

## BLADGØDSKNING AF KARTOFLER

STØTTET AF

**Kartoffel**afgiftsfonden

Effekten af bladgødskning med fosfor og mikronæringsstoffer på udbyttet i kartofler

### INDHOLD

- [Opsummering](#)
- [Bladgødskning generelt](#)
- [Kartoflers bladoptagelse og mulige udbytteeffekter](#)
- [Resultater fra Danmark](#)
- [Resultater fra Europæiske lande](#)
- [Bladgødskning ved næringsstofmangel og sygdomsangreb](#)
- [Konkluderende bemærkninger](#)
- [Litteraturliste](#)

[Til top](#)

### Opsummering

De fleste forsøg med bladgødskning i kartofler er gennemført på ensartede, velgødede jorde.

Ved en gennemgang af litteraturen er der ganske få danske eller andre nordeuropæiske forsøg, som viser et statistisk sikkert merudbytte ved brug af bladgødskning med de eksisterende bladgødskningsmidler og udbringningsmetoder. Nyere undersøgelser fra Københavns Universitet viser, at eksempelvis fosfor nemt optages og translokteres i kartofler, men at en succesfuld optagelse forudsætter gentagen behandling, bladfugt (24 timer), tilsætning af spredklæbemidler og korrekt opløselighed (POD-værdi).

Effekter på udbyttet kan muligvis opnås ved at afhjælpe mangelsymptomer forårsaget af dyrkning i områder med lav næringsstoffilgængelighed eller ved brug af bladgødskning på baggrund af bladanalyser. På baggrund af litteraturstudiet kan bladgødskning ikke generelt anbefales i praksis med mindre, at der er mangelsymptomer. Før nye typer af bladgødning midler tages i anvendelse bør nettogevinsten for landmanden dokumenteres i markforsøg.

## Til top

# Bladgødskning generelt

Rodoptagelse er den naturlige vej for næringsstoffoptagelse i planter. Bladgødskning bruges derfor som supplement til næringsstoffer optaget fra jorden, og bliver hovedsageligt anvendt til behandling ved mangelsymptomer i de tilfælde, hvor optagelsen gennem rødderne er begrænset. Den forventede effekt er derfor ofte en opretholdelse af det forventede udbytte, snarere end det er et direkte øget udbytte (Eichert & Fernandez, 2012). Optagelse direkte gennem bladene, hvor der inden blomstringsfasen er størst behov for næringsstoffer, kan dog have en hurtigere og mere effektiv virkning end næringsstoffoptagelse gennem rødderne. En høj risiko for bladsvidning sætter imidlertid en begrænsning for mængden af næringsstoffer, der kan optages gennem bladet (Stark & Love, 2003).

Forsøg på at øge udbyttet i tilfælde, hvor der ikke er sikker næringsstoffmangel, kan give skader som tab af blade med nedsat udbytte som følge. Der kan især være risiko for næringsstoffubalance ved brug af makronæringsstoffer, eller hvis bladgødskningen kun består af et enkelt næringsstof. De bedste effekter af bladgødskning ses i tilfælde, hvor jorden har lav næringsstoffilgængelighed, f.eks. jord med meget høj/lav pH eller i tørre perioder, hvor næringsstoffoptagelsen gennem rødderne er begrænset af vandmangel (Eichert & Fernandez, 2012). I vores egne, udgør hårdt bundne næringsstoffer eller tørke sjældent store problemer.

# Til top

## Kartoflers bladoptagelse og mulige udbytteeffekter

I frugt- og grøntsagsproduktion bruges bladgødskning rutinemæssigt i afgrødens modningsfase for at afhjælpe periodevise mangelsymptomer. Den lave mobilitet af calcium i planter bevirker, at forsyningen til frugter under modning ofte ikke kan dække behovet lokalt i frugten. Desuden sker der et fald i rodoptagelsen, når planterne påbegynder blomstringsfasen, og den ringere optagelse af næringsstoffer gennem rødderne fortsætter mens frugterne udvikles. Det kan ofte medføre mangelsygdomme som griffelråd i tomater eller priksyge i æbler. Bladgødskning direkte på frugter og blade kan kompensere for den ringere rodoptagelse, og bruges derfor rutinemæssigt i frugt- og grøntsagsproduktion (Eichert & Fernandez, 2012).

