

Metoder til vurdering af jordens fertilitet

Case: Plantetilgængelighed af fosfor

Af Morten Winther Vestenaa

Specialkonsulent, ICOEL

PLANTETILGÆNGELIGHED AF FOSFOR ER VIGTIG FOR JORDS FERTILITET

Jords evne til at frigive næringsstoffer til planter er en helt central parameter i jords fertilitet. Fosfor er et plantenæringsstof som er central i planters biokemiske stofskifte og afgrøders evne til at buske sig. Planter har brug for fosfor for vækst og fosforindhold på op til 0,3% af tør biomasse er bioaktivt. Det betyder at jorden skal frigive store mængder fosfor til planter over en vækstsæson. Denne evne er et vigtigt parameter for landbrugsjords fertilitet, som kan undersøges på en række måder.

I Danmark er der generelt et overskud af fosfor, og landmænd tilfører generelt mere fosfor til marker end de frafører ved høst. På trods af dette findes sandsynligvis skjulte fosformangler i afgrøder som byg. Fosfor bindes hårdt i jord, og specielt i kolde og tørre forår regulerer planten væksten for resten af sæsonen på baggrund af tilgængeligheden i af fosfor. Bladprøver efter buskning fanger ikke dette problem da planter nedregulere antal sideskud ved fosformangel i foråret og derefter indeholder tilstrækkeligt med fosfor i bladprøver taget i stadier herefter. Det er derfor i høj grad jords evne til at gøre fosfor tilgængeligt i denne situation der er afgørende for om jord er fertil i forhold til fosfor (Figur 1).

METODER TIL BESTEMMELSE AF PLANTETILGÆNGELIGHED AF FOSFOR

Der findes forskellige ekstraktionsmetoder til at bestemme hvor meget fosfor der er i jord og planter til bestemmelse af plantetilgængeligt fosfor i jord. Ved valg af ekstraktions metode kan man måle alt fra et par milligram fosfor per kilo jord til over 1000 mg fosfor per kilo jord (figure 1). Ved måling af fosfor i plantevæv kan der også måles på forskellige puljer. Almindelige planteprøver måler den total koncentration af fosfor i blade, hvor fluorescence metoder måler det bioaktive fosfor. Ved ekstraktion fra jord har pH, mineralske sammensætning og gødningshistorik desuden indflydelse på hvor meget fosfor de forskellige metoder ekstrahere (Tabel 1).

Danske konsulenter bruger flere forskellige metoder til at vurdere jordens evne til at gøre P tilgængeligt for planter. Olsen-P er standartmetoden til bestemmelse af jordens fosfortal i Danmark og en række andre lande. Også i Storbritannien anvendes næsten udelukkende Olsen-P til bestemmelse af fosfor i jord (T. George. 2022). Olsen P har dårlig evne til at forudsige indhold af fosfor i den høstede plante, og lider under at ekstrahere forskellige fosforpuljer afhængig af jordtype og gødningshistorik (figur 2 og tabel 1).

