

Dyrkningsvejledning om Frilandsgrønsagers behov for fosfor

Indhold

Indledning.....	1
Fosforgødning.....	2
Forfor i jord.....	3
Fosforbehov.....	4
Symptomer på P-mangel	7
Symptomer opdelt på grønsagskulturer:	7
Planteanalyser og bladgødskning.....	8
Fosfortester	9
Placeret gødskning	9
Mykorrhiza.....	10
Litteratur.....	11

Indledning

Fosfor (P) hører sammen med N, K, S og Mg blandt makronæringsstofferne, men kaldes også et halvmakronæringsstof, fordi behovet for P er væsentligt lavere end N og K. Fosfor i den form som planterne optager det, er letopløseligt i vand og planter, og transporteres let rundt i planterne. Fosfor optages primært via rødderne, men kan også i begrænset omfang optages via blade og stængler. Fosfor indgår i planternes opbygning af protein, DNA og energitransport i fotosyntesen. Indholdet er derfor ofte størst i kerne/frø og lavere i stængler/strå. Forfor indgår også i stivelse, hvor det har betydning for stivelsens fysiske egenskaber og forklistringsevne.

I grønsager spiller fosfor en vigtig rolle i forbindelse med planteetableringen. Flere arter af grønsager har et relativt højtstående rodnet og/eller er kuldefølsomme arter med svagt rodnet først på vækstsæsonen. Det er specielt i etableringsfasen, at fosfor kan være begrænsende faktor for en god planteetablering af sunde planter. Hvis planterne i etableringsfasen mistrives, bliver de også mere modtagelige for sygdomme og skadedyr. Desuden vil deres konkurrenceevne over for ukrudt blive svækket. Tilgængeligheden af fosfor i jorden i etableringsfasen er derfor afgørende for at opnå en ensartet planteetablering, højt udbytte og lille frasorteringsprocent af de høstede grønsager.

Fosforgødning

Fosfor i traditionel handelsgødning kommer fra miner i Nordafrika og Kina i form af råfosfat. Det kan være åbne miner med rester af millioner år gamle aflejringer af organismer eller det kan stamme fra udvinding af fosforrige bjergminerale (apatit) som knuses og pulveriseres til blødt råfosfat. Begge typer fosfor er tungt opløselige og kun i meget begrænset omfang plantetilgængeligt. Blødt råfosfat regnes som et naturligt mineral og kan anvendes i økologisk produktion. Den planteernæringsmæssige værdi af råfosfat er dog meget begrænset.

Superfosfat og tripelsuperfosfat er udgangspunktet for de fleste typer handelsgødning og fremstilles ved at behandle råfosfat med salpetersyre eller fosforsyre for at nedbryde de tungtopløselige kalciumforbindelser. Herved bliver fosfor vandopløseligt eller citratopløseligt og tilgængeligt for planterne.

Fosforgødning kan også have anden oprindelse end superfosfat – f.eks. i grøngødning der forhandles som tørrede piller eller gødning udvundet af kød- og benmel.

Spildevandsslam er også en fosforrig gødningskilde men har den ulempe, at fosfor er tungt opløseligt og at spildevandsslam kan indeholde andre uheldige rester af medicin og tungmetaller. Spildevandsslam anvendes som udgangspunkt ikke i sædskifte med grønsagsproduktion. Struvit er en fosforgødning udvundet af spildevand. Struvit fås granuleret eller iblandet flydende gødning. Struvit indeholder også Mg og N. Indholdet af tungmetaller i Struvit er lavt og ofte mindre end i tripelsuperfosfat. Plantetilgængeligt fosfor angives som hhv. vandopløseligt og citratopløseligt. I Struvit er fosfor 100% citrat-opløseligt. Fosfor i struvit er derfor plantetilgængeligt, men lidt mere tungtopløseligt end i tripelsuperfosfat. Struvit er ved at blive søgt godkendt til anvendelse i økologisk produktion.

Uanset fosforkilde i konventionel eller økologisk fødevarerproduktion og som uorganisk eller organisk kilde, vil langt hovedparten af fosfor have oprindelse fra udvinding og oplukning af råfosfat.

Forskellige typer fosforholdige gødningstyper som anvendes i grønsager

	N	P	K	S	Mg	B	Cu	Zn
Superfosfat		7,8		12				
Blødt råfosfat		8,7			0,5			
Tripelsuperfosfat		19,8		1,5				
NP18-6	17,6	5,6		15,6		0,15		0,1
NP20-9	20	8,7		14				
DAP NP18-20	18	20		2,5				
PK 0-4-21		4	20,8	7,4	1,2			
PK 0-7-25		6,5	24,9	3				
NPK 14-3-15	14	3	15	10	2,4	0,02	0,005	
Binadan ¹⁾ 4-1-3	4	0,8	2,8		0,6			
Øgro ¹⁾ 10-3-1	10	2,6	1	0,5	0,2		0,1	
Struvit ²⁾	5,6	12,6			10			

¹⁾: må anvendes i økologi.

²⁾: fosfor udvundet af spildevandsslam og godkendt som gødning. Kan blive en vigtig kilde til P, hvis det i fremtiden bliver godkendt til brug i økologi.

