

OVERSIGT OVER LANDSFORSØGENE 2019

Forsøg og undersøgelser i
Dansk Landbrugsrådgivning

Samlet og udarbejdet af
LANDBRUG & FØDEVARER, PLANTEPRODUKTION
ved chefkonsulent Jon Birger Pedersen

Aktiviteterne er blandt andet støttet af:

Promilleafgiftsfonden for landbrug

Froafgiftsfonden

Fonden for **økologisk landbrug**

Innovationsfonden

Kartoffelafgiftsfonden



The project has received funding
from the European Union's Horizon
2020 research and innovation
programme under agreement No.
727284



dene undersøgt for kvalitetsmæssige parametre. I det vandede forsøg er der generelt observeret få stødpletter og lavt niveau af rust og skurv. I det uvandede forsøg på JB 4 er der observeret mere skurv, rust og flere stødpletter. I dette forsøg skiller led 6 sig ud, hvor der er tilført YaraVita KOMBIPHOS, ved at have mindre skurv og færre stødpletter. Der bør udføres flere forsøg, før der kan konkluderes på effekten af YaraVita KOMBIPHOS på effekten overfor disse kvalitetsparametre.

Der er udtaget bladprøver til planteanalyse 14 dage efter fremspiring. I forsøget på vandet JB 1 er indholdet af fosfor i planterne i området lavt til middel. Der er her en tendens til, at placering af NPK og dermed fosfor har medført en stigning i indholdet af fosfor i planten. I det andet forsøg er indholdet af fosfor middel til højt, og der ses ingen entydige effekter af strategierne på fosforindholdet i bladprøven.

En del af denne forsøgsplan blev også gennemført i 2018. I gennemsnit af forsøgene over begge år er der som forventet et signifikant merudbytte ved at anvende NPK-gødning og dermed fosfor, i stedet for kun at anvende NS-gødning og bredspredt patentkali. Der er ingen forskel mellem brugen af NPK 14-3-15 og 11-5-18, hvilket kan skyldes, at forsøgene i begge år er gennemført ved middel til høje fosfortal.

Økonomisk fosfropoptimum i spise- og stivelseskartofler

Fosfor bindes hårdt til jordpartiklernes aluminium-, jern- og calciumforbindelser og bevæger sig kun få millimeter i jordvandet. Rødderne skal derfor vokse hen til fosforkilden mellem jordpartiklerne, for at planten kan få glæde af udbragt fosfor. Fosfor er vigtig for at opnå tidlig plantevækst, tidlig knolddannelse og modenhed samt et højt indhold af stivelse. Kartoflernes rodnet går sjældent dybere end 60 cm, og 90 procent af rodnettet findes i de øverste 25 cm. Ved at koncentrere fosforgødning tæt på knolden øges tilgængeligheden.

Tidligere års forsøg viste en god effekt af at placere fosfor i kammen, og det samme er erfaret i udlandet. En anden mulighed er at placere fosforgødningen direkte i læggerillen ved lægning, så knolden lægges direkte oven på fosforstrengen. I 2015 blev der påbegyndt en forsøgsserie med sammenligning af bredspredt fosfor og placeret fosfor i kammen og i læggerillen ved forskellige fosforniveauer.

TABEL 14. Fosfropoptimum i stivelseskartofler. (Q25-Q28)

Stivelseskartofler	Fosfortype ¹⁾	Udbringningsmetode	Stivelse, pct.	Udb. og merudb. pr. ha			
				hkg knolde	hkg stivelse	netto ²⁾ , kr.	
<i>2019. 1 forsøg, Pt 4,3</i>							
1.	0	-	21,1	478	101	34.238	
2.	30	TSP	Bredspredt	20,8	38	7 1.867	
3.	60	TSP	Bredspredt	20,8	22	3 346	
4.	30	TSP	Placeret ³⁾	21,0	28	6 1.459	
5.	60	TSP	Placeret	20,8	15	2 -266	
6.	30	TSP	I læggerillen	21,0	28	5 1.323	
7.	60	TSP	I læggerillen	21,1	36	8 1.842	
8.	30+30	TSP	Bred + rille ⁴⁾	21,0	37	7 1.626	
9.	30+60	TSP	Bred + rille ⁴⁾	21,0	60	12 2.826	
10.	20+10	TSP + Flex F	Bred + rille ⁵⁾	21,0	8	2 -293	
LSD			ns	ns	ns		
<i>2017-2019. 5 forsøg</i>							
1.	0	-	20,4	576	117	39.892	
2.	30	TSP	Bredspredt	20,3	16	3 555	
3.	60	TSP	Bredspredt	20,3	22	4 510	
4.	30	TSP	Placeret ³⁾	20,5	22	5 1.218	
5.	60	TSP	Placeret	20,4	29	6 1.186	
6.	30	TSP	I læggerillen	20,6	-1	1 -132	
7.	60	TSP	I læggerillen	20,6	21	5 1.023	
8.	30+30	TSP	Bred + rille ⁴⁾	20,3	44	8 1.987	
LSD			ns	ns	ns		
<i>2015-2019. 9 forsøg</i>							
1.	0	-	20,7	575	119	40.406	
2.	30	TSP	Bredspredt	20,8	14	3 735	
3.	60	TSP	Bredspredt	20,8	24	5 911	
4.	30	TSP	Placeret ³⁾	20,8	20	5 1.153	
5.	60	TSP	Placeret	20,6	25	5 880	
6.	30	TSP	I læggerillen	20,8	6	2 262	
LSD			ns	14	3		
<i>2018-2019. 3 forsøg</i>							
2.	30	TSP	Bredspredt	20,2	572	116	38.919
10.	20+10	TSP + Flex F	Bred + rille ⁵⁾	20,3	-11	-2 -953	
LSD			ns	ns	ns		

