

Planter

3 års afprøvning af alternativer til glyphosat i pløjefri dyrkning

Rapport

13. december 2022

Resumé

Der er i 3 år fra 2020 til 2022 afprøvet alternativer til glyphosat i pløjefri dyrkning. I 2022 er der udført 3 forsøg, mens der samlet for den treårige periode er gennemført 10 Landsforsøg.

Glyphosat er en vigtig anvendelse før såning, hvor spildkorn, græs- og tokimbladet ukrudt fra sidste afgrøde fjernes. Derudover fjernes nyfremspiret ukrudt fra høst og frem mod såning. Der er i alle tre år afprøvet anvendelse af glyphosat før såning som nuværende praksis, 3 harvninger med overlig bearbejdning med strigle og mere intensiv bearbejdning i 3-5 cm dybde. Behandlinger er udført med ca. 7-10 dages mellemrum.

Forsøgene i 2022 viser, at intensive bearbejdninger med stubharve kan bekæmpe både tokimbladet ukrudt og græsukrudt – og herunder også bekæmpe etableret ukrudt fra forrige afgrøde. Der er opnået mindst biomasse af ukrudt og spildkorn inden såning i de intensivt bearbejdede forsøgsled. Gentagne striglinger giver ikke lige så høj effekt som de to andre behandlinger.

Der har ligesom i både 2020 og 2021 igen i 2022 været gode tørre forhold til at udføre behandlinger, hvilket giver en højere effekt end i et vådt år. Sammenstillingen af 10 Landsforsøg over tre år underbygger resultaterne og viser, at intensiv bearbejdning kan være et alternativ til glyphosat i pløjefri dyrkning, men anvendelse kræver en større mekanisk indsats. Udfordringen er bekæmpelse af etableret ukrudt.

Ukrudtsbekæmpelsen med harvninger giver større maskinomkostninger i marken og en vis usikkerhed om god nok effekt inden såning - særligt i våde efterår. En bekæmpelse af stort ukrudt inden såning i pløjefri dyrkning kan ikke undværes, hvor glyphosat viser sig mest sikkert og effektivt. Fremtiden kan måske byde på brug af harvetyper, der kan arbejde meget overligt i kombination med tørvejrperioder.

Se eller hent rapporten Afprøvning af alternativer til glyphosat i pløjefri dyrkning 2020-2022

Se også [video om forsøgene med alternativer til glyphosat i pløjefri dyrkning](#).

Vil du vide mere?



Carsten Fabricius

Landskonsulent, Afdelingsleder

SEGES

cars@seges.dk

+45 2924 5175





Poul Henning Petersen

Landskonsulent, Planteværn

SEGES

php@seges.dk

+45 2010 2297

Emneord

Plantebeskyttelsesmidler

Pløjefri

Ukrudt

Støttet af

Promilleafgiftsfonden for landbrug

SEGES Innovation P/S

Tlf.

8740 5000

Agro Food Park 15

Fax.

8740 5010

8200 Aarhus N

Email

info@seges.dk



Afprøvning af alternativer til glyphosat i pløjefri dyrkning 2020 - 2022

Forfattere: Carsten Fabricius^a og Poul Henning Petersen^a

^a SEGES Innovation P/S

STØTTET AF

Promilleafgiftsfonden for landbrug



Indledning og sammendrag

I 2022 er der i 3 forsøg afprøvet alternativer til glyphosat i pløjefri dyrkning, og der kan nu også sammenstilles 10 forsøg udført i perioden fra 2020 til 2022. Glyphosat er en vigtig anvendelse før såning, hvor spildkorn, græs- og tokimbladet ukrudt fra sidste afgrøde fjernes. Derudover fjernes nyfremspiret ukrudt fra høst og frem mod såning. Der er i alle tre år afprøvet anvendelse af glyphosat før såning som nuværende praksis, 3 harvninger med øverlig bearbejdning med strigle og mere intensiv bearbejdning i 3-5 cm dybde. Behandlinger er udført med ca. 7-10 dages mellemrum.

Forsøgene i 2022 viser, at intensive bearbejdninger med stubharve kan bekæmpe både tokimbladet ukrudt og græsukrudt – og herunder også bekæmpe etableret ukrudt fra forrige afgrøde. Der er opnået mindst biomasse af ukrudt og spildkorn inden såning i de intensivt bearbejdede forsøgsled. Gentagne striglinger giver ikke lige så høj effekt som de to andre behandlinger.

Der har ligesom i både 2020 og 2021 igen i 2022 været gode tørre forhold til at udføre behandlinger, hvilket giver en højere effekt end i et vådt år. Ukrudtsbekæmpelsen med harvninger giver større maskinomkostninger og en vis usikkerhed om der opnås god nok effekt inden såning - særligt i våde efterår. Bekæmpelse af stort ukrudt inden såning er nødvendig i pløjefri dyrkning, hvor glyphosat viser sig mest sikkert og effektivt.

Introduktion

I projektet "Alternativer til glyphosat", der er støttet af Promilleafgiftsfonden for landbrug, er der fokus på at fremvise muligheder for fremtidens planteproduktion, hvis glyphosat skulle blive forbudt i 2023. I pløjefri dyrkning anvendes glyphosat inden såning for at fjerne stort ukrudt fra forrige afgrøde samt nyfremspiret ukrudt fra høst og frem mod såning. Glyphosat er effektivt mod tokimbladet ukrudt, spildkorn og græsukrudt. Overlevende ukrudt vil være vanskeligt at bekæmpe i den nyetablerede afgrøde.