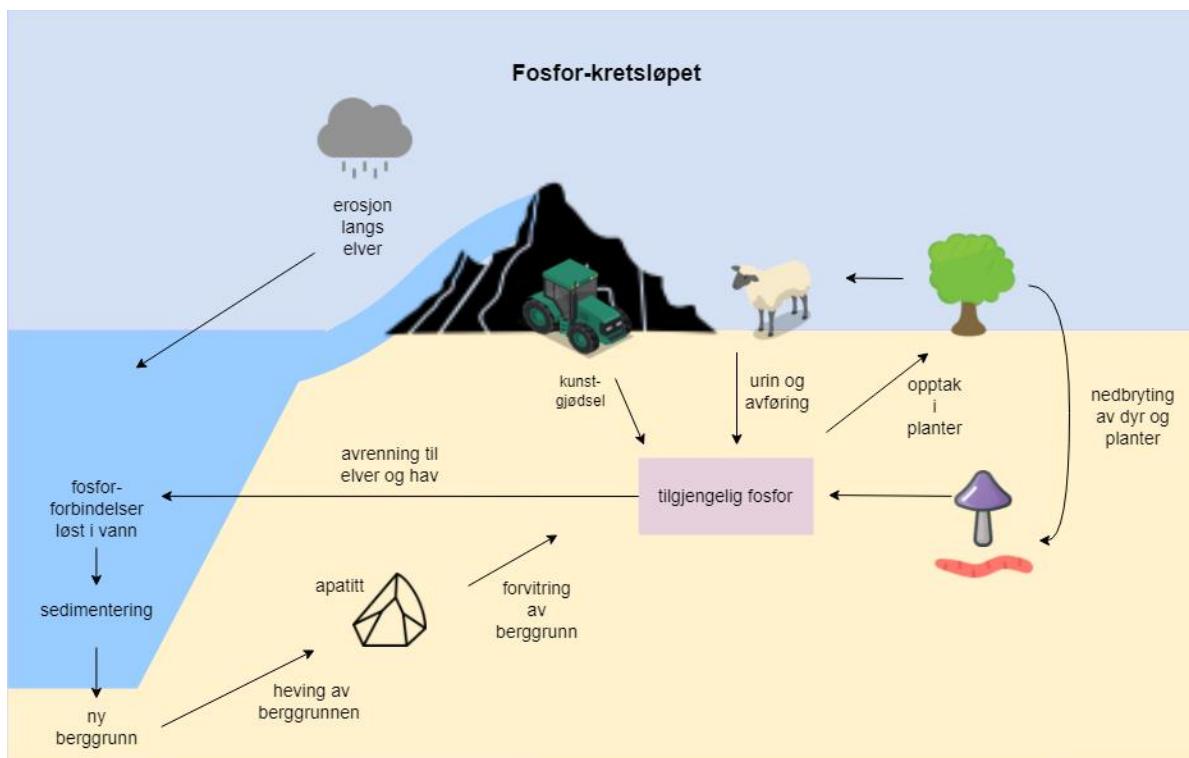
Forfor i jord

Landbrugsjord indeholder store mængder fosfor. Men selv om der gennem de seneste 100 år er tilført fosfor i en mængde, så der på nogle dyrkede arealer kan være op til 1500 kg/ha P alene fra handelsgødning, så er kun en meget lille del af denne fosfor umiddelbart plantetilgængelig. Fosfor er meget reaktivt og bindes hårdt til jorden eller indgår i langsomt nedbrydeligt organisk materiale (humus) på en måde, så kun en forsvindende lille del af fosformængden er opløst i jordvæsken og umiddelbart plantetilgængeligt (<1%).

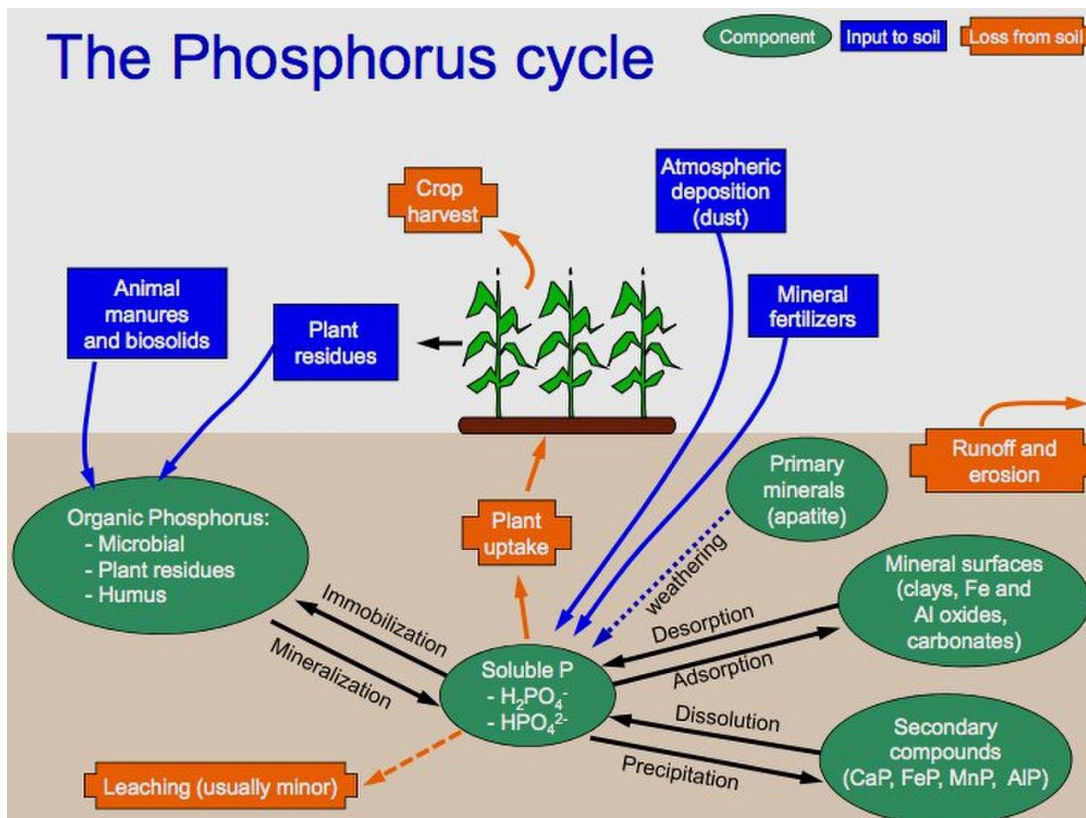
Når fosfor i jordvæsken optages af planterne, frigøres fosfor langsomt fra den tungtopløselige pulje. Det er en langsom proces sammenlignet med transporten af de øvrige makronæringsstoffer i jorden. Populært sagt skal planternes fine rodhår afsøge jorden for fosfor og/eller rødderne skal indgå en symbiose med mykorrhiza-svampe for at "trække" fosfor ud af jorden.

