



Bæredygtighedsvurdering af sribedyrking som biodiversitetstiltag i økologisk planteavl

Af Betina Zacher Jensen¹⁾, Erik Fog¹⁾, Nynne Louise Bach Steincke¹⁾, Sven Hermansen¹⁾, Otto Nielsen²⁾, Ole Green³⁾, Enoch Kudjordjie⁴⁾, Mette Vestergård Madsen⁴⁾, Mogens Nicolaisen⁴⁾, Lene Sigsgaard⁵⁾, Stine Kramer Jacobsen⁵⁾

¹⁾ Innovationscenter for Økologisk Landbrug, ²⁾ Nordic Beet Research, ³⁾ Benfarm, ⁴⁾ Aarhus Universitet, Inst. f. Agroøkologi, ⁵⁾ Københavns Universitet, Inst. f. Plante- og Miljøvidenskab.



Foto: Nordic Beet Research.

Kontakt



Sven Hermansen
sher@icoel.dk
29314643



Erik Fog
eikf@icoel.dk
51808669



STØTTET AF

Promilleafgiftsfonden for landbrug



Sammendrag

Rapporten belyser og vurderer det fremtidige potentiale for sribedyrkning og dyrkningssystemets bæredygtighed under danske forhold. Det sker ud fra resultater og erfaringer fra Organic RDD 6-projektet StripCrop, som gennemføres i perioden 2021 – 2024 på forskningsplatforme og hos økologiske landmænd i et samarbejde mellem Innovationscenter for Økologisk Landbrug, Aarhus Universitet, Københavns Universitet, Nordic Beet Research (NBR) og Agriointelli/BenFarm. I rapporten er der fokus på både funktional biodiversitet, agronomiske og økonomiske aspekter samt praktiske erfaringer i forbindelse med brugen af landbrugsmaskiner og autonome robotter, og sribedyrkningssystemets fordele og udfordringer. De danske erfaringer er sammenholdt med resultater fra lignende forsøg i andre lande fra samme klimazone.

Indhold

Sammendrag	2
Introduktion	3
Forsøgsplatforme og design i StripCrop-projektet.....	3
Management	4
Dataindsamling	4
Demonstrationsdyrking hos økologiske landmænd.....	5
Resultater og diskussion.....	5
Ukrudt.....	5
Patogener og mikrobiel diversitet	6
Skadedyr - effekter på bladlus og deres naturlige fjender	8
Udbytter.....	9
Kvalitetsparametre	11
Næringsstofbalance	11
Klima	13
Jord	15
Økonomi.....	15
Gennemførlighed i praktisk håndtering.....	19
Sociale og æstetiske aspekter.....	20
Konklusion	20
Referencer	22
Appendiks 1	23



Introduktion

Gennem årtier er arealet af danske marker vokset sig større. Nutidens monokulturer nedsætter biodiversitet på alle niveauer og gør det let for skadevolderne som insekter og svampe at sprede sig i marken. Det er en udfordring, særligt i økologisk jordbrug, hvor pesticider ikke er tilladt, og hvor omfattende angreb af skadevoldere kan forårsage alvorlige udbyttetab og forringe afgrøde kvaliteten.

Selvom biodiversiteten generelt er noget højere på økologiske jordbrug end i konventionel produktion (Sigsgaard, et al., 2014, Jacobsen, et al., 2019), er der et stort behov for at udvikle nye dyrkningsmetoder for at fremme biodiversitet i landskabet og samtidig sikre stabile udbytter.

Ved at bryde dyrkningsfladen op i smalle striber med forskellige afgrøder, der kan dyrkes uafhængigt af hinanden, dannes der fysiske- og biologiske barrierer mellem afgrøderne, og diversiteten på dyrkningsfladen øges. Det skaber en mosaik af levesteder for nyttedyr, som bestøvere og rovinsekter, og skjuler samtidig den enkelte afgrøde for skadedyr og svampesygdomme. Stribedyrkningsystemet bidrager også med forskellige typer afgrøderester til jordens mikroorganismer. Gevinsten ved stribedyrkning er ifølge forskellig forskningslitteratur positive effekter som mindre eller forsinket sygdomsspredning, færre skadedyrsangreb, og øgede populationer af naturlige fjender og anden fauna, der knyttet til agerlandet (Cuperus et al. 2023, Ditzler et al. 2021, Juventia et al. 2021, Bouws and Finckh 2008). Forventningen er, at en større diversitet i dyrkningsfladen vil fremme synergieffekter og gøre produktionssystemet mere robust, så udbytterne bliver mere stabile.

Omlægning til stribedyrkning kræver en nytænkning af, hvordan vi dyrker og forvalter vores marker. Mindre og smalle markarealer vil øge kompleksiteten af dyrkningssystemet og fordrer omhyggelig planlægning og nye tekniske løsninger. Samtidig kan stribedyrkning være metoden, der bidrager til et mere bæredygtigt produktionssystem. Hvis produktionen bliver mere stabil og robust, vil den økonomiske risiko falde, og der vil skabes en bedre balance mellem benyttelse og beskyttelsen af markens biologiske ressourcer. Samtidig vil afgrødestribernes visuelle mangfoldighed kunne bidrage til større arbejdsglæde hos landmændene og øge landskabsværdien for både landmænd og offentligheden.

I Danmark er stribedyrkning et sjældent syn i landskabet, men dyrkningssystemet har et potentiale, hvis diversiteten kan øges og gøres til medspiller i den økologiske og konventionelle planteavl. Derfor er stribedyrkning afprøvet under danske forhold i perioden 2021 – 2024 hos både landmænd og på forskningsplatforme. Formålet er at undersøge de potentielle fordele ved stribedyrkning under danske forhold. Det sker ved at teste og registrere agronomiske aspekter (etablering, gødsning, mekanisk ukrudtsbekæmpelse og høst), forekomsten af nytte- og skadedyr (funktionel biodiversitet), sygdomme og udbytter i økologiske stribebaserede sædskifter, samt undersøge anvendeligheden af tilgængelige landbrugsmaskiner og robotstyrede alternativer i stribesystemer.

Hypotesen er, at dyrkning i striber med forskellige afgrødetyper vil kunne etablere en balance mellem skadevoldere og nyttedyr, og derved stabilisere udbytterne til et tilfredsstillende niveau.

Forsøgsplatforme og design i StripCrop-projektet

Forsøget blev etableret i 2021 på to platforme; henholdsvis på lerjord nær Holeby på Lolland (Nordic Beet Research) og på sandjord nær Ringkøbing i Vestjylland (BenFarm). I 2021 var der også en pilotplatform på Højbakkegaard, Københavns Universitet. Forud for forsøget blev marken nær Holeby dyrket konventionelt, mens marken nær Ringkøbing har fulgt økologisk pløjefri praksis. Begge forsøg følger i dette projekt de økologiske dyrkningsregler.

Holeby

Her etablerede Nordic Beet Research i 2021 stribedyrkning i et blokforsøg med fire gentagelser. Stribebredderne blev valgt på baggrund af erfaringer i litteraturen (van Oort et al., 2020), mens sædskifterne som udgangspunkt blev udarbejdet under hensyntagen til lokale erfaringer og traditioner og et

ønske om at producere flere afgrøder til konsum. I forsøget blev to niveauer af afgrødediversitet sammenlignet: 1) 6 m striber med hvede, sukkerroer, byg og hestebønne, og 2) 3 m striber med hvede, sukkerroer, byg, hestebønner, rug, havre, ærter og quinoa.

Ringkøbing

På platformen nær Ringkøbing etablerede Benfarm/Agrointelli i 2021 et forsøg med seks gentagelser. I forsøget blev afgrøder i 3 og 6 meter striber mellem permanente rækker af bærbuske undersøgt. Bærbuskene bestod skiftevis af stikkelsbær, ribs og solbær, og var etableret med 9 meters mellemrum. Sædskiftet i 2021 var hestebønner, havre og rug og i 2022 indgik hestebønner, kløvergræs, vårbyg og havre. I 2023 bestod sædskiftet af vinterraps, vinterrug, 2-årig blomsterstribe og kartofler.

Generelt for begge forsøgsplatforme

Undervejs i forsøget er sædskifterne på begge forsøgsplatforme løbende blevet justeret i takt med de indhøstede erfaringer om, hvilke afgrøder der er praktisk mulige at integrere i dyrkningssystemerne.

Sædskifterne til de to forsøgsplatforme ses i Appendiks 1.

Reference-arealer (monokultur) er blevet fravalgt at integrere i forsøget, da det ikke var muligt at finde arealer der levede op til kriterier for et retvisende sammenligningsgrundlag. I stedet blev der fokuseret på randeffekternes udstrækning og på at sammenligne sædskifter.

Management

De agronomiske aspekter (etablering, gødskning, mekanisk ukrudtsbekæmpelse, høst) var tilrettelagt ud fra forholdene på hver lokalitet. På Holeby-platformen blev arealet passet pløjefrit med markrobotten Robotti, undtagen dybdeharvning. Robotti trak redskaber til såning og mekanisk ukrudtsbekæmpelse, mens en anden markrobot, Farmdroid klarede såning og ukrudtsbekæmpelse i roer, quinoa og løg. Den primære jordbearbejdning bestod af harvning i 10-25 cm dybde.

På platformen nær Ringkøbing blev arealet også passet pløjefrit, men med brug af forsøgsværtens egne maskiner - herunder Robotti-redskabsbæreren – og egne redskaber.