I pløjefri dyrkning er det normal praksis at harve straks efter høst, således at omsætning af halm- og stubrester kan gå i gang samt få spildkorn til at fremspire. Herefter henligger jorden urørt frem mod opharvning til såbed, hvor glyphosat anvendes inden såning. Forsøgene afdækker, om gentagne harvninger fra høst og frem mod såning kan erstatte glyphosat til at fjerne ukrudt før såning.

Materialer og metoder

Der er udført forsøg i 2020, 2021 og 2022 med afprøvning af alternativer til glyphosat i pløjefri dyrkning. Forsøgene belyser, om gentagne harvninger mellem høst og såning kan give samme effekt, som anvendelsen af glyphosat.

Forsøgene er alle tre år udført efter samme forsøgsplan:

- 1) normal praksis med glyphosat før såning
- 2) 3 harvninger i 3-5 cm dybde mellem høst og såning (intensiv bearbejdning)
- 3) 3 striglinger øverligt mellem høst og såning (let bearbejdning)

Harvningerne er udført hver 7.-10. dag i perioden fra høst og til såning. I alle forsøgsled er der foretaget en ensartet opharvning straks efter høst, som følger forsøgsværtens normale harveteknik i dennes pløjefri system. Der er også foretaget opharvning til såbed med landmandens harveteknik inden eller i forbindelse med såning i alle forsøgsled.

Den intensive harvning i 3-5 cm formodes at give stor forstyrrelse af både etableret ukrudt og nyfremspiret ukrudt. Den øverlige bearbejdning med strigling skal vise, om et mindre energiinput og højere kapacitet kan bekæmpe etableret ukrudt.

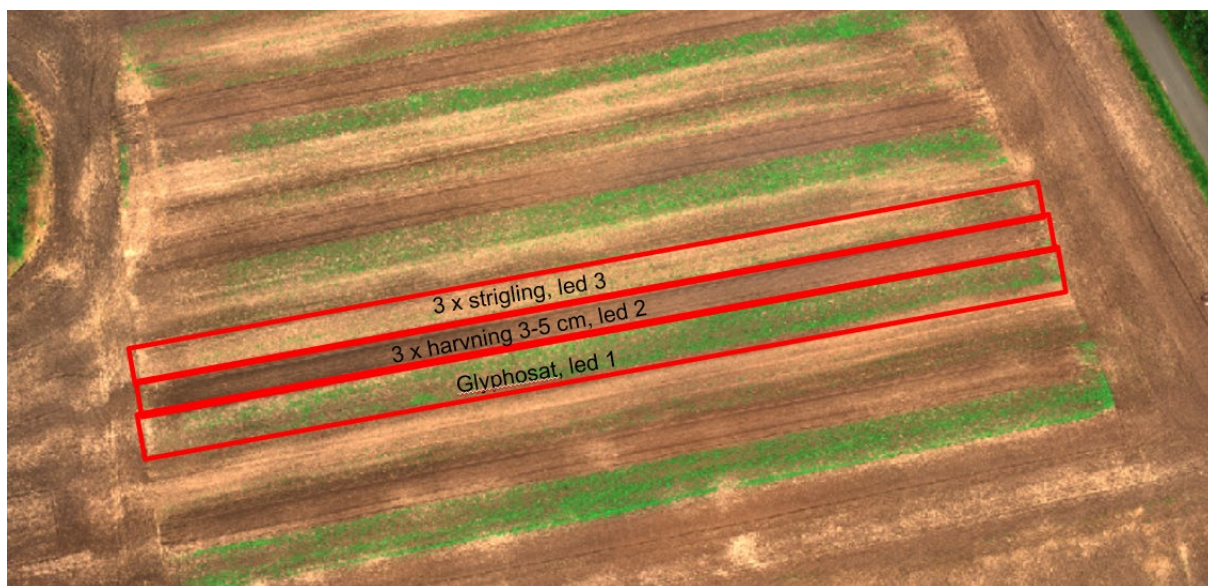
Forsøgene er efter såning behandlet med landmandens efterårsløsning mod ukrudt i den omgivende mark.

I 2022 er der udført 3 forsøg med landsforsøgsnummer 091802222. I 2020 og 2021 har landsforsøgsnumrene været henholdsvis 091802020 og 091802121.

Harver og strigler lever alle op til forventninger om at kunne styre arbejdsdybden. Over de tre år er der anvendt forskellige typer af halmstrigler. I flere forsøg er anvendt halmstrigler af ældre dato med bagudrettede tænder, der bøjer mere af end tænder på mere moderne halmstrigler, som har lodrette tænder og hydraulisk vinkling, der kan bearbejde jorden mere intensivt. Der er i halvdelen af forsøgene anvendt de mere moderne typer af halmstrigle. Der er anvendt stubharver, som arbejder intensivt i dybden og har givet stor opblanding af jord i arbejdsdybden. Der er anvendt både tallerkenharver (kompakte discharver) og tandharver til harvning mellem høst og såning, men alle har bearbejdet i 3-5 cm med fuld gennemskæring, og dermed er behandlingerne sammenlignelige.