Selv om hovedparten af den fosfor som tilføres med handelsgødning, er plantetilgængelig, så er fosfor så reaktivt at hovedparten efter indarbejdning i jorden, bindes i jorden, så måske kun 20-30% af planternes P-indhold kommer direkte fra den tilførte gødning. Resten skal rødderne trække ud af jorden. Nyttetvirkningen af den tilførte fosforgødning kan øges betydeligt ved placeret gødskning. I grønsager spiller placeret gødskning derfor en afgørende rolle for at opnå høj nyttevirksomhed og optimal planteetablering.

I en normal dyrket dansk landbrugsjord, som har været gødsket med fosforholdige gødninger i mange år, ses sjældent fosformangel pga. lavt indhold af fosfor i jorden. Der kan dog være særlige omstændigheder med meget lavt Rt og højt indhold af jern- og aluminium-oxider, som binder fosfor, der giver mangel. F.eks. i situationer hvor ny landbrugsjord inddrages – sløjfning af læhegn, skov eller remise. Det kan også være særligt kalkrige, lerholdige jorde eller lavbundsjord, hvor fosfor bindes hårdt og giver mangel. Her kan placeret gødskning af fosfor være med til at afhjælpe problemet.



Kilde: Fosfor-kretsløpet, av Bedin, T. (<https://ndla.no/article/23378>). CC BY-SA 4.0.



Kilde: Wikipedia (https://en.wikipedia.org/wiki/Phosphorus_cycle)

Fosforbehov

I de fleste landbrugsafgrøder ses sjældent merudbytte for at tildele mere fosfor end det afgrøderne bortfører. Her kommer man langt ved at gøde efter erstatningsgødskningsprincippet, hvor man over tid tildeler samme mængde fosfor som afgrøderne bortfører. Dette under forudsætning af, at der er tale om almindelig frugtbar landbrugsjord med normale fosfortal (Pt).

Samme princip kan ikke anvendes i grønsager. Grønsager er højværdiafgrøder, hvor kvaliteten af de færdige produkter har stor betydning for afsætningsmulighederne. Optimal planteetablering og ensartethed er afgørende for kvaliteten i sidste ende. Uens planteetablering i f.eks. porre medfører, at de høstede planter også bliver uens i størrelse, vægt, længde, bladfylde etc. Porre er meget vanskelige at størrelsessortere efter høst. En uens porremark giver derfor anledning til stor frasortering. Det samme gør sig gældende i kål. En ensartet afgrøde af blomkål, broccoli eller hovedkål gør det muligt at høste ensartede kålhoveder, høj skæreprøcent og høst af 1-2 gange i stedet for mange overkørsler spredt over en længere periode med stor affaldsprøcent til følge. Hurtig og ensartet planteetablering er derfor afgørende for højt salgbart udbytte. Det er her fosfor spiller en vigtig rolle i grønsagerne.

De lovgivningsmæssige normtal for gødskning af grønsager fremgår af tabel 1. Normtallene vil i nogle tilfælde ikke være tilstrækkeligt til følsomme kulturer. Det kan f.eks. være tidlig såning af løg, udplantning af kål i kold jord, førsteårs porre i jord fattig på mykorrhiza-svampe, tidlige gulerødder, pastinakker, persillerødder og sukkermajs eller arealer med "genplantning", hvor der f.eks. er flere hold salat på samme mark i samme dyrkningsæson eller to hold snackgulerødder, to hold broccoli eller blomkål eller forårsløg. Det store behov for lettilgængeligt fosfor til etablering af grønsager kan et langt stykke af vejen imødekommes med placeret

gødskning. Placeret gødskning er dog ikke uden nye udfordringer og vil bl.a. begrænse mulighederne for at udnytte falsk såbed i ukrudtsstrategien. I flere grønsagskulturer er der begrænset mulighed for kemisk ukrudtsbekæmpelse, hvorfor falsk såbed er blevet en vigtig del af ukrudtsstrategien.