Effekten af bladgødskning i rodfrugter, som kartofler, er ikke så ligefrem, som i anden frugt- og grøntsagsproduktion, da det ikke er muligt at sprøjte næringsstoffer direkte på knoldene under dyrkningen. Derfor kan kartofler ikke, på samme måde som frugttræer, have fordel af at få tildelt gødning med immobile næringsstoffer direkte på frugterne. Virkningen af bladgødskning er dog ikke udelukket i kartofler, selvom det kan være sværere at måle en direkte udbytteeffekt.

Mangan tilføres ofte som bladgødskning i forskellige afgrøder, fordi manganmangel som oftest forårsages af jordens pH, snarere end af lave mangankoncentrationer i jorden. Bredspredning af mangan har i sådanne tilfælde kun ringe effekt, da det omdannes til manganoxider, som ikke kan optages af planter (Nutrinostica, 2020). Men selvom mangan typisk tildeles som bladgødskning, findes der kun ganske få kendte undersøgelser af bladgødskning med mangan i kartofler. De eksisterende undersøgelser er nævnt i denne artikel, og ingen af dem viser en sikker effekt på udbyttet. Kartofler er trods dette en af de afgrøder, som rutinemæssigt får 1-2 behandlinger med mangan. Typisk udbringes 2-3 kg mangansulfat + spredetklæbemiddel i marker, som er disponeret for manganmangel. Effekten af bladgødskning med mangan er velundersøgt i afgrøder som vårbyg og vinterhvede; men i kartofler er der ikke forsøg, som viser en god effekt af mangan.

Københavns universitet har undersøgt kartoflers evne til at optage næringsstoffer gennem bladene og viser, at kartofler har en ganske effektiv bladoptagelse; et langt højere potentiale end bladoptagelse i byg. Der er lavet undersøgelser af både mangan og fosfor. Da mangan, som før nævnt, er immobilt i phloemet, bliver det i det område af bladet, hvor gødningen er påført – og har derfor kun en direkte effekt i det begrænsede område af bladet. Fosfor derimod, kan både optages i ganske store mængder. Omkring halvdelen af det fosfor, som påføres kartoffelblade optages i planter over en periode på ti dage. Fosfor transporteres rundt i hele planten; men størstedelen af bladgødskningen transporteres til kartofflens vækstpunkt. (Husted, 2019).

Undersøgelserne fra Københavns universitet viser også, at det ikke er alle formuleringer af

bladgødskning, som optages gennem bladet. De valgte næringsalte skal have den rette opløselighed, og dråberne skal helst hæfte til bladet i 24 timer. Det kræver den helt rette sammensætning af næringsalte og spredklæbemiddel i gødningsblandingen. Endeligt kræver bladoptagelsen 24 timer med luftfugtighed uden regn (Husted, 2019), hvilket i perioder kan være svært at opnå i praktisk landbrug. Der er endnu ikke lavet forsøg fra Københavns universitet, som måler udbyttet i bladgødskede kartofler, og det har ikke været muligt at finde andre videnskabelige undersøgelser fra Nordeuropa, som viser en klar udbytteeffekt.

## Til top Resultater fra Danmark

Midler, som er tilgængelige på det danske marked, bliver løbende testet i Landsforsøgene. Der blev udført 12 forsøg i perioden 2002 – 2004 med bladgødskningerne EPSO Top (Mg, S), EPSO Microtop (Mg, S, Mn, B) eller mangansulfat (Mn, S). Selvom der blev målt et markant højere indhold af Mn og B i bladene, påvirkede det ikke knoldenes stivelsesprocent, og der var kun en lille og svingende effekt på udbyttet. Mangansulfat gav det største merudbytte i 2002, men gav negative merudbytter i både 2003 og 2004. Udbytterne de forskellige år er vist i tabel 1 nedenfor.

**Tabel 1.** Effekten af EPSO-top (Mg, S), EPSO Microtop (Mg, S, Mn, B) og mangansulfat (Mn, S) på udbytte og merudbytte i stivelseskartofler i perioden 2002-2004 (Oversigt over Landsforsøgene 2004, side 282).