Billede 1: Denne halmstrigle er én af de nyeste modeller på markedet og kan give øget bearbejdning af jorden ved at gøre vinklingen mere aggressiv.



Billede 2: Oversigt over forsøgsareal med de tre behandlinger fra forsøg i 2021, hvor der kan ses forskel inden opharvning til såning.



Billede 3. Oversigt over forsøgsareal i 2022 med forsøg 0918022222 – 004, hvor der er meget spildraps. Billedet er fra september efter sidste behandling før såning og på tidspunktet for behandling med glyphosat.

Resultater og diskussion

I rapporten vises først resultaterne for forsøgene i 2022 og derefter en sammenstilling af 3 års forsøg fra 2020 – 2022.

Tabel 1: Dato for udførte behandlinger i forsøget 2022:

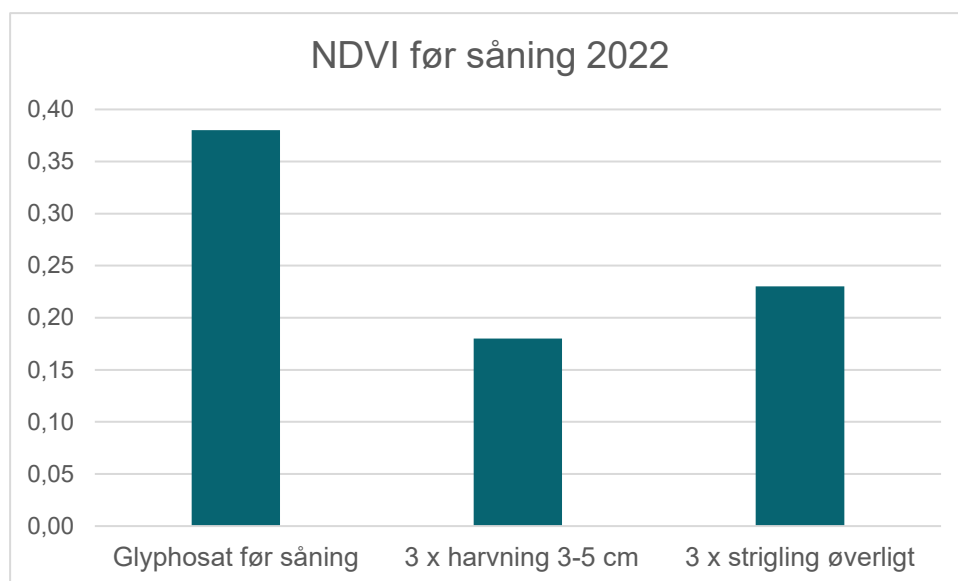
	Forsøg 001	Forsøg 003	Forsøg 004
Dato for nedvisning af led 1, glyphosat	07. sept.	20. sept.	17. sept.
Dato for såning	14. sept.	23. sept.	20. sept.
Dato for efterårssprøjtning mod ukrudt	5. okt.	10. okt.	5. okt.

I tabel 2 vises resultaterne af forsøgene i 2022. Der er foretaget manuelle optællinger i marken og dronemålinger af NDVI før såning af parcellerne. Det giver et billede af mængden af grøn biomasse i parcellen. I et af forsøgene er der kun foretaget 2 harvninger mellem høst og såning pga. meget tørre forhold.

Tabel 2. Resultater fra forsøgsserien 091802222.

Alternativer til glyphosat i pløjefri dyrkning før såning 2022 <i>3 Forsøg</i>	Efter høst	Før såning			Inden ukrudts-sprøjtning i afgrøde			November		
	Ukrudt % dækning	Græs-ukrudt pl./m ²	To-kim-bladet ukrudt pl./m ²	NDVI re-flektans	Græs-ukrudt pl./m ²	To-kim-bladet ukrudt pl./m ²	Enårig rap-græs pl./m ²	Græs-ukrudt pl./m ²	To-kim-bladet ukrudt pl./m ²	Enårig rap-græs pl./m ²
Glyphosat før såning	30	31	223	0,38 a	87	131	84	1	0	0
3 x harvning 3-5 cm	30	2	30	0,18 b	89	91	86	8	1	0
3 x strigling øverligt	30	14	44	0,23 b	90	70	81	10	0	0

