



Gødskning af sukkerroer med fokus på fosfor

Fertilisation of sugar beets with focus on phosphorous

RAPPORT MED FORSØGSDATA OG RESULTATTABELLER
REPORT WITH TRIAL DATA AND TABLES OF RESULT



Otto Nielsen
on@nbrf.nu
+45 23 61 70 57

Nordic Beet Research Foundation (Fond)
DK: Højbygårdvej 14, DK-4960 Holeby
SE: Borgeby Slottsväg 11, SE-237 91 Bjärred
Phone: +45 54 69 14 40

www.nordicbeet.nu

Gødskning af sukkerroer med fokus på fosfor

Otto Nielsen, on@nbrf.nu; Andrius Kemezys Hansen, ahk@nbrf.nu; Joakim Ekelöf, je@nbrf.nu

Konklusion (baseret på tre forsøg i 2025)

Der var ingen signifikante udbyttmæssige effekter af gødskning med fosfor uanset gødningstype, mængde af P eller tildelingsmetode.

Supplerende droneobservationer kunne ligeledes ikke dokumentere gødningseffekter.

På lokaliteten med lavest P-status og laveste udbyttniveau var der positive effekter (ikke signifikante) af de fleste behandlinger, hvor der blev tildelt fosfor.

Den lave effekt af gødning kan formodentligt forklares med at der kom tilstrækkeligt med nedbør på afgørende tidspunkter til at holde væksten i gang.

Markforsøg blev suppleret med væksthushorsøg. Disse gav mulighed for at kvantificere, hvor meget sammenspillet af vand og tilførte produkter påvirker plantevæksten i starten af vækstsæsonen (se uddybende konklusion nederst i rapporten).

Forsøgsserien fortsætter i 2026 i tilsvarende omfang og konklusionerne vil blive opdateret i næste års NBR-rapport.

Conclusion (based on three trials in 2025)

There were no significant effects of fertilisation with phosphorous no matter fertiliser-type, amount of P or application-methodology.

Also drone-images could not demonstrate any fertilisation effects and pot-studies.

At the site with lowest P-status and lowest yields, positive (non-significant) effects were observed most treatments where P was applied.

The low effect of fertiliser is probably due to plenty of rainfall when plants needed it.

The field trials were supplemented with green house studies. These studies made it possible to compare interactions between water supply and the tested products.

The trial series is continued in 2026, and conclusions will be updated in next year's NBR-report.

Tabel 1. Information om de tre forsøg (825-826-827) udført i 2025. "x" angiver datoer, hvor der indenfor døgnet faldt mere end 5 mm nedbør.

Information	825	826	827
Pt	2	1,9	3,8
Kt	10,2	8,8	10
Rt	7,8	8	7,9
JB-nr.	7	7	7
Ler	18	17	19
Silt	16	16	16
Finsand	42	42	43
Grovsand	21	23	21
Grundgødet	21-mar	19-mar	14-mar
Såning	09-apr	27-mar	07-apr
Bladg. 1	20-maj	16-maj	20-maj
Bladg. 2	03-jun	21.maj	04-jun
Bladg. 3	17-jun	03-jun	16-jun
Bladg. 4	26-jun	16-jun	24-jun
Høst	04-nov	06-nov	04-nov
25-05-2025	x	x	x
27-05-2025	x	x	x
06-06-2025	x	x	
07-06-2025		x	x
08-06-2025	x	x	x
10-06-2025	x	x	x
23-06-2025	x	x	x
24-06-2025	x	x	x

Formål

Formålet med forsøget var at undersøge effekten af fosforholdige gødninger på tilvækst og udbytte i sukkerroer. Dette kan præciseres yderligere:

- At sammenligne effekten af stigende mængder fosfor tildelt med flydende og faste gødninger
- At kvantificere effekten af gentagne tildelinger af bladgødninger med indhold af N og P
- At kvantificere effekten af udvalgte gødninger med relativt højt indhold af P og K
- At anvende dronefotos til kvantificering af tilvækst i forårsmånederne
- At kvantificere tilvækst i roernes tidlige stadier ved forskellige kombinationer af gødninger, jordtype og vandindhold i jorden (potteforsøg)

Metode

Markforsøg

Forsøgene blev anlagt på marker med 17-19 procent ler (JB7) og forskelligt indhold af blandt andet fosfor (Pt-tal på henholdsvis 1,9 – 2,0 og 3,8 – se *tabel 1*).