Dataindsamling

Der blev udført omfattende registreringer af funktionel og biologisk mangfoldighed af insekter, med fokus på skadedyr og deres naturlige fjender på platformen nær Holeby. Registreringer blev foretaget efter en protokol kvalitetssikret af Københavns Universitet (KU). I 2022 og 2023 lavede KU visuelle opgørelser af bladlus, bladlusmumier (som er bladlus der er blevet parasiteret af en snylteheps) og deres naturlige fjender i striber med hestebønne og byg. De tog også ketcher-prøver i korn, og brugte faldgrubefælder til at monitere edderkopper og løbebiller samt "pantraps" (en slags vandfælde) til at monitere bestøvere. Dette blev gjort i faste tidsintervaller i vækstsæsonen fra midt maj til midt juli. Bladlus og naturlige fjender blev opgjort på fem tilfældigt udvalgte planter i seks plots i hver behandling (hhv. hestebønne og byg i 3 m stribe, 6 m stribe og kant af 6 m stribe) i hver af de 4 blokke (i alt 96 observationer per behandling).

Aarhus Universitet (AU) lavede registreringer af sygdomsforekomst og mikrobiel diversitet ved hjælp af 'metabarcoding', som giver et overblik over den totale artsrigdom af svampe og bakterier i en given prøve. AU foretog også visuelle bedømmelser af udvalgte sygdomme i striberne. Første reelle dataindsamling blev udført i 2022.

I 2022 blev der ligeledes registreret forekomster af skade- og nyttedyr på platformen nær Ringkøbing. Desværre var det svært at holde bærbuskene fri for flerårigt ukrudt som kvikgræs og agertidsler, hvilket påvirkede randeffekten ind i de dyrkede striber og forringede udbytter og afgrøde kvalitet.

Dataindsamling fra platformen måtte derfor opgives. I stedet er platformen blevet brugt til indsamling af praktiske erfaringer.

Demonstrationsdyrkinger hos økologiske landmænd

Vi har sideløbende haft demonstrationsdyrkinger hos to planteavlere, henholdsvis nær Billund og Gram i Jylland, hvis primære afgrøder er kartofler. Designet hos de to økologiske landmænd var bestemt af kartoflerne, da stenstrenglægning, læggebredde og mulighed for vanding er nødvendig at tænke ind i systemet. Formålet var at undersøge hvordan dyrkning i striber praktisk kan gennemføres med de maskiner, der findes på den enkelte ejendom, samt systemets effekt på udvikling af kartoffelskimmel.

I demonstrationsdyrkingen ved Billund var striberne 9 m brede, tilpasset 3 x 4 rækker kartofler. Der blev brugt en mejetærsker på 30 fod og en gyllenedfælder på 9 meter. I 2022 bestod sædskiftet af kartofler, ærter, 2-årige blomster og vårbyg, og i 2023 indgik vinterraps, vinterrug, blomster, og kartofler.

Dyrkingen ved Gram var centreret om maksimal kartoffelproduktion. Derfor bestod sædskiftet af kartofler etableret i 550 meter lange striber, i seks meters bredde (8 rækker), omkranset af tre meter brede blomsterstriber.

På begge lokaliteter blev der ikke målt præcise udbytter. Der blev indsamlet observationer af kartoffelskimmel og praktiske erfaringer i 2022 og 2023.

Resultater og diskussion

Ukrudt

Af Betina Zacher Jensen, Innovationscenter for Økologisk Landbrug.

Der er ikke lavet registreringer af ukrudtsdækket og -arterne i forsøgsplatformene, men kun lavet observationer af tilstedeværende ukrudtsarter.

Forsøgene viser, at en ren mark uden rodukrudt er afgørende for at sribedyrkning lykkedes. De smalle striber og forskellige så- og høsttidspunkter gør det nemlig svært at styre rodukrudt, som kvik, tidsler osv. Blandt andet fordi pløjning bliver en udfordring, når man gerne vil undgå at ploven flytter jorden en fure over i en anden afgrøde. Dyrkning i striber er derfor mest oplagt i et pløjefrit system, og så bliver etableringen i en ren mark vigtig. Det har været tydeligt i forsøgsmarken ved Ringkøbing i Vestjylland. Her blev forsøget anlagt på en mark, som var holdt økologisk pløjefri i mere end fem år ved forsøgsstart. Marken måtte opgives efter første sæson (2021) på grund af meget rodukrudt. Ved Holeby blev forsøget anlagt på en hidtil konventionelt renholdt forsøgsmark, som fra projektets første år blev dyrket efter økologisk praksis. Afgrøder blev sået på 25-50 cm rækkeafstand og renholdt ved gentagne rensninger (strigling, radrensning, lugning mellem planter) med Robotti og Farmdroid i vækstsæsonen og brug af ukrudts-stubharve i august-oktober. Den mekaniske ukrudtsbekæmpelse blev suppleret med manuel bortlugning af f.eks. hvidmelet gåsefod og tidsler før frøspredning. Erfaringerne fra Holeby er, at pløjefri økologisk dyrkning som forventet øger ukrudtstrykket i marken, men at det trods alt er på et dyrkningsmæssigt acceptabelt niveau. Forskellen i de to forsøgsmarker viser, at markens dyrkningshistorik spiller en væsentlig rolle i forhold til at få succes med selve etableringen af sribedyrkningssystemet og driften i de første år.

Rodukrudtet er en udfordring i sribedyrkning - også økonomisk, da ukrudtet koster flere gennemkørsler og kan være svært at bekæmpe i et pløjefrit system. Det er derfor nødvendigt at finde en robust strategi med harvninger til gennemskæring og udtørring af rodukrudtet. Fx blev der på Holeby-

platformen i 2023 observeret at tidsler fra markskel spredte sig ind i marken, og der skete en gradvis øgning af antallet af tidsler i løbet af de tre år forsøget kørte, som ikke var til stede, da forsøget startede. Så på trods af indsatser med at renholde marken, vil der med tiden opstå udfordringer med ukrudt, som skal løses, hvis sribedyrkningssystemet skal fastholdes og blive økonomisk bæredygtigt.

På Benfarm har der de første år af forsøget været udfordringer med kvikgræs, der dog i tørre år er blevet bekæmpet med rækkerensning. Observationer af tidselkolonier med robotkamera viste at koloniene ikke spredtes, men holdes i status quo.

Hollandske forsøg viser at stigende diversitet i dyrkningsfladen kan have en positiv effekt på diversiteten af ukrudtsindikatorarter og densiteten af aktive naturlige nyttedyr. Samtidig indikerer forsøget at udsigterne for sribedyrkning er gode, når det kommer til at balancere målet med mere funktionel biodiversitet og gennemførlig dyrkningspraksis (Ditzler et. al. 2023). Ukrudtet kan altså være gavnligt i systemet, hvis det tilhører en ukrudtsindikatorart og ukrudtsdækket ikke er for dominant.

Patogener og mikrobiel diversitet

Af Mogens Nicolaisen, Mette Vestergård og Enoch Kudjordjie, Aarhus Universitet, Dept. Agroecology.

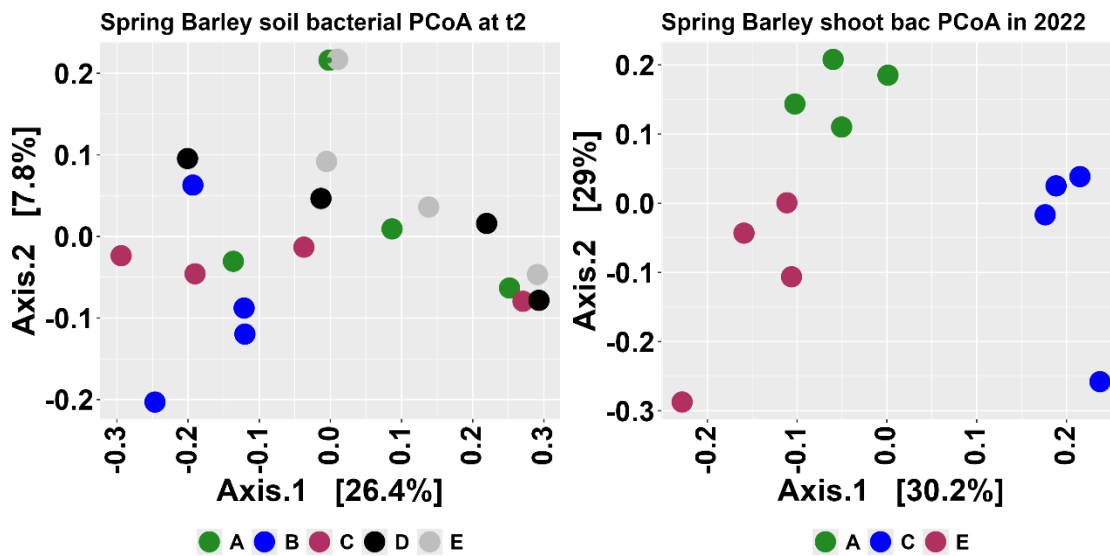
Observationer af patogener og mikrobiel diversitet i sribterne er hovedsageligt udført ved hjælp af avancerede molekulære teknikker (metabarcoding) som giver et samlet billede af den mikrobielle diversitet, inklusive patogener, i sribterne. Da det ikke har været muligt at etablere 'kontrolarealer' med monokulturer til sammenligning med sribedyrkning, er der i stedet undersøgt gradienter fra kanten af sribterne (tæt på naboafgrøden) til midten af sriben (Figur 1) under den antagelse at effekter af sribedyrkning vil være højest tæt på naboafgrøden og mindst i midten af sriben. Da det ikke har været muligt at tage prøver fra alle afgrødekombinationer, er indsatsen koncentreret i vårbyg/hestebønne-kombinationen, hvor der til gengæld er taget flere prøver fra alle gentagelserne.



Figur 1. Oversigt over prøveudtagning i overgangen mellem vårbyg og hestebønner. I hver gradient blev der taget 5 prøver (A, B, C, D, E), som hver er en pool af 10 enkeltprøver (røde prikker) af hhv. jord og blade.

