

Formidlingstekst til Ph.d. cup 2019

af Andreas Carstensen – acar@plen.ku.dk

Mål planters sundhed direkte i marken!

Verdensbefolkningen er steget eksplosivt i løbet af de sidste hundrede år. Tilvæksten ser ikke ud til at stoppe foreløbigt, og det forventes, at vi i år 2100 skal dele jorden med 11,2 milliarder andre medmennesker. Denne bedrift har sat vores planet under et alvorligt pres, når det drejer sig om at sikre en bæredygtig global fødevarerforsyning. En af de største udfordringer, som den fremtidige fødevarerproduktion står overfor, er tilgængeligheden af næringsstoffer, hvor særligt manglen på fosfor som naturressource kan true fremtiden. Alle planter har brug for fosfor for at vokse og gennemføre deres livscyklus, hvilket også gælder vigtige afgrøder som hvede, byg, ris, majs og kartofler.

Hidtil har det været meget udfordrende at måle planternes fosforbehov, men i mit Ph.d.-projekt præsenterer jeg en nytænkende og pålidelig metode til nøje at tilpasse tildelingen af fosfor til vores afgrøder. Jeg har i løbet af projektet udviklet et håndholdt apparat, der kan afsløre planters fosforstatus på et tidligt tidspunkt i plantens liv, og målingerne kan udføres direkte i marken. Med det nye værktøj, kan tildelingen af fosfor fremover tilpasses hver enkelt plante, og dermed bidrage til at passe på vores kostbare naturressource, til gavn for både mennesker, natur og miljø.

Vi gøder for meget

Fosfor er en ikke-fornybar naturressource, der vil blive begrænset i fremtiden. De mest dystre prognoser spår, at de eksisterende fosforminer vil være udtømte om 50-100 år, og det er derfor bydende nødvendigt at målrette fremtidens fosforforbrug, så vi skåner de tilbageværende fosforressourcer bedst muligt. Afgrødernes behov for fosfor vurderes i dag ud fra klassiske jordanalyser, der blev udviklet i 1950'erne og 60'erne, hvor vi i Danmark anvender Olsen-P-metoden fra 1954. Her bruges natriumbikarbonat (NaHCO_3) til at frigive fosfat fra jorden, som antages at svare til den pulje af fosfor, som planterne kan få fat i. Denne estimering er dog langt fra virkeligheden i det komplekse kemiske samspil mellem rødder og jord, der finder sted i marken. Fosfor bevæger sig meget langsomt i jord, og jordanalyserne har svært ved at vurdere, hvor meget fosfor planterne reelt kan få fat i. Uden at kende afgrødens specifikke behov for fosfor,

er det selvsagt uhyre svært at tilpasse fosforgødningen til markerne. Af samme grund overgøder landmændene typisk med fosfor for derigennem at sikre et tilfredsstillende udbytte.

Denne anvendte praksis har ført til en enorm ophobning af fosfor i jorden, hvilket er meget uhensigtsmæssigt for en knap ressource, er dårlig for landmandens økonomi og har store konsekvenser for miljøet. Der er altså et akut behov for at ændre konceptet, ved i højere grad at lytte til planterne direkte ude i marken. Dette vil give muligheden for at tilpasse tildelingen af fosfor til hver enkelt plante, hvilket vil være startskuddet til en ny strategi for en bæredygtig anvendelse af fosfor i landbruget.

Kan man måle en plantes hjerteslag?

I mit Ph.d.-projekt vendte jeg den gamle tankegang på hovedet og flyttede fokus fra jorden op til selve planten. Jeg satte mig for at undersøge og afkode de utallige signaler, planter udsender til deres omgivelser, i håbet om at planterne selv kunne være med til at afsløre deres fosforstatus.

Et af de mere lovende signaler viste sig at stamme fra planternes fluorescerende egenskaber. Om dagen høster bladene sollys til den livsvigtige fotosyntese, men der vil altid være en lille andel af solenergien der forlader bladet igen, enten i form af varme eller fluorescens. Jeg fandt ud af, at bladenes fluorescens-signal var en hurtig og effektiv måde at måle planters generelle sundhedsstatus på.

At påstå at man kan måle planters puls, er nok at gå for vidt, men signalet kan i bund og grund sammenlignes med et hjertekardiogram. Fotosyntesen er planternes kraftværk, og da fluorescens-signalet afspejler effektiviteten af denne livsvigtige proces, afslører det samtidig vigtig viden om plantens generelle sundhedsstatus. Fluorescens-signalet er altså noget af det allerførste, der bliver påvirket, når en plante mistrives. Fuldstændig ligesom et hjertekardiogram giver vigtig information til lægerne om patientens umiddelbare sundhedsstatus.