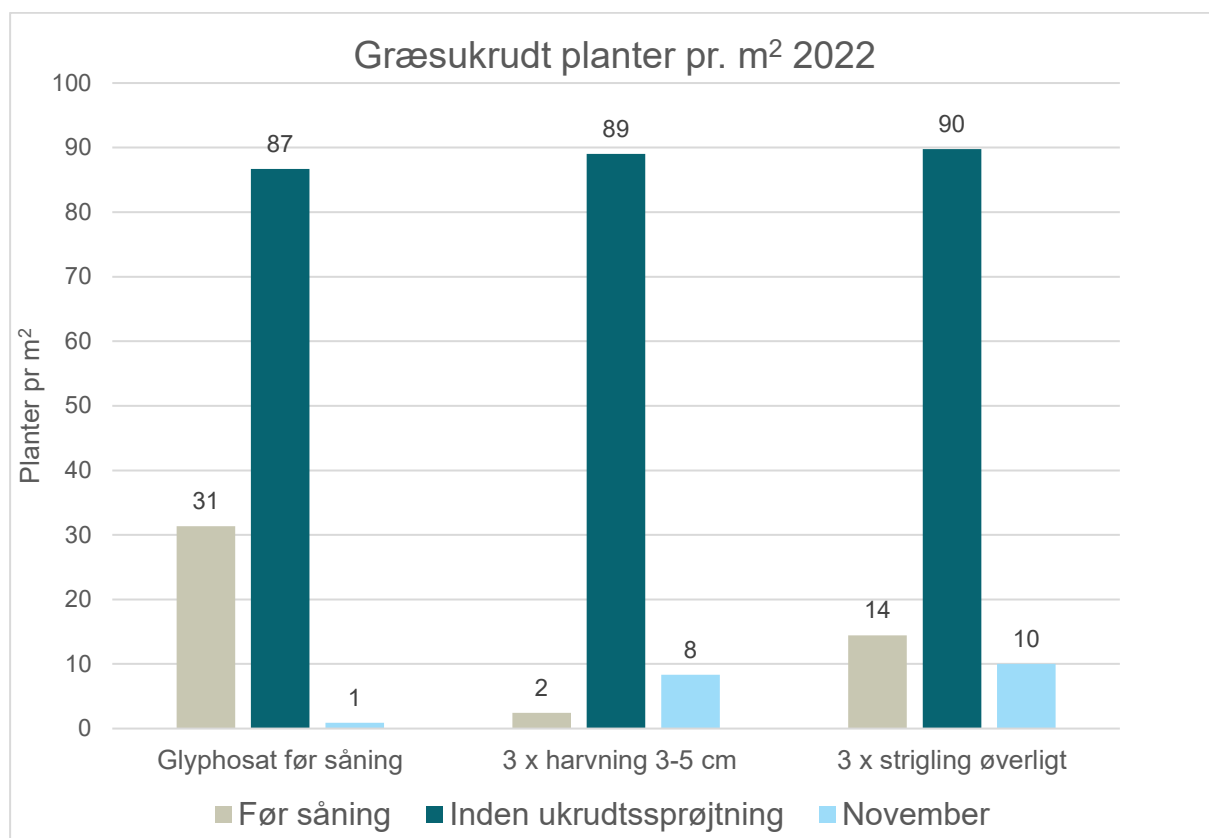
Figur 1 til 3 viser udvalgte resultater fra forsøget i 2022.