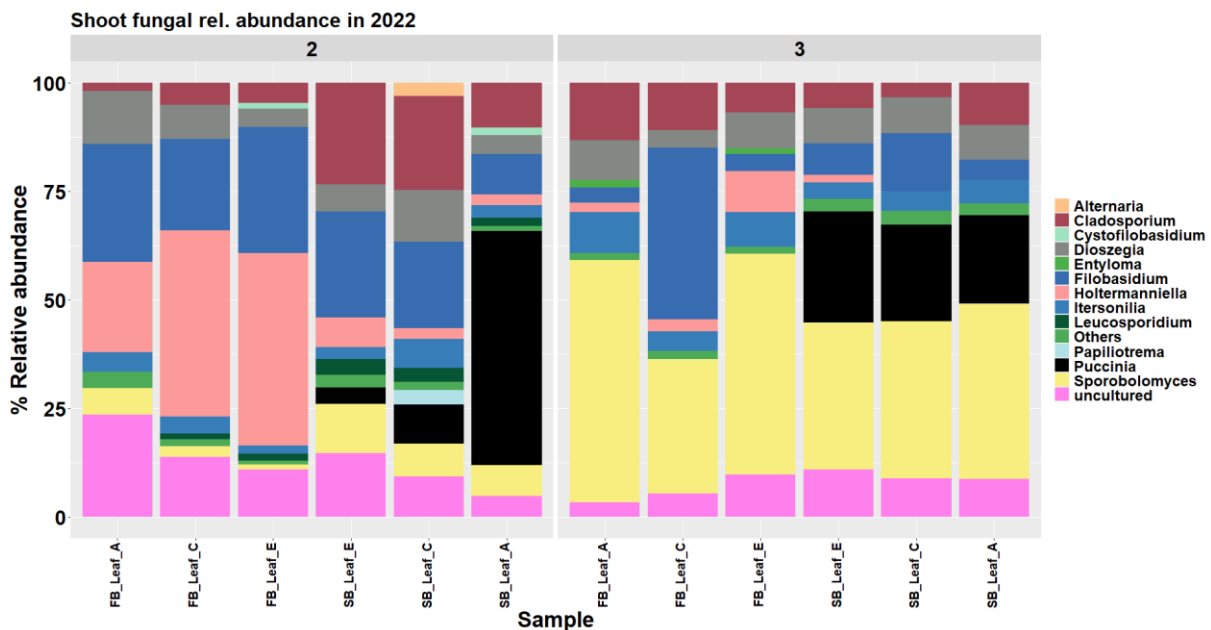
De mikrobielle samfund både i jorden og på planterne varierede langs gradienten fra midten af sribterne til kanten af sribterne, hvilket er en stærk indikation på, at de mikrobielle samfund påvirkes af sribedyrkning. Således kan man se på nedenstående Figur 2, at jordens mikrobielle samfund i kanten af sriben tæt på naboafgrøden (sorte og grå punkter) er forskellige fra de mikrobielle samfund i midten af sribterne (grøn, blå og rød). For de mikrobielle samfund på bladene er der endnu tydeligere forskel mellem de enkelte gradient-punkter (grøn, rød og blå). Dette bekræfter, at mikroberne på blade er

mere påvirkelige af ydre forhold, mens jordens mikroorganismer er mere stabile og sandsynligvis skal bruge længere tid, før de ændres.



Figur 2. De to grafer for henholdsvis jordmikroorganismerne (til venstre) og bladenes mikroorganismer (til højre) viser en statistisk analyse af, hvor meget bakteriepopulationerne adskiller sig fra hinanden alt efter hvor prøven er taget. Hvert punkt er en sammenvejning af alle de bakteriearter, der findes i prøven. Prøverne er taget i striberne med vårbyg og 'A', 'B' og 'C' refererer til punkterne i Figur 1.

Vores hypotese for de luftbårne patogener på bladene er, at stribedyrking vil give en langsommere spredning i marken, da mange sporer vil lande på ikke-værter og striberne dermed udgør naturlige barrierer for spredning i marken. I nedenstående Figur 3 ses, at bygrust (Puccinia, sort 'bjælke') har en skarp gradient af forekomst til tidspunktet "2" med den største forekomst i midten af sriben ("A"), mens der er mindst forekomst i kanten af sriben ("E"). Dette tolkes således, at der er en naboeffekt af i dette tilfælde hestebønne.



Figur 3. Forekomst af forskellige grupper af svampe på blade af henholdsvis hestebønne (FB) og vårbyg (SB) i punkterne A, C, E (se figur 2). '2' og '3' refererer til prøvetagningstidspunktet: '2' er 7/6-22 og '3' er 21/6-22. Opmærksomheden henledes på de sorte søjler i vårbyg (SB) i perioderne "2" og "3", som viser bygrust (Puccinia).

For sukkerroernes vedkommende blev det observeret, at udviklingen af bladsvampe gik langsommere på sribedyrkningsarealet end på nabomarker og i økologiske sortsforsøg med sukkerroer. Da det var andre sorter og andre arealer, er det svært at vurdere, om effekten skyldes sribedyrkingen. Der blev ikke observeret forskel på udviklingen i bladsvampe i sukkerroer mellem 3 og 6 meter striber (Nielsen 2023)

Skadedyr - effekter på bladlus og deres naturlige fjender

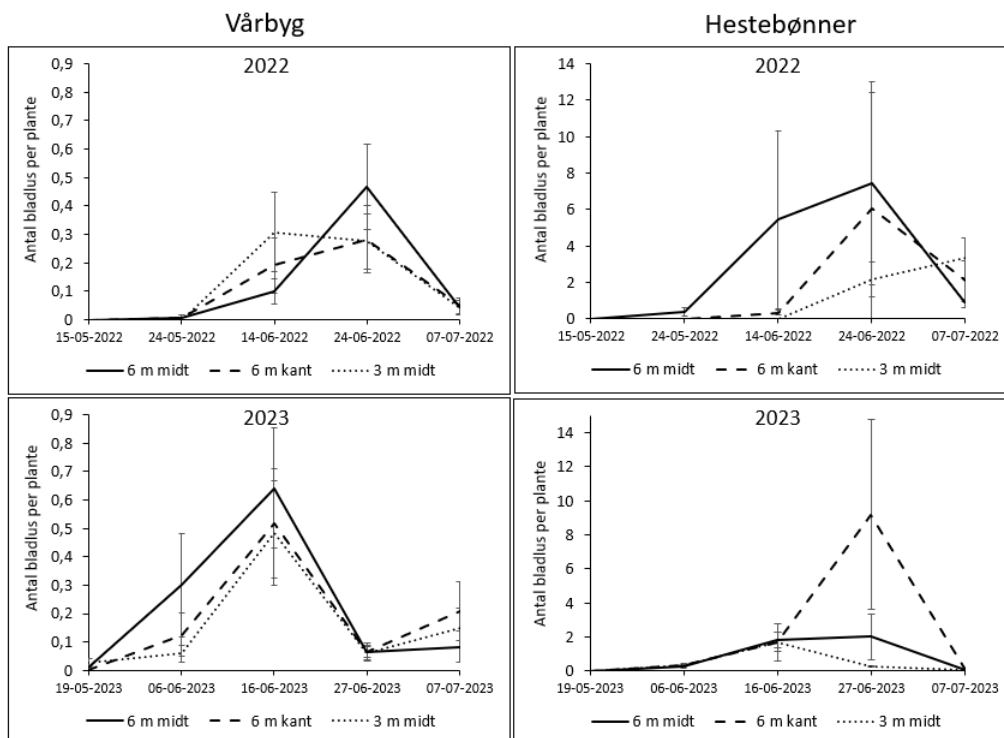
Af Lene Sigsgaard, Københavns Universitet, PLEN og Norges Miljø- og Biovidenskabelige Universitet (NMBU), BIOVIT og Stine Kramer Jacobsen, Københavns Universitet, PLEN.

Med hensyn til insekter og andre leddyr var hypoteserne:

- 1) at de smalle 3 m striber og kanten af 6 m striberne ville give bedre forhold for de naturlige fjender med adgang til mere forskelligt bytte og et bedre mikroklima end i monokultur
- 2) at de smallere striber ville nedsætte og forsinke skadedyrsangreb fordi værtsplante-afgrøden ville være sværere for skadedyrene at finde end dyrket i 6m brede striber.

Forskellige arter af bladlus er vigtige skadedyr på tværs af alle afgrøderne. Ud fra pilotforsøg i 2021, blev valgt at fokusere på hestebønne og byg.

Der blev fundet ærtebladlus, bededbladlus og ferskenbladlus i hestebønne, og havrebladlus, kornbladlus og græsbladlus i byg. Tæthederne af bladlus i korn var relativt lave begge år. De foreløbige resultater fra visuelle opgørelser ser ud til at bekræfte begge hypoteser: Der var færre bladlus i 3 m striber end i 6 m striber, og der var senere angreb i 3 m end i 6 m striber. Undtagelsen er vårbyg i 2022, hvor bladlusangrebet var særligt lavt. Kanten af 6m striberne havde også lavere angreb af bladlus end midten, med undtagelse af sidst på sæsonen i hestebønne i 2023. Se Figur 4 herunder.



Figur 4. Antal bladlus per plante (+/- SE) i 2022 og 2023, i midte og kant af 6m striber, og i midten af 3m striber med hestebønne og vårbyg.

Samlet blev der fundet flere mumier af parasiterede bladlus i 3 m striberne (31) end i 6m striberne (17). Der var ikke nogen klar trend med hensyn til mariehøns. Resultater fra fælder og ketcherprøver er ved at blive analyseret), og de resultater kan give mere information om effekt af sribedyrkning på naturlige fjender og bestøvere.

Erfaringerne med sribedyrkning er positive og vores foreløbige resultater viser, at man opnår en bedre regulering af bladlus i 3 m striber end i 6 m striber. Det skal understreges at sammenlignet med monokultur, så er der allerede fordele ved 6 m og 12 m striber, så meget kan gøres - også med bredere redskaber.

