhed fungeret ret driftssikkert og efter hensigten. I de tilfælde, hvor kernebeskadigelsen ønskedes reduceret mest muligt, blev knivene i finsnitterens rotor erstattet af plastflapper. I ribbe-

høsterens hjulspor kørtes halmen ned, hvilket var en ulempe, idet mængden af bjærgbar halm herved reduceredes med 10-15%.



Figur 4. Ribbebordets ribbetromle med plastfingre, til afrivning af aks og korn.
Stripper rotor with plastic fingers for stripping off ears and grain

En sammenligning, foretaget mellem de ovennævnte høstmetoder, omfattede høstkapacitet og spild i vinterbyg, hvede og vårraps. Hovedresultaterne er vist i tabel 2.

Tabel 2. Kapacitet og spild for en 8-fods selvkørende mejetærsker sammenlignet med en 8-fods bugseret ribbehøster. Capacity and loss by an 8-ft. self-propelled combine harvester compared to an 8-ft. tractor-towed grain stripper.

Høstmetode Harvesting method	Afgrøde Crop	Nettokapacitet Net capacity kg/h	Spild Loss %
Mejetærsker Combine harvester	Vinterbyg Winter barley	42	1,2
Ribbehøster Grain stripper	Vinterbyg Winter barley	70	1,5
Mejetærsker Combine harvester	Hvede Wheat	88	0,9
Ribbehøster Grain stripper	Hvede Wheat	110	1,5
Mejetærsker Combine harvester	Vårraps Spring rape	22	17,8
Ribbehøster Grain stripper	Vårraps Spring rape	49	8,9

Af tabellen fremgår det, at der ved anvendelse af ribbehøsteren opnås en væsentlig højere markkapacitet end ved brug af mejetærskeren, men der er væsentlig forskel på, hvorledes de to maskiner afleverer det afhøstede materiale. Mejetærskeren kan aflevere en velrenset korn- eller frøvare samt en halmstreng, der umiddelbart kan opsamles med halmpresser. Ribbefraktionen fra ribbehøsteren bestod i kornafgrøderne af en blanding af ca. 75 vægtprocent kerner og ca. 25 vægtprocent småhalm, der igen bestod af aks- og bladdele samt avner. Det er diskutabelt, om sammenligningen ved anvendelse af nævnte maskiner med samme arbejdsbredde ved de to høstmetoder er helt korrekt. Ud over den ekstra operation med skårlægning af halm, når denne ønskes bjærget, kræves endnu en arbejdsproces til separation af ribbefraktionen, hvis kernerne skal kunne sælges eller anvendes til foder på sædvanlig vis. Der blev ikke fundet nogen signifikant forskel i halmmængden mellem de to høstmetoder, men ved ribbemethoden bjærges tillige en del småhalm, som kan være op til ca. 10-15% af stråfraktionen. Ved mejetærskerhøst falder avnedelen normalt på jorden.

Enzymopløseligheden var 3-5% højere i småhalmen end i mejetærsket halm og havde dermed højere foderværdi. Den afribbede "industrihalm" var bedre egnet til fremstilling af cellulose og fiberplader end mejetærsket halm. Der var ingen forskel i kalium- og kloridindholdet i halm fra de to høstmetoder, og udvaskningen af K og Cl efter nedbør var også ens.

Høstforholdene var særdeles gode og tørre i 1994, hvorfor belysning af eventuelle ulemper og fordele ved ribbehøst kontra mejetærskerhøst under ugunstige forhold ikke kunne belyses tilstrækkeligt. Det er dog sikkert, at ribbehøsteren klarer sig bedre end mejetærskere under fugtige forhold, idet ribbehøst ikke forårsager nogen stor forøgelse af kernespildet. I et enkelt tilfælde ved ribbehøst tidligt på dagen, hvor afgrøden (hvede) endnu var dugvåd, fandtes en højere kerneprocent i det afribbede materiale, hvilket må tilskrives sejhed i strå og aks som følge af det højere vandindhold. I forhold til mejetærskeren kan ribbehøsteren således anvendes flere timer dagligt uden tekniske problemer, ligesom høst tidligere i modenhedsfasen er mulig. Imidlertid vil den eventuelle fordel heraf i høj grad afhænge af anvendelsesformålet for det høstede materiale, idet kapacitet og omkostninger ved den efterfølgende separations- og tørringsproces vil påvirkes af ribbematerialets vandindhold og beskaffenhed iøvrigt.