Stivelseskartofler	Bladgødsket, kg pr. ha		Udbytte og merudb., hkg knolde pr. ha		
	Mg	Mn	2002	2003	2004
<i>Antal forsøg</i>			4	4	4
Ubehandlet			<b>536</b>	<b>556</b>	<b>534</b>
2 x 22,5 kg EPSO Top <sup>1)</sup>	4,4		-	-6	4
2 x 25 kg EPSO Microtop <sup>1)</sup>	4,4	0,25	11	-1	6
2 x mangansulfat <sup>1)</sup>	0,0	2,70	21	-12	-6
<i>LSD</i>			<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>

<sup>1)</sup> 1. og 2. behandling i henholdsvis vækststadium 31 og 39.

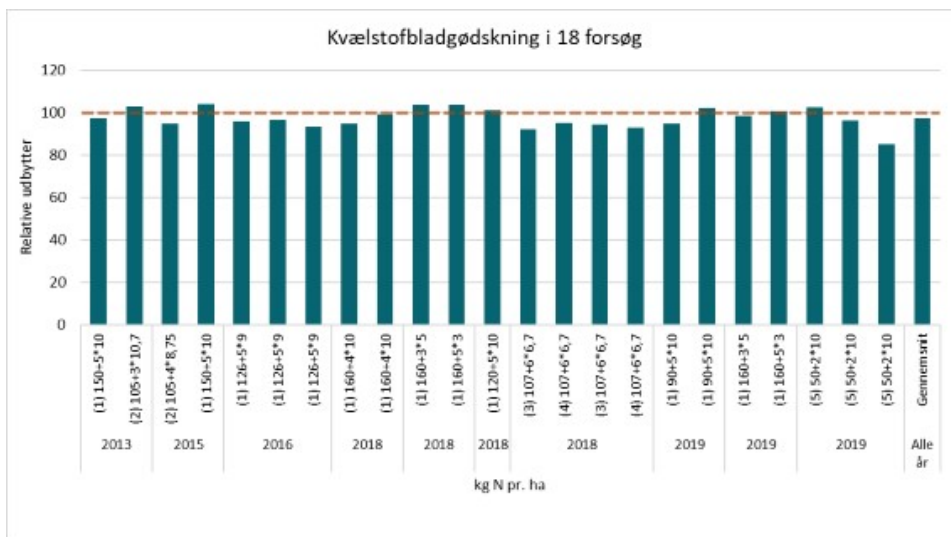
Mangansulfat er tilsat 0,2 liter Lissapol Bio.

Forsøgene er kun sprøjtet med Shirlan og Ranman mod kartoffelskimmel.

I 2007 blev der udført to forsøgsserier med bladgødskning i kartofler. I den ene forsøgsserie blev der anvendt Potato Micronutrient Complex (NO<sup>3-</sup>, Mg, Ca). Resultaterne viste et

gennemsnitligt merudbytte på 6,3 hkg knolde pr. ha i forhold til ubehandlede forsøgsled. Merudbyttet var for lille til at være statistisk sikkert og for lille til at give en økonomisk fordel (Oversigt over Landsforsøgene 2007, Tabelbilag Q60). Den anden forsøgsserie testede Humifirst, som indeholder ekstrakter fra humus og 5,5 % kalium. Resultaterne viste ingen statistisk sikker forskel i udbytte eller stivelsesindhold mellem de forskellige behandlinger (Oversigt over Landsforsøgene 2007, tabelbilag Q59).

Fra 2013 og frem er der lavet 18 forsøg med forskellige typer af kvælstofbaseret bladgødskning (bl.a. Bionutrias NS 15-2, Flex foliar N-18 og Danggødning N-18). De forskellige produkter er testet i både spise-, lægge- og stivelseskartofler og mod flere typer af grundgødskning; men det har ikke været muligt at eftervise en sikker effekt på hverken udbytte eller kvalitet af kartoflerne. Selvom alle forsøg med bladgødskning er sammenlignet med grundbehandlinger, som har fået tildelt den samme totale mængde kvælstof, viser et gennemsnit, at udbyttet er lidt lavere, når en del af den samlede N-tildeling udbringes som bladgødskning. Kigger man udelukkende på forsøg i stivelseskartofler, er der også en negativ gennemsnitlig udbytteeffekt for tildeling af bladgødskning. Kvælstofoptimum svinger betydeligt mellem årene. Det kan betyde at stivelseskartofler i nogle tilfælde får for meget kvælstof, og dermed et lavere stivelsesudbytte som følge af en højere kvælstofudnyttelse ved sen tildeling af bladgødskning. I 2016 var forklaringen på de negative merudbytter svidningskader. Opgørelse af resultater fra 2013-2019 er vist i figur 1.