Forsøg 826 og 827 henlå pløjet hen over vinteren 2024-2025, mens forsøg 825 var dybdeharvet. Forsøg 825 og 827 blev sået relativt sent i forhold til normal såtidspunkt i 2025 og fremspiring samt tidlig vækst var relativt langsom her grundet begrænset vandtilgængelighed.

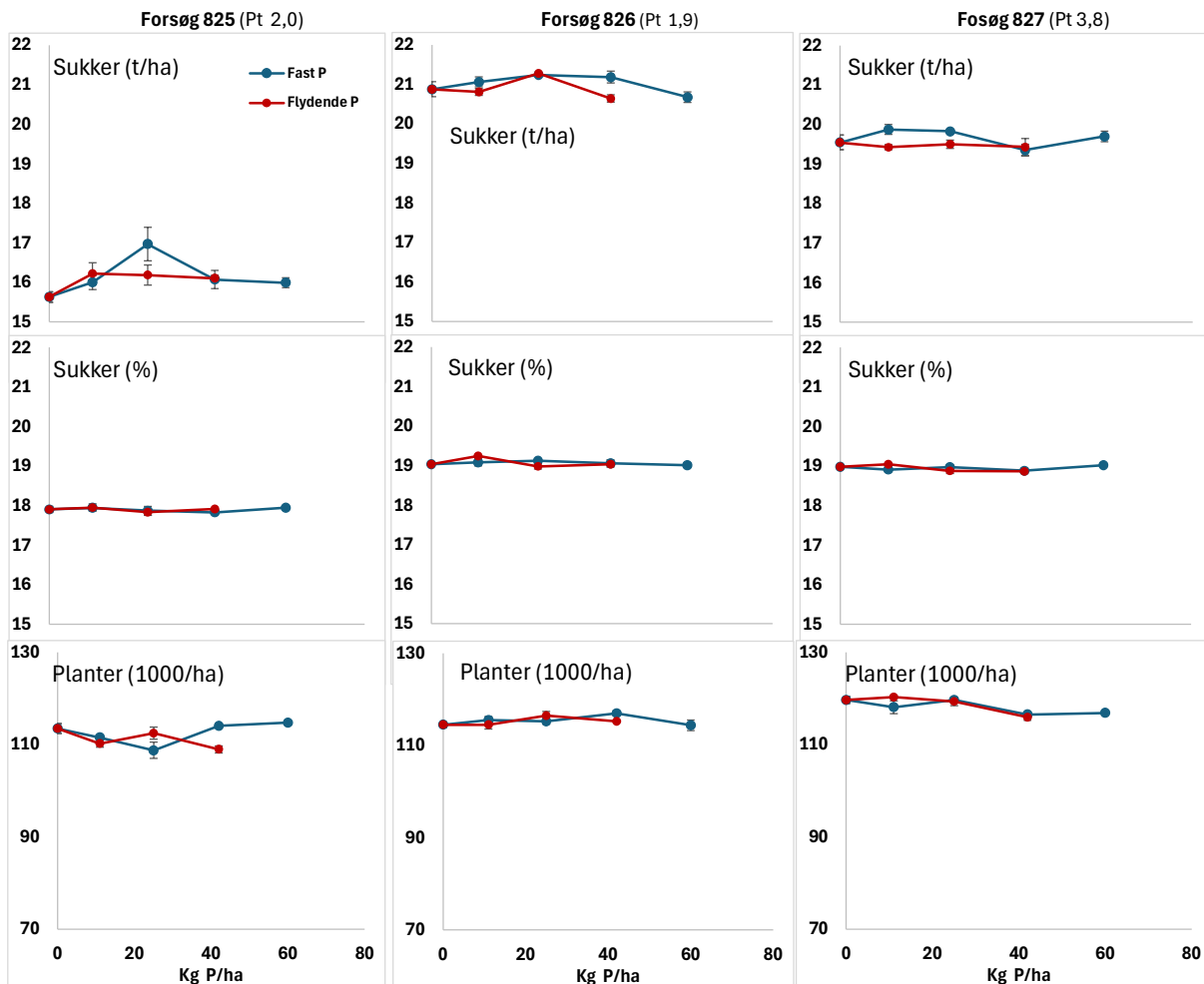
Alle behandlinger - bortset fra behandling 13 - blev grundgødet med kaliumsulfat. Kaliumsulfat blev valgt i stedet for kaliumklorid for at sikre rigelige mængder af svovl i alle behandlinger og dermed kompensere for forskelle i svovlindhold ved de stigende mængder af henholdsvis trippelsuperfosfat (behandling 4-7) og DG-Nts-produkterne (behandling 8-10).

