

Fosfor i kartofler - erfaring fra fosforsymposium i USA

I USA er der afholdt et symposium vedrørende brugen af fosfor i kartoffelproduktion. Følgende konklusioner er en [Kartoffelafgiftsfonden](#) sammenstilling af erfaringer fra USA, præsenteret i *American Journal of Potato Research* i 2014, og danske erfaringer.

Indhold

- [Betydning af fosfor](#)
- [Optagelse af fosfor](#)
- [Fosfortal](#)
- [Fosfor, jordpartiker og pH](#)
- [Fosfor bør placeres](#)
- [Interaktion med andre næringsstoffer](#)
- [Forsøg i Danmark](#)

Betydning af fosfor

Fosfor er et vigtigt næringsstof i specielt kartofler, da det optages igennem hele vækstperioden og har stor betydning for både en tidlig rod-, knold- og bladdannelse, men også for stivelsesyttesen.

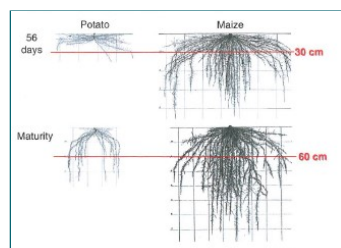
I den gamle sort Russet Burbank optages 60-70 pct. af den totale fosformængde efter begyndende knoldfyldning. Fosfor har ligeledes en tendens til at modvirke den negative effekt af kvælstof på stivelsesindholdet i knoldene. Så både knold- og stivelsesudbyttet stiger derfor med stigende fosfortilførsel. Dette gælder specielt ved lave fosfortal (Pt). Da fosfor påvirker celledelingen, vil fosformangel også påvirke roddannelsen, som ikke umiddelbart er synlig. Mangelsymtomer under danske forhold er derfor sjældne. Kraftig mangel på fosfor ses ved, at bladene er mindre, ruller opad og kan give sorte nekrotiske pletter i randen af bladet.

Mangel på fosfor kan øge forekomsten af skurv (*Streptomyces scabies*), verticillium (sjældent i Danmark) og knoldskimmel (*Phytophthora infestans*) på grund af en hurtigere modning og et tykkere skind. Fosfor har dog ingen indflydelse på forekomsten af stødmærker som eksempelvis kalium.

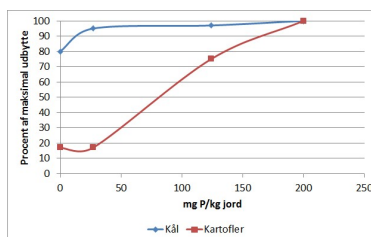
[Til top](#)

Optagelse af fosfor

Fosfor bindes meget hårdt i jorden og udvaskes derfor ikke. Rødderne skal derfor vokse hen til fosforkilden mellem jordpartiklerne, for at planten kan få glæde af den udbragte fosfor. Rodudvikling og specielt udviklingen af rodhår er derfor helt afgørende for fosforoptagelsen. Kartofflernes rodned går sjældent dybere end 60 cm, og 90 pct. af rodnettet er i de øverste 25 cm dybde. Kartoffler har et meget lille rodned sammenlignet med eksempelvis majs eller kål, og kartofler har derfor svært ved at optage fosfor og er derfor afhængige af en forholdsvis stor jordpulje for at være selvforsynede (figur 1 og 2). Kartoffler optager ca. 20-45 kg fosfor pr. hektar, som reduceres ved dårlig jordstruktur, hvor antallet af rødder og siderødder er begrænset. Dette er også grunden til, fosformangel oftest ses tidligt på vækstsæsonen, i kold jord og på vandlidende arealer, hvor udviklingen af rodnettet er begrænset.



Figur 1. Forskellen mellem rodnettet på kartofler og majs, henholdsvis 56 dage efter lægning/såning og ved modenhed (maturity).



Figur 2. Kål og kartoflers evne til at optage fosfor fra jorden. Koncentrationen af fosfor i jorden er afgørende, for at kartofler kan opnå maksimalt udbytte.

Fosfortal

Jordens indhold af tilgængeligt fosfor udtrykkes i form af et fosfortal (Pt). Som tommelfingerregel ligger et normalt Pt mellem 2-4. En dansk tommelfingerregel er, at der ved dette fosfortal skal tilføres samme mængde, som der bortføres plus 15 kg pr. ha ved en rækkekultur som kartofler. Der er dog stor usikkerhed vedrørende de enkelte markers evne til at binde fosfor.

[Til top](#)

Fosfor, jordpartiker og pH

Fosforindholdet i både kartoffelplanten og jorden er en indikator for hvor meget fosfor, der skal tilsættes for at opnå optimal vækst og udbytte. Fosfor binder sig meget nemt til jordpartiklerne og mineraler. Der skal derfor tilsættes mere fosfor til lerholdige jorder på grund af den større binding til ler-kolloider og positive ioner (Mg⁺⁺ og Ca⁺⁺). I de amerikanske undersøgelser er den kritiske grænse, dvs. hvor det i de fleste tilfælde koster udbytte, ved et Pt på 1,5 mod et Pt på 2 - 3 på jorder med en finere tekstur.