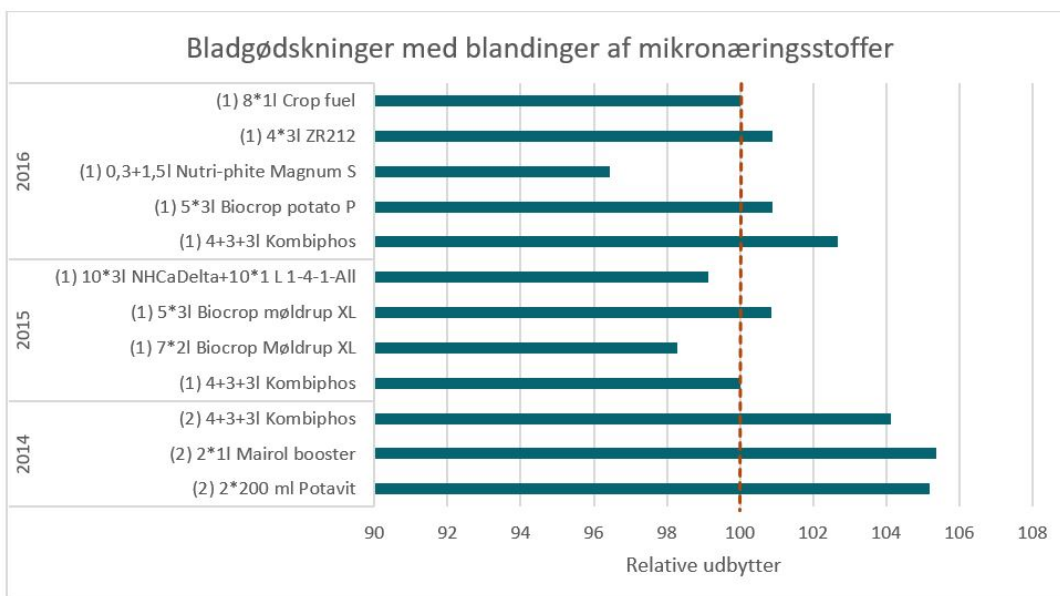


- (1) Stivelseskartofler grundgødet med handelsgødning. Effekten af bladgødskning er beregnet ud fra stivelsesudbyttet.
- (2) Spisekartofler grundgødet med handelsgødning. Effekten af bladgødskning er beregnet ud fra knoldudbyttet.
- (3) Stivelseskartofler grundgødet med husdyrgødning. Effekten af bladgødskning er beregnet ud fra stivelsesudbyttet.
- (4) Stivelseskartofler grundgødet med husdyrgødning tilsat nitrifikationshæmmere. Effekten af bladgødskning er beregnet ud fra stivelsesudbyttet.
- (5) Læggekartofler grundgødet med handelsgødning. Effekten af bladgødskning er beregnet ud

fra knoldudbyttet.

**Figur 1.** Effekten af forskellige typer af kvælstofbladgødskning på stivelsesudbyttet i stivelseskartofler og knoldudbyttet i spise- og læggekartofler i perioden 2013-2019 (Oversigt over Landsforsøgene 2013 side 316, Oversigt over Landsforsøgene 2015 side 291, Oversigt over Landsforsøgene 2016 side 304, Oversigt over Landsforsøgene 2018 side 279 og 283, oversigt over Landsforsøgene 2019 side 270-272.

Fra 2014-2016 er forskellige typer af bladgødskninger med mikronæringsstoffer og/eller fosfor blevet testet i stivelseskartofler og spisekartofler (figur 2). De relative udbytter er beregnet ud fra en sammenligning med grundbehandling med Monceren. De positive effekter i 2014 er meget usikre som følge af et reduceret udbytte i kontrolbehandlingen med Monceren sammenlignet med ubehandlede parceller. Variationen og usikkerheden i forsøgene er derfor for stor til at kunne give en sikker vurdering af effekten af bladgødskning.