Trippelsuperfosfat, YaraMila-produkter og NtS-gødningerne blev placeret ved såning. NBR's såmaskine til gødningsforsøg har en gødningstand på hver side af roerækken, så der samtidigt kan placeres en fast og en flydende gødningstype. Gødningstænderne placerer gødningen 8-10 cm fra rækken og minimum seks cm nede i jorden.

Tabel 2. Tildelte næringsstoffer i behandling 1-13. Kaliumsulfat blev udbragt i marts på pløjet jord. Trippelsuperfosfat, YaraMila-produkter og NtS-gødningerne blev placeret ved såning. Flex Foliar og DG-Leaf blev udspreddt på bladene i kombination med sprede-klæbemiddel (Contact).

		N	P	K	S
1	Kaliumsulfat			103	45
	DG-NtS 27-0-0-3	105			11
1 Total		105		103	56
2	Kaliumsulfat			103	45
	DG-NtS 27-0-0-3	105			11
	Flex Foliar NP 6-6+Mg	4	4		
2 Total		109	4	103	56
3	Kaliumsulfat			103	45
	DG-NtS 27-0-0-3	105			11
	DG-Leaf NP 4-5	3	4		
3 Total		108	4	103	56
4	Kaliumsulfat			103	45
	Trippelsuperfosfat		11		1
	DG-NtS 27-0-0-3	105			11
4 Total		105	11	103	57
5	Kaliumsulfat			103	45
	Trippelsuperfosfat		25		3
	DG-NtS 27-0-0-3	105			11
5 Total		105	25	103	58
6	Kaliumsulfat			103	45
	Trippelsuperfosfat		42		5
	DG-NtS 27-0-0-3	105			11
6 Total		105	42	103	60
7	Kaliumsulfat			103	45
	Trippelsuperfosfat		60		7
	DG-NtS 27-0-0-3	105			11
7 Total		105	60	103	62
8	DG-NPts 27-3-0-2	105	11		7
	Kaliumsulfat			103	45
8 Total		105	11	103	52
9	DG-NPtS 20-5-0-5	105	25		25
	Kaliumsulfat			103	45
9 Total		105	25	103	70
10	DG-NPtS 17-7-0-3	105	42		17
	Kaliumsulfat			103	45
10 Total		105	42	103	62
11	Kaliumsulfat			67	30
	YaraMila Starter 18-5-11-4	60	16	36	9
	Flex Foliar N-18	24			
11 Total		84	16	103	38
12	Kaliumsulfat			41	18
	YaraMila Starter 18-5-11-4	105	27	63	16
12 Total		105	27	104	34
13	21-3-10	67	10		32
	Yara Mila Høst Mn 8-10,5-20	38	50	95	10
13 Total		105	59	127	10

Bladgødninger blev tildelt af flere omgange (se datoer i *tabel 1*). Der blev anvendt en såkaldt evenspray-dyse monteret over hver roerække og med en bomhøjde, der sikrede, at mest muligt gødning ramte roeplanterne. I alle tilfælde blev der anvendt en samlet vandmængde på 150 liter per ha, hvilket i det behandlede bånd gav op til 375 liter per ha (båndbredde på 20 cm). Dosering af DG-Leaf NP 4-5, Flex Foliar NP 6-6 og Flex Foliar N18 svarede til henholdsvis 14,4, 18,2 og 36,4 liter per ha (øget mængde i behandlet bånd) og suppleret med 200 ml Contact per 100 liter vand. Udbringning af bladgødning skete mellem klokken 8-15 og når der ikke var udsigt til regn i det kommende døgn. I et tilfælde (forsøg 827 den 24. juni) kom der regn umiddelbart efter udbringning (*tabel 1*).