En økonomisk analyse, foretaget af SJFI, viser, at der ikke er nogen markant forskel mellem de to høstmetoder, og dermed ikke noget særligt incitament til at foretrække ribbehøsteren frem for mejetærskeren. Kun under forudsætning af, at den værdifulde

småhalm kan presses i baller og afsættes som kvægfoder til en pris af 35 øre pr. kg tørstof, vil der kunne opnås en merindtægt på 4-500 kr. pr. ha.

Projekt 3. Korn- og rapshøst ved hjælp af ribbehøstsystemet

Dette projekts del I omfattede sammenlignende undersøgelser af byg, hvede og vårraps, hvor formålet var at aflevere rent korn og ren halm, og hvor det ribbede materiale blev separeret stationært over en mejetærskers renseri. I projektets del II blev ca. 5 ha af henholdsvis byg og hvede ribbehøstet på helsædshøststadiet. Det afribbede materiale blev dernæst tørret på et grøntttørningsanlæg og presset i piller for dels at belyse anvendeligheden af dette anlæg til behandling af ribbehøstet materiale og dels at undersøge foderværdien ved anvendelse af pillerne til såvel svin som kvæg.

Tabel 3. Nettokapacitet og kernespild. Net capacity and grain loss

Høstmetode Harvesting method	Afgrøde Crop	Nettokapacitet Net capacity hkg/h	Spild Loss %	Totalt halmudbytte Total straw yield t/ha
Mejetærsker Combine harvester	Vårbyg Spring barley	74	0,3	3,8
Ribbehøster Grain stripper	Vårbyg Spring barley	81	1,2	4,9
Mejetærsker Combine harvester	Hvede Wheat	85	0,4	3,5
Ribbehøster Grain stripper	Hvede Wheat	118	0,8	4,7
Mejetærsker Combine harvester	Vårraps Spring rape	13	9,2	3,2
Ribbehøster Grain stripper	Vårraps Spring rape	16	15,3	5,9

Tabel 3 viser, at kapaciteten ved ribbehøst kan være væsentlig højere i både korn og raps, men at spildet i korn er 2-4 gange højere ved mejetærskning. Spildet var generelt højt i raps pga. overmoden afgrøde. Årsagen til, at niveauet var højest for ribbehøsteren, tilskrives, at skærmen over rotoren rørte ved afgrøden, før rotoren fik fat i materialet. Tillige kastedes en del frø fremad og blev derfor tabt på jorden foran rotoren.

De økonomiske beregninger, der er gennemført af SJFI, viser samstemmende med resultaterne fra 1994, at såfremt småhalmen kan afsættes som en regulær salgsvare, kan ribbehøst blive af interesse for jordbruget, men problematikken vedrørende logistik

og krav til separationsanlæg er ikke tilstrækkelig belyst ved de hidtil gennemførte forsøg.

Sandsynligheden for, at småhalmen kan blive en salgsvare i større omfang, er imidlertid ikke stor.

Tørring af ribbemiksblandingen med efterfølgende pelletering gennemførtes på ALFAX grøntørringsstation uden tekniske problemer. Analyseresultaterne vedrørende foderværdien af ribbemiksdelen før og efter pelletering er vist tabel 4.