Det samme gælder i økologisk grønsagsproduktion, hvor mulighederne for placeret gødskning er begrænset pga. falsk såbed og mangel på rene P-gødningstyper. Gødningspiller af typen Øgro har været anvendt i en del kulturer, men da der er tale om gødning udvundet af kød og benmel, skal man som producent sikre sig at aftagere af grønsagerne også accepterer denne gødningstype. En stor del af den økologiske grønsagsproduktion er desuden baseret på anvendelse af husdyrgødning suppleret med kalivinasse og kiserit. Hvis der i den kombination også anvendes placeret fosforholdig gødning, kan man i praksis ikke holde sig under fosfornormen for den enkelte afgrøde.

Tabel 1

Normtal for gødskning med fosfor¹⁾

Afgrøde	Normer for P kg/ha
Asieagurker	30
Asparges	20
Bladselleri	40
Blomkål	40
Broccoli	40
Courgette, squash	30
Grønkål	25
Gulerod	35
Hvidkål	40
Kinakål	35
Knoldselleri	40
Løg	40
Pastinak	35
Rodpersille	30
Porre	35
Rosenkål	40
Rødbede	35
Rødkål	40
Salat	30
Savoykål, spidskål	40
Spinat	25
Suktermajs	40
Ærter, konsum	25
Jordskok, konsum	30
Grøntsager, blandinger	30
Bladpersille	20
Purløg	20
Grøntsager, andre (friland)	20

¹⁾: Normtabel 2022

I forbindelse med høst af grønsager er der flere kulturer, hvor en betydelig del af bladmasse og rødder efterlades på marken efter høst eller hvor affald i form af jord, bladrester og frasortering returneres på marken. Trods et relativt stort behov for lettilgængeligt fosfor er det en forholdsvis begrænset mængde fosfor som bortføres med den høstede afgrøde. Se tabel 2. Tallene i tabellen skal tages med forbehold da der kan være stor variation mellem jordtyper, sorter, gødningsniveau, år etc. Tabellen giver dog et indtryk af niveau og relative forskelle. Man skal desuden være opmærksom på, at indholdet gælder den del af grønsagerne som bliver spist og ikke bladrester fra f.eks. kål og porre. Tabellen tager heller ikke højde for om affald i forbindelse med vask og pak også tilbageføres eller anvendes i biogas eller kompost. Udbyttet er anslået ud fra, hvad der skønnes realistisk i en veletableret kultur.

Tabel 2.

Fosfor bortført med den høstede afgrøde

Afgrøde	P indhold ¹⁾	Udbytte ²⁾	P bortført ³⁾
	mg/100g	ton/ha	kg/ha
Pastinak	94	40	38
Selleri, knold	74	37	27
Hvidkål	30	85	26
Rødkål	34	75	26
Persillerod	71	35	25
Løg	40	60	24
Porre	46	50	23
Gulerod	29	80	23
Grønkål	74	30	22
Rødbede	36	60	22
Jordkok	72	30	22
Kinakål	40	40	16
Drueagurk	40	30	12
Fennikel	39	30	12
Salat, hoved	39	25	10
Blomkål	48	17	8
Iceberg	23	35	8
Broccoli	87	9	8
Asparges, grøn	86	7	6
Bønne	39	12	5
Radis	24	15	4
Spinat	41	7	3
Forårsløg	37		
Græskar	33		
Spidskål	32		

¹⁾: Kilde: www.rapsol.dk

²⁾: Skønnet udbytte i en vellykket kultur.

³⁾: Under forudsætning af at al affald, jord, vaskevand etc. føres tilbage til den høstede mark.

I princippet kan det fosfor som efterlades på marken efter grønsager indregnes som eftervirkning i den efterfølgende afgrøde. Man skal dog ikke forvente at genfinde den overskydende fosfor med en tilsvarende stigning i Pt. Det skyldes, at den fosfor som frigives når planteresterne nedbrydes, vil indgå i den balance/li-gevægt der vil være mellem vandopløseligt fosfor og fosfor bundet til jorden eller i organisk materiale. Af den årsag er det en god ide at udtage jordprøver efter produktion af grønsager og korrigere gødningsbehovet i den efterfølgende afgrøde. Det gælder ikke alene fosfor, men også for K og Mg.

Symptomer på P-mangel

Fosfor er meget mobilt i planterne og transporteres let hen, hvor behovet er størst. Fosformangel påvirker derfor i første omgang primært væksthastigheden og de ældste blade. Af den årsag kan fosformangel være svær at erkende, da symptomerne ikke er særlig tydelige. De grønsagsarter som hyppigst løber ind i fosformangel, er typisk varmekrævende grønsager eller grønsager med svagt rodnet i kold jord i det tidlige forår. Det gælder i høj grad arter som blomkål, broccoli, porre, løg, salat, bønner, spinat, græskar og suktermajs. Symptomerne på de små planter ses som blågrønne til rødviolette planter – primært de ældste blade – samt svagt tyndt rodnet. Fosformangel er meget svær at erkende og adskille fra andre faktorer i forbindelse med planteetablering i kold jord med dårlig jordstruktur og svage planter med svagt rodnet. Ukrudtssprøjtning og hård rensning eller kulde-chok ved afdækning af fiberdug/plastik, kan bidrage til at planterne sættes i stå og udvikler symptomer der ligner fosformangel og kan være fosformangel. Det samme gælder angreb af skadedyr og sygdomme på rødderne – f.eks. nematoder, kålbrot, kålfluer, gulerodsfluer etc. Et svækket rodnet begrænser planternes muligheder for at optage fosfor. Derfor bør der have særlig opmærksomhed i forbindelse med genplantning. Tørke kan også give symptomer på fosformangel.