Både i 2022 og 2023 blev der observeret flere nyttedyr i 3m striber end i 6 m brede striber (Jacobsen et al. 2023). En mekanisme kan være at naturlige fjender foretrækker et mere diversit levested. I laboratoriet lagde rovtægen *Orius majusculus* således dobbelt så mange æg i bure når der var to forskellige planter (sukkerroe og hestebønne), som når de to planter var samme art (Frøhling, C.B., 2022).

Blomsterstriber kan også integreres med sribedyrkning og bidrage med flere nyttedyr. I projektet har vi brugt kløvergræs iblandet enkelte blomstrende arter. Et nyt review og metaanalyse viser, at mængden af nyttedyr stiger med blomsterstriberens diversitet svarende til 3,5% flere nyttedyr for hver ekstra planteart (Jachowicz og Sigsgaard, 2025).

I sukkerroer og hestebønner blev der i Holeby observeret angreb af stankelbenslarver, der i 2022 medførte markante bortfald af planter i pletter. Muligvis skyldes dette, at stankelbenslarverne er opformeret i græs i nabostriben. Der bør således være opmærksomhed på, om der kan ske uønsket opformering af skadevoldere, fordi afstanden fra sidste års dyrkning er mindre end ved monokultur. Balancen mellem nytte- og skadedyr bør undersøges over en længere årrække, for at der kan nå at intræde en ny biologisk balance (Nielsen 2023).

Udbytter

Af Nynne Louise Bach Steincke, Innovationscenter for Økologisk Landbrug.

I sribedyrkningsforsøget ved Holeby blev der dyrket i både 3 m og 6 m striber med hovedafgrøderne sukkerroer, hestebønne, hvede, byg, rug, havre, ærter og quinoa fordelt i to sædskifter (sædskifte 2 og sædskifte 3), mens kløvergræs var motoren i det tredje sædskifte (sædskifte 1). Udbytterne fra år 2021-2023 fremgår af (Nielsen 2023).

Der var stor variation i udbytterne af samme afgrøde i forsøgsperioden (Tabel 1).

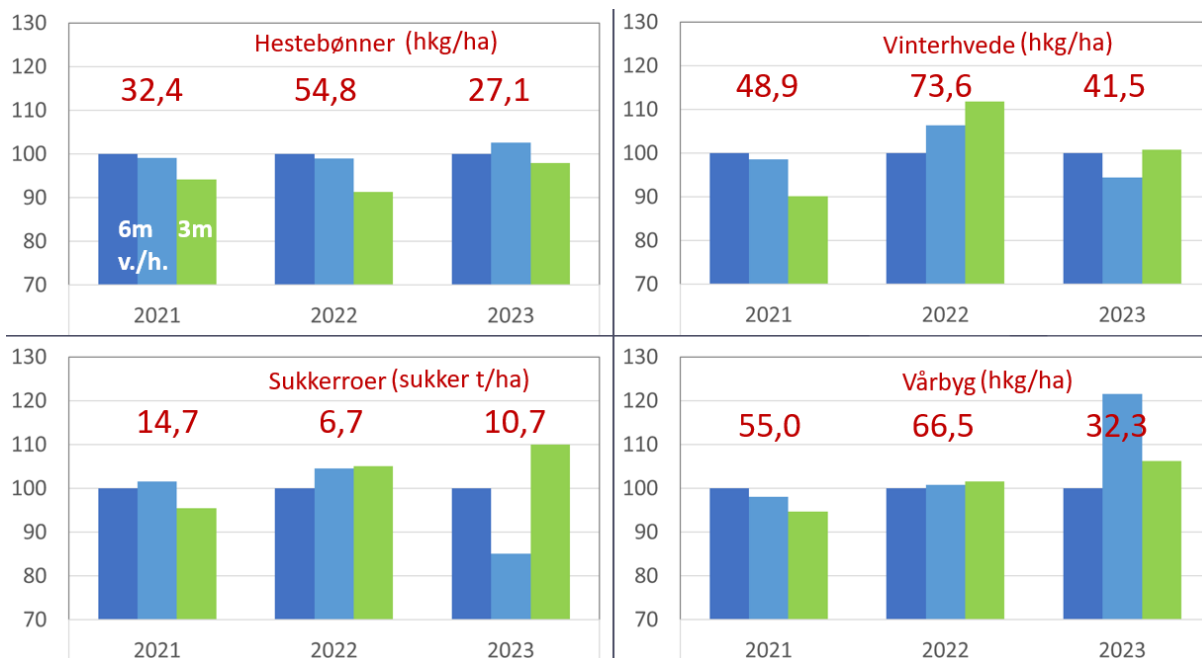
Udbytter kg/ha			
Sædskifte 2			
Afgrøde	2021	2022	2023
Hestebønner	3.164	5.104	3.301
Sukkerroer	77.325	37.994	67.620
Vårhvede	5.405		
Vinterhvede		6.585	3.619
Vårbyg	5.035	5.995	4.505

Sædskifte 3			
Afgrøde	2021	2022	2023
Vårbyg	4.665	6.025	3.368
Havre	4.997	7.128	3.308
Hestebønne	3.095	4.778	3.353
Ærter	1.043	1.325	
Vårhvede	5,253		
Vinterhvede		7.070	4.588
Sukkerroer	73.350	39.125	76,850
Vårrug	3.135		

Tabel 1. Høstudbytter fra Holeby-platformen fordelt på forskellige afgrøder.

Figur 5 viser en sammenligning af udbyttene for hovedafgrøderne for 2021 og 2022 fordelt på stribebredde. Det fremgår heraf, at der ikke var nogen signifikant effekt af stribebredde for hovedafgrøderne. Udbyttet i sukkerroerne er cirka halveret i 2022, som primært skyldes angreb af stankelbenslarver, formentlig afstedkommet af nabo-græsstriberne.

I de øvrige hovedafgrøder var udbyttene væsentligt bedre i 2022 end i 2021, hvilket forklares med en kombination af vejrforhold, såtider samt forbedret robotbaseret dyrkningsteknik (Nielsen, 2022).



Figur 5. Relativt (Y-akse) og absolut (rød tekst) udbytte i hovedafgrøderne 2021-2023. Der er ikke signifikant forskel på udbyttene i de to stribebredder (blå/grøn) eller mellem venstre og højre del af de seks meter brede striber (mørkeblå/lyseblå). Afgrøderne er dyrket i henhold til de økologiske dyrkningsregler, og der er ikke anvendt nogen form for bekæmpelse af skadegørere. (Nielsen 2023)



Et Hollandsk studie fra 2020 beskriver et forsøg med økologisk sribedyrkning på tre forskellige gårde med hhv. sandjord, sandet lerjord og lerjord, som forløb over to-tre år. Fokus lå på udbredte hollandske afgrøder: kartoffel, kål, gulerod, porre, hvede og byg. Det blev undersøgt, hvordan bl.a. sribebredde og kombination af afgrøder påvirker udbyttet.

I forhold til effekt af sribebredde undersøgt for hhv. kartoffel, blomkål, rosenkål og gulerødder, viste forsøget, at forskellige sribebredder (6, 12, 24 og 48 m) ikke havde nogen signifikant betydning for udbyttet for kartoffel, blomkål og rosenkål. For gulerod var der et lidt højere udbytte ved 24 m ift. 6 og 12 m, men ikke af stor betydning.

For kartoffel, gulerod, kål og porre konkluderes det i studiet, at udbyttet hverken bliver bedre eller dårligere jo større diversitet, der er i kombinationerne mellem hovedafgrøde og naboafgrøde. Det påpeges samtidig, at jo større diversitet i afgrødesammensætningen, jo mere komplekst bliver det at vurdere effekterne. Der er ifølge studiet behov for mere forskning i effekter af forskellige afgrødekombinationer samt forskellige planters gensidige påvirkning (Song, 2020).

Kvalitetsparametre

Af Sven Hermansen, Innovationscenter for Økologisk Landbrug.

I de sribedyrkningsystemer der er afprøvet i forbindelse med de igangværende aktiviteter, er der fokus på dyrkning af afgrøder til konsum. Det samme gør sig helt overvejende gældende i Tyskland og Holland, hvor der er arbejdet med sribedyrkning i en del flere år.

Udbredelse af svampesygdomme, hvor kartoffelskimmel er den bedst belyste, ser ud til at kunne begrænses eller forsinkes i sribedyrkning.

I egne forsøg og i den undersøgte litteratur er der ikke fundet belæg for at proteinprocent og –kvalitet i brødhvede og maltbyg blive påvirket af sribebredden. I et økologisk lavinputsystem må det forventes at et varieret sædskifte, gerne med kløvergræs og med marktrafikken reguleret i faste kørespor, vil have sædskifteeffekter, der rækker ud over effekten af dyrkning i sribes.

Hestebønneborebillen er en af de væsentligste udfordringer i produktion af hestebønner til konsum. Der er ikke i forsøget registreret forekomster af denne bille i sribes eller effekter af sribebredder i hestebønnerne.

Erfaringer fra Benfarm har vist, at afgrødekvaliteten er blevet forbedret ved overgang til sribedyrkning, og at det har positiv betydning for afregningsprisen.

Næringsstofbalance

Af Sven Hermansen, Innovationscenter for Økologisk Landbrug.