Tabel 4. Analyse af ribbemiks før og efter tørring/pelletering. Analysis of stripping mix before and after drying/pelletation

Afgrøde Crop	Beskaffenhed Nature	TS/f.e. DM/f.u. kg	Råprotein i TS Albuminoid in DM %	Råfedt i TS Crude fat in DM %	Træstof i TS Cellulose in DM %
Hvede Wheat	Ribbemiks Stripping mix	1,12	12,9	2,13	11,9
Hvede Wheat	Piller Pellets	1,17	13,7	1,09	12,4
Hvede Wheat	Piller e. lagring Pellets a. storage	1,41	-	-	-
Byg Barley	Ribbemiks Stripping mix	1,24	11,5	2,63	13,5
Byg Barley	Piller Pellets	1,14	12,7	2,47	11,4
Byg Barley	Piller e. lagring Pellets a. storage	1,39	-	-	-

Det ses, at der skal lidt mere tørstof til 1 f.e. for hvede, efter at materialet er omdannet til piller, mens det omvendte er tilfældet for byg. Resultaterne viser tillige, at der tilsyneladende sker et tab i løbet af lagringsperioden. På grund af det lave prøveantal samt prøveudtagningsusikkerheden, forårsaget af nogen afblanding i materialet under passage gennem tørreriet, kan de anførte resultater kun betragtes som værende af orienterende karakter.

Projekt 4. Ribbebord ved høst af strårige afgrøder til non-food formål

De seneste års undersøgelser vedrørende ribbehøst har omhandlet den praktiske udvikling af en bugseret ribbehøster samt ribbehøst af forholdsvis kortstråede kornarter og raps. I 1996 gennemførtes undersøgelser vedrørende ribbehøst af langstrået triticale til energiformål samt mulighederne for successiv udvaskning af afgrøden for kalium og klorid fra totalafgrøden eller halmen, stående eller liggende på skår på

marken. Baggrunden herfor var, at nævnte alkali-metaller virker kraftigt korroderende på overhederne i kraftvarmeværkernes kedler, hvorfor de er uønskede i biomasse til brændselsformål. Efter udvaskning med stigende mængde regn blev biomasseudbytte og brændselskvalitet analyseret i forhold til nævnte høstmetoder. Endvidere undersøgte bjærgningssikkerhed og -økonomi ved skårlægning/ballepresning samt ribbehøst omkring modenhed med høstintervaller for hver ca. 30 mm regn.

Forsøgsled I

Et antal skår blev samtidigt ribbehøstet og skårlagt med den frontmonterede skårlægger på den første forsøgsdag. Processen blev derefter gentaget med intervaller på ca. 30 mm regn.

Forsøgsled II

På første forsøgsdag blev hele arealet skårlagt med en 16' selvkørende skårlægger og efterladt liggende på skår med efterfølgende opsamling af en storballepresser. Dernæst blev opsamling og presning for et antal skår gennemført med intervaller på ca. 30 mm regn.

Forsøgsled III

Hele arealet blev ribbehøstet den første forsøgsdag, mens strået blev efterladt stående på marken. For hver ca. 30 mm regn blev et antal skår (gentagelser) skårlagt med ribbehøstsystemets frontmonterede skårlægger.



Figur 5. Ribbehøsteren i arbejde i tritcale under samtidig skårlægning af afribbede strå fra foregående skår. Grain stripper working in tritcale while mowing the stripped straw from the previous run



Figur 6. Aflæsning af ribbemiks før hjemkørsel til lager. Unloading of stripping mix before transport for storage

Mængden af ribbemiks, helsæd og halm blev vejet på mobile platformsvægte, efterhånden som bjærgningen fandt sted. Halm og helsæd blev opsamlet med storballespresser. Biomassen fra forsøget blev efterfølgende anvendt på et kraftvarmeværk, hvorfor materialet skulle leveres i storballer.

På alle høstdage blev der udtaget prøver af såvel halm som ribbemiks til bestemmelse af tørstofindhold samt indhold af aske, kalium og klorid.