Figur 1. Sukkerudbytte, sukkerprocent (pol) og plantebestand i behandlinger med placering af stigende mængder flydende og fast fosfor på tre lokaliteter 2025. Yderligere resultater fra forsøgene fremgår af *tabel 2*.

Potteforsøg

Flere potteforsøg blev etableret under vinter/forår og sensommer/efterår 2025 med henblik på at undersøge udnyttelsen af fosforgødning. Forsøgene blev inddelt i forskellige kategorier for at analysere sukkerroernes respons på henholdsvis gødningsniveau, jordfugtighed og biostimulanter.

Samspil mellem fosforniveau og jordens vandindhold (Potteforsøg A)

Potteforsøg "A" blev designet til at belyse sukkerroernes reaktion på varierende fosforniveauer under forskellige fugtighedsforhold i jorden. Til dette formål blev lavfosforholdig jord indsamlet fra samme lokalitet som markforsøg 825 (tabel 1) i efteråret 2024. Potterne blev opdelt i grupper: Ugødet, Fuldt gødet og Gødet uden fosfor, mens vandingen blev reguleret for at simulere henholdsvis 70, 90 og 110% markkapacitet. Forsøget blev gennemført i klimakammer i Abed i vinter/forår 2025.

Samspil mellem fosforniveau og jordens vandindhold (Potteforsøg A)

Potteforsøg "B" havde til formål at undersøge effekten af forskellige biostimulanter på fosforudnyttelse. To biostimulanter, "Biostim 60" og "Biostim 82", blev leveret af firmaet Corteva og testet både om foråret og efteråret, mens biostimulanten "FosfixPlus" fra Bio Energy LT kun indgik i efterårsforsøget. Alle tre biostimulanter er baseret på bakterie og blev udsprøjtet på små sukeroeplanter ved stadie 12-14. Potteforsøget blev udført med lavfosforholdig jord fra samme lokalitet som markforsøg 825; om foråret blev der anvendt jord gødet udelukkende med kvælstofgødning uden fosfor (i Abed), mens der om efteråret både blev testet fuld gødet jord samt jord gødet udelukkende med gødning uden fosfor (væksthuset ved Sofiehøj og senere blev flyttet til klimakamre i Abed).

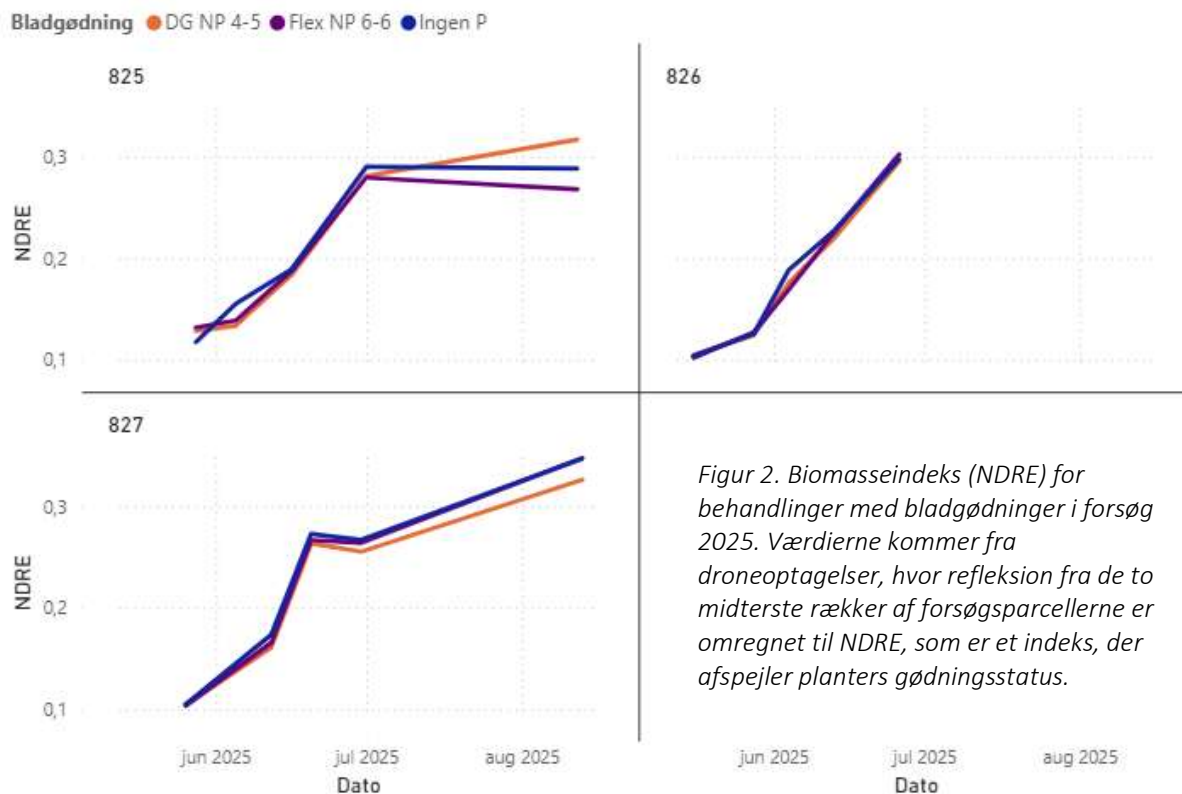
Effekt på kombinationer af bladgødninger og spredeklæbemiddel (Potteforsøg C)