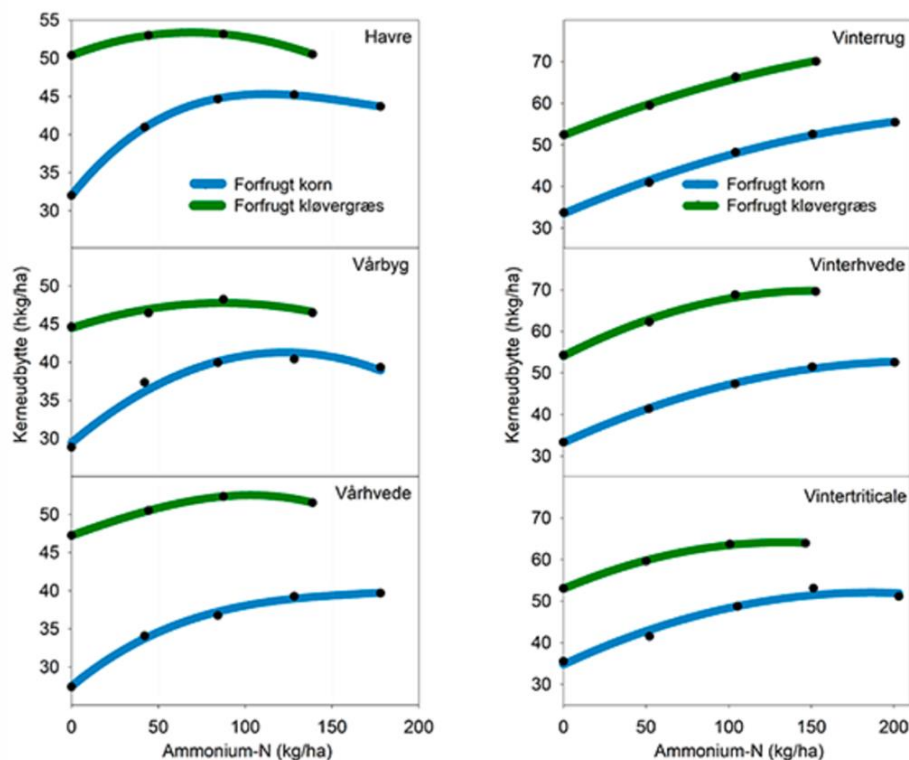
Forsøgsarealerne i Holeby er frem til 2021 drevet konventionelt med handelsgødning gennem mange år. Fra opstart af forsøgene er de økologiske dyrkningsregler overholdt og der er gødet med husdyrgødning: gylle, og med pelleterede gødninger fra Fertikal og Øgro. Der er ingen mangel på grundgødninger P, K og Mg og reaktionstallet er holdt oppe omkring 7,2 - 7,5 som anbefalet til roedyrkning på lerjord.

Tabel 2 viser gennemsnitsudbytter på enkelt afgrøder samt tilført og høstet mængde kvælstof. Kvælstofeffekten er belyst som det høstede kvælstof i procent af det tilførte. Desuden er tilsvarende tal angivet for gennemsnitlige økologisk dyrkning jf. responskurver i figur 6.

	Udbytter og kvælstofudnyttelse pr. ha			Holeby GNS	DK øko-gns.
	2021	2022	2023		
Vårbyg hkg	49	60	35	48	39
Tilført total-N (kg/ha)	107	118	141	122	122
Høstet total-N (kg/ha)	67	82	48	66	53
N-effekt%	63	69	34	54	43
Havre hkg	50	71	33	51	42
Tilført total-N (kg/ha)	60	73	85	73	73
Høstet total-N (kg/ha)	68	97	34	66	57
N-effekt%	113	133	40	90	78
Vårhvede hkg	54	-	-	54	35
Tilført total-N (kg/ha)	107	-	-	107	107
Høstet total-N (kg/ha)	73	-	-	73	48
N-effekt%	68	-	-	68	45
Vinterhvede hkg	-	68	45	57	42
Tilført total-N (kg/ha)	-	106	92	99	99
Høstet total-N (kg/ha)	-	60	45	53	57
N-effekt%	-	57	49	54	58
Hestebønner hkg	31	50	33		
Tilført total-N (kg/ha)	0	0	0		
Høstet total-N (kg/ha)	81	138	92		
Sukkerroer hkg	76	38	71		
Tilført total-N (kg/ha)	107	118	151		
Høstet total-N (kg/ha)	158	80	147		

Tabel 2. Udbytter samt tilført og høstet kvælstof pr. ha samt kvælstofeffekt i form af høstet N i forhold til tilført N. Resultater er sammenlignet med tilsvarende tal for dansk økologisk gennemsnit for samme afgrøder i Landsforsøgene jf. figur 6. Opgørelse baseret på data fra stribedyrkning i Nordic Beet Research, Holeby.

I Figur 6 er vist kvælstofrespons i kornafgrøder i en økologisk forsøgsrække på blandede jordtyper 2008-2009. Herfra er udledt de udbytter og den kvælstofeffekt, som man kan forvente i danske økologisk gennemsnit ved tildeling af samme mængde kvælstof, som der er givet i forsøgene i Holeby (tabel 2).



Figur 6. N-respons i kornafgrøder ved forfrugt korn og forfrugt kløvergræs. Kilde: Landsforsøgene 2009. <https://www.landbrugsinfo.dk/public/b/1/7/landsforsogene>.

I sammenligningstallene for dansk gennemsnit i tabel 2 er totalkvælstof omregnet til ammoniumkvælstof ved at regne med, at 73 % af kvælstoffet i den anvendte gylle var på ammoniumform (dokumenteret i gylleprøve). Derefter er udbytteneiveau aflæst og høstet mængde kvælstof samt kvælstofeffekt beregnet.

Der er i nogle afgrøder i de første år i Holeby opnået en kvælstofeffekt på over 100 % idet, der er høstet mere kvælstof end tilført.

Generelt ligger udbytter og kvælstofeffekt højere i Holeby højere end for landsgennemsnittet. En del af forklaringen på dette ligger sandsynligvis i, at de landsforsøg, der ligger bag Figur 6, er fordelt over hele landet, på forskellige jordtyper, mens jordtypen i Holeby er svær lerjord, hvor der typisk kan høstes relativt høje udbytter ved lav kvælstoftildeling på jord i god tilstand.

Klima

Af Betina Zacher Jensen, Innovationscenter for Økologisk Landbrug.

Der er beregnet en klimapåvirkning af sribedyrkningsystemet som tager udgangspunkt i sædskifte 2 fra Holeby-platformen (se Tabel 3). Beregningen er lavet med et klimaværktøj (ESGreen Tool), der benytter standardtal, samt de høstede udbytter og gødningstildeling i forsøgsperioden 2021 – 2023. Klimapåvirkningen er beregnet for hver enkelt afgrøde i sribesystemet for hvert år og gennemsnittet efterfølgende beregnet. Outputet fra beregningen er udledning af ton CO₂e/ha (bedriftsaftryk, inkl. import og kulstoflagring). Der er ligeledes lavet en tilsvarende klimaberegning for en standard økologisk monokultur på lerjord (JB 5-6) ud fra afgrødens kvælstoftildeling og udbytte som angivet i afgrødens bidragskalkule i [Farmtal Online](#) (Tabel 5). I tabel 5 er klimapåvirkningen sammenlignet mellem beregningerne for StripCrop-forsøget og beregningerne for standard-afgrøder.

Det er vigtigt at understrege, at klimaberegningerne er baseret på udbytter og input af gødning og ikke faktiske målinger af f.eks. lattergasudledning.

Klimaberegning for sribedyrkning				
År	Afgrøde	Udbytte, kg/ha	Tilført N kg/ha	Udledning kg CO ₂ e/ha*
2021	Hestebønner	3.164	0	1.219
	Sukkerroer	77.325	107	1.427
	Vårhvede	5.405	107	789
	Vårbyg	4.971	107	1.239
	Gennemsnit			1.168
2022	Hestebønner	5.104	0	895
	Sukkerroer	37.994	118	1.732
	Vinterhvede	6.585	106	762
	Vårbyg	5.995	118	1.107
	Gennemsnit			1.124



2023	Hestebønner	3.301	0	1.196
	Sukkerroer	67.620	151	1.574
	Vinterhvede	3.619	92	1.133
	Vårbyg	4.505	142	1.496
	Gennemsnit			1.350
Gennemsnit for 2021-2023				
2021 - 2023	Hestebønner	3.857	0	1.103
	Sukkerroer	60.979	126	1.578
	Vår-/vinterhvede	5.498	102	895
	Vårbyg	4.862	122	1.280

Tabel 3. Udbytter og resultater af klimaberegning for sribedyrkning (sædskifte 2 på Holeby-platformen). *Udledning, kg CO₂e/ha (bedriftsaftryk, inkl. import og kulstoflagring).

Klimaberegning for økologiske monokulturer Standardtal fra bidragskalkuler				Gns. StripCrop
Afgrøde	Udbytte, kg/ha	Tilført N kg/ha	Udledning kg CO ₂ e/ha	Udledning kg CO ₂ e/ha
Hestebønner	3.700	0	1.130	1.103
Sukkerroer	50.000	158**	1.714	1.578
Vinterhvede	5.000	118*	894	895
Vårbyg	4.000	118*	1.399	1.280

Tabel 4. Klimaberegninger for fire eksempler på monokultur, som er beregnet ud fra bidragskalkuler fra Farmtal Online. *) Svarende til 20 ton gylle med N-% på 0,59. **) Svarer til 20 ton gylle og 400 kg Øgro med 10% N.

Det ses, at klimapåvirkningen (udledninger) er meget sammenlignelige mellem resultaterne fra standard-afgrøderne og StripCrop-afgrøderne dog med en tendens til, at udledningerne i StripCrop-afgrøderne ligger lavere end for standardafgrøderne. Der er også en tendens til, at udbytterne er højere og kvælstofdelingene lavere i StripCrop-afgrøderne end i standardafgrøderne, hvilket passer godt med forskellen i den beregnede CO₂e-udledning.

De viste resultater er for spinkelt et grundlag til at vurdere, om sribedyrkning generelt vil være en vej til reduktion af klimaaftrykket. Men i den udstrækning at sribedyrkning forbedrer udbyttene, øger kvælstofudnyttelsen f.eks. ved at overføre planterester til nabostriben og reducere anvendelsen af diesel, vil det også sænke klimaaftrykket.