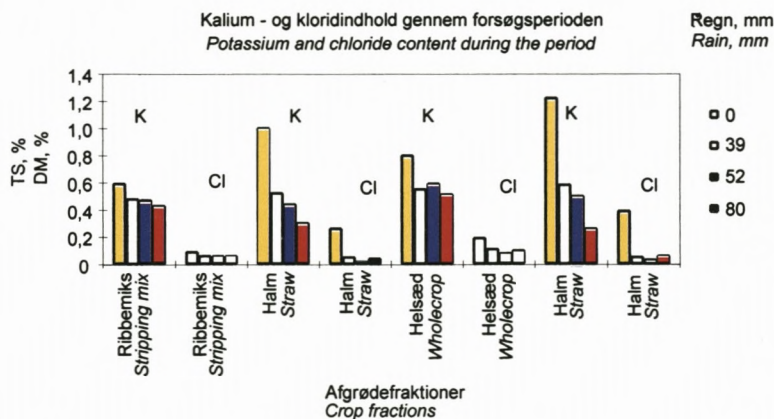
Tabel 5. Oversigt over udbytter, kg tørstof pr. ha. Outline of yields, kg of dry matter per ha

Forsøgsled. Trials					
I		II		III	
Dato Date	Ribbemiks Stripping mix	Halm Straw	Helsæd Wholecrop	Ribbemiks Stripping mix	Halm Straw
12.08.	4208	3475	5758	4748	2507
04.09.	3759	3759	8161	-	1922
18.09.	3967	1980	8661	-	1861
03.10.	4215	2080	7454	-	2063

Tabel 5 viser, at der var ret store udsving i udbyttetallene forsøgsperioden igennem på grund af variationer i marken, og fordi der ved anvendelse af ribbehøsteren vil være hjulspor, hvori stråene bliver kørt ned, hvorved halmudbyttet bliver reduceret.

Af resultaterne i figur 7 fremgår, at indholdet af kalium i ribbemiksfraktionen i Led I ved udvaskning var reduceret med 27% efter 80 mm regn, mens kloridindholdet var reduceret med ca. 30% allerede efter 39 mm. I halm delen fortsatte udvaskningen indtil forsøgets afslutning, og reduktionen var ca. 70 og 80% for henholdsvis kalium og klorid i forhold til det oprindelige indhold. I Led II blev kaliumindholdet i helsæd reduceret med i alt ca. 35%, mens kloridindholdet blev reduceret med 45% af det oprindelige. I Led III forekom reduktionen af kalium proportionalt med nedbørsmængden gennem hele perioden, mens der ikke skete yderligere udvaskning af klorid efter 40-50 mm regn, hvilket svarer til forløbet for den ribbede halm, der blev skårlagt på den første forsøgsdag.

Forsøgene viste således, at udvaskningen af klorid foregik med samme hastighed, uanset om halmen lå på skår eller stod på roden, mens det ser ud til, at udvaskning af kalium fandt sted i hele perioden og specielt i den stående halm.



Figur 7. Kalium- og kloridindhold efter udvaskning med regn. Potassium and chloride content after leaching by rain

En statistisk analyse af nedbørsmængdens indflydelse på udvaskningen af kalium og klorid viste, at nedbørsmængden havde signifikant indflydelse på indholdet af K og Cl ($P > 99,9\%$) i såvel ribbemiksfraktionen som i halm delen i både Led I og III (ribbet halm på skår eller på rod). Udvasningen i strået var af samme omfang, uanset om strået bar kerne eller ej. I Led II, hølsæd på skår, fandtes også en signifikant, om end lavere, indflydelse af regnmængden på udvaskningen ($P > 99\%$).

Askeindholdet i den ribbede, skårlagte halm og den ribbede, stående halm reduceredes med henholdsvis 36 og 44% i forsøgsperioden, mens hølsæd på skår kun reduceredes med 19% i forhold til udgangsniveauet.

