

Kartoffelafgiftsfonden

Titel

Nye løsninger til mekanisk ukrudtsbekæmpelse i kartofler

Projektansvarlig og deltagere

1. Projektleder Bo Melander, Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet
2. Projektdeltager MSR Plant Technology v. Michael Stolberg-Rohr
3. Ytteborg Forsøg

Resume

Anvendelsen af herbicider i kartofler bliver stadig mere vanskelig, fordi flere og flere produkter fjernes fra markedet af human- og økotoxikologiske årsager; dispensation til anvendelse af Titus i de kommende år synes meget usikker. Reglone er udfaset med virkning fra 4 februar 2020, og den fremtidige anvendelse af glyphosat diskuteres løbende. Ganske vist er der stadig jordmidler til rådighed, men deres virkning er meget afhængig af fugtighedsforholdene med dårlige effekter under tørre forhold. Ukrudtsarterne pigæble, kantbæger og sort natskygge er stigende ukrudtsproblemer i kartoffelavl, og mod disse arter er der ingen effektive kemiske løsninger.

Set i lyset af den pressede situation for anvendelse af herbicider i kartofler, har vi kigget lidt nærmere på to nye redskaber til mekanisk ukrudtsbekæmpelse i kartofler. Det ene redskab er Treffler ukrudtsharve, som har individuelle fjederophæng af hver eneste harvetand. Det betyder, at tænderne kan arbejde uafhængigt af hinanden, og at de kan fastholde den ønskede tandspænding på ujævnt terræn, herunder kartoffelkamme. Treffler-harven kan anvendes til ukrudtsstrigling i en lang række forskellige afgrøder og er rigt illustreret på firmaets hjemmeside (www.treffler.net). Det andet redskab, OptiWeeder, er specielt designet til at udføre kampeje. Det er udviklet af MSR Plant Technology og bygger på nogle andre principper illustreret på firmaets hjemmeside (www.msplanttechnology.dk). Ukrudt på kartoffelkammene bliver fjernet med knive på kammens sider og på kamtoppen. Bagerst på rensemodulet sidder to skær, som hypper kammen op igen i samme træk. OptiWeeder følger kammene uden brug af GPS- eller kamerastyring.

Aarhus Universitet har i samarbejde med MSR Plant Technology og Ytteborg Forsøg undersøgt de to redskaber i to forsøg (ét i 2020 og ét i 2021) på sandjord (JB1) ved Arnborg i Vestjylland. Og begge redskaber var effektive, både hvad angår ukrudtseffekter og kartofflernes tolerance over for behandlingerne. Begge redskaber bekæmpede mere end 90% af frøukrudtet og var helt på niveau med kemisk ukrudtsbekæmpelse. Ingen af redskaberne skadede kartoflerne, hvor både udbytte og kvalitet var på niveau med kemisk renholdelse. Treffler-behandlingerne kræver genopsætning af kammen og dermed et supplerende redskab for at sikre kartoflerne optimale vækst- og udviklingsforhold. Her er det vigtigt ikke at kamme for højt og kraftigt op, da det kan forsinke kartofflernes vækst.

Foreløbig er der kun tale om to års forsøg udført på sandjord med et lavt til moderat ukrudtstryk. Hvordan redskaberne vil klare sig under meget høje ukrudtstryk og med forekomster af rodukrudt, er ikke belyst. Det samme er gældende for jordtype og topografi, hvor lerholdige jordtyper og skrånende terræn kan vise sig at udfordre redskaberne i alvorlig grad. Kartoffelavlere med godt kendskab til mekanisk ukrudtsbekæmpelse og brugen af OptiWeeder bør overveje kun at anvende ét eller to træk under lave til moderate ukrudtstryk på jævne og sandede jorde.

Projekts faglige forløb

To forholdsvis nye redskaber (Treffler ukrudtsharve og OptiWeeder) til mekanisk ukrudtsbekæmpelse i kartofler er afprøvet ved Ytteborg Forsøg i Arnborg (JB1) i 2020 og 2021. Treffler-harven udemærker sig ved flere fornyelser i forhold til andre ukrudtsharver. Den vigtigste egenskab er de individuelle fjederophæng af harvetænderne. Det betyder, at tænderne kan arbejde uafhængigt af hinanden, og at de kan fastholde den ønskede tandspænding på ujævnt terræn, herunder kartoffelkamme. Treffler-harven er rigt illustreret med både fotos og videoklips på firmaets hjemmeside (www.treffler.net).

