

LANDSFORSØGENE 2023

Forsøg og undersøgelser i
Dansk Landbrugsrådgivning

Samlet og udarbejdet af
SEGES Innovation P/S, Planter & Miljø
ved chefkonsulent Jon Birger Pedersen

Aktiviteterne er blandt andet støttet af:

Promilleafgiftsfonden for landbrug

Fonden for **økologisk landbrug**

Kartoffelafgiftsfonden

Frøafgiftsfonden

AgriFoodTure



/nnovationsfonden



LANDSFORSØGENE 2023

Forsøg og undersøgelser i Dansk Landbrugsrådgivning

Landsforsøgene 2023 er samlet og udarbejdet af SEGES Innovation P/S,
Planter & Miljø ved chefkonsulent Jon Birger Pedersen.

Udgivet

December 2023

Trykkeri

Stibo Complete

Udgiver

SEGES Innovation P/S

Planter & Miljø

Agro Food Park 15

8200 Aarhus N

T +45 8740 5000

E info@seges.dk

Omslag

Foto: Torkild Birkmose, SEGES Innovation. Billedet viser et forsøg med
kvælstoftilførsel til vinterhvede.

Køb

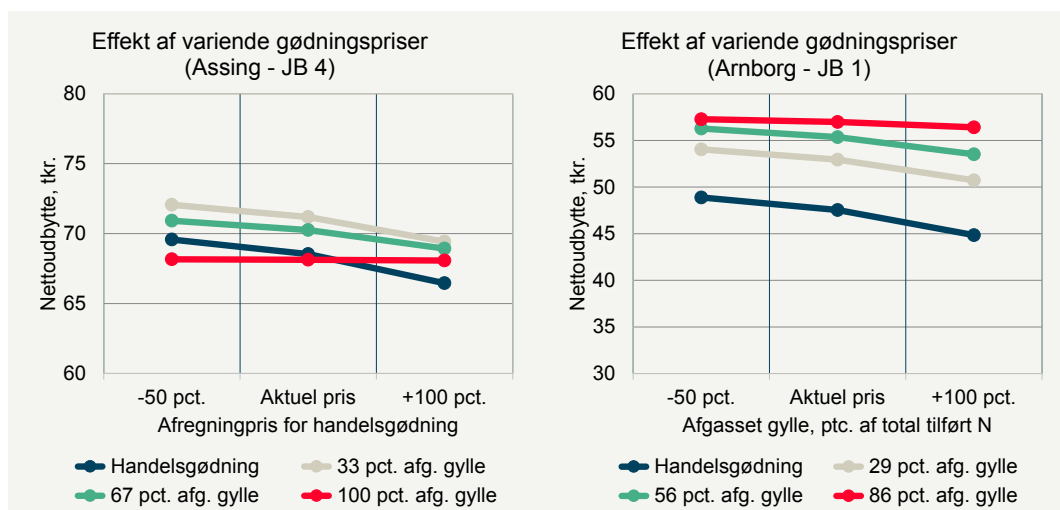
Bogen kan købes i SEGES Netbutik: www.netbutikken.seges.dk.

Pdf-udgaven af bogen samt tabeller og figurer i bogen kan hentes på
www.landbrugsinfo.dk/oversigten.

Resultaterne i bogen kan frit gengives med tydelig kildeangivelse inkl.
sidetal. F.eks. „Kilde: Landsforsøgene 2023, tabel xx, side yy.“

ISBN 978-87-93051-12-6

ISSN 0900-5293



FIGUR 9. Effekten på nettoudbyttet ved varierende afregningspriser på handelsgødning ved forskellig andel af kvælstof fra afgasset gylle.

mere end forventet, da mængden af klor ikke overstiger 109 kg pr. ha (led 5). Normalt antages det, at stivelsesprocenten falder med ca. 1 procent pr. 100 kg klor pr. ha. Derfor formodes det, at den høje mængde kalium og måske den senere frigivelse af kvælstof også har en negativ effekt på stivelsesprocenten. Bladkoncentrationen af kalium er generelt stigende med øget tildeling af kalium, men det maksimale indhold på 2,73 procent af tørstof overstiger ikke de normale niveauer af kalium i bladene.