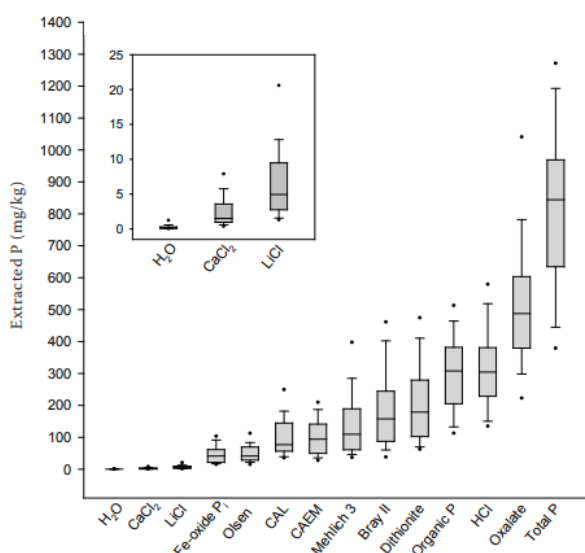
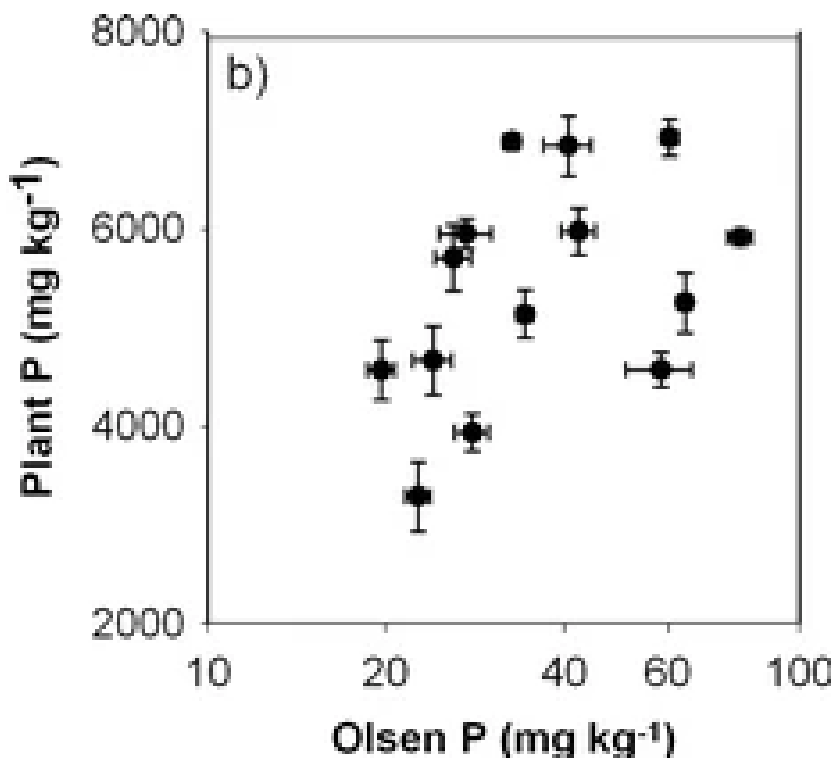


Figure 1. Phosphorus (P) extracted by the different extraction methods in the order of increasing extraction yield ($n = 50$). Fe-oxide P₁ – iron oxide impregnated filter paper; CAL – calcium-acetate-lactate; CAEM – cation and anion exchange membranes

| | pH (KCl) | EC | C _{org} | CaCO ₃ | C/N (molar) | Clay | Silt | Sand | CEC _{pot} | BS | Fe _o | Fe _d | Fe _o /Fe _d | P _o /Fe _o (molar) |
|-------------------|----------|---------|------------------|-------------------|-------------|----------|-----------|----------|--------------------|----------|-----------------|-----------------|----------------------------------|---|
| H ₂ O | -0.111 | 0.154 | -0.089 | -0.234 | 0.062 | -0.011 | -0.161 | 0.119 | -0.020 | -0.129 | 0.051 | 0.010 | 0.199 | -0.005 |
| CaCl ₂ | -0.348* | 0.387** | -0.223 | -0.341* | 0.452*** | -0.422** | -0.462*** | 0.500*** | -0.312* | -0.379** | -0.074 | -0.106 | 0.232 | 0.122 |
| LiCl | 0.024 | 0.407** | -0.067 | -0.238 | 0.184 | -0.237 | -0.291* | 0.301* | -0.205 | -0.040 | -0.044 | -0.091 | 0.196 | 0.174 |
| Olsen | -0.319* | 0.219 | 0.076 | -0.363** | 0.268 | -0.242 | -0.463*** | 0.427** | 0.070 | -0.402** | 0.307* | 0.146 | 0.627*** | 0.091 |

Tabel 1. Pearson korrelations koefficienter imellem P ekstraktions metoder og jord egenskaber (n= 50).