¹⁾ TSP = fast triplesuperfosfat, Flex F = flydende Flex Fertilizer NP 5-8
²⁾ Nettoudbyttet er baseret på en stivelsespris på 3,40 kr. pr. kg, 12,16 kr. pr. kg fosfor i TSP, 40 kr. pr. kg P i Flex Fertilizer og 80 kr. pr. hektar for udbringning.
³⁾ Placeret lidt under og lidt ved siden af knolden.
⁴⁾ Halvdelen er bredspredt, og halvdelen er placeret i læggerillen.
⁵⁾ Flex Fertilizer NP 5-8 er blandet sammen med Monceren ved lægningen og sprøjet direkte på kartoflen ved lægning.

I 2019 er disse forsøg gennemført for sidste år; og der er gennemført i alt tre forsøg i henholdsvis spise- og stivelseskartofler ved Arnborg og Dronninglund.

Stivelseskartofler

Der er gennemført ét forsøg i stivelseskartofler på JB 1 ved Arnborg, og forsøgsplan og resultater ses i tabel 14. Der er målt et lille og ikke-signifikant merudbytte for tilførsel af fosfor. Der er lidt større udbytter ved placering af fosfor sammenlignet med bredspredning. De største

merudbytter er dog opnået ved tilførsel af 90 kg fosfor pr. ha, hvor 30 kg fosfor er placeret i læggerillen. Stivelsesprocenten er uafhængig af fosformængde og udbringningsmetode.

I ni forsøg gennemført fra 2015-2019 er de tre udbringningsmetoder afprøvet med både 30 og 60 kg fosfor pr. ha. Der er signifikant effekt af at udbringe 30 kg fosfor pr. ha. Der er en tendens til større udbytte ved 60 kg end ved 30 kg fosfor pr. ha, men forskellen er ikke signifikant.

Resultaterne tyder på, at den optimale fosformængde generelt ligger over 30 kg fosfor pr. ha, selvom fosfortallet i jorden ligger over 3. Det kan derfor anbefales at prioritere en relativ stor andel af bedriftens fosforkvot i handelsgødning til kartoflerne, selvom de ikke optager hele den tildelte mængde. Et eventuelt overskud vil blive udnyttet af de efterfølgende afgrøder i sædskiftet.

I forsøgene i 2018 og 2019 har der indgået et forsøgsled med udbringning af 10 kg fosfor pr. ha i Flex Fertilizer, som er udsprøjtet på knoldene sammen med bejdsemidlet ved lægningen. I gennemsnit af tre forsøg har udsprøjtningen af fosfor ikke givet signifikant forskellig udbytte i forhold til bredspredning af al fosfor i form af triplesuperfosfat.

Forsøgene med fastsættelse af fosforoptimum til stivelseskartofler afsluttes hermed.

Spisekartofler

I 2019 er der gennemført to forsøg ved henholdsvis Arnborg og Dronninglund. Forsøgsplan og resultater ses i tabel 15. I forsøgene er høstet et lille og ikke signifikant merudbytte for tilførsel af fosfor. Der er en svag tendens til, at udbyttet er lidt større, hvor der er tilført 60 eller 90 kg fosfor pr. ha, end hvor der er tilført 30 kg.