Ved lav pH (<6) bindes fosfor til jern og aluminium og ved højt pH (>7) til calcium og magnesium allerede efter fem uger. Fosfor er derfor mest tilgængeligt ved et pH 6,0 - 7,0. Fosfor optages både fra det tilførte gødning, men mest fra jordens fosforpulje. Australiske forskere har vist, at 70 pct. af fosforindholdet i kartofler kommer fra jordpuljen. Derfor er det nødvendigt at have en stor pulje af fosfor i jorden, fordi kartoflens fosforforsyning ikke kan baseres på tilført gødning alene. Andre udenlandske undersøgelser viser, at der ved brug af eksempelvis kvæggylle kun er en udnyttelsesgrad på ca. 50 pct. sammenlignet med tripelsuperfosfat (TSP). Fosforgødning skal derfor tænkes ind som en flerårig strategi, med kartoflerne som den primære afgrøde. Andre afgrøder kan bedre udnytte jordpuljen.

Delt gødskning og eftergødskning med fosfor har kun meget lille effekt, da gødningen lægger sig og bindes til i de øverste få mm jord oven på kammen og i værste tilfælde mellem kammene, hvor rodbiomassen er meget lille. Fosfortildelingen skal derfor ske på baggrund af jordprøver forud for lægning og planteanalyser i forgående år (så man kender sine marker). Hvis planteanalyser alligevel viser, at der er et kritisk underskud af fosfor, og der er behov for eftergødskning, skal dette ske forud for en hykning, og uden at rødder og rodhår skades.

[Til top](#)

Fosfor bør placeres

Kartofler er en afgrøde, der kvitterer godt for tilførsel af fosfor. Det anbefales at tildele kartofler mere fosfor, end afgrøden fjerner og undlade fosfortilførsel til den efterfølgende kornafgrøde. I de tilfælde hvor fosfor tilføres som handelsgødning, bør den placeres. I samme sæson som fosfor udbringes, er udnyttelsesgraden 25 – 35 pct. ved placering mod kun 1-10 pct. ved en bredspredning. Der er specielt en større udnyttelse af den placerede fosfor tidligt i vækstsæsonen, hvor fosfortilgængeligheden er lav som følge af lav jordtemperatur og lille rodnet. De amerikanske undersøgelser viser, at en placering af fosforgødning ca. 5-7 cm til siden og 0-10 cm lavere end knolden giver et merudbytte, selv i de marker som er gødet ned husdyrgødning, og som ikke burde have behov for ekstra fosforgødning. Hvis placeringen sker før lægning i forbindelse med kamformningen, skal gødningsstrengen placeres så dybt, at den ikke efterfølgende forstyrres af lægning eller anden jordbearbejdning (hykning). I USA placeres strengen ofte over knolde, da de holder kammen konstant fugtig ved sprinklervanding. I Danmark er det vigtigt, at strengen placeres dybere end knolden, hvor der er tilstrækkelig jordfugt i kammen. Afstanden fra læggeknolden til siden gælder specielt, hvis der anvendes diammoniumfosfat (DAP), som forårsager en stærk basis reaktion, og hvor der kan forekomme svidningsskader, hvis P gødningen ligger for tæt på knolden.

Hvis Pt er meget lave, bør fosfor tilføres i en større mængde både som bredspredt (forbedring af jordpuljen) og placeret gødning (større udnyttelse i samme sæson). Ved høje og middelhøje Pt bør fosforgødning kun placeres. Hvis pH er meget lav, bør fosfor ligeledes placeres, for at P ikke immobiliseres (bindes) til jorden.

[Til top](#)

Interaktion med andre næringsstoffer

Høje fosformængder kan nedsætte optagelsen af zink, ligesom højt indhold af klorid kan nedsætte optagelsen af fosfor. Tildeling af fosfor kompenserer lidt for nedsat stivelsesprocent ved en høj tildeling af kvælstof. Disse forhold anses dog ikke for at have en praktisk betydning i Danmark, hvor N-mængden er mindre end det økonomiske optimum.

Forsøg i Danmark

Der er udført ganske få forsøg i Danmark med fosfor i kartofler, og de forsøg som findes ligger mange år tilbage. De seneste resultater fra udlandet viser, at planlægningen af fosforgødsning skal ske via jord- og planteanalyser, da den er meget påvirket af gødningstype, tilførselsmetode, jordtype, pH og sortvalg. I 2014 udlægges udbytteforsøg i landsforsøgene med både N, P og K. Forsøg med fosfor ligger på én lokalitet i Nordjylland, og her vil der være fokus på både dosering og metode for tilførsel. Der vil i forsøgsarbejdet i de kommende år være større fokus på måling, tildeling og metoder for tildeling af næringsstoffer, herunder fosfor.

[Til top](#)