

## Årsrapport 2017 for projektet:

# Robuste og produktive afgrøder til bæredygtig intensivning af fremtidens planteavl (Robusta 2017 – 2019)

Projektet er initieret af udvalget for konkurrencedygtig planteavl. SEGES tager sig af projektledelsen, og arbejdet udføres af Aarhus Universitet og Københavns Universitet.

Projektet er finansieret af Promilleafgiftsfonden for Landbrug



## Formål og baggrund:

Planteproduktionen er konstant udfordret af strenge krav til hvor meget miljøet må belastes. Samtidig stiger verdens befolkning uden at det globale landbrugsareal kan udvides. Hvis fødevareproduktionen fortsat skal holde trit med behovet, kræver det store investeringer i udvikling af afgrøder, der udnytter næringsstoffer og vand effektivt. I planteforædlingen forbedres afgrøderne til stadighed gennem forædling af nye sorter, der udvælges (selekteres) for egenskaber som udbytte, sygdomsresistens og kvalitet. Det er egenskaber som er nemme at måle. For mange af de simpelt nedarvede egenskaber, dvs. egenskaber der styres af et til nogle få gener, er det muligt at selektere med hjælp af DNA-markører. Udnyttelsen af kvælstof og vand, der i betydelig grad afhænger af rodvæksten, er meget komplicerede egenskaber, der dels er svære at måle og dermed selektere for i et forædlingsprogram, dels må formodes at være styret af mange gener, der vanskeliggør udviklingen af effektive DNA-markører.

Projektets formål er:

- At karakterisere et stort plantemateriale bestående af sorter og forædlingslinjer af korn, græs og kartofler, for rodvækst og evnen til effektiv udnyttelse af vand og kvælstof.
- Beskrive den genetiske baggrund for variationen i rodudvikling og udnyttelse af kvælstof og vand.
- Udvikle værktøjer hvormed forædlerne kan selektere for disse egenskaber vha. genomisk selektion. Dvs. selektion der foregår ved, at analysere DNA af forædlingslinjerne uden det er nødvendigt at karakterisere linjernes egenskaber i form af rodvækst og udnyttelse af vand og kvælstof i hver enkelt forædlingslinje eksperimentelt.

Arbejdet med karakterisering af korn, græs og kartofler for rodvækst og effektiv udnyttelse af vand og kvælstof, foregår på Københavns Universitet (KU). Arbejdet sker primært i RadiMax-anlægget, der er et nyt og på verdensplan enestående forskningsanlæg til måling af rodvækst og næringsstofudnyttelse. Den genetiske karakterisering og udvikling af værktøjer til genomisk selektion af egenskaberne, foregår på Aarhus Universitet (AU). AU råder over computerfaciliteter og software udviklet i et foregående projekt finansieret af promilleafgiftsfonden, der er afgørende for at kunne udnytte de voldsomme datamængder der kommer fra DNA analyserne.

Projektet er treårigt. Her følger et resume af resultaterne af det første projektår, en mere detaljeret gennemgang findes i de vedhæftede rapporter fra KU og AU. Yderligere information om Robusta findes på projektets [hjemmeside](#), samt på siden [Konkurrencedygtig Planteproduktion](#), der giver en samlet fremstilling af tre for planteproduktionen vigtige projekter, der gennemføres 2017-2019.

**Arbejdsplan 1: Karakterisering af rodvækst og rodfunktion, samt udvikling af metoder hertil (Københavns Universitet)**

RadiMax-anlægget er en world class avanceret forskningsfacilitet bygget til studier af rodvækst og udnyttelse af vand og kvælstof i landbrugsafgrøder. RadiMax har været under bygning og udvikling ved Københavns Universitet i Tåstrup siden sommeren 2015, de første afgrøder blev anlagt i efteråret 2015. Adgang til brug af anlægget er en forudsætning for gennemførelsen af Robusta projektet. Anlægget består af fire kar, hvor der kan dyrkes afgrøder der skal undersøges, med fuld kontrol af tilgængeligheden af vand og med mulighed for at tilsætte isotopmærket vand og næringsstoffer til studie af næringsstofeffektivitet. Anlægget er nu stort set færdigt og fuldt funktionsdygtigt og de første resultater i Robusta begynder nu at komme fra studierne i RadiMax.



Figur 1: Et af karrene i Radimax fyldes med homogeniseret jord. De gennemsigtige plastrør, hvorigennem rodvæksten iagttages med et kamera ses i forgrunden.