Jord

Af Sven Hermansen, Innovationscenter for Økologisk Landbrug.

Effekterne på jordbunden af stribedyrkning kan delvist belyses gennem studier af dyrkningssystemer med faste kørespor til markoperationerne, da stribedyrkning uanset stribebredde altid vil medføre faste kørespor.

Et metastudie har belyst effekten af faste kørespor, der ofte betegnes Controlled Traffic Farming, CTF (Gasso et. al. 2013). For miljøpåvirkningerne er der fokuseret på lattergas- og metanemissioner, på udvaskningstab og på vandholdningsevne. Konklusionen i studiet er, at CTF reducerer gødnings-, pesticid- og brændstofforbruget i forhold til traditionel markdrift uden faste kørespor.

Markudbytterne er på samme måde positivt påvirkede af faste kørespor frem for mere tilfældig trafik. I litteraturen findes der langvarige forsøg, der viser udbytteforskelle på ca. 30% i kerneafgrøder (Husseine et. al 2021). Generelt er motivationen for at interessere sig for CTF dobbelt i den forstand, at landmanden forventer højere udbytter, bedre dækningsbidrag og mindre miljøpåvirkning. Det viser et studie med dansk deltagelse (Tamirat et al. 2022).

I de systemer der er afprøvet i dette projekt, har robotsystemerne klart været den mest konsekvente tilgang til faste kørespor. De systemer der drives med traditionelle landbrugsmaskiner, har ikke den samme entydige tilgang, da der f.eks. skal køres flere gange med en såmaskine i en stribe, der passer til en 30 fods mejetærsker.

Med anvendelse af robotter bliver maskinerne også lettere, hvilket vil mindske jordpakningen især i de dybere jordlag. I Holeby blev det observeret, at robotterne skabte en hård skorpe i køresporene, hvilket bl.a. medførte, at regn ikke kunne trænge ned i køresporene. Det havde den effekt, at sporene hurtigere tørrede op og gav mulighed for, at man hurtigere kunne køre med f.eks. lugerobot efter regn, hvilket kan være vigtigt for rettidig ukrudtskontrol. Til gengæld var der tegn på, at yderrækken af sukkerroer gav et lavere udbytte (15 %) pga. de sammenkørte spor (Nielsen 2023).

Økonomi

Af Sven Hermansen og Erik Fog, Innovationscenter for Økologisk Landbrug.

Med de forholdsvis få erfaringer, som forsøgene med stribedyrkning har givet, er det svært at give en dækkende vurdering af økonomien i denne dyrkningsform, som i øvrigt kan indrettes på mange måder.

Erfaringen fra en økologisk planteavl i Midtjylland viser, at man kan indrette et sribesystem, der i praksis i forhold til traditionel markdrift kan fungere uden et væsentligt øget tidsforbrug og med begrænset behov for nye maskiner. Systemet var bygget op om et sædskifte, der bestod af afgrøderne kartofler, vårbyg og ærter og suppleret med blomsterstriber. Afgrødestriberne var 9 meter brede, så det passer til 3 x 4 rækker kartofler, en mejetærsker på 30 fod og en 9 meter bred gyllenedfælder. Vandingsmaskinen kunne trækkes ud i blomsterstriberne uden afgrødeskade og tilsyneladende uden blivende skader på væksten i blomsterstriben. Systemet er beskrevet i (Jensen, 2023).

På den måde kan stribedyrkning introduceres i traditionel planteavl med få tilpasninger af eksisterende maskinløsninger til de fleste markoperationer.

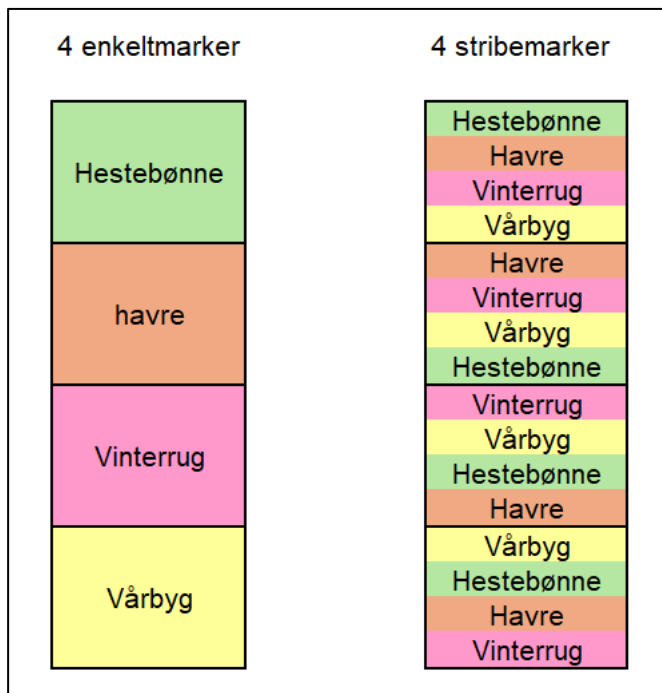
En anden tilgang til stribedyrkning er den robotbaserede løsning. Her er arbejdsbredden nede på 3 m. Maskinparken skal tilpasses, og det vil i de fleste tilfælde kræve en del investeringer i robot og redskaber.

På den økologiske gård "Benfarm" i Vestjylland, er dyrkning i striber med robotter til de fleste markoperationer blevet udviklet over en årrække. Erfaringerne derfra viser, at robotbaseret stribedyrkning kan være et konkurrencedygtigt alternativ, hvis det kan organiseres med optimal udnyttelse af den

nødvendige teknologi. Minimering af arbejdsomkostninger, et stabilt udbytte og forbedret produktkvalitet er væsentlige elementer i de positive økonomiske resultater for robotdyrkning.

Ved dyrkning i striber vil forageren normalt ikke kunne dyrkes, fordi der skal køres mere på tværs mellem striber med samme afgrøde. Typisk sås foragerne til med græs og med robotter kan forageren være smal. Hvis foragerne kan forbindes til et sammenhængende areal på mindst 0,3 ha, kan der søges braktilskud til dette areal.

På basis af erfaringerne fra Benfarm er der udarbejdet en økonomiberegning, der udforsker økonomien i et tænkt planteavlssystem med et sædskifte bestående af fire afgrøder dels dyrket traditionelt enkeltvis i store marker (monokultur) dels i striber med alle fire afgrøder i hver mark (stribedyrkning) som illustreret i figur 7.



Figur 7: Typesædskifte i monokultur og stribedyrkning.

I de efterfølgende beregninger er der anvendt afgrødekalkuler fra [FarmTalOnline](#) og erfaringstal fra Benfarm for at regne med så praksisnære tal som muligt.

Udbytniveau, priser og tilskud er ens for de to systemer. I beregningerne er arealtilskuddet udeladt.

Det dyrkede areal i sribesystemet er 3 % mindre, fordi forageren er lagt ud i græs. Så det høstede areal er 3 % mindre end i monokultur og tilsvarende er udgift til udsæd også 3 % mindre end i monokultur. Der er i beregningerne ikke medtaget braktilskud til forageren i sribesystemet.

I figur 8 er vist de vigtigste forskelle mellem de to systemer, der har indflydelse på økonomien og den resulterende dyrkningsomkostning pr. ha.



	Monokultur	Stribedyrkning
Arbejdsbredde (m)	6	3
Fræmkørselshastighed (km/t)	6	5
Timer/ha/overkørsel	0,28	0,67
Antal overkørsler	8	10
Maskintimer/ha i alt	2,22	6,67
Diesel: l/time	26	8
Kr/l diesel	9	9
Dieseludgifter pr. ha	520	480
Mandskab		
Løn kr/time	250	250
Arbejdstidsfaktor ¹⁾	1	0,25
Arbejds løn pr. ha	556	139
Maskinpriser:		
Traktor 200 hk	1.150.000	
Robot		1.350.000
Redskaber ²⁾	2.000.000	500.000
Afskrivning+vedligehold	20%	20%
Driftstimer/år ³⁾	750	750
Afskrivning/time	840	493
Afskrivning pr.ha	1.867	3.289
Gylle, pløjning, høst ⁴⁾	3.000	2.000
Maskin- og arbejdsomk. (kr./ha)	5.942	5.908

Figur 8: Økonomiske forudsætninger og omkostningsberegning for monokultur og stribedyrkning.

1) Arbejdstidsfaktoren angiver at mandskabstimeforbruget ved robotdyrkning er en fjerdedel af timetallet ved traditionel drift med traktor (firmatal fra Robotti). 2) Brede redskaber er dyrere pr. meter arbejdsbredde, fordi de skal være kraftigere. Der er regnet med dobbelt pris pr. meter arbejdsbredde og dobbelt samlet arbejdsbredde i 6 meter-systemet. 3) De 750 driftstimer pr. år til henholdsvis traktor og robot er som middel-udnyttet traktor (Farmtal Online), der svarer til roboterfaringer hos Benfarm. 4) Markoperationer, der ikke er robotbaseret. I stribedyrkning er pløjning udeladt og erstattet med tre robotharvninger, der øger overkørslerne fra 8 til 10.

Med den smallere arbejdsbredde og langsommere kørehastighed tager overkørslen af en hektar 0,67 time i stribedyrkning mod 0,28 time i almindelig monokultur. Der er regnet med to ekstra overkørsler i stribedyrkning, fordi pløjning er erstattet med tre harvninger.

Udgiften til diesel bliver mindre ved stribedyrkning, selvom der er flere maskintimer ved robotdyrkning. Det skyldes, at diselforbruget pr. time er væsentligt lavere til robot end til traktor.