Det andet redskab er OptiWeeder fra MSR Plant Technology, som bygger på nogle andre principper illustreret på firmaets hjemmeside (www.msplanttechnology.dk) med både fotos og videoklip. Ukrudt på kartoffelkammene bliver fjernet med knive på kammens sider og på kamtoppen. Bagerst på rensemodulet sidder to skær, som hypper kammen op igen i samme træk.

Forsøgsdesign og -gennemførelse

Ti forskellige behandlinger blev tilfældigt fordelt inden for hver af fire blokke (gentagelser). Behandlingerne 1-6 er vist i tabel 1 (2020) og 2 (2021), mens behandlingerne 7-10 var en nøjagtig gentagelse af behandlingerne 2-5, men med den eneste forskel, at overlevende ukrudt efter sidste mekaniske behandling blev manuelt fjernet. Formålet var helt at fjerne effekter fra ukrudtskonkurrence i behandlingerne 7-10. Det gjorde det muligt at bestemme eventuelle skader på kartoflerne som følge af de mekaniske behandlinger.

I 2021 blev kombinationsbehandlingen OptiWeeder plus Trefflerharve erstattet med OptiWeeder udført med kun ét træk (behandling 5); alle andre behandlinger var overvejende ens i de to forsøgsår. Kartofflerne blev dyrket efter almindelige standarder som vist i bilagene 1 (2020) og 2 (2021). Harvedybden ved Treffler-

Kartoffelafgiftsfonden

behandlingerne var typisk 5-6 cm på kamsiderne og 7-8 cm i kamtoppen. Knivene på OptiWeeder'en gennemskar kamsiderne og kamtoppen i 2-4 cm dybde. Alle behandlinger blev udført som planlagt og foregik uden besvær eller forhindringer. Det blev tilstræbt, at jorden ikke var for våd på behandlingstidspunktet, og at det var tørvejr i mindst 24 timer efter behandlingerne.

Resultater – 2020 og 2021

Ukrudtstrykkene i det ubehandlede led var generelt lavt i 2020 (ca. 50 ukrudtsplanter m⁻²) og moderat i 2021 (ca. 111 ukrudtsplanter m⁻²). Alm. Rajgræs var den vanskeligste ukrudtsart at bekæmpe mekanisk i begge forsøgsår. Alle de mekaniske behandlinger inklusiv det herbicidbehandlede led bekæmpede frøukrudtet tilfredsstillende ved opgørelserne d. 30 juni 2020 og d. 1 juli 2021. OptiWeeder-behandlingerne 2 og 3 bekæmpede 98-99% af ukrudtsbiomassen sammenlignet med ubehandlet og var helt på niveau med kemisk bekæmpelse i 2020 og endnu bedre i 2021 (se figur 1 og 2). Kun ét træk med OptiWeeder gav et bemærkelsesværdigt godt resultat i 2021 med ca. 99% bekæmpelseseffekt. Treffler-harven plus genopkamning med en Grimme hypper (beh. 4) bekæmpede godt 90% af ukrudtsbiomassen i 2020 og tæt på 100 % i 2021. Genopsætning af kammen efter Treffler-behandlingerne i 2020 (beh. 4 og 5) satte kartoflerne lidt tilbage i forhold til de øvrige behandlinger (se figur 1). Årsagen skyldtes en lidt for høj og kraftig opkamning.

Ingen af de mekaniske behandlinger førte til et lavere knoldudbytte end kemisk ukrudtsbekæmpelse (figur 3 og 4). Udbytteresultaterne i behandlingerne 7-10 - hvor det overlevende ukrudt var blevet fjernet – viste, at de mekaniske behandlinger ikke havde skadet kartoflerne. Kun det ubehandlede forsøgsled gav et signifikant lavere udbytte end de andre behandlinger i begge forsøgsår. Der var ingen forskelle imellem behandlingerne på: a) grønfarvning af knoldene (0,25 – 2,75 % i 2020 og 2 – 6 % i 2021), b) antallet af deforme knolde (< 1 %) eller c) knoldenes stivelsesprocenter (godt 22 % i 2020 og godt 23 % i 2021). Der blev ikke konstateret knoldskimmel i nogen af behandlingerne.