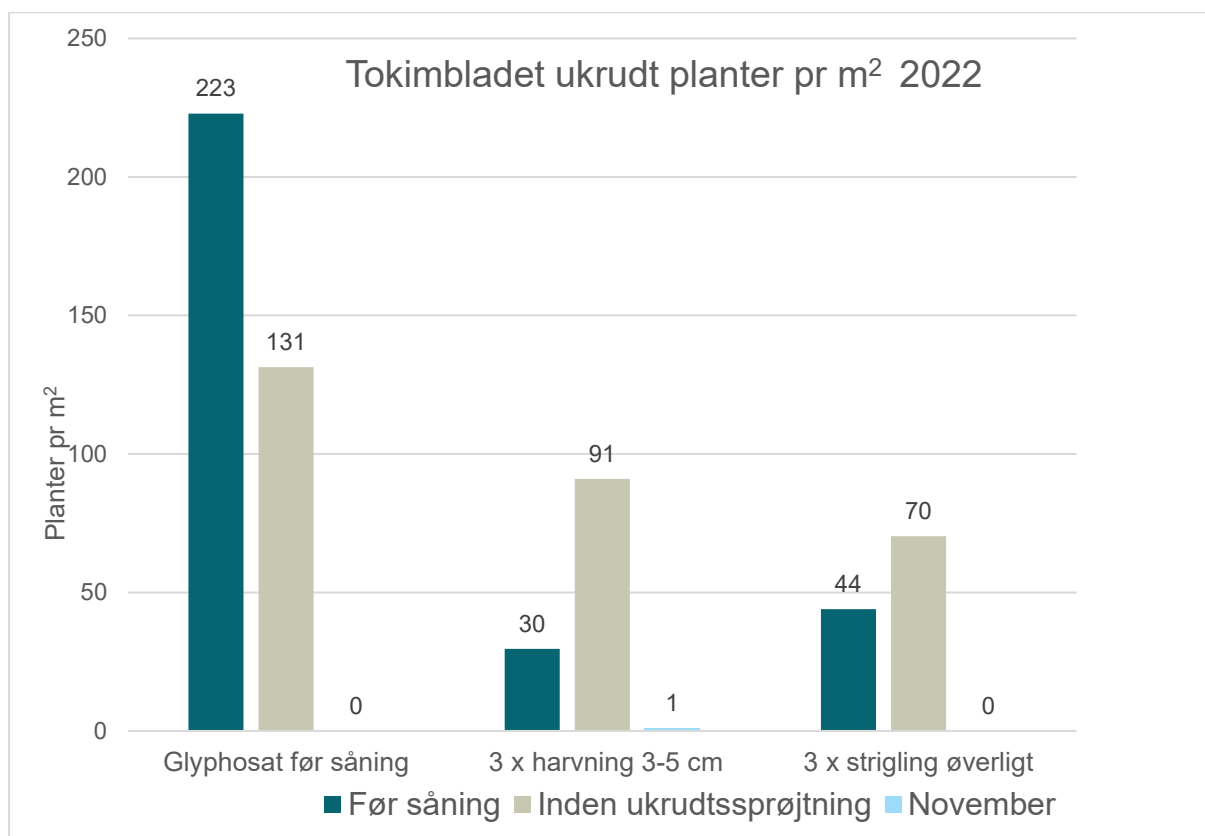
Figur 1. NDVI måling før såning i 2022

NDVI målinger er udført med drone med multispektral-kamera. De viser, at den intensive harvning i 3-5 cm dybde flere gange mellem høst og såning har laveste NDVI. Som billede 2 og 3 også viser, ses der i den intensivt behandlede parcel størst visuel effekt, dvs. tydelig "sort jord". Her har de gentagne harvninger bekæmpet overlevende ukrudt fra sidste års afgrøde og ukrudt spiret frem mellem harvningerne. Efter striglingerne er der en højere biomasse, da stort ukrudt igen i 2022 ikke er bekæmpet med den lette harvning. Striglen har ikke kunnet have etableret ukrudt løs af jorden og kan også have udfordringer med at frilægge spildraps fremspiret efter høst. Særlig udfordret bliver striglen på mere lerede jordtyper, hvor forsøg 003 har været placeret. Der er i forsøget bemærket, at striglen har været udfordret i at bearbejde jorden og tænderne har afvejet meget fra en stabil bane pga. jordens hårdhed efter langvarig tørkeperiode.

I tabel 2 er for NDVI vist bogstaver, der angiver om der er statistisk sikker forskel mellem de tre parcelers NDVI målinger. Er bogstaverne forskellige, er der sikker forskel. Der har i forsøgene i 2022 været statistisk sikkert mindre biomasse, hvor der er harvet i sammenligning med den ikke-harvede parcel før behandling med glyphosat. Derimod er der ikke forskel mellem de to behandlinger med harvnin-
gerne, men dog med en klar tendens til mindst biomasse i intensivt harvede parceller. Den ikke statistiske sikre forskel skyldes formentlig, at der har været tørt vejr fra høst og frem til midten af september, og dermed ikke stor fremspiring efter de gentagne striglinger. De glyphosatbehandlede parceller har højt NDVI, da måling af NDVI er udført før ukrudt er bortvisnet med glyphosat. Det er udtryk for, at der er en stor ukrudtsmængde fremspiret efter opharvning straks efter høst.



Figur 2. Antal planter af græsukrudt på tre optællingstidspunkter.



Figur 3. Antal planter af tokimbladet ukrudt på tre optællingstidspunkter.

Det interessante i figur 2 og 3 er før såning at vurdere antal af græsukrudt og tokimbladet ukrudt efter de tre behandlinger. Tællingerne viser, som NDVI målinger også understøtter, at der opnås en høj effekt mod ukrudt ved den intensive behandling i 3-5 cm harvedybde. Striglingen har også ifølge optællingerne givet en god bekæmpelse. Der er ikke skelnet mellem etableret stort ukrudt og nyfremspiret ukrudt. Det er særligt udfordrende med etableret ukrudt, der ikke kan bekæmpes i den nyetablerede afgrøde. Græsukrudt har i forsøgene primært været enårig rapgræs.

Optælling inden ukrudtssprøjtning fortæller mere om markens ukrudtstryk end effekten af behandlingerne – særligt når der ikke kan skelnes mellem antallet af etableret ukrudt og ukrudt spiret frem efter såning. Optællingerne i november viser også mere om effekten af de udførte ukrudtssprøjtninger, end om effekten af behandlingerne udført før såning.

Sammenstilling af forsøg fra 2020, 2021 og 2022

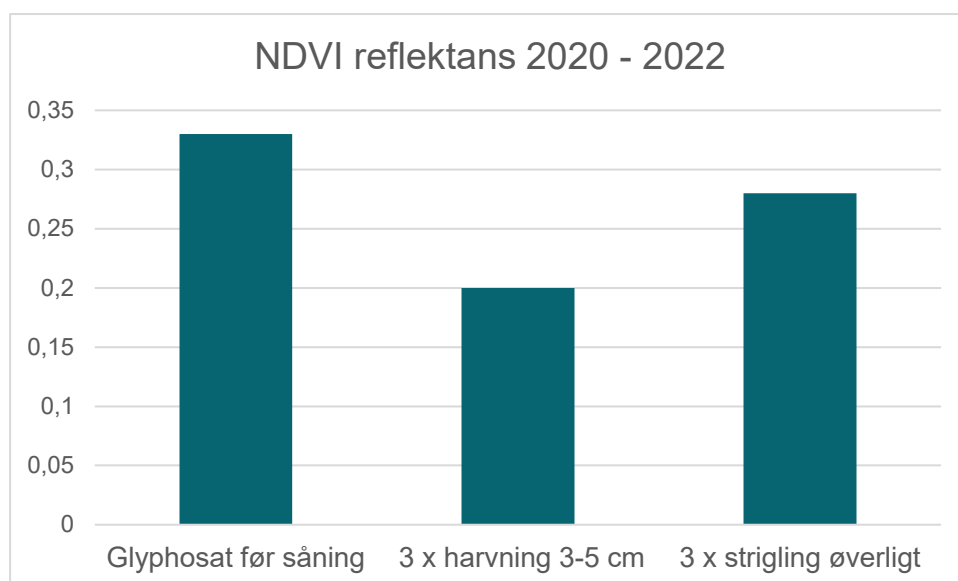
Forsøgsserien er gennemført over tre år. I tabel 3 er vist de tre års resultater for sammenlagt 10 forsøg.