I Arnborg er der ingen statistisk forskel på stivelsesudbyttet mellem 100 procent handelsgødning (led 1) og 100 pct. afgasset gylle til stivelseskartofler (led 4). I forsøget i Assing optræder et fald stivelsesudbyttet ved anvendelse af en kvælstofmængde fra afgasset gylle på mere end 33 procent. Den store udnyttelse af afgasset gylle i Arnborg kan muligvis forklares med, at jorden i Arnborg er en intensiv dyrket JB 1 jord modsat JB 4 i Assing.

I figur 9 ses det økonomiske merudbytte beregnet i tre scenarier, hvor prisen på handelsgødning henholdsvis ligger 50 procent under og 100 procent over aktuelle afregningspriser. Behandling i led 5 er ikke vist i figuren, da led 4 (rød linje) illustrerer henholdsvis 86 og 100 procent afgasset gylle i Arnborg og Assing. Figuren illustrerer, hvordan gødningspriser kan ændre på den optimale andel af afgasset gylle. I Assing vil tildeling af 33 procent af den udnyttede kvælstofgødning i afgasset gylle være den mest rentable løsning ved både en halvering og fordobling af priserne på kvælstof i handelsgødning. I Arn-

borg vil tildeling af 86 procent af den udnyttede kvælstofgødning fra afgasset gylle være den mest rentable.

Anvendelsen af afgasset gylle til produktion af stivelseskartofler afhænger af sammensætningen af den afgassede gylle, jordtype og specielt indholdet af klor og kalium. Det er ikke muligt endeligt at konkludere på anvendelsen af afgasset gylle til stivelseskartofler, da resultaterne kun beror på to forsøg i et år og ved brug af én type afgasset gylle. Derfor bør der udføres flere forsøg. Det anbefales altid at udtage næringsstofanalyser inklusive klor forud for anvendelsen af organiske gødninger.

Udbytteeffekt af nitrifikationshæmmere ved brug af organiske gødninger

I 2023 er der gennemført to forsøg i kartofler for at undersøge udbytteeffekten ved tilsætning af nitrifikationshæmmere Vizura til svinegylle og afgasset gylle. Ligeledes er det undersøgt, om placering af gylle under kartoffelkammen har en positiv effekt på stivelsesudbyttet. Behandlinger og resultater fremgår af tabel 11. Det forventes, at effekten af nitrifikationshæmmere vil være størst i afgrøder med sen udnyttelse af jordens tilgængelige kvælstof, hvor der i majs på JB 1 ved Grindsted er vist sikkert merudbytte ved tilsætning af nitrifikationshæmmere til organiske gødninger (se Oversigt over Landsforsøgene 2019, side 350).

Efter udbringning omdannes gyllens ammoniumkvælstof til nitratkvælstof i et tempo, som varierer med jor-

TABEL 11. Effekt af nitrifikationshæmmere ved brug af forskellige organiske gødninger. (Q19-Q22)

Stivelses- kartofler	Behandling	Udbringningsmetode	Stivelse, pct.	Udb. og merudb. pr. ha		
				hkg knolde	hkg stivelse	netto ¹⁾ , kr.
2023. 1 forsøg, Arnborg						
1. 204 N 29 P 259 K	NS 27-4	Placeret før lægning	23,6	569	135	49.476
2. 201 N 31 P 259 K	Gylle svin	Nedfældet før lægning	23,1	53	9	8.159
3. 201 N 31 P 259 K	Gylle svin 2L Vizura	Nedfældet før lægning Nedfældet med gylle	23,0	29	3	5.174
4. 201 N 31 P 259 K	Gylle svin 2L Vizura	Nedfældet før lægning Udsprøjtet før gylle	22,8	38	4	5.735
5. 201 N 31 P 259 K	Gylle svin	Placeret før lægning	22,8	2	-5	2.128
6. 201 N 31 P 259 K	Gylle svin 2L Vizura	Placeret før lægning Udsprøjtet før gylle	22,8	48	6	6.646
7. 202 N 30 P 258 K	Gylle afgasset	Nedfældet før lægning	22,9	24	1	5.653
8. 202 N 30 P 258 K	Gylle afgasset 2L Vizura	Nedfældet før lægning Nedfældet med gylle	22,7	24	0	4.968
9. 202 N 30 P 258 K	Gylle afgasset 2L Vizura	Nedfældet før lægning Udsprøjtet før gylle	22,5	-15	-10	383
LSD			ns	ns	ns	
2023. 1 forsøg, Assing						
1. 191 N 29 P 259 K	NS 27-4	Placeret før lægning	23,9	703	168	64.326
2. 197 N 31 P 259 K	Gylle svin	Nedfældet før lægning	22,7	6	-7	592
3. 197 N 31 P 259 K	Gylle svin 2L Vizura	Nedfældet før lægning Nedfældet med gylle	22,5	17	-6	1.100
4. 197 N 31 P 259 K	Gylle svin 2L Vizura	Nedfældet før lægning Udsprøjtet før gylle	22,1	-7	-14	-2.474
5. 197 N 31 P 259 K	Gylle svin	Placeret før lægning	22,4	-4	-11	-1.165
6. 197 N 31 P 259 K	Gylle svin 2L Vizura	Placeret før lægning Udsprøjtet før gylle	21,6	-11	-18	-4.388
7. 197 N 30 P 258 K	Gylle afgasset	Nedfældet før lægning	21,9	-31	-20	-4.049
8. 197 N 30 P 258 K	Gylle afgasset 2L Vizura	Nedfældet før lægning Nedfældet med gylle	21,7	-30	-22	-4.916
9. 197 N 30 P 258 K	Gylle afgasset 2L Vizura	Nedfældet før lægning Udsprøjtet før gylle	22,0	-17	-16	-2.788
LSD			1,2	13	ns	
2022-2023. 2 forsøg, Arnborg						
1. 197 N 29 P 240 K	NS 27-4	Placeret før lægning	23,4	514	121	43.623
2. 196 N 31 P 240 K	Gylle svin	Nedfældet før lægning	22,9	60	11	7.849
3. 196 N 31 P 240 K	Gylle svin 2L Vizura	Nedfældet før lægning Nedfældet med gylle	22,7	76	13	8.784