Når først planterne er veletablerede med veludviklet dyberegående rodnet i god vækst, har planterne en formidabel evne til at trække fosfor ud af jorden. I praksis ser vi sjældent symptomer på fosformangel i en veletableret kultur i god vækst.

Symptomer opdelt på grønsagskulturer:

- Suktermajs: Ældste blade bliver mørkviolette. Unge planter er særligt følsomme. Svær mangel giver kolber med uregelmæssig udfyldning.
- Spinat: Vækststandsning uden egentlige symptomer.
- Rødbede: Vækststandsning uden egentlige symptomer.
- Radise: Dværgvækst og violette bladstilke. Tendens til tidlig dannelse af radiserod.
- Bønner: Dværgvækst, tynde blade, ældre blade bliver mørke og tabes tidligt.
- Ærter: Langsom vækst, små blade, ældre blade skrumper.
- Pastinak: Spinkle planter med slanke tynde bladstilke.
- Løg: Svag vækst og kedelig grøn farve, hvor de ældste blade visner fra spidsen.
- Squash: Yngste blade små og smaragdgrønne.
- Salat: Små planter uden hoveddannelse, ellers ingen symptomer
- Selleri: Dværgvækst af spinkle planter, ældste blade bliver gule og dør
- Gulerod: Små planter, hvor de ældste blade bliver mørkviolette i bladranden og violette stængler, ingen gule blade
- Kål: Grå-violet rødmen af de ældste blade, uden gul-orange farve som ved N-mangel, små planter med anormalt stive opretstående blade

Planteanalyser og bladgødskning

Bladgødskning sker typisk på baggrund af jordbundsanalyser eller analyser af planters indhold af næringsstoffer. Man skelner mellem to typer af planteanalyser 1) bladanalyser eller 2) bladsaftanalyser.

Bladanalyser udføres på et laboratorium, hvor planten bliver analyseret for indhold af næringsstoffer. Indholdet angives typisk i procent af tørstofindholdet (dry ash test). Ved at sammenligne indholdet med standardværdier kan man få indtryk af om indholdet af bestemte næringsstoffer ligger højt eller lavt. Det er vigtigt, at prøverne udtages efter samme retningslinjer, hver gang der udtages planteprøver – typisk det yngste fuldt udviklede blad. Det er også vigtigt, at det sker på samme udviklingsstrin som angivet i forbindelse med standardværdierne. Der findes opslagsværker med vejledende næringsstofindhold i en række grønsager – f.eks. Knott's Handbook for Vegetable Growers. Der kan dog være betydelige forskelle i indhold alt efter geografi, jordtype, sort og vandstatus. Desuden er prøveudtagningen en kritisk del af analysen. Alternativt kan gartneriet selv udvikle referenceværdier ved at udtage planteprøver efter egne retningslinjer. Det kræver flere års systematisk arbejde med planteanalyser.

En anden mulighed er at bruge bladanalyser som diagnostisk værktøj. Det sker ved at udtage planteprøver fra områder af marken, hvor planterne står godt og fra områder, hvor planterne mistrives og derefter sammenligne resultaterne af de to analyser for at udpege kritiske næringsstoffer i ubalance. Metoden har den svaghed, at ubalance eller næringsstofmangel kan skyldes dårlige vækstbetingelser (dårlig jordstruktur, angreb af sygdomme eller skadedyr, tørke etc.) og ikke nødvendigvis at jordens indhold af det pågældende næringsstof er lavt.

Det kan være en udfordring at pakke, nedkøle og sende en planteprøve til laboratoriet. Hvis planteanalysen skal anvendes som grundlag for eftergødskning, skal resultatet desuden foreligge inden for få dage. Ved OK-laboratoriet (Eurofins) i Viborg kan man efter aftale, aflevere prøverne direkte på adressen og få resultatet dagen efter.

Bladsaftanalyser er en anden hyppigt anvendt metode. I stedet for at analysere bladene for deres samlede indhold af næringssalte, presser man saft af bladstænglerne og tester kun de vandopløselige næringsstoffer fra bladstænglerne (plant sap test). Analysen vil give et øjebliksbillede af næringsstofkoncentrationen i den plantesaft som flyttes fra rødderne og op i planten. Metoden skulle herved bedre afspejle mængden af næringsstoffer som jorden stiller til rådighed for planterne på analysetidspunktet. Metoden har den svaghed, at den er ekstra følsom for hvordan og hvornår prøven udtages. Indholdet af næringsstoffer i saftstrømmen skifter i løbet af døgnet og påvirkes af jordens vandstatus og af lysindstråling, temperatur og vindhastighed. Metoden er også følsom for, hvordan bladene udvælges og presses. Det er derfor vigtigt, at det er samme person som udtager analyserne hver gang, på samme tidspunkt af dagen og under samme type vejrforhold og vandstatus. Analyserne udføres bedst på et laboratorium, men transport og tidsforsinkelse er med til at øge usikkerheden. Der findes quick-test-kit for N, K, Ca og Na, som kan give svar direkte i marken. Fosfor bruges kun i meget begrænset omfang i plantesaftanalyser og gartner skal selv udvikle prøveudtagningsprocedure og referenceværdier alt afhængig af kultur, sort, vækststadium og tidspunkt på året. Der findes ingen færdig pakkelse på fosfor.