I 2017-2019 er gennemført i alt fem forsøg med fosforstrategier i spisekartofler. I gennemsnit af forsøgene er der ikke effekt af hverken fosformængder eller udbringningsmetoder. Der er dog en tendens til, at udbyttet stiger med stigende fosfortilførsel op til 60 kg fosfor pr. ha.

Der er også en tendens til, at andelen af kartofler, større end 60 millimeter, er højere ved tilførsel af fosfor end uden (data ikke vist i tabellen). Det kan skyldes, at knold-sætningen sker tidligere ved tilførsel af fosfor, og at de fosforgødede kartofler derfor er større ved optagning.

TABEL 15. Fosforoptimum i spisekartofler. (Q29-Q31)

Spisekartofler	Gødningstype ¹⁾	Udbringningsmetode	Udb. og merudb. pr. ha	
			hkg knolde	netto ²⁾ , kr.
<i>2019. 2 forsøg, Pt 4,5-5,0</i>				
1.	0	-	547	68.824
2.	30	TSP	4	-205
3.	60	TSP	13	461
4.	30	TSP	Placeret ³⁾	-4
5.	60	TSP	Placeret	5
6.	30	TSP	I læggerillen	-2
7.	60	TSP	I læggerillen	12
8.	30+30	TSP	Bred + rille ⁴⁾	1
9.	60+30	TSP	Bred + rille ⁴⁾	13
10.	20+10	TSP + Flex F	Bred + rille ⁵⁾	-2
LSD			ns	
<i>2017-2019. 5 forsøg</i>				
1.	0	-	456	55.244
2.	30	TSP	Bredspredt	20
3.	60	TSP	Bredspredt	41
4.	30	TSP	Placeret ³⁾	21
5.	60	TSP	Placeret	41
6.	30	TSP	I læggerillen	26
7.	60	TSP	I læggerillen	40
8.	30+30	TSP	Bred + rille ⁴⁾	51
LSD			ns	
<i>2018-2019. 3 forsøg</i>				
2.	30	TSP	Bredspredt	518
10.	20+10	TSP + Flex F	Bred + rille ⁵⁾	4
LSD			ns	

¹⁾ TSP = triplesuperfosfat, Flex F = Flex Fertilizer NP 5-8

²⁾ Nettoudbyttet er baseret på en pris på 12,16 kr. pr. kg fosfor i TSP, 40 kr. pr. kg P i Flex F og 80 kr. pr. hektar for udbringning. Nettoudbyttet er beregnet ud fra et smudstab på 10 procent, og en pris på kartofler på 140 kr. pr. hkg for knolde under 60 mm og 100 kr. pr. hkg for knolde over 60 mm.

³⁾ Placeret lidt under og lidt ved siden af knolden.

⁴⁾ Halvdelen er bredspredt, og halvdelen er placeret i læggerillen.

⁵⁾ Flex Fertilizer NP 5-8 er blandet sammen med Monceren ved lægningen og sprøjtet direkte på kartoflen ved lægning.

STRATEGI

Strategi for fosfortilførsel til spise- og stivelseskartofler

Spise- og stivelseskartofler responderer godt på tilførsel af fosfor i handelsgødning. Prioriter derfor kartoflerne med en stor andel af bedriftens kvote for fosfor i handelsgødning – gerne op til 60 kg fosfor pr. ha. Andre afgrøder i sædskiftet nedprioriteres derved, men de efterfølgende afgrøder får gavn af et eventuelt overskud i kartoflerne. Der er kun beskednen forskel på udbringningsmetoderne, men der er en tendens til, at man opnår den bedste effekt af at placere en del af fosfor i læggerillen og bredspredde resten. Derimod ser det ikke ud til, at det kan anbefales at sprøjte flydende fosforgødning direkte på knolden i forbindelse med lægning.

I forsøgene i 2018 og 2019 har der indgået et forsøgsled med udbringning af 10 kg fosfor pr. ha i Flex Fertilizer, som er udspøjtet på knoldene sammen med bejdsemidlet ved lægningen. I gennemsnit af tre forsøg har udspøjtningen af fosfor ikke resulteret i signifikant forskelligt udbytte i forhold til bredspredning af al fosfor i form af triplsuperfosfat.

Forsøgene med fastsættelse af fosforoptimum til spisepotter afsluttes hermed.