Diskussion

Forsøgene er kun udført på én jordtype (JB1), og der kan derfor ikke generaliseres i forhold til andre jordtyper. Ukrudtstrykket var relativt lavt i 2020, men mere end dobbelt så stort i 2021 med 218 g ukrudtstørstof m⁻² i det ubehandlede led. Rodukrudt forekom kun sporadisk. Forsøgene blev udført på flad og bearbejdelig sandjord, som erfaringsmæssigt giver gode resultater med mekanisk ukrudtsbekæmpelse. Hvorledes redskaberne vil virke på lerjord og på kuperet terræn, er åbne spørgsmål? Erfaringerne fra de to forsøgsår på sandjord indikerer, at Treffler-harvningerne kan udføres i 3-4 cm jorddybde og med relativ løs tandspænding (skala 2-4). Kartoffelavlere med godt kendskab til mekanisk ukrudtsbekæmpelse og brugen af OptiWeeder kan med fordel nøjes med ét eller to træk på jævn sandjord, hvor der ikke forekommer nævneværdigt med rodukrudt.

Konklusioner

Mekanisk ukrudtsbekæmpelse i kartofler udført på sandjord med OptiWeeder og Treffler-ukrudtsharve bekæmpede almindeligt frøukrudt med høj effekt i begge forsøgsår (> 90 %). Ingen af redskaberne skadede kartoflerne, og både udbytte og kvaliteten af kartoflerne var på højde med kemisk ukrudtsbekæmpelse. Ukrudtsbekæmpelse med OptiWeeder kan sandsynligvis klares med kun ét eller to træk på flad sandjord og under moderate ukrudtsforekomster. I modsætning til OptiWeeder kan Treffler-harven ikke stå alene, fordi en harvestrategi mod ukrudt skal afsluttes med en genopkamning udført med et andet redskab.

Offentliggørelser vedrørende projektet.

1. Nærværende rapport samt billede- og videomateriale gøres tilgængeligt for andre web-sites som KMC Avlsnyt, SAGRO m.fl.
2. *Nye resultater med mekanisk ukrudtsbekæmpelse i kartofler.* Magasinet Danske Kartoffler deadline marts 2022.

Tabel 1. Oversigt over behandlingerne 1-6 udført i 2020. Behandlingerne 2-5 blev gentaget i behandlingerne 7-10 med eneste forskel, at parcellerne blev luget fri for overlevende ukrudt efter sidste behandling. Kartofflerne (sort *Stratos*) blev lagt d. 21 april 2020.

