



Slutrapporten indsendes til bevaringsudvalget@naturerhverv.dk.

Slutrapport for projekt nr. 15-3262-0000020

Ansøgningsåret 20 16

**Alle relevante felter skal udfyldes, og der må ikke ændres i felternes overskrifter.
Rapporten offentliggøres på internettet.**

DATO: 28.1.2019

1. Projektets sagsnr.

15-3262-0000020

2. Projekttitel (og evt. akronym)

Brugsgenbank for landbrugsplanter (GENBRUG)

3. Projektets start- og slutdato

Startdato: 16.1.2016

Slutdato: 31.12.2018

4. Projektleder (Navn, evt. institution, tlf.nr., e-mail og evt. projektets hjemmeside)

Anders Borgen, Agrologica, Houvej 55,9550 Mariager, 55813518, borgen@agrologica.dk



5. Kort projektbeskrivelse (Kopi fra ansøgning)

Den samlede tekst fra ansøgningen er gengivet, men projektet fik afslag på dele af ansøgningen, som er overstreget i gengivelsen.

~~Projektet omhandler både formidling, bevarelse og udnyttelse af plantegenetiske ressourcer. Projektet vil arbejde både med opformering af bl.a. gamle kornsorter til anvendelse til direkte konsum, men vil også arbejde med udnyttelse af plantegenetiske ressourcer i præforædlingen af nye forbedrede kornsorter med resistens imod nematoder og stinkbrand. Projektet vil støtte beskrivelsen af sorter bevaret i genbanker, og projektet vil formidle bevaringsarbejdet til en bred kreds af brugere, bl.a. ved afholdelse af et internordisk kornseminar i Danmark i 2016.~~

6. Projektets formål (Kopi af de linjer fra ansøgningen, som beskriver projektets formål)

Arbejdspakke 2: Korncystenematode-resistens i hvedesorter: Projektet vil identificere resistenskilder i korn, der kan bruges i forædlingen af resistente sorter. Dette vil blive gjort ved at indsamle jord med smitte af cystenematoder fra 5 forskellige landbrug i Danmark, og anlægge et smittefelt i marken til test af modtagelighed. Indsamlingen vil omfatte jord med rugcystenematoder, hvis arbejdet på Science-KU viser, at denne art allerede findes i Danmark. Projektet vil rekvirere 50 hvedesorter fra NordGen og andre genbanker, som angives at have resistens imod cystenematoder, og teste deres modtagelighed/resistens imod de cystenematoder, som er indsamlet med henblik på at identificere, hvilke resistensgener, der kan anvendes i Danmark. Projektet vil gennemføre krydsninger mellem resistente og klimatisk tilpassede sorter som præforædling til udvikling af resistente sorter i Danmark. Projektet vil også inkludere bygsorter, hvis forekomsten af rugcystenematoden påvises i Danmark indenfor projektperioden.

Arbejdspakke 3: Stinkbrandresistens i i hvede: Projektet vil arbejde videre på at validere NordGens NIL-samling og på at indarbejde de manglende resistensgener i samlingen. Projektet vil dyrke de 25 identificerede resistente NGB-sorter med kunstig smitte med sporer med forskellig virulensprofil med henblik på at identificere, hvilke resistensgener, de indeholder.



7. Projektets forløb, fremdrift og resultater

Punkterne bør besvares så kortfattet og præcist som muligt, men stadig dækkende.

A. For projektperioden angives et kort resumé af projektets hovedresultater og hovedkonklusioner (i alt max. 2 sider).

Korncystenematoder

Gennem litteraturstudie og networking fandt projektet frem til 50 hvede-sorter, som var beskrevet som resistente imod enten havre-cyste-nematoder eller rug-cyste-nematoder. Det har hidtil været antagelsen, at havre-cyste-nematoder (*Heterodora avenae*) udgør det største nematode-problem i dansk kornavl. Projektet har ikke kunne afvise denne antagelse og har ikke fundet rug-cyste-nematoder (*Heterodora filipjevi*). Projektet har derfor fokuseret på havre-cyste-nematoder. I den første opstilling (Figur 1) var det håbet, at det ville være muligt at se deformationer af rødderne gennem glaspladerne på angrebne planter. Det viste sig ikke at kunne lade sig gøre. Opgørelsen blev i stedet gjort ved at undersøge rødderne for tilstedeværelsen af nematode-DNA og for mængden af cyster i jorden. Disse undersøgelser er vanskelige og dyre undersøgelser, og kun sorter med hypotese om resistens imod havre-cyste-nematoder blev analyseret.