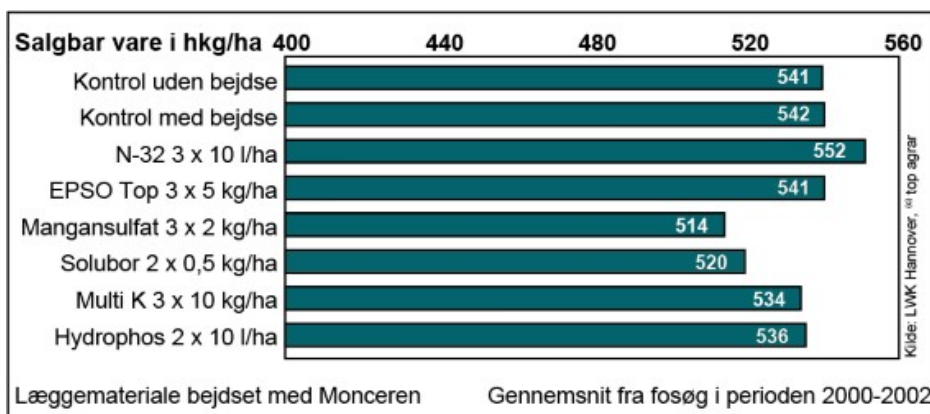
**Figur 2.** Effekten af forskellige typer af bladgødskning med fosfor og mikronæringsstoffer på stivelsesudbyttet i stivelseskartofler og knoldudbyttet i spisekartofler i perioden 2014-2016. (Oversigt over Landsforsøgene 2014 side 312, Oversigt over Landsforsøgene 2015 side 297, Oversigt over Landsforsøgene 2016 side 308).

De fleste forhandlere af bladgødskningspræparater angiver, at de kan øge udbyttet eller give en mere ensartet fordeling af knoldenes størrelse, men forsøgsgrundlaget, som beskriver effekten under danske forhold, er forholdsvis spinkelt. Midlernes små og statistisk usikre effekter på udbyttet kan hurtigt maskeres af årsvariationer og klimatiske udsving. Det er ikke lykkedes at eftervise hverken et øget udbytte eller et økonomisk merudbytte ved brug af forskellige bladgødskninger i kartofler i mere end 30 landsforsøg de sidste 15 år (Oversigt over landsforsøgene 2002-2019). Dette gælder de hidtil formulerede bladgødskningsmidler. Nyere formuleringer eller anvendelse af bladgødskning i kombination med bladanalyser for næringsstofmangel kan være en vej til at opnå positive effekter af en bladgødskning.

Før 2000 er der lavet enkelte forsøg med bladgødskning i kartofler. To forsøg med Hydrophos (magnesium og fosfor) fra 1991 viser at udbyttet kun blev påvirket med mellem -3 og 3 hkg pr. ha. (oversigt over landsforsøgene 1991 side 237). Der er også lavet tre forsøg med bladgødskning med mangansulfat i perioden 1914 – 1980. Effekten på udbyttet var -12, -2 og 10 hkg pr. ha (Sammendrag af danske forsøg med gødskning i kartofler i perioden 1914-78). Selv ved en gennemgang af danske forsøg mere end 100 år tilbage, er der altså ingen forsøg, som viser at bladgødskning af kartofler kan give en sikker økonomisk fordel.

## TIL TOP RESULTATER FRA ANDRE EUROPÆISKE LANDE

Tyske undersøgelser fra 2000-2002 testede effekten af forskellige bladgødskninger på kartofler i syv forsøg. Der blev ikke opnået nogle signifikante forskelle mellem behandlingerne. Der var tendens til merudbytte for udsprøjtning af N-32, men derimod tendens til mindre udbytte for mangansulfat og bor. Resultaterne er vist i figur 3. Den tyske undersøgelse konkluderer, at bladgødskning kun er økonomisk rentabelt i tilfælde af næringsstofmangel. Udover udgifterne til næringsstoffer, kan bladgødskningen tilmed risikere at medføre et mindre udbyttetab.