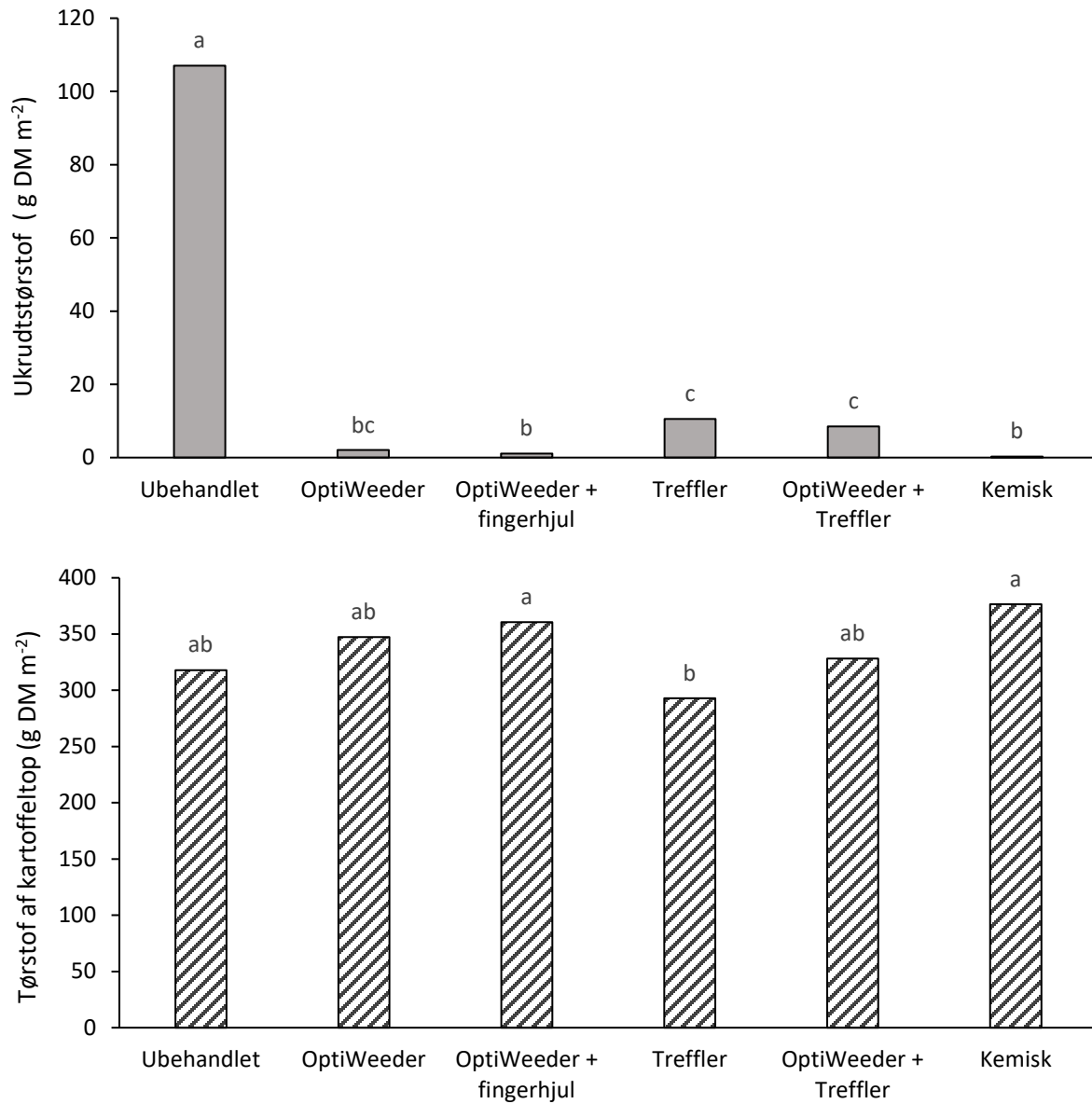
Behandling	Redskab	Dato for behandling	Ukrudtets udviklingstrin	Kartoflernes udviklingstrin
1	Ubehandlet			
2	OptiWeeder (18 km t ⁻¹)	13 maj	*50% på trådstadiet, 50% på kimbladsstadiet	2-7 cm lange spire - enkelte 1-2 cm fra kamtoppen Kartofler tæt på fremspring
	OptiWeeder (18 km t ⁻¹)	20 maj	*Kimbladsstadium til 2 løvblade	
	OptiWeeder (18 km t ⁻¹)	8 juni	*1-3 løvblade	
3	OptiWeeder (18 km t ⁻¹)	13 maj	*50% på trådstadiet, 50% på kimbladsstadiet	2-7 cm lange spire - enkelte 1-2 cm fra kamtoppen
	OptiWeeder + fingerhjul på kamtoppen	8 juni	*1-3 løvblade	
4	Treffler (5 km t ⁻¹)	6 maj	*80-90% på trådstadiet, 10-20% på kimbladsstadiet	1-2 cm lange spire Kartofler tæt på fremspring Ikke oplyst
	Treffler (5 km t ⁻¹)	20 maj	*Kimbladsstadium til 2 løvblade	
	Grimme hypper	29 maj	Ikke oplyst	
5	OptiWeeder (18 km t ⁻¹)	13 maj	*50% på trådstadiet, 50% på kimbladsstadiet	2-7 cm lange spire - enkelte 1-2 cm fra kamtoppen Kartofler tæt på fremspring Ikke oplyst
	Treffler (5 km t ⁻¹)	20 maj	*Kimbladsstadium til 2 løvblade	
	Grimme hypper	29 maj	Ikke oplyst	
6	Herbicide (2 l Proman + 1,5 l Roundup Flex + 0,25 l Centium ha ⁻¹)	13 maj	*50% på trådstadiet, 50% på kimbladsstadiet	2-7 cm lange spire - enkelte 1-2 cm fra kamtoppen Ikke oplyst
	Herbicide (2 l Proman ha ⁻¹)	24 maj	Ikke oplyst	