Ny metode måler den enkelte plantes fosforbehov

Ved at nærstudere fluorescence-signalet, lykkedes det mig at identificere et specifikt udsving, der kan afsløre plantens aktuelle fosforindhold – jo kraftigere udsving, desto mere effektiv er fotosyntesen og desto mere fosfor indeholder planten. Det var en overraskende opdagelse, men observationen viste sig at holde stik på tværs af både plantearter og -alder.

Ved at dykke ned i fotosyntesens biokemi, fandt jeg frem til specifikke processer, der var særligt følsomme overfor fosfor. Processerne forløb langsommere når en plante led af fosformangel, hvilket resulterede i markante ændringer i fluorescens-udsvinget.

Bladenes fluorescens-signal er meget kompleks, så der var brug for en nem og hurtigt tolkning af målingerne, før metoden var brugbar. Løsningen blev en matematisk model, der identificerer og beregner størrelsen af det specifikke udsving. Modellen behandler hver måling og returnerer ét tal, der er udtryk for det aktuelle fosforindhold i hver enkelt plante.

Den nye fremgangsmåde udnytter dermed plantens egne signaler til at afsløre, om det er nødvendigt at tildele fosfor til marken, og adskiller sig markant fra de nuværende jordbaserede målemetoder. I stedet for at estimere, hvad planten potentielt set kan optage fra jorden, kan fokus nu flyttes op til selve planten, og give os et mål for, hvad der reelt er optaget. Det giver landmændene muligheden for rettidigt at sikre en optimal fosfortildeling til planterne, og samtidig undgå et overforbrug.

Håndholdt måler er allerede på markedet

Efter at have brugt to år på at udvikle og forbedre målemetoden i laboratoriet, skulle den stå sin prøve i marken – der hvor det virkelig gælder! På udvalgte danske bygmarker i 2017, kunne planternes fosforbehov nu følges henover hele vækstsæsonen, og gødningen kunne for første gang tilpasses de lokalt gældende forhold.

Ved at tildele fosfor på baggrund af fluorescens-målingerne, var det muligt at undgå en markant udbyttenedgang i samtlige forsøg. Samtidig blev den nødvendige mængde fosfor reduceret, da det nu var muligt udelukkende at gøde efter planternes reelle behov. Resultaterne fra marken var derfor meget lovende for at bruge målemetoden i den virkelige planteproduktion.

For at sikre en bred vifte af brugere, blev der udviklet en prototype der samler hele målemetoden i ét håndholdt apparat – Figur 1. Ved hjælp af medfølgende klips, sættes apparatet direkte på bladene for at måle fluorescens-signalet. Målingen bliver herefter overført til en app på en smartphone, hvor planternes fosforstatus bliver beregnet via den matematiske model. Hver måling tager kun tre sekunder, og den lette og hurtige håndtering giver muligheden for at evaluere resultaterne direkte i marken. Alle målinger bliver desuden kortlagt, for at give et overblik over eventuelle særlig følsomme områder. Prototypen er allerede solgt til landmænd og rådgivere i såvel ind- og udland.

Til gavn for landmanden og miljøet

Gennem en løbende evaluering af afgrødernes fosforstatus henover vækstsæsonen, er det realistisk at kunne reducere fosforbruget med 20-40 procent, alene ved at ændre praksis fra at gøde for en sikkerheds skyld, til kun at gøde ved et reelt fosforbehov. Samtidig vil det være muligt at øge udnyttelsen af den mængde fosfor, der hvert år tildeles vores afgrøder. I dag er det kun omkring 20 procent af den tildelte mængde fosfor, der bliver optaget og udnyttet af planterne. Resten bindes i jorden eller ender i søer og kystnære havområder, hvilket fører til algeopblomstring, der i sidste ende kan medføre iltsvind.

Med de skærpede miljøkrav til landbruget, vil der være et øget fokus på brugen af fosfor både i dansk såvel som international planteproduktion. Med produktet fra mit Ph.d.-projekt har landbruget nu fået et pålideligt værktøj, der kan være med til at optimere fremtidens brug af fosfor. Ved at følge planternes specifikke behov, kan vi målrette fremtidige gødningsstrategier, og dermed reducere overforbruget af fosfor betydeligt. Denne mulighed kan vise sig at være en vigtig brik i håndteringen af fremtidige udfordringer samt bidrage til en bæredygtig global planteproduktion.



Figur 1: Prototype af den udviklede fosformåler. Til højre ses klipsen som sættes på bladet før måling.