Figur 2: To af Radimax karrene med afgrøde. Plastrør til observation af rødderne ses med røde låg i betonkanterne, der er 150 plastrør i hvert kar. I baggrunden ses flytbare tag der sikrer at alt vand kan tilsættes nedefra via karrenes vandsystem.

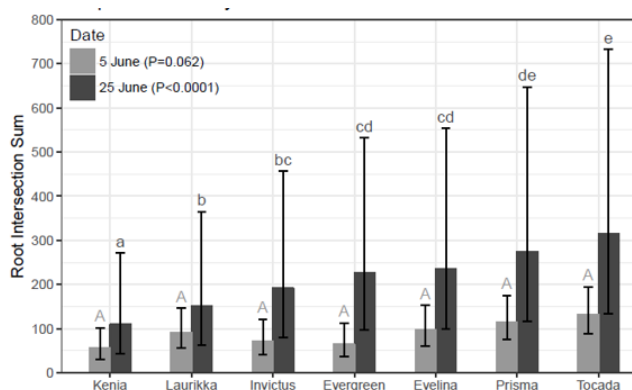


Figur 3: Optagelse af rødder med prototype til kamerasystemet (til venstre) og det endelige semiautomatiske kamerasystem med fire multispektrale kameraer der er udviklet til anlægget (til højre).

### **Resultater opnået i 2017**

Der er gennemført målinger af rodvækst af bygsorter i den ene halvdel af RadiMax anlægget og af rajgræssorter og linjer i den anden halvdel. Resultaterne viser klar sortsvariation i dyb rodvækst hos vårbyg på trods af stor målevariation. Der er 7 sorter af vårbyg, som vi har målt særligt grundigt (figur 4). Som figuren viser, er der forskelle i dyb rodvækst imellem sorterne. Sammenligning med målinger fra 2016 viser,

at vi opnår stort set samme rækkefølge af sorterne i begge år. Sammenligning med optagelsen af isotopmærket kvælstof fra jordlag under 100 cm dybde bekræfter forskellene i rodvækst mellem sorterne, med tendens til højest optag i sorterne Prisma og Tocada. Sammenfald imellem rodmålinger fra de to år, og med måling af dybt kvælstofoptag viser både, at der er betydelige sortsforskelle imellem sorterne, og at RadiMax anlægget giver os mulighed for at måle dem på et stort antal sorter/linjer.



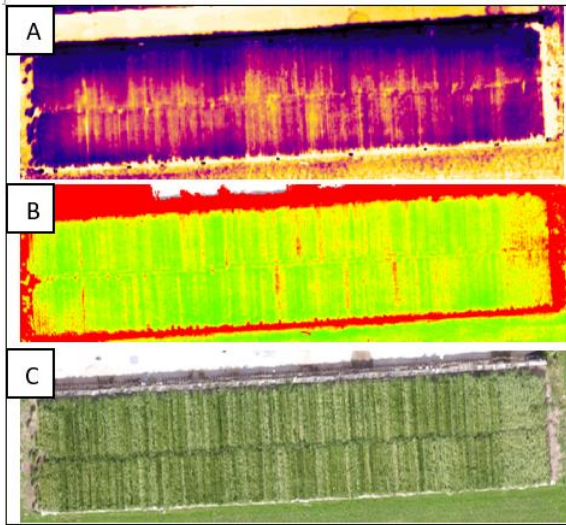
Figur 4: Samlet rodvækst af vårbygsorter i jordlag under en meter, målt på 2 datoer midt under væksten.

De første opgørelser af rodvækst i rajgræs tyder på tilsvarende store sortsforskelle. For rajgræs er der gennemført målinger af optagelse af både kvælstof som hos byg, og af vand, så vi også for denne afgrøde vil kunne sammenligne rodmålingerne med målinger af røddernes evne til optagelse af vand og kvælstof.

Der er samtidig gennemført et stort arbejde for at udvikle metoder til at opgøre mængden af rødder på rodbillederne med automatisk billedanalyse. Metoden til billedanalyse virker nu for bygrødderne, men det har vist sig at græsgrødderne er sværere at adskille fra jordbaggrund på billederne, så det skal der arbejdes videre med. Ud fra erfaringerne med rødder af hvede og kartofler i 2016, forventer vi at være i stand til at måle rødder af de to afgrøder med billedanalyse på samme måde som med byg. Næste trin er, i højere grad at få standardiseret og automatiseret billedanalysen, så vi bliver i stand til effektivt at udnytte resultater fra et større materiale.