Det var muligt at bjærge halmen lagerfast fra Led I og III (under 16% vand) på alle forsøgsgangene. Hølsæden i Led II var ikke lagerfast på den sidste forsøgsgang.

Projekt 5. Ribbehøst af rug med tækkeformål for øje

Omdrejningsretningen på ribbehøsterens rotor er opad/fremad. Derfor var det nærliggende at antage, at der var god mulighed for at ribbe kerner og topblade af rugstrå, og derved få et efterstående strå, der efter afskæring og negbinding med selv-binder kunne anvendes som tækkehalm.

Et orienterende forsøg hermed, udført i en fuldmoden rugmark, viste dog, at ribbehøsteren i dens nuværende udførelse ikke er velegnet, fordi strået blev behandlet for

hårdt på grund af for høj rotorhastighed, og fordi rotorens diameter og ribbeorgan ikke umiddelbart var hensigtsmæssigt udformet til formålet. Langsommere rotationshastighed, større rotordiameter samt længere ribbefingre kunne muligvis forbedre anvendeligheden, men det formodes, at effektiviteten af kerneafribningen herved ville blive reduceret.

Projekt 6. Ribbehøst af helsæd til ensilage

I jagten på anvendelsesområder for ribbehøsteren blev der i 1997 gennemført et orienterende forsøg med ribbehøst af en mark med en blanding af ærter og byg, beregnet til helsæd og udlagt på en decideret lavbundsjord. Afgrøden var ret gennemgroet af græs, ligesom ukrudtsbestanden (pileurt) i øvrigt var noget fremtrædende. Det egentlige formål var dels at undersøge, om ribbehøsteren kunne klare denne grønne afgrøde og dels, om det var muligt ved ensilering af det afribbede materiale at fremstille et attraktivt kvægfoder. Det var hensigten, at den tilbagestående del af afgrøden skulle skårlægges og efterfølgende presses i rundballer og anvendes til ungdyrfoder.

Resultatet af undersøgelsen viste, at ribbehøsteren uden større vanskelighed kunne opsamle det mest værdifulde af afgrøden, herunder også ærtebælgene, uanset om der kørtes med eller mod lejeretningen. Det ribbehøstede areal var på ca. 1 ha. Materialet blev ensileret for sig, men inkorporeret i en markstak sammen med helsæd fra en anden mark.

Der bjærgedes et totaludbytte på ca. 71 hkg tørstof pr. ha., fordelt med 45 hkg tørstof i "ribbemiks" og 26 hkg i "stubrest" på marken.

Efter 2½ måned blev ensilagestakken åbnet. Ved visuel bedømmelse blev det vurderet, at ensilagekvaliteten var fin. En analyse viste, at der medgik 1,38 kg TS pr. foderenhed mod 1,31 kg TS af grøntmassen på ensileringstidspunktet. Kerneandelen i materialet var lav, hvilket medvirkede til, at foderværdien var lavere, end fundet ved tidligere undersøgelser af ribbemiks i byg og hvede, hvor der medgik henholdsvis 1,24 og 1,15 kg tørstof til en foderenhed. Disse værdier ligger nærmere det ønskede niveau.

Diskussion

Hele grundideen med udvikling, anvendelse og undersøgelser med ribbehøstsystemet såvel ved DJF, Afd. for Jordbrugsteknik, som andre steder, har været at søge at reducere høstomkostningerne, at øge høstkapaciteten samt at undersøge kvaliteten af arbejdet, set i forhold til mejetærskeren.

Mejetærskeren er dyr i anskaffelse, hvilket har været et vigtigt incitament til at søge at udvikle billigere høstsystemer. Mejetærskerens store styrke ligger blandt andet i, at hele operationen med høst og rensning af korn/frø udføres i én arbejdsgang og i, at håndteringen af fraktionerne korn/frø og halm efterfølgende er ret enkel.

Hvis bugserede ribbehøstsystemer ikke er forsynet med et rensesystem, kræves der normalt en ekstra arbejdsoperation til udskillelse af kernerne fra ribbemiksblandingen.