Mandskabstimeforbruget er kun en fjerdedel ved robotkørsel i forhold til traktorkørsel jf. erfaringstal fra Robotti / Benfarm. Omkostningen til arbejds løn bliver således væsentligt mindre i stribedyrkingen end i monokultursystemet. Det er også erfaringen fra værterne i projektet, at når først stribedyrkningsplanen er lagt, er der ikke et stort arbejdsbehov til at styre systemet.

Til gengæld er afskrivningen pr. ha til robot og maskiner større i stribedyrkingen, selvom redskaberne til robotten er billigere og investeringssummen er ca. halvt så stor som i traktor-modellen. Det skyldes at afskrivningen er beregnet pr. maskintime, og der er tre gange så mange maskintimer pr. ha i stribedyrkingssystemet.

Udgifterne til gylleudbringning, pløjning og høst, der ikke udføres med robot, er mindre i stribedyrkingen, hvor der ikke pløjes.

Samlet set bliver udgifterne pr. ha til markoperationerne ca. det samme i begge systemer.

På indtægtssiden er afgrødesalget reduceret med 3 % ved sribedyrkning, fordi forageren ikke høstes. Den samlede økonomi (uden tilskud) pr. ha kommer således til at se ud som vist i figur 9.

	Monokultur	Stribedyrkning
Udbytte		
Høstareal (netto) (ha) ¹⁾	1,00	0,97
Afgrødeudbytte (gns.) (kg) ²⁾	4475	4341
Afgrødepris (gns.) (kr./kg) ²⁾	2,58	2,58
Afgrødesalg	11523	10886
Udsæd (kr)	1002	976
Gødning (kr.) ³⁾	0	0
Stykomkostninger	1002	976
Maskin- og arbejdsomkostninger	5942	5908
Bruttoudbytte minus var. omkost.	4579	4002

Figur 9: Sammenligning af økonomisk resultat per ha. ved monokultur og sribedyrkning (uden tilskud).

1) Høstarealet er mindre i sribedyrkning, fordi forageren ikke dyrkes med afgrøder. 2) Udbytte og afgrødepris er beregnet gennemsnit for de fire økologiske afgrøder i sædskiftet. 3) Det er antaget, at der ikke skal betales for husdyrgødningen. Udbringningen indgår i maskin- og arbejdsomkostningerne.

Som det fremgår, bliver det økonomiske resultat godt 500 kr. mindre ved sribedyrkning, hvilket især skyldes, at der ikke høstes i forageren. Det skal dog understreges, at dette er en modelberegning og derfor er baseret på de valgte forudsætninger.

Hvis man kan tilrettelægge sribedyrkingen, så der kan opnås braktilskud til forageren (mindst 0,3 ha sammenhængende i græs), vil det kunne forbedre økonomien lidt.

På Benfarm har de observeret, at kvaliteten af flere af produkterne er blevet bedre under sribedyrking. Hvis man i modelberegning øger afgrødeprisen med 5 % i sribedyrking, bliver det økonomiske resultat omtrent ens for de to systemer.

Omvendt vil det økonomiske resultat for sribedyrking forværres med ca. 100 kr. pr. ha, hvis arbejdsbehovet ved robotdrift hæves fra en fjerdedel til en tredjedel af arbejdsbehovet ved traktordrift.

I spisekartofler er det vurderet, at en forsinkelse af betydende skimmelangreb vil have en marginal betydning for udbyttet – og økonomien, da de sorter, der er i dyrkning i dag, har så god en generel resistens, at den ønskede størrelse er opnået, når toppen visner ned, i et normalt år. I stivelseskartofler, som pt. Ikke findes som økologisk afgrøde, er potentialet væsentligt større, da vækstsæsonens længde bestemmer det endelige udbytte.

Man bør således gennemføre en omhyggelig kalkule på den konkrete bedrift, inden man beslutter sig for, om man vil skifte til sribedyrking.

I Holland er sribedyrking en bio-ordning i EU-arealstøtteprogrammet, fordi man gerne har villet fremme denne driftsform til gavn for biodiversiteten. Den ovenstående modelberegning tyder på, at der også er behov for en lignende ordning i Danmark, hvis man vil fremme sribedyrkingen.

Gennemførlighed i praktisk håndtering

Af Sven Hermansen, Innovationscenter for Økologisk Landbrug.

Planlægning af afgrødekombinationer og sribefordeling er den væsentligste hurdle og en afgørende forudsætning for et godt og praktisk gennemførligt setup.

De praktiske erfaringer, der er indsamlet i projektet, er først og fremmest hentet hos to planteavlere ved Billund og Gram i Jylland, der begge har kartofler som en vigtig afgrøde. Kartofler er en af de afgrøder, der i tidligere forsøg, har reageret mest positivt på at ligge i striber mellem andre afgrøder. Årsagen til det er først og fremmest, at kartoffelskimmel spredter sig langsommere i marken, når der er fysiske barrierer. Designet hos de to økologiske landmænd er derfor bestemt af kartoflerne, da stenstrenglægning, læggebredde og mulighed for vanding er nødvendig at tænke ind i systemet. Formålet har været at undersøge, hvordan dyrkning i striber praktisk kan gennemføres med de maskiner, der findes på den enkelte ejendom, samt metodens effekt på udvikling af kartoffelskimmel.

Sædskiftet ved Billund bestod af afgrøderne kartofler, vårbyg, ærter og blomsterstriber. Striberne blev 9 meter brede, da det passer til 3 x 4 rækker kartofler, en mejetærsker på 30 fod og en 9 meter bred gyllenedfælder. Vandingsmaskinen kunne trækkes ud i blomsterstriberne, uden afgrødeskade og tilsyneladende uden blivende skader på væksten i blomsterriben. Erfaringerne fra dyrkningsårene 2022 og 2023 er, at tidsforbruget ved sribedyrkning er marginalt større, da der skal køres flere meter på forageren, når der f.eks. skal hyppes kartofler i en ud af fire striber. Der er ikke målt præcise udbytter i demoerne, men heller ikke registreret markant anderledes udbytter eller kvaliteter i de høstede afgrøder.

En væsentlig bekymring hos kartoffelavlerne er naboeffekt af spildkartofler, der spirer i kartoffelstriberne fra det ene år til høsten i det følgende år. Det kan give en tidlig eksponering for kartoffelskimmel fra de smittede kartofler, der ligger i jorden og vokser op i den næste afgrøde, og det kan gøre det sværere at kontrollere spredning af jordbårne sygdomme. Vandingskapacitet er en anden praktisk udfordring. Kartoflerne har større vandingsbehov end kornafgrøderne. Da kartoffelstriberne fylder 1/4-del af arealet, skal der vandes 4 ha mark for at vande 1 ha kartofler. Det presser kapaciteten på markvanding i de tørre perioder i vækstsæsonen.

Robotterne er oplagt at have med i udviklingen af sribedyrkning i smalle striber på grund af deres arbejdsbredde på tre meter, deres relative lave vægt og mulighed for (i teorien) at køre døgnet rundt.

De to robottyper vi kender mest til her i landet, er redskabsbæreren Robotti og Farmdroid, som er en så- og lugerobot.

Begge maskiner var med i sribedyrkningsforsøget ved Holeby på Lolland. Teknologien er dog stadig relativ ny og robotterne kan stadig blive udfordret, når noget ændrer sig, der kræver handling. Brugeren skal således være opmærksom og sikre, at robotterne kører i de rigtige bede, og at de ikke kommer i vejen for en eventuel anden robot, der kører i en anden afgrøde. Et andet eksempel kan være, når en sten kiler sig fast i maskineriet. I det store og hele har der været tilfredshed med robotternes arbejde og driftssikkerhed. Særligt i de smalle striber har robotterne et klart potentiale. I det aktuelle forsøg var der dog en udfordring i, at robotterne var bredere end striberne og derfor ragede ind over naborækkerne, hvor de kunne genere eller blive generet af høje afgrøder.

Det kræver tilvænning at arbejde på en ny måde med robotter og i striber. Erfaringerne fra forsøgene viser også, at det er nødvendigt, at robotterne udvikles yderligere til at registrere, hvad der foregår, når robot og redskab er koblet sammen, så opsyn og mennesketimer i marken kan reduceres. Men potentialet er der, og robotterne kan være med til at gøre sribedyrkning til en attraktiv driftsform.

Sociale og æstetiske aspekter

Af Nynne Louise Bach Steincke, Innovationscenter for Økologisk Landbrug.

I litteraturen omkring sribedyrkning synes fokus primært at ligge på effekten i forhold til emner som biodiversitet, erosion, udbytter, sygdomme og skadedyr. Det har derfor ikke været muligt at finde litteratur, der beskriver sociale og æstetiske aspekter ved sribedyrkning.

Ved Holeby var der i projektets første år opsat en stander med en QR-kode, som forbigående kunne scanne og derved blive ledt videre til en spørgeskemaundersøgelse. Spørgsmålene omhandlede, hvordan den pågældende person oplevede marken med sribedyrkning. Der er desværre ikke indgivet nogen svar på spørgeskemaundersøgelsen.

Erfaringer med sribedyrkning i Holland tyder på, at flere landmænd finder større arbejdsglæde i at arbejde med den øgede diversitet, og at både landmænd og offentligheden påpeger, at sribedyrkning bidrager til en øget landskabsværdi. Dermed har sribedyrkning også potentiale til at bidrage til offentlige goder til gavn for både turister og lokale i landområderne.

Et eksempel på, at det visuelle indtryk også kan have økonomisk betydning, er den hollandske virksomhed EET, der bruger striberne i virksomhedslogoet (fig. 10). Fra kundekontakten på grønsagsmarkedet i den nærliggende universitetsby har de erfaret, at kunderne begejstres over synet af striberne, når de kommer forbi i vækstsæsonen.



Figur 10: Virksomhedsbanner for sribedyrkningsvirksomheden EET i Holland.