De tre års forsøgsresultater ligner meget hinanden, og derfor er der nu et solidt forsøgsgrundlag til at vurdere alternativer til glyphosat før såning i pløjefri dyrkning.

Tabel 3: Sammenstilling af forsøg udført i 2020, 2021 og 2022

Alternativer til glyphosat i pløjefri dyrkning før såning 2020-2022	Efter høst	Før såning			Inden ukrudtssprøjtning i afgrøden			November		
	Ukrudt % dækning	Græs-ukrudt pl./m ²	To-kim-bladet ukrudt pl./m ²	NDVI re-flektans	Græs-ukrudt pl./m ²	To-kim-bladet ukrudt pl./m ²	En-årig rap-græs pl./m ²	Græs-ukrudt pl./m ²	To-kim-bladet ukrudt pl./m ²	En-årig rap-græs pl./m ²
<i>10 forsøg</i>		<i>9 fs.</i>								
Glyphosat før såning	15	23	196	0,33 a	34	166	32	7	67	6
3 x harvning 3-5 cm	16	6	41	0,20 c	35	194	33	9	77	5
3 x strigling øverligt	15	21	90	0,28 b	38	194	34	13	64	8

De tre års forsøg viser, at den intensive harvning 3 gange mellem høst og såning i 3-5 cm dybde giver laveste NDVI og sammenstillingen af de visuelle bedømmelser af biomasse viser statistisk sikkert, at denne behandling har laveste biomasse. NDVI målinger er vist på figur 4.

**Figur 4.** NDVI målinger i 9 forsøg i perioden 2020 til 2022 udført før opharvning til såning.

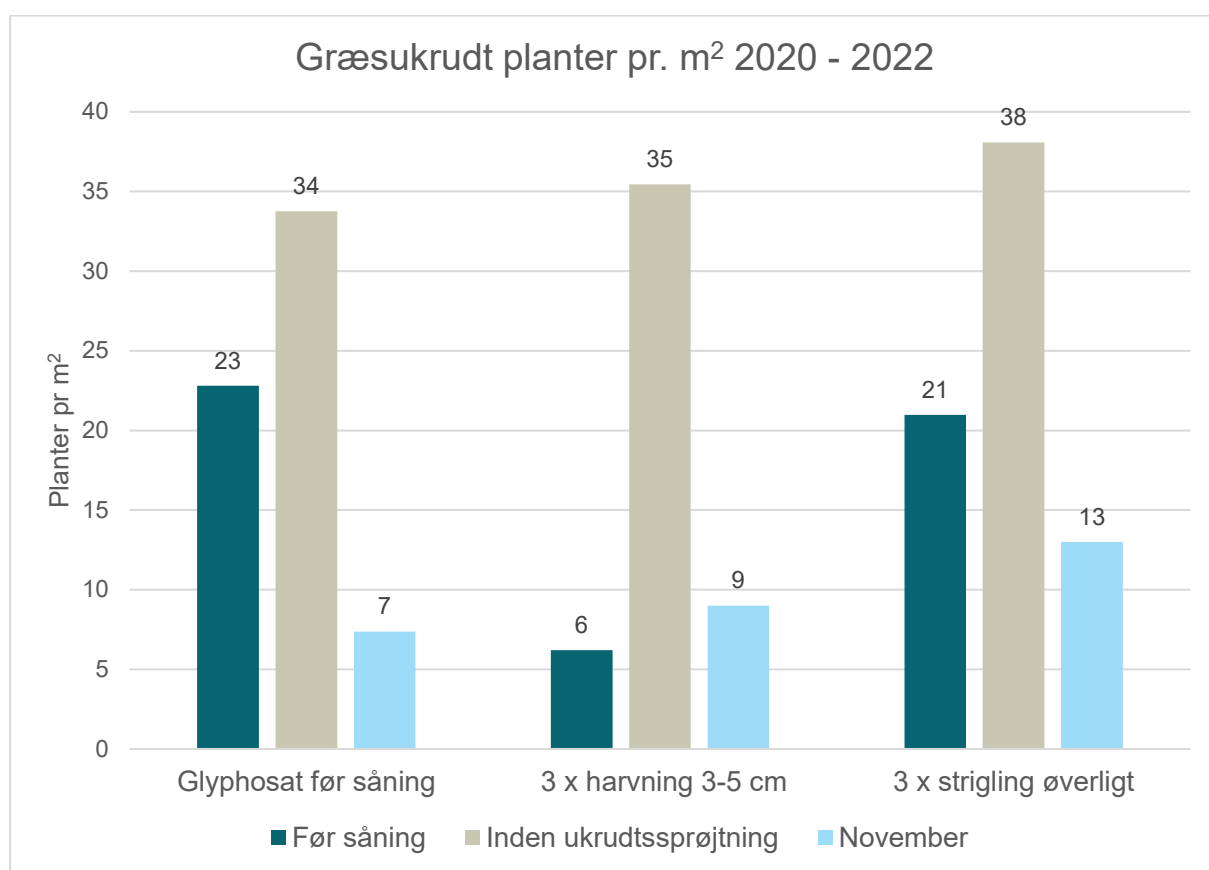
Optællinger af ukrudt viser, at der under tørre vejrforhold kan opnås en ret høj effekt af intensiv harvning mod både nyfremspiret og etableret ukrudt fra sidste års afgrøde.