**Figur 3.** Effekten af bladgødskning i sorten Saturna med kvælstof (N-32), fosfor (Hydrophos), kalium (Multi-K), magnesium og svovl (EPSO-top), bor (solubor) og mangan (mangansulfat). Fra Top agrar 2004 (4).

Engelske undersøgelser fra 2001 viser, at bladgødskning med fosfor optages effektivt af kartoffelplanten; men giver svingende effekt på udbyttet. Undersøgelsen omfattede 22 forsøg i perioden 1986 – 2000, hvori der ikke blev fundet statistisk sikker effekt på hverken størrelsesfordelingen eller udbyttet i nogle af forsøgene, selvom to af forsøgene var anlagt på jord uden grundgødskning og med lave fosfortal. I artiklen nævnes desuden, at hidtil har ingen engelske undersøgelser helt tilbage til 1970'erne kunnet påvise en positiv effekt af bladgødskning med fosfor på hverken størrelsesfordelingen eller udbyttet. På trods af de



svingende resultater bliver bladgødskning med fosfor almindeligt brugt i England (Allison et al., 2001).

Forsøg fra Skotland med 23 forskellige kartoffelsorter og deres reaktion på zink bladgødskning viste, at bladenes koncentration af zink steg markant, mens knoldenes zink koncentration kun steg ganske lidt. Behandlingerne resulterede i en negativ effekt på toppens biomasse og på knoldudbyttet. De behandlinger, som fik de højeste doseringer, gav mindst udbytte og havde mindst bladareal (White et al., 2012).

En svensk undersøgelse fra 2012 brugte fosfor i fem forskellige koncentrationer til bladgødskning af kartofler dyrket i væksthuse. Knold- og bladprøver viste, at fosforindholdet steg betydeligt i både knolde og blade; men kun de kartoffelplanter, som voksede med tilstrækkeligt vand, reagerede positivt på fosfor bladgødskning og producerede et højere knoldudbytte og mere biomasse, hvilket er i modstrid med en generel formodning om at bladgødskning har bedst effekt under tørre forhold (Eichert & Fernandez, 2012). Kartoffelplanter, som voksede under tørre forhold, reagerede ikke på fosfor bladgødskning. Det kunne ikke udelukkes at forskellene i udbytte afhang af planternes vandstatus, og det blev konkluderet at bladgødskning med fosfor forøgede de positive virkninger af vanding (Ekeløf et al., 2012).

## Til top Bladgødskning ved næringsstofmangel og sygdomsangreb

I litteraturen ses som regel ingen effekt af bladgødskning i danske eller europæiske forsøg, hvor det generelle indhold af mikronæringsstoffer i landbrugsjord er forholdsvist højt. Det kan ikke afvises, at bladgødskning i kartofler kan have en gavnlig effekt på udbytte under ufavorable dyrkningsforhold. Forsøg i Indien har for eksempel vist et statistisk sikkert merudbytte og stivelsesprocent ved tilførsel af B og S bladgødskning (Singh et al., 2018). I Egypten har man også kunnet vise en signifikant udbytteeffekt ved brug af bladgødskning med folifertile (mikro- og makronæringsstoffer) i kartofler grundgødsket med NPK (Mona et al., 2012). Ligeledes har et markforsøg fra Irak grundgødsket med 200 kg DAP vist stort merudbytte ved brug af Alaska Foliar fertilizer bladgødskning (N, P, K, Fe, Cu, Mn, Zn, B, Mo) i forhold til ubehandlede kartofler (Jasim, 2013). Men selv på næringsfattige jorde er der også eksempler på forsøg med bladgødskningen, som ikke har givet en effekt på udbyttet i kartofler: Et tunesisk forsøg med kalium bladgødskning af kartofler viste ingen signifikant effekt på udbyttet (Dkhil et al., 2011). Dyrkningsforholdene i disse lande er meget forskellige og kan ikke umiddelbart overføres til danske forhold.



I Danmark er der i specielt produktionen af stivelseskartofler ofte et anstrengt sædskifte. En engelsk undersøgelse har vist, at det ikke er muligt at kompensere for dårlig rodvækst, som følge af angreb af kartoffelcystenematoder, ved hjælp af bladgødskning trods af at bladgødskningen forbedrede plantens indhold af næringsstoffer (Grove et al., 1999).