fortsættes

TABEL 11. Fortsat

Stivelses- kartofler	Behandling	Udbringningsmetode	Stivelse, pct.	Udb. og merudb. pr. ha		
				hkg knolde	hkg stivelse	netto ¹⁾ , kr.
7. 196 N 32 P 239 K	Gylle afgasset	Nedfældet før lægning	22,8	53	9	8.303
8. 196 N 32 P 239 K	Gylle afgasset 2L Vizura	Nedfældet før lægning Nedfældet med gylle	22,5	48	6	6.885
			0,3	49	ns	
<i>2022-2023. 2 forsøg, Assing</i>						
1. 191 N 29 P 240 K	NS 27-4	Placeret før lægning	22,3	702	156	58.786
2. 194 N 31 P 240 K	Gylle svin	Nedfældet før lægning	21,5	30	1	3.986
3. 194 N 31 P 240 K	Gylle svin 2L Vizura	Nedfældet før lægning Nedfældet med gylle	21,3	20	-2	2.485
7. 194 N 30 P 239 K	Gylle afgasset	Nedfældet før lægning	21,2	-24	-11	-344
8. 194 N 30 P 239 K	Gylle afgasset 2L Vizura	Nedfældet før lægning Nedfældet med gylle	21,1	-4	-8	731
LSD			ns	35	9	

¹⁾ Nettoudbyttet er baseret på en stivelsespris på 4,35 kr. pr. kg, 17,00 kr. pr. kg kvælstof, 22,00 kr pr. kg fosfor og 2,00 kr pr. kg svovl i handelsgødning. Der er indregnet 100 kr. pr. hektar pr. udbringning af handelsgødning. Der er er indregnet en udbringningspris på 20 kr pr tons gylle nedfældet. Protamylasse er sat til 559 kr pr. tons leveret, mens omkostningen til udbringning er sat til 195 kr pr. ha for de første to tons pr. ha, plus 30 kr. pr. tons ved doseringer over 2 tons pr. ha. Vizura er sat til 100 kr. pr. liter.