Udspøjtning af flydende fosfor i kammen over stivelseskartofler

Kartofler kvitterer rigtig godt for tilførsel af fosfor. Flydende fosfor til kartofler tildeles normalt samtidig med bejdsemiddel mod rodfiltsvamp ved lægning, og fosfor sprøjtes direkte på knolden. Det sker i form af gødning med relativ lav pH. Det er dog en relativ dyr gødning, og den sure gødning kan være aggressiv mod læggemateriellet. På grund af skaderisiko har det derfor været begrænset, hvor meget fosfor der kunne tildeles. En ny tildelingsmetode går ud på at udspøjt flydende fosfor i jordprofilen ved dækning af kartoflerne, så knoldene ikke rammes direkte. Denne metode gør det muligt at bruge billigere fosfortyper med højere fosforindhold. Metoden anvendes kommercielt i USA.

Ved Dronninglund er der gennemført to enkle forsøg på JB 2 med et fosfortal på 4,4, hvor 20 kg fosfor pr. ha i flydende DanGødning NP 11-16 er udspøjtet i kammen. Som grundgødning er der tilført 6 kg fosfor i K2 (protamylasse) (tabel 16).

I begge forsøg er høstet et merudbytte for tilførsel af flydende fosfor i kammen, og i gennemsnit af de to forsøg er merudbyttet statistisk signifikant. De enkle forsøgsdesign tillader ikke en tolkning af, om merudbyttet skyldes

tilførsel af 20 kg fosfor udover grundgødskningen, eller om det skyldes placeringen i kammen.

Forsøg med protamylasse/K2 til stivelseskartofler

Protamylasse/K2 er et restprodukt fra fremstilling af kartoffelmel med et meget højt indhold af kalium. Protamylasse/K2 anvendes som et flydende gødningsprodukt til blandt andet stivelseskartofler. Kalium findes som vandopløselige kaliumioner i produktet, og det forventes derfor, at kalium i protamylasse/K2 stort set er lige så plantetilgængeligt som i eksempelvis Patentkali (kaliumsulfat).

Der blev i 2017 og 2018 gennemført i alt tre forsøg med protamylasse/K2, hvor resultaterne tydede på, at udnyttelsen af kalium i protamylasse/K2 er omkring 100 procent. I 2019 er gennemført endnu et forsøg ved Arnborg på JB1 efter et anderledes forsøgsdesign, hvor udnyttelsen af kalium i protamylasse/K2 kan vurderes ud fra en referenceløse med stigende mængder kalium tilført i kaliumsulfat. Referenceløsen gør det også muligt at beregne den økonomisk optimale kaliummængde. Kvælstof, fosfor og magnesium er afstemt til samme niveau i alle forsøgsled, og i afstemningen er det antaget, at 80 procent af totalkvælstof i Protamylasse/K2 er plantetilgængeligt. Resultatet kan ses i tabel 17 og figur 7.

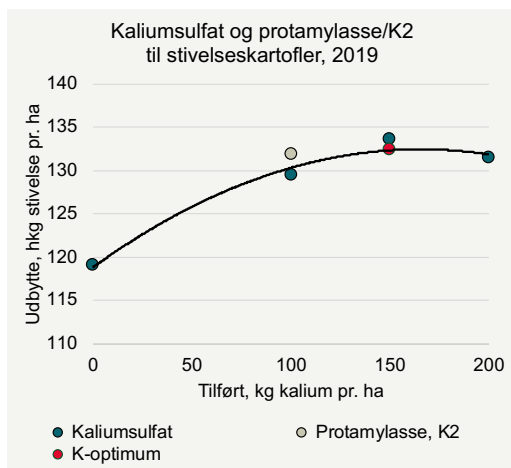
Stivelsesudbyttet ved 100 kg kalium pr. ha er lidt højere ved anvendelse af Protamylasse/K2 end af kaliumsulfat,

TABEL 16. Flydende fosfor til stivelseskartofler. (Q32)

Stivelseskartofler	Stivelse, pct.	Udb. og merudb. pr. ha		
		hkg knolde	hkg stivelse	netto ²⁾ , kr.
2019. 2 forsøg, Pt 4,4 og 4,4				
1. 0 kg P ¹⁾	21,4	621	133	45.220
2. 20 P i NP 11-16 sprøjtet ud i kam ¹⁾	21,6	35	8	2.533
LSD	ns	30	4	

¹⁾ Derudover er der grundgødsket med ca. 6 kg P i K2, og der er tilført 14 kg N i led 1 i NS 27-4

²⁾ Nettoudbyttet er baseret på en stivelsespris på 3,40 kr. pr. kg, 12,16 kr. pr. kg fosfor og 80 kr. pr. hektar for udbringning.



FIGUR 7. Stivelsesudbytte som funktion af tilførslen af kalium i kaliumsulfat eller protamylasse/K2. Kurven er et tilpasset andengradspolynomium. Det optimale kaliumniveau er beregnet til 150 kg kalium pr. ha ved brug af protamylasse/K2.