Planteanalyser kan være et godt værktøj til at bestemme planternes ernæringsstatus i sæsonen med henblik på justeringer i den efterfølgende sæson. Planteanalyser kan være med til at diagnosticere årsager til misvækst. Bortset fra kvælstof mangler der i praksis dokumentation for at planteanalyser og bladsaftanalyser kan anvendes som grundlag for bladgødskning af grønsager. Der er ingen garanti for merudbytte på trods af at planteanalysen viser mangel – måske fordi mangel er forbigående eller der er lav nyttevirksomhed af

bladgødskning. Vi har endnu til gode at se positiv effekt af eftergødskning/bladgødskning med fosfor på baggrund af blad- og bladsaftanalyser.

Der er lavet en del forskning i mulighederne for at tilføre fosfor med bladgødskning og af den vej komme tættere på planterne behov og nedbringe landbrugets forbrug af fosfor. Da netop planteetableringsfasen er af afgørende betydning for kvalitet og udbytte i frilandsgrønsager, foretrækkes placeret gødskning frem for bladgødskning af små nyetablerede planter med lille bladareal og lav nyttevirkning. Desuden mangler der forsøg som viser at nyttevirkningen af bladgødskning med P er bedre end optagelse via rodsystemet.

Fosfortester

En af de store udfordringer med at bestemme planternes fosforbehov er, at man i praksis ofte har svært ved at erkende eller opdage, hvornår fosfor er den begrænsende faktor for væksten.

Jordprøver til bestemmelse af jordens Pt har været anvendt i mange år til bestemmelse af, hvor meget plantetilgængeligt P jorden kan tilbyde planterne i vækstsæsonen. Jordprøven giver et godt indtryk af, hvor meget fosfor bidrager til jordens frugtbarhed, men lider også af flere svagheder. Bl.a. at den ikke tager højde for planternes symbiose med mykorrhiza eller mangel på samme eller at udplantning i kold jord med svagt rodnet ofte giver P-mangel trods normale Pt.

Synlige symptomer kan i meget begrænset omfang anvendes. Ofte viser planterne ikke synlige tegn på P-mangel før der er tale om stærk P-mangel og katastrofal misvækst. Symptomerne på P-mangel er ikke særligt tydelige og kan være svære at adskille fra kulde eller anden form for stress.

Bladprøver anvendes en del i grønsagsproduktionen bl.a. til diagnostik bestemmelse af årsager til misvækst. Igen lider metoden af at den først er brugbar når der er deciderede pletter med misvækst i marken. Hvis ikke der er synlige symptomer, er det svært at udvælge områder med og uden P-mangel, så man har en reference at holde tallene op imod.

P-testeren fra SpectraCrop er en håndholdt tester som kan måle Mn- og P-mangel direkte i marken uden, at man behøver udtage planteprøver til laboratorietest. P-testeren fungerer ved at sende en lysstråle ind på bladet og måle refleksion fra klorofyl og dermed indirekte måle energitransporten i bladet. P er en vigtig komponent i fotosyntesens energitransport, hvor lysets energi opfanges. Hvis planterne mangler P, fungerer energitransporten dårligt og fotosyntesen går ned i effektivitet. Med P-testeren kan man aflæse plantens P-status-værdi og dermed om planterne lider af P-mangel. P-testeren er et godt redskab til at blive klogere på om man ramte det rigtige niveau af P i gødningsplanen og på den baggrund justere næste års gødningsplan. Vejledning til P-tester i fosfor findes her: <https://www.hortiadvice.dk/upl/website/2586-oeget-fosforudnytelse/DemonstrationafPtesteriporre.pdf>.

Det er meget vanskeligt at eftergødskes eller bladgødskes med P. Derfor kan man formentlig ikke bruge P-testeren til planlægning af eftergødskning.

Placeret gødskning

Placeret gødskning udføres primært for at sikre grønsagerne lettilgængeligt fosfor og for at sikre en optimal planteetablering. Hurtig og ensartet planteetablering er vigtig for at opnå ensartede grønsager af høj kvalitet og lille affaldsprocent. Placering af fosfor øger desuden nyttevirkningen af den tilførte mængde fosfor.