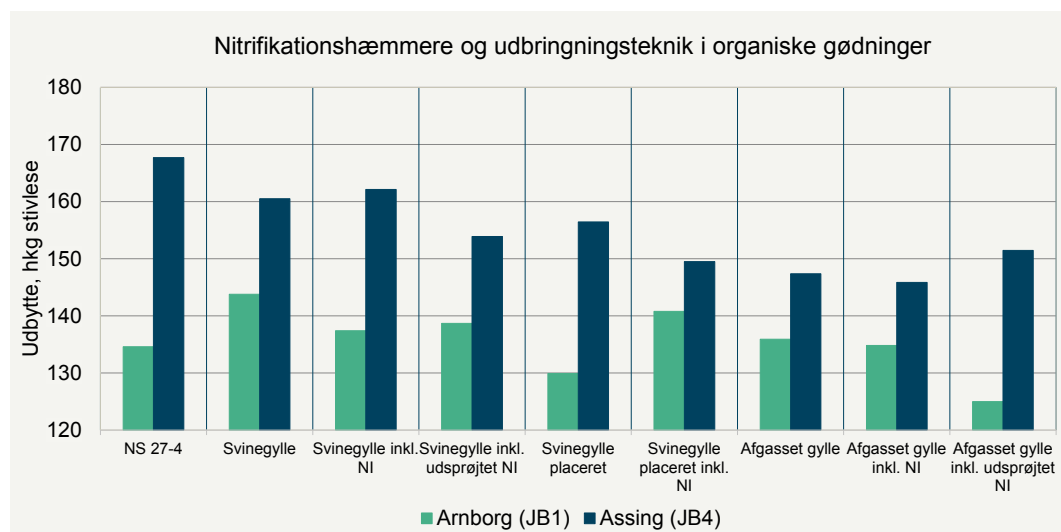
dens temperatur og fugtighed. Nitrat er mobilt i jorden og kan derfor udvaskes ved vandoverskud. Dette medfører en teoretisk øget risiko for tab af kvælstof ved nitratudvaskning, hvis ikke nitrat løbende optages af en afgrøde. Da kartofler, og specielt sildige stivlessorter, kun optager en begrænset kvælstofmængde i starten af vækstperioden, er der risiko for udvaskning af kvælstof både før lægning og i perioden umiddelbart efter lægning. Udvasningen kan potentielt begrænses ved tilsætning af nitrifikationshæmmer til gylle, da tilsætningen hæmmer omdannelsen af ammoniumkvælstof til nitratkvælstof, fordi ammoniumkvælstof er væsentlig mindre mobilt i jorden.

Forsøget er gennemført i sorten Ydun ved Arnborg på JB 1 og ved Assing på JB 4. Alt gødning er tildelt inden lægning af kartoflerne. Umiddelbart før nedfældning af de to gylletyper er der udtaget næringsstofanalyser af gyllen, som danner grundlag for den efterfølgende supplerende gødsning med handelsgødning. Protamylasse, triplesuperfosfat, Kiserit og kaliumsulfat 41 er brugt til justering af kalium, fosfor, svovl og magnesium, så der opnås ens gødningsniveauer for de mest betydende næringsstoffer i alle led. Forsøget er ellers behandlet som en produktionsmark.

Det blev i Landforsøgene® 2019 og 2022 vist, at organiske gødninger udbyttmæssigt klarer sig på lige fod med handelsgødning i kartofler. Der var en tendens til, at svinegylle klarede sig lidt bedre, og afgasset gylle lidt dårligere. I 2023 varierer effekten mellem de to forsøgslokaliteter. Der er ingen sikker forskel i stivelsesudbyttet afhængig af gødningstypen på de to lokaliteter. I Assing ses en sikker reduktion i knoldudbyttet ved brug af afgasset gylle, men ingen sikker effekt på stivelsesudbyttet (tabel 11).

Effekt af nitrifikationshæmmer

I figur 10 ses effekten af de ni behandlinger på stivelsesudbyttet på forsøgenes to lokaliteter. I forsøgene er der ingen sammenhæng mellem brugen af nitrifikationshæmmer og stivelsesudbyttet. I Arnborg ses i tabel 11 en reduktion i nettomerudbytte på henholdsvis 2.985 kr. og 686 kr. pr. ha ved anvendelse af nitrifikationshæmmer i svinegylle og afgasset gylle. I Assing er udbyttene og nettomerudbytter stort set identiske med eller uden brug af nitrifikationshæmmer i begge gylletyper. Der er tendens til fald i stivelsesprocent ved anvendelse af nitrifikationshæmmer. I sammenstillingen af forsøgene 2022 og 2023 ses i Arnborg et lille positivt merudbytte ved at anvende nitrifikationshæmmer i svi-



FIGUR 10. Nitrifikationshæmmere og udbringningsteknik i organiske gødninger på to forsøgssteder Arnborg og Assing. NI = nitrifikationshæmmer.

negylle, og et lille negativt merudbytte ved at anvende nitrifikationshæmmer i afgasset gylle. I Assing er tendensen modsat i de to gylletyper.