I RadiMax anlægget har vi også arbejdet med brug af dronebilleder taget med termisk kamera til opgørelse af tørkestres respons i sorterne, som et indirekte mål for forskelle i rodvækst (figur 5). Metoderne er nu udviklet, så vi kan lave de første sammenligninger imellem rodmålinger og målinger på dronebilleder på materialet fra 2017, og bruge metoden på både hvede og kartofler i 2018.

Endelig er der i 2017 gennemført forsøg med 7 vårbygsorter på 5 lokaliteter, for at undersøge forskelle i kvælstofudnyttelseseffektivitet og sammenhæng med lokalitet (genotype \* miljø variation). Der er gennemført målinger både med traditionelle målemetoder for at vise forskelle i kvælstofudnyttelse, og med målinger af aktiviteter af en række enzymer i planterne for, at måle mere direkte på de processer som skaber forskelle i kvælstofudnyttelse. Målingerne viste forskelle i sorterne kvælstofudnyttelse, som fulgte samme mønster på alle 5 lokaliteter, og også klare forskelle i enzymaktiviteter i plantevævet, som ser ud til at hænge godt sammen med forskellene i kvælstofudnyttelse.



Figur 5: Tre forskellige drone billeder af byggen fra starten af juli 2017. A: Termisk billede af byggen, 7. juli gul=tørkestres og høj bladtemperatur, blå=velforsynet med vand og lav bladtemperatur, B: NDVI billede af byggen fra 4. juli, og almindeligt RGB billede af byggen fra 4. juli.

## Arbejdsopgave 2: Udvikling af værktøjer til genomisk selektion for udnyttelse af vand og kvælstof (Aarhus Universitet)

Den fremtidige landbrugsproduktion står overfor store udfordringer i de kommende år. Der vil blive brug for en højere produktivitet i planteproduktionen, der samtidig er kendetegnet ved en bedre ressourceudnyttelse og en mere miljø- og klimavenlig produktion. En væsentlig kilde til forbedring i de første led i værdikæden i landbruget ligger i mulighederne for at optimere egenskaberne i de dyrkede afgrøder ved hjælp af genomisk selektion. Genomisk selektion er en teknologi hvor fremtidige sorter udvælges ud fra deres genetiske potentiale for forskellige, vigtige egenskaber. Formålet med denne arbejdsopgave er udvikling af værktøjer til genomisk selektion for udnyttelse af vand og kvælstof i græsser, byg, hvede og kartofler.

Genomisk information (DNA-markører) er ofte grundlæggende for biologiske studier, idet organismers grundlæggende egenskaber netop bestemmes af deres arvemateriale. Men arvematerialet kan udtrykkes og reguleres på mange måder. Derfor kan man oftest ikke nøjes med DNA-markør information, hvis man fx vil implementere genomisk selektion i et forædlingsprogram. Andre teknologier som fx epigenetics, transcriptomics, proteomics, metagenomics og metabolomics anvendes derfor lige så ofte i grundige analyser. 'Omics' anvendes som en fælles betegnelse for disse metoder, der alle behandler og analyserer store mængder af biologiske molekyler samlet. Hver metode analyserer en type af biologiske molekyler (fx DNA, RNA eller protein). Fælles for alle teknologierne er, at de afleder store datamængder, der kræver bioinformatiske metoder at analysere og fortolke datamaterialet, så det kan omsættes til nyttig viden for planteforædlerne i deres selektionsprogrammer. Man ser altså på et samlet billede med mange biologiske variable på én gang. Dette bliver beregnet af supercomputere på baggrund af meget omfattende Omics information, som fastlægges for hver eneste forædlingslinje.

Vi har i 2017 arbejdet på at tilvejebringe Omics information for kartofler, rajgræs og byg. Rajgræs og byg-forsøgene blev udført i RadiMax anlægget, mens kartoffelforsøget blev udført som et tørkestress-forsøg i et drivhus. Vi har indsamlet 600 byg-prøver, 1200 rajgræs-prøver og 96 kartoffel-prøver, og vi har anvendt disse til at udvikle markører baseret på Omics-teknologierne genomics, epigenetics og transcriptomics. Disse markører vil i den anden fase af projektet blive anvendt til at udvikle statistiske modeller til genomisk selektion for forbedret udnyttelse af vand og kvælstof i kommercielt vigtige danske afgrøder til gavn for de danske landmænd.

**Yderligere information findes i de to rapporter:**

[Status rapport over aktiviteter i Robusta projektet hos Københavns Universitet 2017](#)

[Status rapport over aktiviteter i Robusta projektet hos Aarhus Universitet 2017](#)