Ved placeret gødskning nedfældes gødningen med såskær, så gødningen placeres i en koncentreret streng tæt på frøene eller udplantningsplanterne. Gødningsstrengen skal ligge så tæt på frøene eller de udplantede planter, at rødderne har kort afstand til den fosforholdige gødning, men ikke så tæt på at gødningsstrengen

virker spirehæmmende eller svider rødderne. Den koncentrerede gødningsstreng sikrer samtidig at den vandopløselige fosfor reagerer langsommere med den omgivende jord. Fosfor holdes herved på en plantetilgængelig form i længere tid og øger nyttevirkningen. For at undgå svidningsskader placeres gødningen typisk 5 cm til siden og 5 cm under frøene. Med præcisionssåmaskine med dobbelt såskær kan gødningsstrengen placeres meget præcist i forhold til frøene. Ulempen ved dobbelt såskær er, at såmaskinen roder unødigt meget i jorden og ødelægger et velforberedt såbed. Med dobbelt såskær kan man ikke lave falsk såbed og placeringsudstyret ødelægger kapillæreffekten i jorden og bryder den naturlige vandforsyning af frøene. Alternativt kan man montere såskær til gødning på bedformeren og placere gødningen allerede i forbindelse med opsætning af bedene. Et sådant system stiller store krav til at såmaskinen efterfølgende kører meget præcist i forhold til gødningsstrengenes placering i jorden. Typisk trykker såmaskinen jorden, så gødningsstrengen kommer tættere på frøene. En anden ulempe er at gødningen går i opløsning og derfor ikke kan genfindes ved såning. Det er således svært at kontrollere at frøene placeres korrekt i forhold til gødningsstrengen.

Der er lavet rigtigt mange forsøg med forskellige gødningstyper til placeret gødskning. Et vigtigt krav er, at der kun er plads til at placere en begrænset mængde gødning. Typisk 200-300 kg/ha samtidig med såning. Da der primært er placeringseffekt af P, fravælges gødningstyper med højt indhold af andre næringsstoffer som K og Mg, der er forholdsvis mobile i jorden. I praksis opleves god effekt af, at der sammen med fosfor også er en lille smule kvælstof som f.eks. DAP (diammoniumfosfat) eller MAP (monoammoniumfosfat). Det kan der være flere årsager til – bl.a. at ammoniumkvælstof kan være med til at holde fosfor i en plantetilgængelig form i den koncentrerede streng og at kvælstof stimulerer rodvækst og fosforoptagelse.

Der kan også anvendes ren tripelsuperfosfat (TSP) til placeret gødskning. TSP indeholder ikke kvælstof og kan derfor placeres tættere på frøene uden at virke spirehæmmende. Men ved høj koncentration bør også TSP placeres med afstand til frøene pga. saltindholdet. Uanset gødningstype vil risikoen for at hæmme fremspireringen blive større jo tættere gødningsstrengen kommer på frøene og jo højere gødningsmængden er.

Mikronæringsstoffer indgår normalt ikke i placeret gødning. Det skyldes, at flere mikronæringsstoffer i høj koncentration kan virke som plantegift for små nyspirede planter. Det har vi bl.a. set i forsøg med placering af B til gulerødder.

Mykorrhiza

Med undtagelse af korsblomstrede planter danner stort set alle grønsagsarter symbiose med mykorrhiza-svampe. Enkelte grønsagsarter er endda meget afhængige af mykorrhiza-svampe. Det gælder f.eks. porre, hvor en 2. års porremark ofte klarer sig bedre end 1. års marken, fordi porreplanterne første år er med til at opformere mykorrhiza-svampe. Tilsvarende er kål som forfrugt til porre ikke nogen god forfrugt, fordi kål sanerer jordens indhold af mykorrhiza-svampe. I symbiosen mellem grønsager og mykorrhiza forsyner planterne mykorrhiza med sukkerstoffer, mens mykorrhiza udbygger planternes rodnet og hjælper planten med optagelse af især fosfor. De vigtigste arter af mykorrhiza-svampe kan kun vokse på planterødder og overlever ikke lang tid i jorden som svampesporer.

Porre og flere af de andre allium-arter har relativt tykke rødder med begrænset antal fine rodhår. Det er de arter, som har mest gavn af symbiosen med mykorrhiza, som her mangedobler røddernes relative overfaldeareal og evne til at trække fosfor ud af jorden. Det er således også i planteetableringsfasen, hvor rodnettet er svagt, at planterne er mest afhængige af jordens indhold af mykorrhiza-svampe.

Der er lavet flere forsøg som viser, at effekten af mykorrhiza stort set ophæves, hvis blot planterne tilføres rigeligt med let tilgængeligt fosfor.

For år tilbage blev der lavet forsøg med at dampe jorden forud for dyrkning af grønsager, med det formål at bekæmpe sygdomme og ukrudtsfrø i jorden med dampens høje temperatur. I den forbindelse blev der også

lavet forsøg med at tilsætte mykorrhiza-svampe ved den efterfølgende såning af bl.a. gulerødder. Forsøgene viste meget begrænset effekt, når jordens Pt er højt eller der gødes optimalt med fosfor. Bl.a. af den årsag er vækststimulering med tilsætning af mykorrhiza-svampe ikke udbredt i grønsagsproduktionen.

I fremtiden kan mykorrhiza blive en vigtig faktor, hvis mangel på fosfor bliver en begrænsende faktor i grønsagsproduktionen, f.eks. når verdens fosforminer løber tør for fosfat eller hvis miljølovgivningens grænser for anvendelse af fosfor skærpes i landbruget. Der findes ganske få firmaer som sælger isolater af mykorrhiza-svampe, som kan tilføres jorden i forbindelse med såning – f.eks. Symbivit. Det har bl.a. været anvendt i Norge, hvor mykorrhiza kan spille en afgørende rolle i kold jord og kort vækstsæson. Det er et relativt dyrt produkt som har svært ved at konkurrere med placeret tildeling af P.