Tildelingsmetode af nitrifikationshæmmere

I takt med udbredelsen af nitrifikationshæmmere øges kommer spørgsmålet omkring optimal tildelingsmetode. Det er ikke muligt at konkludere på effekten af nitrifikationshæmmer, når produktet enten blandes i gyllen eller udsprøjtes på jorden før nedfældning af gylle, da der er varierende effekt af at bruge nitrifikationshæmmere i årets forsøg. Det anbefales at forsøgene fortsættes.

Tildelingsmetode af husdyrgødning

I majs er der set et sikkert merudbytte på 6,9 afgrødeenheder pr. ha ved at placere kvæggylle. Det ønskes derfor klarlagt, om placering af gylle i samme omfang kan have en positiv effekt i stivelseskartofler. Forsøgene (tabel 11) viser, at placeret gylle 12 cm under kartoffelkammen tre dage før lægning sænker stivelsesudbyttet med 14 hkg stivelse sammenlignet med almindelig nedfældet svinegylle i forsøget i Arnborg (JB 1). Hvis der tilsættes nitrifikationshæmmer reduceres det til et tab på 3 hkg stivelse. I Assing (JB 4) sænkes stivelsesudbyttet med 5 hkg ved placering af svinegylle, og 12 hkg, når der samtidig bliver anvendt nitrifikationshæmmer. Resultaterne er ikke signifikante, men forsøgene i 2023 viser en tendens til, at placeret gylle ikke er en optimal løsning i stivelseskartofler. Der er ingen forskel i plantefarve eller indhold

af næringsstoffer i bladene. Muligvis trives kartoffelrødderne ikke ved de store mængder organisk gødning tæt på knolden. Forsøgene viser, at det er nødvendigt med flere forsøg for at kunne konkludere på anvendelsen af placeret organisk gødning. Der skal være markante fordele ved en placering af organisk gødning, før dette kan anbefales på grund af de praktiske udfordringer ved placering af gylle til kartofler.

Konklusion på nitrifikationshæmmere

Effekten af nitrifikationshæmmere afhænger bl.a. af jordtype og nedbør, hvorfor det forventes, at nitrifikationshæmmere har størst effekt på udvaskning af nitrat på sandjorde i år med meget nedbør fra lægning og fire-otte uger frem. I både 2022 og 2023 har foråret været nedbørsfattigt, hvilket kan være en forklaring på, at forsøgene ikke viser en større effekt ved brug af nitrifikationshæmmer i organiske gødninger.

På baggrund af de to forsøgsår kan der ikke gives en anbefaling om brugen af nitrifikationshæmmer sammen med organiske gødninger i tilknytning til produktion af stivelseskartofler. Svenske demonstrationsforsøg i kartofler og landsforsøg i majs har vist, at nitrifikationshæmmer kan have en positiv effekt på specielt sandjorde, men det mangler stadig at blive klarlagt under danske forhold i kartofler. Det er veldokumenteret, at nitrifikationshæmmere reducerer udledningen af lattergas med gennemsnitlig 40 procent pr. kg $\text{NH}_4\text{-N}$. Incitamentet

for at bruge nitrifikationshæmmere til kartofler vil blive påvirket af ønsket om at reducere udledningen af klimagasser.

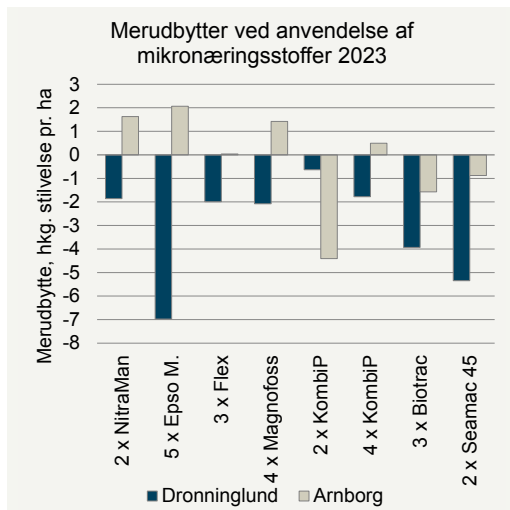
Bladgødskning med mikronæringsstoffer

Bladgødskning med mikronæringsstoffer til kartofler har løbende været afprøvet i forsøg igennem de seneste 20 år i både ind- og udland, og det har været svært at påvise et positivt nettomerudbytte. I samme periode har bladgødskning af kartofler med mikronæringsstoffer været tiltagende i praksis. I 2002-2004 blev der i Danmark udført 12 forsøg med bladgødskning med EPSO-top (Mg, S), EPSO Microtop (Mg, S, Mn, B) eller mangansulfat (Mn, S) udbragt i vækststadiet 31 og 39 i fire sorter. Selvom der blev målt et markant højere indhold af Mn og B i bladene, påvirkede det ikke dengang knoldenes stivelsesprocent, og der var kun en lille og svingende effekt på udbyttet. Der var i enkelte forsøg en positiv effekt af EPSO Microtop.