* Alm. Fuglegræs, Ager-Stedmoder, Storkronet Ærenpris, Snerle-Pileurt, Pileurt (Bleg/Fersken), Hvidmelet Gåsefod, Enårig Rapgræs, Alm. Rajgræs.

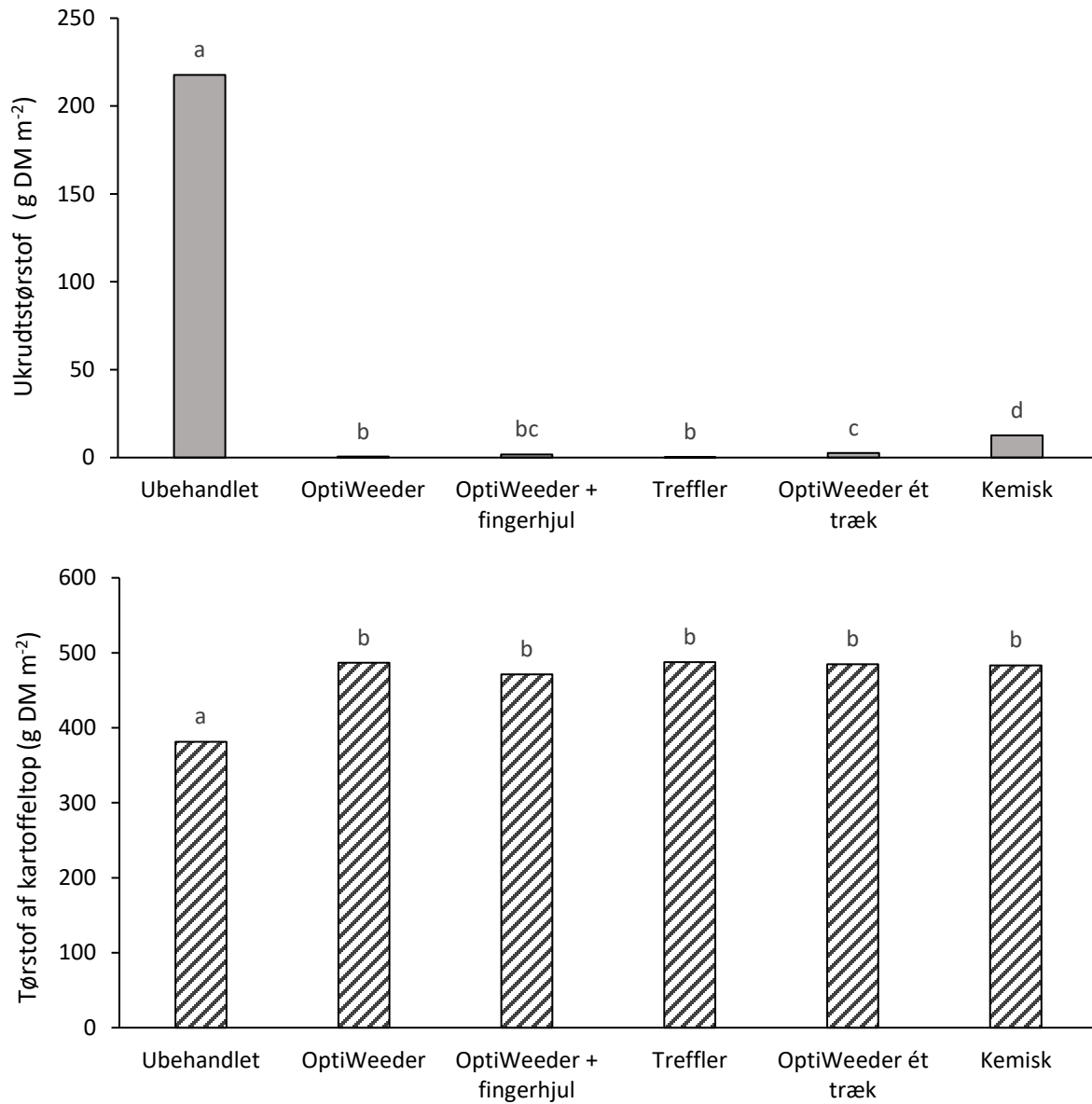
Tabel 2. Oversigt over behandlingerne 1-6 udført i 2021. Behandlingerne 2-5 blev gentaget i behandlingerne 7-10 med eneste forskel, at parcellerne blev luget fri for overlevende ukrudt efter sidste behandling. Kartofflerne (sort *Stratos*) blev lagt d. 23 april 2021.