I næste forsøg blev de udvalgte sorter undersøgt for cyster af Tystoftefonden i deres screeningsfaciliteter.

Litteraturstudiet viste, at resistens-genet Cre-1 er det gen, som sandsynligvis er det mest effektive overfor de smitteracer, som findes i Europa. Af de undersøgte sorter ser det ud til, at nogle sorter med Cre-1 er resistente, mens andre ikke er. Om dette skyldes, at sorterne ikke som angivet har Cre-1, eller om det skyldes at resistensgenet alene ikke er virksomt under vore betingelser, eller om det skyldes forsøgsusikkerhed, er vanskeligt at konkludere.

	Cre genes	Eurofins 2016 (resistance)	KVL 2016 (infection)	Tystofte 2017	Anders Borg 2018	Summarized tendency	
Agrilogica	Aus-10894	Cre1 ^{a,b}	susceptible	almost none	resistant	resistant	deviating
	Beulah	Cre1 ^{a,b}	moderate	strong	uncertain	susceptible	moderate
	Dacke		susceptible	strong	susceptible	susceptible	susceptible
	Festiguay	Cre8 ^a	moderate	almost none	uncertain	susceptible	moderate
	Goroke	Cre1 ^{a,b,d}	resistant	very low	resistant	resistant	resistant
	Iskamish	Cre1 ^{sd}	moderate	moderate	uncertain	resistant	moderate
	Loros x Koga	Cre1 ^{a,b,d}	resistant	none	resistant	resistant	resistant
	Molineaux	Cre8 ^a	susceptible		uncertain	susceptible	susceptible
	Ouven	Cre1 ^{a,b}	resistant	none	susceptible	m. stak u. stak	deviating
	Quarna		susceptible	strong	susceptible	susceptible	susceptible
Tystofte Fonden	Sönmez		susceptible	strong			susceptible
	Øland		susceptible	strong		susceptible	susceptible
	Aus-10894	Cre1 ^b				susceptible	deviating
	Capa				susceptible	susceptible	susceptible
63/1/7/15/12 ("RR")	Cre1 ^d				resistant	resistant	

Information from (a) Agrológica, (b) Ogbonnaya et al. (2001), (c) Jayatilake et al., 2015, (d) Montes et al. 2007

Projektet har analyseret



sorterne i forsøgene for tilstedeværelsen af genetiske markører, som er beskrevet i litteraturen. Dette studie viste, at markøren wri15 ser ud til at kunne anvendes som markør for resistensgenet Cre-8. En lang række markører er beskrevet som relateret til Cre-1 genet. Desværre har vi ikke fundet nogen sammenhæng mellem disse markører og resistens imod havre-cyste-nematoder i vore forsøg, hverken i forhold til de fænotypiske resultaterne eller i forhold til oplysninger om sorterne.

Projektet har krydset flere af sorterne med Cre-1 og Cre-8 med modtagelige veltilpassede sorter. Disse krydsninger er opformeret i projektet, både i marken og om vinteren i enten drivhus eller i Chile for at opnå to generationer pr år. Materialet er således nu i generation F4, og vil kunne selekteres for modtagelighed for havre-cyste-nematoder. Projektet har identificeret en mark, som i 2018 havde angreb af nematoder, og efter projektafslutningen vil denne screening blive gennemført i samarbejde med Nordic Seed og projektet ØKOSORT-II.

Arbejdspakke 3: Stinkbrandresistens i hvede

Før projektet startede, screenede Agrologica 175 accessioner fra NordGen, og identificerede nogle accessioner, som så ud til at have en eller anden resistens imod stinkbrand. Disse blev i projektet dyrket igen med forskellige smitteracer af stinkbrand med henblik på at identificere deres resistensgener.