Forsøgene skal belyse en situation, hvor glyphosat ikke længere er tilgængeligt på markedet. Effektiviteten af glyphosat har vist sig svær at vise via den måde, som forsøgene og optællingerne er udført på. Optællinger før efterårssprøjtningen mod ukrudt i afgrøden kan ikke helt klart belyse, at glyphosat har givet en effektiv nedvisning af ukrudtet og spildkorn og mange af forsøgene har været placeret i marker med lavt ukrudtstryk.

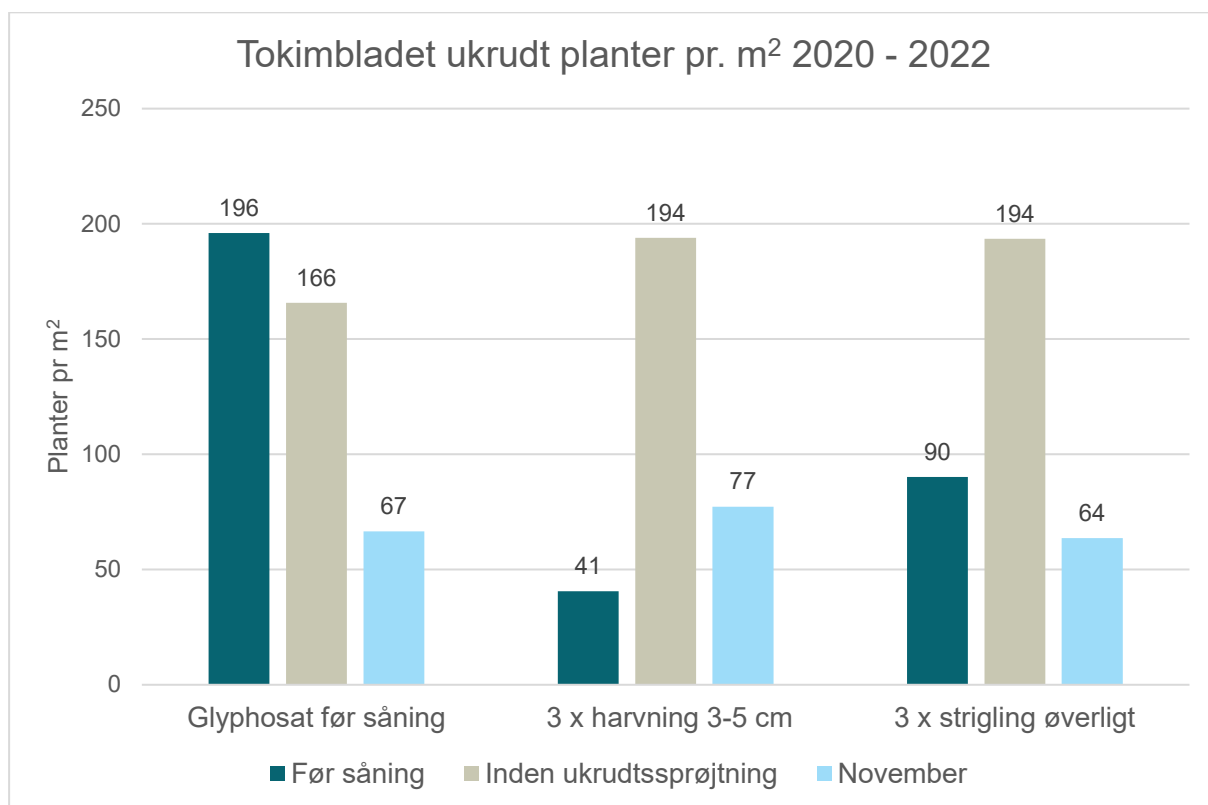
I 2021 blev der i 2 forsøg særskilt optalt spildkornsplanter. Her viste optællinger klart, at striglede parceller havde højere bestand af spildkorn i både oktober og november, og dermed kunne understøtte, at intensiv harvning og glyphosat bekæmper ukrudt bedst.

I forsøgene er der taget fotos af parcellerne efter at afgrøden er spiret frem. På billeder af glyphosat-behandlede og harvede parceller ser det ikke ud til at være stort ukrudt, der overlever. Det skyldes formentlig, at den opharvning som landmanden udfører af alle parceller i forbindelse med såning og en efterfølgende tør periode, vil bekæmpe meget ukrudt. Et vådt år vil formentlig betyde, at effekten af harvningerne mellem høst og såbedstilberedning ikke er helt så effektive, og at en del tuer af stort ukrudt vil få mulighed for at genetablere sig efter såning. Det gælder ikke mindst arter som enårig rapgræs, hvor den fugtige jord hænger godt fast i trevleroden.