Behandling	Redskab	Dato for behandling	Ukrudtets udviklingstrin	Kartoffernes udviklingstrin
1	Ubehandlet			
2	OptiWeeder (18 km t ⁻¹)	18 maj	* Tråd- og kimbladstadium, første løvblade	St. 11-13, 1-3 blade på hovedstængel udfoldes
	OptiWeeder (15 km t ⁻¹)	27 maj	* Kimbladsstadium til 2 løvblade	St. 12-14, 2-4 blade på hovedstængel udfoldes
	OptiWeeder (15 km t ⁻¹)	11 juni	* Kimbladsstadium til 2 løvblade	St. 13-15, 3-5 blade på hovedstængel udfoldes
3	OptiWeeder (18 km t ⁻¹)	18 maj	* Tråd- og kimbladstadium, første løvblade	St. 11-13, 1-3 blade på hovedstængel udfoldes
	OptiWeeder (15 km t ⁻¹)	31 maj	* Kimbladsstadium til 2 løvblade	St. 12-14, 2-4 blade på hovedstængel udfoldes
	OptiWeeder med fingerhjul på kamtoppen (15 km t ⁻¹)	11 juni	* Kimbladsstadium til 2 løvblade	St. 13-15, 3-5 blade på hovedstængel udfoldes
4	Treffler (4,5 km t ⁻¹)	14 maj	* Tråd- til kimbladsstadium	St. 8-9, stængler enten lige under eller ved jordoverfladen
	Treffler (4,5 km t ⁻¹)	31 maj	* Kimbladsstadium til 2 løvblade	St. 12-14, 2-4 blade på hovedstængel udfoldes
	Grimme hypper (3 km t ⁻¹)	10 juni	Ikke oplyst	St. 13-15, 3-5 blade på hovedstængel udfoldes
5	OptiWeeder ét træk (15 km t ⁻¹)	31 maj	* Veludviklet ukrudt med 3-4 løvblade, især store hejrenæb	St. 12-14, 2-4 blade på hovedstængel udfoldes
6	Herbicide (1,5 l Roundup Flex + 0,25 l Centium 36 SC ha ⁻¹)	19 maj	* Tråd- og kimbladstadium, første løvblade	St. 11-13, 1-3 blade på hovedstængel udfoldes