Konklusion

Erfaringerne med sribedyrkning under danske forhold er positive. Resultaterne fra projektet indikerer at sribedyrkingen både påvirker de mikrobielle samfund i jorden og på planterne positivt, og at der opnås en bedre regulering af bladlus i 3 m striber end i 6 m striber. Det kan på sigt skabe en balance i systemet, der stabiliserer udbytterne, og dermed bidrager til et mere robust og bæredygtigt produktionssystem. Dog har sæsonvariationen de tre første år af forsøget været stor, hvilket gør det svært at isolere resultaterne fra projektet til en effekt af sribedyrking. Det tager nemlig tid at opnå en balance i et dyrkningssystem, hvilket understreger vigtigheden i at have forsøg, der kører en hel

sædskifteperiode eller længere. Samtidig har der manglet et solidt sammenligningsgrundlag i form af referencearealer med monokultur. Men de positive effekter kan være med til at påvirke traditionel dyrkning i retning af mere pesticidfri dyrkning.

Det har også gjort det vanskeligt at bedømme, om der er en klimaeffekt ved sribedyrkning. En beregning med værktøjet ESGreen Tool på afgrøderne i forsøget er søgt sammenlignet med tilsvarende beregninger ud fra tal for økologiske standardafgrøder i Farmtal Online. Der ser ud til at være en tendens til lidt mindre udledning af drivhusgasser fra afgrøderne i forsøget; men det skal vurderes nærmere, om det kan tilskrives sribedyrkingen eller f.eks. jordbunds- og klimaforhold. Hvis sribedyrking forbedrer udbytniveauet, øger kvælstofudnyttelsen f.eks. ved at overføre planterester til nabostriben og reducere anvendelsen af diesel, vil det være med til at sænke klimaaftrykket.

De økonomiske aspekter af at skifte fra traditionel drift til sribedyrking med robotter er søgt belyst gennem en modelberegning på et økologisk sædskifte med fire afgrøder. Beregningen viser, at med de givne forudsætninger bliver det økonomiske resultat for sribedyrking med robotter ca. 500 kr. mindre pr. ha end ved traditionel drift med traktor. Det er dog en beregning med store usikkerheder, hvor blot mindre ændringer i f.eks. udbyttet eller afgrødeprisen kan ændre billedet. Det viser dog, at skal sribedyrking have større udbredelse, er der behov for en mere sikker økonomisk gevinst f.eks. ved indførelse af et tilskud, som det kendes fra Holland.

De praktiske erfaringer viser, at god planlægning af sædskiftet, ukrudtsstrategi og tilpasning af arbejdsbredde er essentiel for at få succes med sribedyrking. Erfaringerne fra forsøgene viser en interessant tilgang til pløjefri økologi, som bør udforskes nærmere. Erfaringerne viser også, at der skal være styr på især rodukrudt; men så viser forsøgene også, at det er muligt at finde løsninger til ukrudtsbekæmpelse i pløjefri økologisk praksis, så det ikke spænder ben for sribedyrkingens udrulning og gavnlige effekter. Robotterne Robotti og Farmdroid er med deres smalle arbejdsbredde og relative lave vægt brugbare og effektive mod ukrudt i specialafgrøder og velegnede til sribedyrking. Der er dog også påvist behov for yderligere produktudvikling og bedre tilpasning af robotterne til egentlig sribedyrking.

Referencer

- [1] Bouws, H.; Finckh, M. R (2008): Effects of strip intercropping of potatoes with non-hosts on late blight severity and tuber yield in organic production, *Plant Pathol*, 57, 916-927.
- [2] Cuperus, F., Ozinga, A. W., Bianchi, F.J.J.A., Croijmans, L., Rossing, W.A.H., van Apeldoorn, D. F. (2023): Effects of field-level strip and mixed cropping on aerial arthropod and arable flora communities, 354, 108568. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108568>
- [3] Ditzler L.; Apeldoorn, D. F., Schulte, R. P. O.; Tittonell, P.; Rossing, W. A. H. (2021): Redefining the field to mobilize three-dimensional diversity and ecosystem services on the arable farm, 122, article 126197.
- [4] Ditzler, L., Rossing, A. H., Schulte, R., P., O., Hageman, J., Apeldoorn, D., F., (2023): Prospects for increasing the resolution of crop diversity for agroecosystem service delivery in a dutch arable system, 351, 108472.
- [5] Frøhling, C. B. (2022) *Orius majusculus* in cropping systems with faba bean (*Vicia faba*) and sugar beet (*Beta vulgaris*) - An investigation of olfactory response to herbivore-induced plant vola-tiles and oviposition rate by a generalist predator in monocropping and intercropping systems under laboratory conditions. MSc opgave, KU, PLEN juni 2022
- [6] Gasso, V; Sørensen, A.G., Oudshoorn, F.W.; Green, O.: (2013): Controlled traffic farming: A review of the environmental impacts. *European Journal of Agronomy*, Volume 48, July 2013, Pages 66-73.
- [7] Hussein, M. A. et al.: (2021) Controlled traffic farming effects on grain sorghum, rainfall and fertilizer nitrogen use efficiency. *Journal of Agriculture and Food Research*, Volume 3, March 2021, 100111.
- [8] Jacobsen, SK, Moraes, GJ, Sørensen, H, Sigsgaard, L. 2019. Organic cropping practice decreases pest abundance and positively influences predator-prey interactions. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 272, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.11.004>
- [9] Jacobsen, S. K., L. Sigsgaard, O. Nielsen, T.Ø. Schwennesen, O. Green, I. Johansson, M. Vestergård, H.L. Kristensen, , M. Nicolaisen 2023. Strip cropping –improving biodiversity and crop resili-ence in organic farming. XII European Congress of Entomology, 16-20/10 2023 Thessaloniki, Greece, book of abstracts p 578
- [10] Jachowicz, N., Sigsgaard, L. 2025. Highly diverse flower strips promote natural enemies more in annual field crops: A review and meta-analysis, *Agriculture, Ecosystems & Environment* 381, 109412 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880924005309>
- [11] Jensen, B.Z; Hermansen, S. (2023): Erfaringer fra dansk stribedyrkning. Innovationscenter for Økologisk Landbrug. https://icoel.dk/media/kt5j1rud/notat-om-stribedyrkning-2023_bezi_sher_endelig.pdf
- [12] Juventia, S. D; Rossing, W. A. H.; Ditzler, L.; Apeldoorn, D. F. (2021): Spatial and genetic crop diversity support ecosystem service delivery: A case of yield and biocontrol in Dutch organic cabbage production, 261, pp. 215-236.
- [13] Nielsen, O. 2023. Dyrkning af sukkerroer i et stribebaseret sædskifte. 711-2023 Annual Report, Nordic Beet Research.
- [14] Sigsgaard, L., Haukeland, S., Naulin, C., Kristensen, K., Enkegaard, A., Jensen, NL, Eilenberg J. 2014. Strawberry cropping practice effects on pests and their natural enemies. *J. Insect Science*, 14(122). <http://dx.doi.org/10.1673/031.014.122>
- [15] Song, Y. 2020. Exploring the effect of strip diversification and crop combination on yield in strip cropping system. IOP Publishing. *European Journal of Agronomy*.
- [16] Tamirat W. T et al.: (2022) Controlled traffic farming and field traffic management: Perceptions of farmers groups from Northern and Western European countries. *Soil and tillage research*, Volume 217, March 2022, 105288.



- [17] van Oort, P.A.J., Gou, F., Stomph, T.J., van der Werf, W. 2020. Effects of strip width on yields in relay-strip intercropping: A simulation study, *European Journal of Agronomy* 112, 125936, <https://doi.org/10.1016/j.eja.2019.125936>.

Appendiks 1

Sædskeerter ved Holeby, Lolland, i årene 2021 – 2023.

1) Sædskefte 1 (S1), Holeby i 2021 – 2023.

År	Gentagelse			
	1	6	11	16
2021	Vårbyg/udlæg	Havre	Vårbyg/udlæg	Vårbyg/udlæg
2022	Kløvergræs udlæg 1. år	Vårbyg/udlæg	Havre	Kløvergræs udlæg 2. år
2023	Kløvergræs udlæg 2. år	Kløvergræs udlæg 1. år	Vårbyg/udlæg	Havre
2024	Havre	Kløvergræs udlæg 2. år	Kløvergræs udlæg 1. år	Vårbyg/udlæg

2) Sædskefte 2 (S2), Holeby i 2021 – 2023.

År	Gentagelse							
	2	3	7	8	4	5	9	10
2021	Hestebønner	Hestebønner	Sukkerroer	Sukkerroer	Vårbyg	Vårbyg	Vårhvede	Vårhvede
2022	Vinterhvede	Vinterhvede	Hestebønner	Hestebønner	Sukkerroer	Sukkerroer	Vårbyg	Vårbyg
2023	Vårbyg	Vårbyg	Vinterhvede	Vinterhvede	Hestebønner	Hestebønner	Sukkerroer	Sukkerroer
2024	Sukkerroer	Sukkerroer	Vårbyg	Vårbyg	Vinterhvede	Vinterhvede	Hestebønner	Hestebønner

3) Sædskefte 3 (S3), Holeby i 2021 – 2023.

År	Gentagelse							
	12	13	17	18	14	15	19	20
2021	Hestebønner	Ærter	Sukkerroer	Havre	Vårbyg	Quinoa	Vårhvede	Vårrug
2022	Vinterhvede	Vinterrug	Hestebønner	Ærter	Sukkerroer	Gul sennep	Vårbyg	Havre
2023	Vårbyg	Havre	Vinterhvede	Vinterrug	Hestebønner	Ærter	Sukkerroer	Grøntsag
2024	Sukkerroer	Grøntsag	Vårbyg	Havre	Vinterhvede	Vinterrug	Hestebønner	Ærter