Potteforsøg "C" blev iværksat som tolerance forsøg af NP-bladgødsning for at undersøge, om de skader roerne. Flex NP 6-6 og DG NP 4-5 blev testet i tre doseringer (0,5, 1 og 2 kg P/ha), udbragt fire gange. Derudover blev to doseringer af additivet Contact afprøvet i kombination med de tre bladgødningsdoseringer. Dette forsøg fandt sted i sensommer/efterår 2025, hvor det startede i væksthuset ved Sofiehøj og senere blev flyttet til klimakamre i Abed.

Ud over potteforsøg "A", "B" og "C" blev der gennemført supplerende metodikforsøg med henblik på at optimere testmetoderne for P-udnyttelsesrespons. Disse omfattede blandt andet tests af substrater og fremprovokering af symptomer på fosformangel. Sukkerroeplanterne i potteforsøgene blev vurderet visuelt for vitalitet og grønhed samt bladantal, længde på største blad og friskvægt.



Foto 1. Potteforsøg i klimakammer 2025.



Figur 2. Biomasseindeks (NDRE) for behandlinger med bladgødninger i forsøg 2025. Værdierne kommer fra droneoptagelser, hvor refleksion fra de to midterste rækker af forsøgsparcerne er omregnet til NDRE, som er et indeks, der afspejler planters gødningsstatus.

Resultater og diskussion

Markforsøg 2025

Sukkerudbytterne viser meget beskedne og ikke-signifikante udbyttetigninger ved tilførsel af fosfor. I *Figur 1* ses effekten af stigende mængder fosfor for fast og flydende gødning og bortset fra et uforklarligt merudbytte for 11 kg P per ha i forsøg 825, er udbytterne kun svagt påvirket af tilført fosformængde. Udbytteeffekterne udgør typisk 1-3% (*tabel 3*), hvilket for så vidt ikke er overraskende når det drejer sig om en vækstsæson som denne, hvor roerne havde en god start i form af mildt vejr og passende mængder nedbør, da der blev behov for dette.

Fra såning og frem til slutningen af maj var der tale om overvejende tørt vejr på alle forsøgspadser. Der var derfor gode betingelser for at afprøve om bladgødninger kunne supplere en forventet reduceret gødningsoptagelse fra jorden. Imidlertid skete der et vejrskifte og bladgødningerne endte med at blive kørt ud i en periode, hvor der hyppigt faldt mere end fem mm nedbør (*tabel 1*). Bortset fra et usædvanligt - men ikke-signifikant - merudbytte for tilførsel af Flex NP 6-6 i forsøg 825 var de udbyttemæssige effekter af bladgødning maksimalt to procent. Der er dog ikke i nogen tilfælde tale om signifikante effekter, men vækståret er som nævnt ovenfor ikke særligt velegnet til at afprøve gødnings effekter.

Effekten af bladgødninger blev også kvantificeret ved hjælp af gentagne droneoptagelser (*figur 2*).