Ukrudtsbekæmpelse ved jordbearbejdning er ringere økonomisk pga. større forbrug af brændstof og højere maskinomkostninger samt tidsmæssigt ringere end én kørsel med glyphosat.



Figur 5. Optælling af græsukrudt i perioden 2020 til 2022.



Figur 6. Optælling af tokimbladet ukrudt i perioden 2020 til 2021.

Konklusion

Forsøgene har vist – både i 2020, 2021 og 2022 at intensive harvninger i en vis dybde under forholdsvis tørre vejrforhold kan bekæmpe både etableret ukrudt og nyfremspiret ukrudt og kan være et alternativ til glyphosat.

Halmstriglen kræver mindre input af energi, men er udfordret i at bekæmpe stort overlevet ukrudt fra sidste afgrøde.

Ukrudtsbekæmpelsen med harvninger giver større maskinomkostninger i marken og vil i våde år give usikkerhed om der er opnået god nok effekt inden såning. Samtidig vil flere harvninger med stor intensitet give negativ påvirkning af klimabelastning og øge risikoen for kvælstofudvaskning.

Det må også anføres, at brug af flere intensive harvninger ikke ligger i filosofien bag pløjefri dyrkning, hvor minimal eller tilpasset jordbearbejdning og færre harvninger er i fokus for at øge rentabiliteten og skåne jorden og dens fauna mod intensiv bearbejdning.

En bekæmpelse af stort ukrudt inden såning i pløjefri dyrkning kan ikke undværes. Glyphosat vil under varierende nedbørsforhold være mest sikkert og effektivt i forhold til intensiv harvning.

Perspektivering

Hvis glyphosat skal erstattes i pløjefri dyrkning, er det formålstjenligt at se på intensiteten af harvninger, da både klima, økonomi og risiko for kvælstofudvaskning påvirkes negativt af intensivt harvning flere gange. Samtidig er det ikke trenden i pløjefri dyrkning at harve intensivt mange gange.

Derfor kan harver med meget øverlig bearbejdning i 1-2 cm dybde med en form for fuld gennemskæring og præcis dybdestyring være et oplagt alternativ til glyphosat. I de senere år er der også udviklet knivharver i kombination med strigler, der kunne være alternative redskaber med høj hastighed og dermed stor kapacitet. Deres trækkræfter vil være mindre end dybere harvning vil kræve, og der kan dermed anvendes en større arbejdsbredde og dermed følgende højere kapacitet.

Hvis der skal anvendes øverlige harvninger til at bekæmpe ukrudt i pløjefri dyrkning, skal der udnyttes tørvejrperioder, således der både sker en udtørring men også en bedre frilægning af ukrudtet efter

samme principper som ved radrensninger i rækkeafgrøder. Det er udtørring, der giver effekten, og dermed er systemet særligt udfordret i våde somre og efterår.

Billeder fra forsøgene



Billede 4: Stort overlevende ukrudt kan være vanskeligt at bekæmpe mekanisk. Her ses en kamille fra forudgående afgrøde og spildplanter af raps.



Billede 5: Intensiv harvning i 3-5 cm giver god bekæmpelse af ukrudt. Dette er efter tre harvninger mellem høst og inden såning med kompakt discharve i 5 cm dybde.



Billede 6: Efter tre striglinger i et tørt efterår med en aggressiv strigletype kan meget ukrudt bekæmpes. Men en del af ukrudtet kan striglen ikke løsne fri af jorden og tænderne giver ved hård jord en uregelmæssig bearbejdning, som efterlader pletter med for ringe påvirkning af ukrudtet. Dette ukrudt kan blive et problem i næste afgrøde, men i forsøget her bliver der intensivt harvet i forbindelse med såning, og dermed fjernes de sidste ukrudtsplanter.



Billede 7: I den striglede parcel er der ikke meget ukrudt at se i november måned. Intensiv harvning i forbindelse med såning og efterfølgende ukrudtsbekæmpelse ser ud til i det tørre efterår at give en god bekæmpelse.



Billede 8: Glyphosatbehandling inden såning bekæmper effektivt ukrudt og spildkorn. Billede er fra oktober måned inden ukrudtssprøjtning.



Billede 9: Intensiv harvning i 3-5 cm kan bekæmpe det meste ukrudt - særligt i tørre efterår.



Billede 10: I et forsøg ses i november 2022 spildkorn af vårbyg i parceller, der er striglet. Striglen har ikke kunnet bekæmpe det spildkorn, der spirer frem efter harvning umiddelbart efter høst. I forsøget er der sået med skiveskærssåmaskine, der ikke har rodet voldsomt i jorden med sin discsektion. I de to andre forsøgsled med glyphosat og intensiv harvning er der ikke spildkorn.



Billede 11: I fremtiden kan de gentagne harvninger mellem høst og såning udføres med et redskab, der foretager en fuld øverlig gennemskæring. Det kan også være muligt at anvende en knivharve,

hvor en knivtromle i kombination med strigletænder kan løsne ukrudtet fri ved øverlig bearbejning.
(Foto: Arne Gejl)