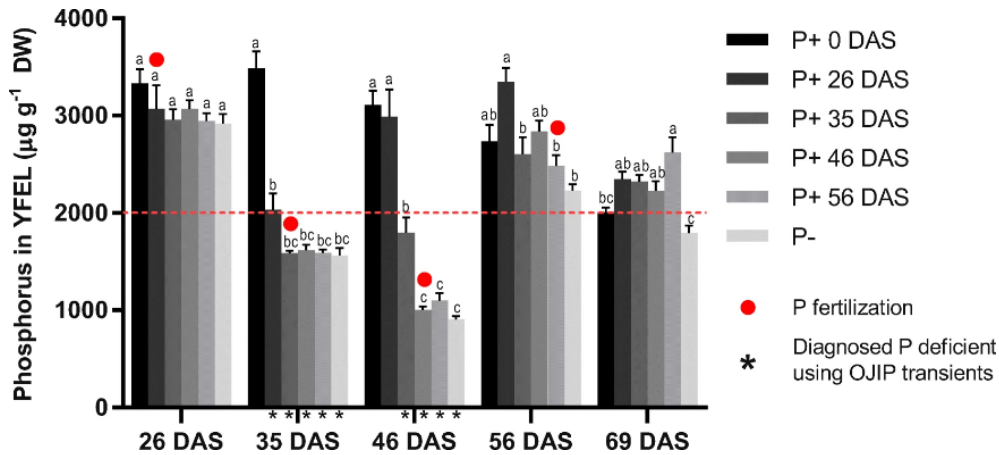


Figur 2. Sammenhæng imellem indhold af fosfor i byg ved høst og ekstraheret og målt fosfor i jord ved Olsen P.

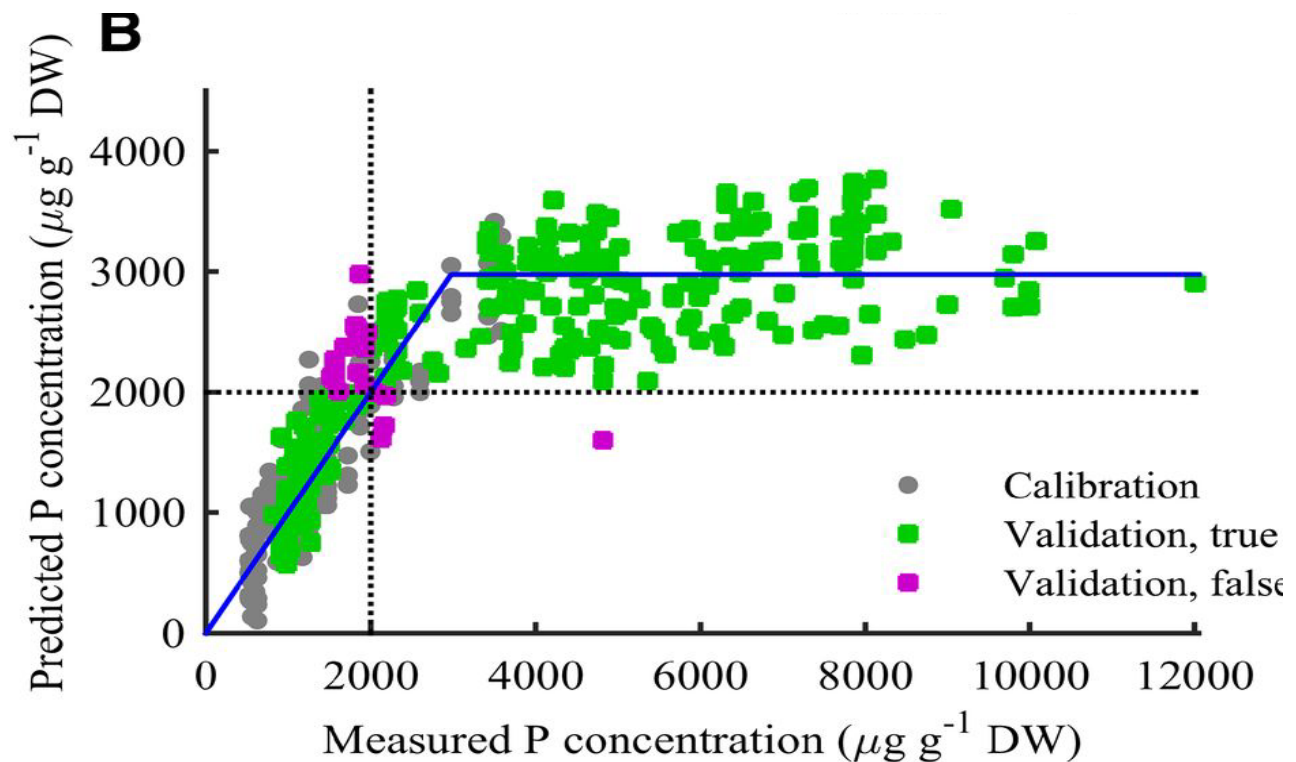
Forsøg lavet i 60erne på jorde i Europe, Amerika og Australien viser at en "simpel" vandekstraktion i en time kan forklare 88% af variansen i udbytter og forfor indhold i bladmasse. Denne evne til at forudsige udbytter og fosforindhold ligner Olsen-P. Eurofins udbryder et samlet jordfertiliseringsprodukt som hedder jordkompass hvor der indgår to forskellige fosfor ekstraktioner. Afgrødelageret testes ved en P-Al (ammonium lactate) ekstraktion og plantetilgængeligt P måles ved en 0.01M CaCl₂ ekstraktion. Da CaCl₂ ekstraktionen er en meget mild ekstraktion og derfor er sammenlignelig med vandekstraktionen forventes det at den har sammenlignelig evne til at forudsige udbyttetab og fosforindhold af planter med vand.