På Silsoe Research Institute i England er der for år tilbage fremstillet en bugseret prototype af en maskine med indbygget kornrensesystem, men princippet er kun markedsført i beskedent omfang. In England, USA, Australien og Rusland anvendes ribbeborde på mejetærskere angiveligt i nogen udstrækning i tilfælde, hvor halmen ikke ønskes udnyttet til foder eller til energi- og industriformål.

Her i landet udnyttes stadig en stor del af kornhalmen til forskellige formål, mens overskuddet snittes og spredes ved hjælp af mejetærskeren for efterfølgende nedmuldning. Ved snitning af halmen øges mejetærskerens energiforbrug med omkring 10%, mens kapaciteten på maskinen kan reduceres med indtil 25%. Ved brug af ribbebordet på mejetærskeren kunne denne ulempe undgås, når halmen ikke ønskedes udnyttet, og der kunne tillige opnås en øget kapacitet på mejetærskeren. Med den øgede kapacitet kunne høsten indskrænkes til perioder, hvor vandindholdet i afgrøderne var lavt, hvorved tørringsomkostningerne kunne reduceres.

Et skifte af høstsystem vil kræve en holdningsændring hos landmænd, men tillige er det påkrævet, at systemet kan fungere driftsikkert i mange forskellige afgrøder, såvel opretstående som med kraftig lejesæd.

De hidtidige observationer synes dog at vise, at det traditionelle skærebord med lejesædsvindens unikke indstillingsmuligheder er ribbehøstsystemet overlegent med hensyn til sikring af det mindst mulige spild, totalt set under høstprocessen. Uanset om ribbebordet er monteret på en selvkørende mejetærsker eller på en bugseret ma-

skine, er det vanskeligt for maskinføreren, specielt i lejesæd, at se, om ribbebordets rotor får fat i materialet, fordi skærmen over rotoren spærrer for udsynet.

Med den tiltagende opmærksomhed omkring dyrevelfærd, og det dermed forbundne ønske om en bedre foderstruktur, specielt til løsgående, økologiske svin, kan piller og cobs eller ensilage fremstillet af ribbemiks muligvis blive af interesse. Det optimale tidspunkt for høst af kornafgrøderne er *gulmodenhedsstadiet*. Ribbemiksmaterialet kræver da tørring for sikring af lagerfasthed. Anvendelse af tromletørningsanlæg til forskellige afgrøder har vist sig at være mere økonomisk i sammenligning med andre systemer. Derfor kunne det formodes, at der var muligheder i at anvende denne tørreritype til det ribbehøstede materiale. Dette forudsætter dog, at høst og tørring koordineres for et antal landbrug inden for et geografisk begrænset område, både for at udnytte høst- og tørringsfaciliteterne optimalt, men også for at reducere transportomkostningerne for det ret voluminøse materiale samt risikoen for kvalitetsforringelse ved varmedannelse under mellemlagring før tørring.

Konklusion

De hidtil gennemførte forsøg har ikke frembudt iøjnefaldende fordele i forhold til hidtil anvendte høstmetoder, men de igangværende og kommende undersøgelser og forsøg kan muligvis ændre dette forhold. Med baggrund i den landbrugsstruktur, der findes i Danmark i dag, samt binding af traditioner, en rigelig mejetærskerkapacitet og mejetærskerens overlegenhed med hensyn til aflevering af renvare i den hidtil ønskede grad, synes der dog ikke at være basis for nogen epokegørende udbredelse af ribbehøstsystemet, hverken i Danmark eller i andre lande på samme tekniske niveau.

Referencer

Hale, O.D., 1990. Grain stripper- present situation and future opportunities. EgEng'90, Berlin.

Klinner, W.E., Neale, M.A., Geikie, A.A. & Hobson, R.N., 1987. A new concept in combine harvester headers. Journal of Agricultural Engineering Research, 38, 37-45.