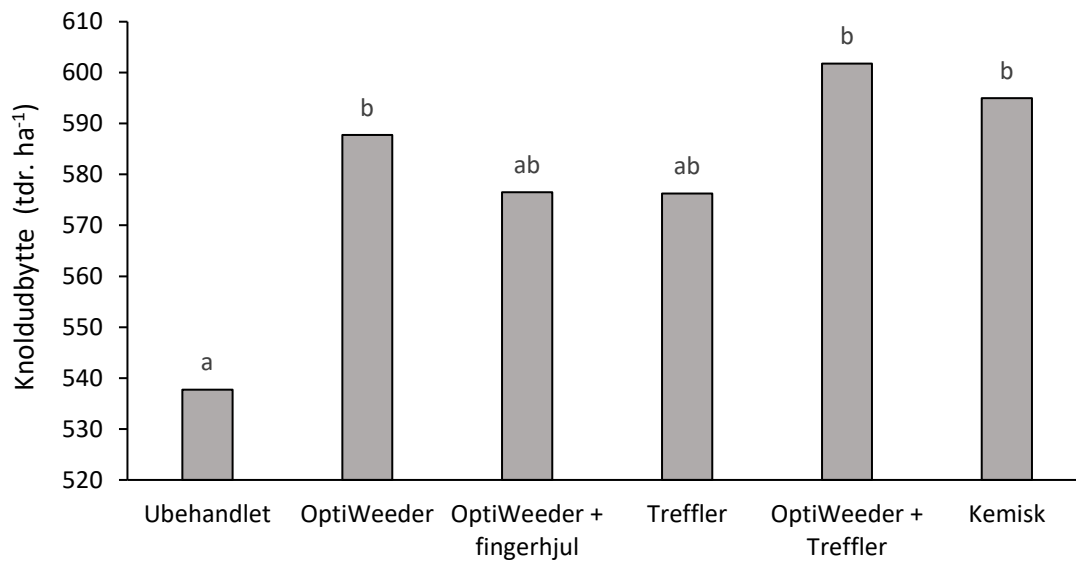
* Hyrdetaske, Stedmoder (Ager- og Alm.), Ærenpris (Storkronet m.fl.), Græs (Enårig Rapgræs, Alm. Rajgræs), Hvidmelet Gåsefod, Sort Natskygge, Hejrenæb



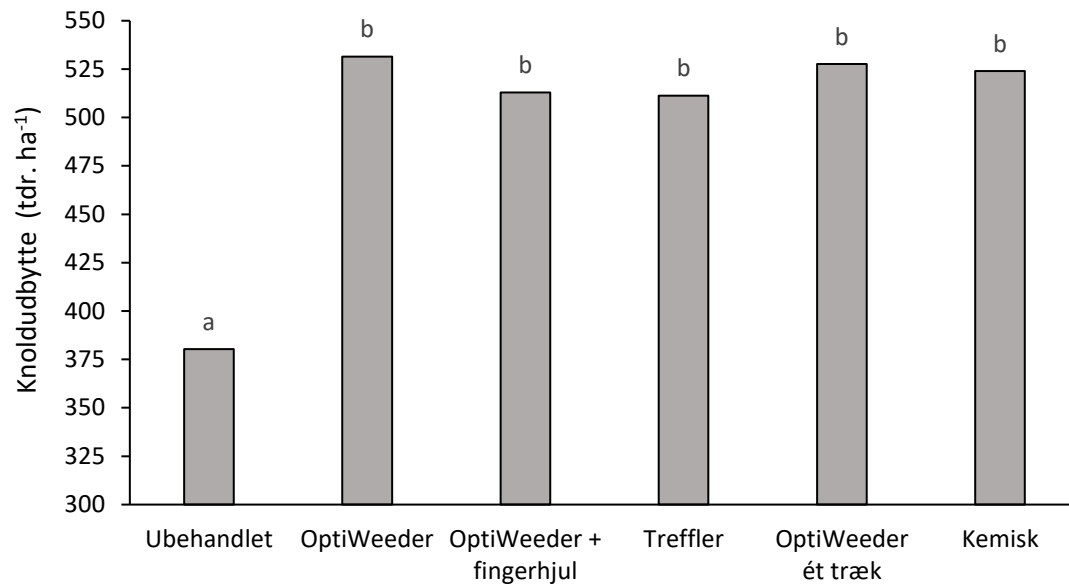
Figur 1. Tørstof (DM) af ukrudt og kartoffeltop opgjort d. 30 juni 2020 for behandlingerne 1-6 (se også tabel 1). Søjler med samme bogstavsangivelse for henholdsvis ukrudstørstof og tørstof af kartoffeltop er ikke statistisk forskellige (5 % niveau).



Figur 2. Tørstof (DM) af ukrudt og kartoffeltop opgjort d. 1 juli 2021 for behandlingerne 1-6 (se også tabel 2). Søjler med samme bogstavsangivelse for henholdsvis ukrudstørstof og tørstof af kartoffeltop er ikke statistisk forskellige (5 % niveau).



Figur 3. Kartoffeludbytter i 2020 efter behandlingerne 1-6 (se også tabel 1). Søjler, som har mindst ét bogstav til fælles, er ikke statistisk forskellige (5 % niveau). For eksempel er en søjle med 'ab' ikke signifikant forskellig fra en søjle med kun 'a' eller kun 'b'.