Optagelserne omregnes til et biomasseindeks (NDRE) og viser nogle forskelle senere i vækstsæsonen, men ikke i perioden, hvor gødningerne blev udbragt. Det antages derfor at forskellene skyldes andre forhold. Det kan nogenlunde sikkert konkluderes, at gødningerne ikke har haft nogen negativ effekt på planterne, da værdierne ikke ser ud til at falde i perioden efter gødsning.

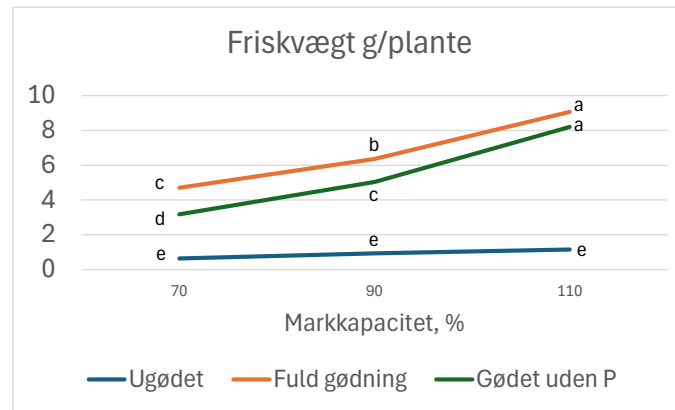
Tabel 3. Udbytte og kvalitet for tre gødningsforsøg udført 2025. Se tabel 1-2 for uddybende information.

Fsg	Nr.		Planter 1000/ha	Roer t/ha	Renhed %	Pol %	Sukker t/ha	Sukker rel.
825	1	Ingen P	115	87,3	90	17,9	15,6	100
	2	Flex NP 6-6	113	94,3	91	17,9	16,9	108
	3	DG NP 4-5	109	87,9	90	17,9	15,7	101
	4	Fast 11 kg P	111	89,0	89	17,9	16,0	102
	5	Fast 25 kg P	110	94,4	92	17,9	16,9	108
	6	Fast 42 kg P	114	90,1	91	17,8	16,1	103
	7	Fast 60 kg P	115	89,1	90	17,9	16,0	102
	8	Flydende 11 kg P	111	86,8	90	18,0	16,0	102
	9	Flydende 25 kg P	114	90,0	90	17,8	16,0	103
	10	Flydende 42 kg P	109	89,4	89	17,9	16,0	102
	11	YaraMila Starter 84 kg N	113	88,6	89	17,8	15,8	101
	12	YaraMila Starter 103 kg N	113	87,0	89	17,8	15,5	99
	13	21-3-10 +YaraMila Høst	117	91,7	90	18,1	16,6	106
		LSD	ns	ns	ns	ns	ns	ns
		P	0,2	0,1	0,72	0,9	0,1	0,1
826	1	Ingen P	115	109,7	94	19,0	20,9	100
	2	Flex NP 6-6	115	111,4	94	19,1	21,3	102
	3	DG NP 4-5	117	110,8	94	19,2	21,3	102
	4	Fast 11 kg P	115	110,4	94	19,1	21,1	101
	5	Fast 25 kg P	116	111,1	94	19,1	21,2	102
	6	Fast 42 kg P	117	111,2	94	19,1	21,2	101
	7	Fast 60 kg P	114	108,8	94	19,0	20,7	99
	8	Flydende 11 kg P	113	108,1	94	19,2	20,8	100
	9	Flydende 25 kg P	116	112,1	94	19,0	21,3	102
	10	Flydende 42 kg P	115	108,4	94	19,0	20,6	99
		LSD	ns	ns	ns	ns	ns	ns
		P	0,7	0,2	0,81	1,0	0,5	0,5
827	1	Ingen P	120	102,4	92	19,0	19,5	100
	2	Flex NP 6-6	120	104,5	92	18,8	19,6	101
	3	DG NP 4-5	119	101,4	92	19,0	19,3	99
	4	Fast 11 kg P	118	105,1	93	18,9	19,9	102
	5	Fast 25 kg P	120	104,5	91	19,0	19,8	102
	6	Fast 42 kg P	117	102,5	91	18,9	19,4	99
	7	Fast 60 kg P	117	103,6	92	19,0	19,7	101
	8	Flydende 11 kg P	120	102,0	89	19,1	19,4	100
	9	Flydende 25 kg P	119	103,3	92	18,9	19,5	100
	10	Flydende 42 kg P	116	103,0	91	18,9	19,4	100
	11	YaraMila Starter 84 kg N	117	101,3	92	19,1	19,4	99
	12	YaraMila Starter 103 kg N	120	105,6	93	19,1	20,2	103
	13	21-3-10 +YaraMila Høst	117	101,2	90	19,1	19,4	99
		LSD	ns	ns	1,6	ns	ns	ns
		P	0,2	0,3	<0,0001	0,2	0,4	0,4
Alle	1	Ingen P	117	99,7	92	18,6	18,6	100
	2	Flex NP 6-6	116	103,2	92	18,6	19,2	103
	3	DG NP 4-5	115	100,0	92	18,7	18,8	101
	4	Fast 11 kg P	115	101,6	92	18,6	19,0	102
	5	Fast 25 kg P	116	102,8	92	18,7	19,2	103
	6	Fast 42 kg P	116	101,3	92	18,6	18,9	101
	7	Fast 60 kg P	115	100,5	92	18,7	18,8	101
	8	Flydende 11 kg P	115	99,1	91	18,8	18,7	100
	9	Flydende 25 kg P	117	101,9	92	18,6	19,0	102
	10	Flydende 42 kg P	114	100,2	91	18,6	18,7	100
	11	YaraMila Starter 84 kg N	115	99,5	92	18,7	18,6	100
	12	YaraMila Starter 103 kg N	116	100,9	92	18,7	18,9	102
	13	21-3-10 +YaraMila Høst	117	101,0	91	18,8	19,0	102
		LSD	ns	2,5	ns	ns	ns	ns
		P	0,9	0,03	0,25	0,4	0,2	0,2