Speltsorten Speltti Ruskea Baulander (NGB-17140) ser ud til at have et resistensgen, som muligvis kan være Bt3, selvom resultater ikke er helt entydigt, muligvis fordi accessionen ikke er helt homogen. Stinkbrandresistens i spelt er interessant, idet der endnu ikke er identificeret nogle af de kendte Bt-resistensgener i nogen spelt sorter.

Ved ingen af accessionerne af alm. hvede havde specifikke resistensgener, bortset fra sorterne Stava, Tjelvar og Magnifik. Det var i forvejen velkendt, at disse sorter var resistente. Både Stava og Tjelvar er forædlet ud fra Pi178383, som har både Bt8, Bt9 og Bt10, og begge har den genetiske markør for Bt9-genet, men ikke markøren for Bt10. Der findes ingen markør for Bt8. Magnifik nedstammer fra Stava, men har hverken markøren for Bt9 eller Bt10. På denne baggrund kan det konkluderes, at Stava har både Bt8 og Bt9, mens Magnifik kun har Bt8 og at Tjelvar har Bt9 og også kan have Bt8. Sorterne Helge (NGB-26), Rubrik (NGB-7484) og Sigyn II (NGB-473) ser ud til at have en vis resistens, sandsynligvis af kvantitativ karakter, men har ikke en af de kendte specifikke Bt-resistensgener.

NordGen har 7 accessioner, som angiveligt skulle være NILs (Nær Isogene Linier), med forskellige stinkbrandresistensgener, som kunne bruges i stinkbrandforskningen som differentialsorter. Projektet startede med at vurdere materialet med at inficere hver af accessionerne med stinkbrandsporer. Konklusionen var, at

- NGB11503 sandsynligvis har resistensgenet Bt1
- NGB16106 sandsynligvis har Bt5
- NGB11504 har sandsynligvis Bt6
- NGB11505 har sandsynligvis Bt9
- NGB11506 kan godt have Bt10, men at den næppe er homogen
- NGB16105 har ikke Bt12
- NGB6160 kan måske have Bt7, men at den næppe er homogen

Projektet udførte på denne baggrund et nyt forsøg, hvor 10 aks af hver accession blev dyrket separat med stinkbrandsporer, som var avirulente imod det resistensgen, som var hypotetiseret for accessionen. Dette bekræftede, at accessionerne ikke var helt homogene



med hensyn til stinkbrand-resistensgenerne. Samtidig lykkedes det at rendyrke accessio-
nerne, undtagen NGB16105, hvor ingen af aksrækkerne udviste resistens.

De rendyrkede accessioner er nu opformeret, og returneret til NordGen.

Accessionerne er i efteråret 2018 udsået med 11 forskellige smitteracer af stinkbrand
med henblik på at konfirmere resistensgenerne. Accessionerne vil blive genotyperet
med markører, og indgå i EU-projektet LIVESEED med henblik på at udvikle genetiske
markører for resistensgenerne.

Parallelt med screeningerne af accessionerne startede projektet et krydsningsprogram,
hvor Starke II (NGB22) blev krydset med sorter med kendte resistensgener. Nogle af F1-
krydsningerne blev tilbagekrydset på Starke II. Materialet blev vernaliseret på køl og
opformeret i drivhus, således at det er lykkedes at lægge en ekstra generation ind i op-
formeringen i forhold til projektperioden. I 2018 er der udvalgt aks i opformeringsdyrk-
ningen, og disse er i 2018 udsået med sporesmitte med henblik på selektion af linier
med resistens. Denne udvælgelse vil ske efter projektafslutningen.

**B. Ændringer i forhold til oprindelige planer angives med en kort og præcis tekstforkla-
ring (max. ½ side)**

Arbejdet med at diagnosticere angreb af nematoder viste sig vanskeligere end forudset,
og det var derfor nødvendigt at ændre forsøgsplanen og at købe bistand til arbejdet fra
bl.a. Københavns Universitet, Eurofins og Tystoftefonden.

Landbrugsstyrelsen har bevilget budgetændring til denne justering i mail den
22.2.2018.