Figur 4. Kartoffeludbytter i 2021 efter behandlingerne 1-6 (se også tabel 2). Søjler med forskellig bogstavsangivelse er statistisk forskellige (5 % niveau).

BILAG 1

Mekanisk ukrudtsbekæmpelse i kartofler 2020

Dato

17-apr	Gødning 1500 kg 14-3-15
21-apr	Stratos lagt i solskin bejset med Rizolex 50 fw
06-maj	Beh. 4 og 9 kørt med Treffler i sol og tørt vejr med 5 km/t
13-maj	Beh. 6 sprøjtet med 2 l Proman og 1,5 l Roundup flex og 0,25 l Centium cs i sol og tørt vejr
13-maj	Beh. 2-3-5-7-8 og 10 kørt med Optiweeder i sol og tørt vejr med 18 km/t
20-maj	Beh. 2 og 7 kørt med Optiweeder i sol og tørt vejr med 18 km/t
20-maj	Beh. 4 og 9 med Treffler indstilling 4 , beh. 5 og 10 med indstilling 3. Kørt i sol og tørt vejr med 5 km/t
24-maj	Beh. 6 sprøjtet med 2 l Proman i sol og stille vejr
29-maj	Beh. 4-5-9 og 10 hyppet færdig med Grimme hypper i sol og tørt vejr.
08-jun	Beh. 2 og 7 kørt med Optiweeder uden fingerhjul i let regn og med 18 km/t
08-jun	Beh. 3 og 8 kørt med Optiweeder med fingerhjul i let regn og med 18 km/t
09-jun	0,45 l Revus
14-jun	Vanding 18 mm

18-jun	0,45 l Revus og 0,15 kg Mospilan
25-jun	0,45 l Revus og 1 l manganchelat 35
26-jun	Vanding 18 mm
02-jul	0,5 l Renman top + 0,2 kg Option
09-jul	0,5 l Ranman top + 0,2 kg Option
11-jul	Vanding 18 mm
16-jul	0,6 l Revus top + 0,2 kg Option
18-jul	Vanding 18 mm
22-jul	0,5 l Ranman top
31-jul	0,5 l Ranman top + 0,2 kg Option
05-aug	Vanding 18 mm
07-aug	0,5 l Ranman top + 0,25 kg Mospilan
11-aug	Vanding 18 mm
14-aug	0,3 l Revus + 0,4 l Propulse
21-aug	0,5 l Ranman top + 0,2 kg Option

27-aug	0,6 l Revus top
10-sep	0,25 l Shirlan ultra + 0,45 l Propulse
09-okt	Kartoflerne er taget op i tørvejr og sol

BILAG 2

Mekanisk ukrudtsbekæmpelse i kartofler i 2021

Grundbehandlinger

Dato	Middel	Mængde
24-jun	Mospilan	0,15 kg
24-jun	Revus	0,45 l
28-jun	Ranman top	0,4 l
08-jul	Revus	0,53 l
08-jul	Option	0,19 kg
23-jul	Revus	0,6 l
30-jul	Ranman top	0,5 l
30-jul	Option	0,2 kg
30-jul	Proxanil	2 l
04-aug	Revus	0,5 l
04-aug	Propulse	0,4 l
04-aug	Mospilan	0,25 kg
11-aug	Revus	0,6 l
11-aug	Option	0,2 kg
18-aug	Revus top	0,6 l
18-aug	Option	0,2 kg
24-aug	Ranman top	0,5 l
24-aug	Option	0,2 kg

31-aug	Ranman top	0,5 l
31-aug	Propulse	0,45 l
12-sep	Shirlan ultra	0,4 l

Gødning og lægning

17-apr	1550 kg 14-3-15
23-apr	Lagt stratos i godt såbed.

Vanding

Dato	Mængde
12-jun	18 mm
18-jun	18 mm
25-jun	18 mm
01-jul	18 mm
13-jul	18 mm
17-jul	18 mm
23-jul	18 mm
24-aug	18 mm
28-aug	18 mm
02-sep	18 mm
08-sep	18 mm