Der blev i 2020 igangsat en forsøgsserie, for at vise effekten af forskellige bladgødninger i stivelseskartofler udbragt efter producenternes retningslinjer. Alle behandlinger er blevet grundgødsket med 2 x 1,5 kg Mangansulfat 32 pr. ha. i forsøgsårene 2020-2022. I 2023 er led 1 ubehandlet og led 2-9 er alle behandlet med 2 x 1 l mangannitrat pr. ha. Led 3-9 er desuden behandlet med forskellige mikronæringsstoffer og vækststimuleringsmidler. Forsøgene er anlagt på to forsøgsarealer ved Arnborg og Dronninglund på henholdsvis JB 1 og 2 i kartoffelsædskifter. Forsøgsplan og resultater fremgår af tabel 12.

De to forsøgsmarker er grundgødset som en produktionsmark. Fosfortallet (Pt) har i foråret 2023 før lægning været på henholdsvis 2,6 og 4,7 i Dronninglund og Arnborg, hvilket er en anelse lavt i Dronninglund og inden for normalområdet i Arnborg. Der er generelt kun en lille ændring i bladenes indhold af næringsstoffer ved de forskellige bladgødskningsstrategier, og der ses kun en mindre sammenhæng i led 3 for mangan og bor.

Der er intet sikkert merudbytte ved at tildele bladgødskning i nogen af de to forsøg. I Arnborg er der et usikkert merudbytte på 0,5-2,1 hkg stivelse i led 2, 3, 5 og 7, og et usikkert negativt merudbytte på 0,9-4,4 hkg stivelse i led 6, 7 og 8. I Dronninglund giver alle behandlinger et usikkert negativt merudbytte i intervallet 0,6-3,9 hkg stivelse. Det er valgt at sammenlægge resultaterne i Arnborg og Dronninglund i årets forsøg. Se figur 11 for forsøgsresultater i 2023 opdelt på hver lokalitet.



FIGUR 11. Merudbytte ved anvendelse af mikronæringsstoffer i to forsøg i 2023.

borg og Dronninglund i årets forsøg. Se figur 11 for forsøgsresultater i 2023 opdelt på hver lokalitet.

I forsøget ved Arnborg i 2022 var der meget høje merudbytter ved tildeling af bladgødskning i alle led uafhængig af sammensætningen af næringsstoffer. I 2023 gør det modsatte sig gældende i Dronninglund, hvor der ses et lille udbyttetab ved alle behandlinger. Det virker ikke sandsynligt, at alle behandlinger uafhængig af sammensætningen af næringsstoffer medfører et så betragteligt merudbytte i 2022 på mellem 10 og 21 hkg stivelse, når næringsstof- og jordbundsanalyser ikke indikerer mangel eller konsekvent effekt af behandling. På trods af ovenstående er det alligevel valgt at inddrage alle forsøg i sammenstillingerne i tabel 12, da det ikke har været muligt at identificere fejl i forsøgene.

I figur 12 ses merudbyttet i hkg stivelse i henholdsvis fire forsøg for Magnofoss og Flex bladgødskning, seks forsøg for YaraVita KombiPhos og otte forsøg for Epso Microtop i perioden 2020-2023. Merudbytterne varierer mellem år og lokalitet og trods det høje merudbytte i Arnborg i 2022, er der ingen signifikant effekt af de fire produkter. Forsøgene fortsætter ikke i 2024, hvorfor dette er forsøgsseriens sidste år. På baggrund af fire års forsøg med bladgødskning, samt tidligere forsøgsresultater i ind- og udland, ses der ikke en sikker udbytteeffekt af bladgødskning ved at bruge mikro- og makronæringsstoffer. Der mangler fortsat forsøgsdata, som kan underbygge brugen af bladgødskning.