Mykorrhiza har også været anvendt som tilsætning til produktion af udplantningsplanter. Her skal man være opmærksom på, at nogle fungicider kan hæmme opformeringen af mykorrhiza i jorden.

Litteratur

- Seges 2019. Planteanalyser – indhold og grænseværdier for forskellige næringsstoffer, (https://www.landbrugsinfo.dk/basis/8/2/2/godskning_planteanalyser_indhold_og_gransevardier_for_forskellige_naringsstoffer).
- Jørgensen I. 1991. Placering og bredstrøning af fosfor til gulerødder. Beretning 2122. s 69-72.
- Jørgensen, M. Blangstrup 1987. Grønsager på friland. 2. udgave. ISBN 87-88077-54-3.
- Kynde, P. og Møller, L. 2012. Placering af gødning ved eller mellem rækkerne i rødbeder. Forsøgsrapport.
- Møller, L. og Sørensen, J.N. 2011. Startgødning til tidlige gulerødder. Forsøgsrapport.
- Mortensen A.T. og Høy C. 2018. Genindvinding af fosfor fra spildevandsslam. Bachelorprojekt ved DTU. S 1-42.
- Oversigt over Landsforsøgene 2014. God virkning af struvit og Biogrow som startgødning til majshelsæd. S 395-396.
- Oversigt over Landsforsøgene 2018. Placeret startgødning giver merudbytte i sukkerroer. S 262-263.
- LandbrugsInfo 2021. Sådan gør du brug af planteanalyser.
- LandbrugsInfo 2021. Oversigt over gødninger velegnet til udsprøjtning 2021.
- Videnskab.dk 14. nov. 2017. Nanogødning kan sænke forbruget af fosfor med 70 procent, håber forskere.
- Szameitat, A.E. et al. 2021. Unravelling the interactions between nano-hydroxyapatite and the roots of phosphorus deficient barley plants.
- Hertz, V.G. 2019. Fosfornanopartiklers gødningseffekt. Bachelorprojekt ved KU. pp 32.
- Frandsen K. 2018. Sund jord – sunde planter. GartnerTidende 3, s 36-37.
- Nielsen, S. 2018. En mester i brugen af efterafgrøder. GartnerTidende 3, s 34-35.
- Frandsen K. 2020. Sund jord – sunde planter.
- Frandsen K. 2015. Optimeret kvælstofgødskning af løg. GartnerTidende 2, s 36-37.
- Sørensen, J.N. 2010. Startgødninger til løg – mængder og afstand. Dansk Løgavl nr 1. s 4-5.
- Sørensen, J.N. 2008. Forbedret gødskningspraksis i grønsagsproduktion – startgødskning i såløg uden spireskader. Statusrapport 2008. pp 5.
- Artikel i Videnskab.dk. Nanogødning kan sænke forbruget af fosfor med 70 procent, håber forsker. Forfatter AGR.
- Andersen, A.S. 2016. Mineraliserings- og immobiliseringsdynamikker, og deres indflydelse på valget af organisk gødning i grøntsagsproduktion. Kandidat speciale ved KU. pp 50.
- Sørensen, J.N. og Thorup-Kristensen K. 2008. Mobil grøngødning med særlige egenskaber. Frugt og Grønt september 2008. S 406-408.
- Sørensen J.N. og Kristensen, H.L. 2020. Tange og grøde som gødning. GartnerTidende 12 2020. s. 44-45.
- Thorup-Kristensen K. 1991. Mycorrhiza-svampes betydning for grønsagsdyrkning og deres samspil med dyrkningsforholdene. Beretning 2122. S. 39-42.
- Poulsen H.D. et al. 2019. Fosfor i dansk landbrug – ressource og miljøudfordring. ISBN: 978-87-7156-417-4. pp. 44.
- Rubæk, G.H. et al. 2018. Gødningsværdi af fosfor i restprodukter. DCA rapport nr. 141 · december 2018. Pp 126
- Arsic M. et al. 2020. Bioimaging Techniques Reveal Foliar Phosphate Uptake Pathways and Leaf Phosphorus Status. Plant Physiology, August 2020, Vol. 183, pp. 1472–1483.
- Konnerup, D. 2021. Optimal udnyttelse af fosfor i løg. GartnerTidende 14. 2021. s 30-31.

Sørensen J.N. 2020. Effektiv udnyttelse af forfor. GartneriTidende 2. 2020. s 12-13.

Skov E. og Sørensen J.N. 2021. Øget fosforudnyttelse i porre. GartneriTidende 2, 2021. s. 40-41.

User Manual for

SpectraCrop Plant Vitality and P-Tester. SpectraCrop. Pp 21.

Disclaimer: Uanset nærværende vejledning og anbefalinger skal man altid overholde reglerne i den gældende Bekendtgørelse af lov om gødning og jordforbedringsmidler m.v. og Bekendtgørelse om økologisk jordbrugsproduktion m.v. samt nyeste udgave af Vejledning om gødsknings- og Harmoniregler samt Vejledning om økologisk jordbrugsproduktion.

Opdateret 13.12.2022, Lars Møller, HortiAdvice