Kristensen, E.F. & Madsen, N.P., 1998. Høst med ribbebord af afgrøder med industrielt anvendelig halm. Opbygning af høstudstyr og driftstekniske målinger. DJF rapport - Markbrug, 5, 37 pp.

Lunding, G., 1993. Skordetroskning med reparbord. Jordbrugstekniska Institutet, Sverige. Meddelande, 413.

Madsen, N.P., 1990. Undersøgelse af ribbebord til mejetærsker. Statens Jordbrugstekniske Forsøg. Orientering, 68.

Nielsen, J. & Gylling, M., 1995. Korn- og rapshøst ved brug af ribbesystemet. Økonomisk vurdering. Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut.

Nielsen, J. & Reffstrup, T., 1995. Ribbebord ved bjærgning af afgrøder med industrielt anvendelig halm. Biotechnologisk Institut. Rapport, 95-4-2.

Silsoe Research Institute, 1991. Annual Report 1990/91.

Flakkebjerg

Afd. for Plantebeskyttelse
4200 Slagelse

DJF Foulum

Postboks 50, 8830 Tjele
Tlf. 89 99 19 00. Fax 89 99 19 19

Direktion
Direktionssekretariat, Økonomisekretariat

Afdeling for Animalske Fødevarer
Afdeling for Husdyravl og Genetik
Afdeling for Husdyrnæring og Fysiologi
Afdeling for Husdyrsundhed og Velfærd
Afdeling for Jordbrugssystemer
Afdeling for Plantevækst og Jord

Afdeling for Markdrift
Afdeling for Staldrift
Centrallaboratoriet
Informationsenhed
IT-funktion
Biblioteksfunktion
International Enhed

DJF Årslev

Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev
Tlf. 63 90 43 43. Fax 63 90 43 90

Afdeling for Prydplanter
Afdeling for Vegetabiliske Fødevarer
Afdeling for Infrastruktur

DJF Flakkebjerg

Flakkebjerg, 4200 Slagelse
Tlf. 58 11 33 00. Fax 58 11 33 01

Afdeling for Plantebiologi
Afdeling for Plantebeskyttelse
Afdeling for Infrastruktur

DJF Bygholm

Postboks 536, 8700 Horsens
Tlf. 76 29 60 00. Fax 76 29 61 00

Afdeling for Jordbrugsteknik
Driftsfunktion

Enheder på andre lokaliteter

Afdeling for Sortsafprøvning
Teglværksvej 10, Tystofte
4239 Skælskør
Tlf. 58 16 06 00. Fax 58 16 06 06

Askov Forsøgsstation
Vejenvej 55, 6600 Vejen
Tlf. 75 36 02 77. Fax 75 36 62 77

Bioteknologigruppen
(Afd. f. Plantebiologi)
Thorvaldsensvej 40, 1.
1871 Frederiksberg C
Tlf. 35 28 25 88. Fax 35 28 25 89

Borris Forsøgsstation
Vestergade 46, 6900 Skjern
Tlf. 97 36 62 33. Fax 97 36 65 43

Den Økologiske Forsøgsstation
Rugballegård
Postboks 536, 8700 Horsens
Tlf. 75 60 22 11. Fax 75 62 48 80

Foulumgård, Postboks 50
8830 Tjele
Tlf. 89 99 19 00. Fax 89 99 19 19

Jyndevad Forsøgsstation
Flensborgvej 22, 6360 Tinglev
Tlf. 74 64 83 16. Fax 74 64 84 89

Rønhave Forsøgsstation
Hestehave 20, 6400 Sønderborg
Tlf. 74 42 38 97. Fax 74 42 38 94

Silstrup Forsøgsstation
Højmarken 12, 7700 Thisted
Tlf. 97 92 15 88. Fax 97 91 16 96

Tylstrup Forsøgsstation
Forsøgsvej 30, 9382 Tylstrup
Tlf. 98 26 13 99. Fax 98 26 02 11