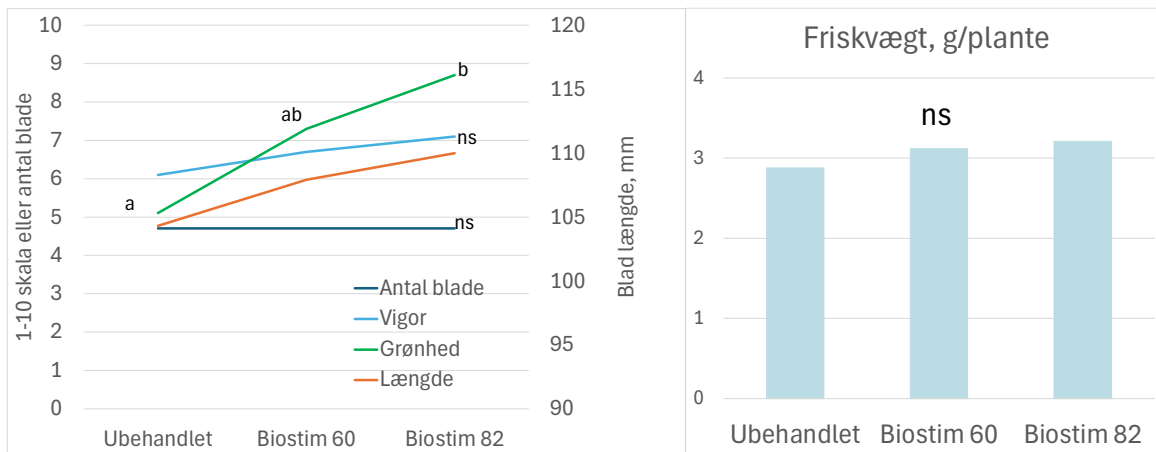
Potteforsøg 2025

Vi kunne tydeligt i potteforsøg "A" se, at sukkerroerne reagerede kraftigt på varierende fosformængde i pottene. Det stod især klart, at fosfor er afgørende under tørre forhold (figur 3). En lignende reaktion sås også, når vi vurderede plantens vitalitet, antal blade og længden af det største blad (data er ikke vist).