## Konkluderende bemærkninger

Som konkluderet i de tyske undersøgelser er der yderst sparsom dokumentation for en positiv effekt af bladgødskning i kartofler. Landbrugsjorde i Danmark og resten af Europa er som regel velforsynede med mikronæringsstoffer, hvilket bevirker, at der tilsyneladende ikke er et generelt behov for bladgødskning. Det kan ikke udelukkes, at nye formuleringer af bladgødskningsmidler og anvendelsen i kombination med bladanalyser kan have en positiv effekt på udbytte og kvalitet. Forsøgsresultater kan pt. ikke dokumentere dette, og før, at de tages i anvendelse generelt, bør nettogevinsten for landmanden dokumenteres for ikke at forringe det økonomiske resultat. Dokumentationen bør ske over flere år, på forskellige jordtyper og vækststadier

## Til top Litteraturliste

Allison MF, Fowler JH and Allen EJ (2001): Effects of soil- and foliar-applied phosphorous fertilizers on the potato (*Solanum tuberosum*) crop. *Journal of agricultural science* 137, 379-395.

Dkhil BB, Denden M & Aboud S (2011): Foliar potassium fertilization and its effect on growth, yield and quality of potato grown under loam-sandy soil and semi-arid conditions.

Eichert T & Fernandez V: Uptake and release of elements by leaves and other aerial parts. Kapitel 4 fra: Petra Marschner (2012): Mineral nutrition of higher plants, side 71-84.

Ekeløf J E, Asp H & Jensen E S (2012): Potato yield response to foliar application of phosphorous as affected by soil moisture and available soil phosphorous. *Acta agricultura Scandinavia Section B, Soil and Plant science* 62, 637-643.

Grove I G, Haydock P P J, Evens K & Lewis D J (1999): Basal fertilizer application method, tuber initiation nitrogen, foliar NPK and the tolerance of potatoes to infection by the potato cyst nematodes *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*. *Annals of applied biology* 134, 205-214.

Husted S (2019): Præsentation på kartoffel workshop, SEGES, december 2019.

Jasim A L (2013): Effect of foliar fertilizer on growth and yield of seven potato cultivars (*Solanum*

tuberosum L.) Scientific papers, series B, horticulture, vol. LVII, 77-80.

Besøgt den 13-01-2020

Mona EE, Ibrahim SA & Manal FM (2012): Combined effect of NPK levels and foliar nutritional compounds on growth and yield parameters of potato plant (*Solanum tuberosum* L.). African journal of microbiology 6 (24) 5100-5109.

[NutriNostica](#) (2020)

Besøgt den 13-01-2020

Oversigt over landsforsøgene 2018, afsnit om kartofler side 269-296.

Oversigt over landsforsøgene 2017, afsnit om kartofler side 283-306.

Oversigt over landsforsøgene 2016, afsnit om kartofler side 298-320.

Oversigt over landsforsøgene 2015, afsnit om kartofler side 282-308.

Oversigt over landsforsøgene 2014, afsnit om kartofler side 297-321.

Oversigt over landsforsøgene 2007, afsnit om kartofler side 290-310.

Oversigt over landsforsøgene 2004, afsnit om kartofler side 272-290.

Oversigt over landsforsøgene 1991, afsnit om kartofler side 236-241.

Sammendrag af danske forsøg med dødskniv af kartofler i perioden 1914 – 1978. Statens planteavlfsforsøg beretning nr. S 1460.

Singh S K, Sharma M, Reddy K R & Venkatesh T (2018): Integrated application of boron and Sulphur to improve quality and economic yield in potato. Journal of environmental biology 39, 204-210

Stark J C & Love S L (2003): Potato production systems. University of Idaho, center for potato research and education.

Top agrar 2004 nummer 4, side 84-86: Lohnt die Blattdüngung zu kartoffeln?

White P J, Broadley M R, Hammond J P, Ramsay G, Subramanian N K, Thompson J & White G (2012): Bio-fortification of potato tuber using foliar zinc-fertilizer. Journal of horticultural science & biotechnology 87 no 2, 123-129.

[Til top](#)