DGT (Diffusive Gradients in Thin Films) måler jordens evne til at tilføre P til planteoptag ved at tage højde for diffusionsbegrænsningen. Dette er specielt nyttigt for næringsstoffer hvis plantetilgængelighed primært er begrænset af lave diffusionskvotienter som fosfor. Princippet bag DGT til bedømmelse af fosfors plantetilgængelighed beror på at der ligger en jern-oxid resin bagved en diffusionsbarriere i form af en gel. Jern oxid resinen tiltrækker og binder det fosfor, som vandrer igennem diffusionsbarrieren. Dermed begrænses opsamlings af fosfor i jern oxid resinen af fosfats diffusionskvotient.

Der er udviklet en hurtig, præcis og kommerciel tilgængelig metode til bestemmelse af fosforindhold ved hjælp af klorofyl *a* fluorescens. Planters indhold af fosfor er en god indikator for plantetilgængeligheden når den måles før og under buskningsfasen (figur 3 og 4). Derfor kan denne metode bruges i det tidlige forår hvor man potentielt kan nå at redde en et udbyttetab ved sen tildeling af fosfor ved kritisk lave værdier.



Figur 3. Fosforindhold af bygplanter fra 26 dage efter såning til 69 dage efter såning.



Figur 4. Sammenhæng imellem målt p koncentrationer i blade og forudsagt P koncentrationer ved hjælp af chlorophyll *a* fluorescence.

Sammenfatning

Fosfor er et plantenæringsstof som er central i planters biokemiske stofskifte afgrøders evne til at buske sig. Jords evne til at frigive næringsstoffer til planter er en helt central parameter i jords fertilitet. Metoder baseret på jordekstraktioner, ekstraherer flere forskellige puljer i jord, og kan derfor kun i ringe grad bestemme plan-

tetilgængelighed af fosfor. Fosfor koncentration i planten ved buskning er et godt mål for jords evne til at gøre fosfor tilgængeligt for planter. Klorofyl *a* fluorescence og planteanalyse er gode metoder til at bestemme fosforkoncentration i plantevæv, og derfor gode metoder til at bestemme jordens fertilitet.

Litteratur:

Mundus *et al.*, (2007), Predicting phosphorus availability to spring barley (*Hordeum vulgare*) in agricultural soils of Scandinavia, Field Crops Research.

Van De Paauw, (1971), AN EFFECTIVE WATER EXTRACTION METHOD FOR THE DETERMINATION OF PLANT-AVAILABLE SOIL PHOSPHORUS Plant and Soil 34, 467-481

Samtale med Dr. Timothy George ved International Plant Nutrition Colloquium 2022 i Brasilien.

Kulhanek M, Balik J, Cerny J, Nedved V, Kotkova B (2007) The influence of different intensities of phosphorus fertilizing on available phosphorus contents in soils and uptake by plants. Plant Soil Environ 53(9):382–387

Plant Physiol, Volume 169, Issue 1, September 2015, Pages 353–361, <https://doi.org/10.1104/pp.15.00823>

Wuenschel R., Unterfrauner H., Peticzka R., Zehetner F. (2015): A comparison of 14 soil phosphorus extraction methods applied to 50 agricultural soils from Central Europe. Plant Soil Environ., 61: 86-96.