Formålet med potteforsøg "B" var at undersøge effekten af bakteriebaserede biostimulanter på fosforudnyttelsen. Ved vurderingerne i foråret, inden høst, blev det observeret, at de sukkerroeplanter, som var behandlet med Cortevas Biostim 82 fremstod signifikant mere grønne sammenlignet med planterne i den ubehandlede kontrol (figur 4). Når det gælder de øvrige måleparametre, blev der dog ikke fundet nogen signifikante forskelle ($p=0,05$). I efterårsforsøget var der heller ikke signifikante forskelle at se mellem pletter med biostimulant-behandlede og ubehandlede planter – dette gjaldt både for pletter med fuldt gødet jord og for pletter, hvor jorden kun var tilført gødning uden fosfor, og det gjaldt for samtlige parametre (data ikke vist).

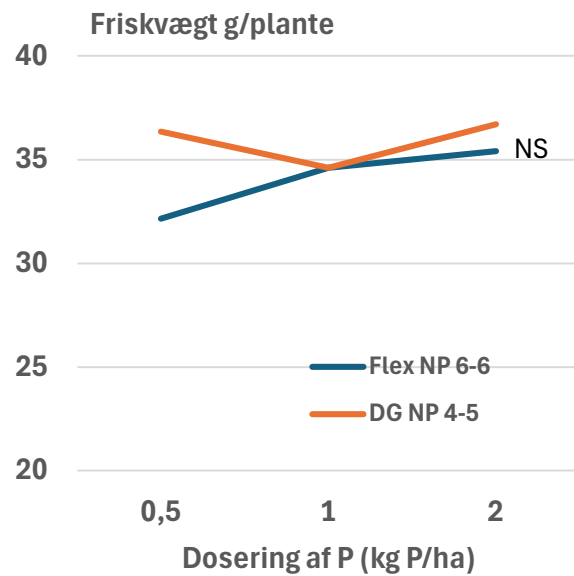


Figur 3. Friskvægt af sukkerroeplanter fra potteforsøg. Der blev observeret tydelig respons på fosfor i potteforsøg, især under tørre forhold (70-90% markkapacitet). Bogstaverne over graferne indikerer signifikante forskelle ($p=0,05$).



Figur 4. Resultater af potteforsøg med biostimulanter. Bogstaverne over graferne angiver, hvor der er statistisk sikre forskelle (ns = ikke signifikant forskel).

Formålet med forsøg "C" var at undersøge, hvordan sukkerroer tåler to forskellige fosforholdige gødninger – "Flex NP 6-6" og "DG NP 4-5" – når de bliver sprøjtet direkte på planterne. Behandlingen blev gentaget fire gange, og ved hver omgang samt lige før den afsluttende vurdering blev planterne tjekket for tegn på fytotoksicitet, altså skader forårsaget af fosforgødningen. Der blev ikke observeret nogen skade eller symptomer på fytotoksicitet. Målinger af friskvægt (figur 5) samt vurderinger af grønhed, vitalitet, bladlængde og antal blade viste ingen signifikante forskelle mellem de forskellige behandlinger (data ikke vist). Baseret på resultaterne fra dette potteforsøg kan bladgødninger vurderes som skånsomme over for roer ved alle tre testede doseringer. Det skal dog bemærkes, at forsøget blev gennemført i sensommeren og efteråret, hvilket betyder, at forholdene adskiller sig fra dem, man typisk møder i forårsmånederne med højere lysindstråling.



Figur 5. Resultater af potteforsøg for at vurdere roernes tolerance over bladgødsning. Bogstaverne over graferne angiver, hvor der er statistisk betydende forskelle (ns = ikke signifikant forskel).

Konklusion vedrørende potteforsøg

Generelt viste potteforsøgene, at det er muligt at demonstrere forskelle i sukkerroernes respons på varierende fosforindhold i jorden (figur 3). Potteforsøg kan derfor betragtes som en velegnet metode til at gennemføre fosforforsøg, især når det er vanskeligt at lave markforsøg i et vækstår med tilstrækkelig nedbør på afgørende tidspunkter. Biostimulant-forsøgene i potter indikerede, at "Biostim 82" potentielt kan bidrage til en bedre udnyttelse af fosfor, og at dette produkt derfor bør afprøves i et markforsøg i 2026. Forsøgene med bladgødninger viste ingen signifikante skader eller reduktion i sukkerroernes friskvægt og kan derfor opfattes som skånsomme over for afgrøden under sensommer- og efterårsforhold.



Foto 2. Undersøgelserne blev afsluttet ved at høste og veje planterne. Undervejs er planternes vækst og sundhed visuelt vurderet flere gange.