**C. Beskrivelse af, hvorledes evt. planer for implementering af resultater er udført (max. 1
side).**

Arbejdet med nematoder tjener primært til at identificere relevante resistensgener i
hvede og om muligt at identificere genetiske markører, som vil kunne lette fremtidigt
forædlingsarbejde. Arbejdet vil dog også blive udnyttet med henblik på egentlig foræd-
ling, således at de RILs, som nu skal udsås for at udvikle en træningspopulationer for
udvikling af genetiske markører, muligvis også kan indgå i en forædling af kommerciel-
le hvedesorter med resistens imod nematoder.

Arbejdet med NILs med stinkbrandresistens indgår nu i arbejdet i LIVESEED med at
identificere genetiske markører for stinkbrandresistens, hvor netop NILs som kun adskil-
ler sig på få gener, er et meget værdifuldt materiale sammenlignet med udelukkende at
arbejde med genetiske forskellige sorter.

**D. Vurdering af hvordan projektets fremdrift har været, effekter samt samarbejdet
mellem projektets deltagere i forhold til oprindelige planer (max. ½ side).**

Det er vurderingen, at projektet fremdrift har været tilfredsstillende i forhold til de op-
stillede mål. Det er skuffende, at det ikke er lykkedes at få genetiske markører til
nematode-resistens til at fungere, men jeg mener, at der er gjort et fornuftigt arbejde,
som kan danne grundlag for at nå målet i opfølgende projekter.



E. Redegørelse for kommunikation fra projektet, herunder referencer.

Projektet er specifikt blevet præsenteret ved Landbrugsstyrelsens møde om arbejdet med plantegenetiske ressourcer 12/12-2017 i på Dansk Landbrugsmuseum/Gl.Estrup.

Arbejdet i projektet er blevet præsenteret ved offentlige markvandring i 2016, 2017 og 2018 med henholdsvis 45, 80 og 85 deltagere.

Arbejdet især i Arbejdspakke 3 er også præsenteret sammen med anden forskning indenfor stinkbrand ved flere foredrag/konference-oplæg, bl.a.:

- Konferenceoplæg om PGR ved Arche Noah Meeting on Seed Legislation, Wolkersdorf, Østrig 5-7/2-2016
- Konferenceoplæg om stinkbrandsforskning ved The XIX international Workshop on Smuts and bunts, Izmir Tyrkiet 4-6/5-2016.
- Konferenceoplæg ved Nordisk seminar om gamle kornsorter, Vittrupceteret 4-6/7-2016
- Konferenceoplæg ved Nordisk seminar om gamle kornsorter på Gotland 12/7-2017
- Foredrag om PGR ved FrøPop-Up i Rønede 4/2-2018
- Konferenceoplæg om PGR og stinkbrandsforskning ved Eucarpia conference on Plant-soil microbiom interecations, Witzzenhausen, Tyskland, 19-21/2-2018
- Foredrag om PGR ved Farmers Pride workshop 9/6-2018
- Konferenceoplæg om stinkbrandsforskning ved The XX international Workshop on Smuts and bunts, Logan USA 29-31/5-2018.
- Konferenceoplæg om stinkbrandsforskning ved 69. Tagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs, 19-21th November 2018, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning, Österreich.

Arbejdspakke 2 om nematoder er ikke publiceret, men der er udarbejdet en rapport, som ligger på Agrologicas hjemmeside: Dahlke 2018. Arbejdet videreføres i GUDP-projektet ØKOSORT-II.

Arbejdspakke 3 om stinkbrand er skriftligt publiceret i:

- Borgen, A. J Svensson and L. Wiik 2018: Evaluation of Nordic heritage varieties and NILs for resistance to common bunt (*Tilletia caries* syn. *T.tritici*). Abstract of the XX international Workshop on Smuts and bunts. Ed.: David Hole, Utah State University. P 19-23
- Borgen, A. 2016: Screening wheat varieties for resistance with purified virulence races of common bunt (*Tilletia caries*). Abstract of the XIX international Workshop on Smuts and bunts. Ed.: Alexey Morgounov Hafiz Muminjanov P 27-30
- Borgen, A., G. Backes, K-J Müller, A. Gallehr, B. Scherrer and H Spieß *in press*: Identifying resistance genes in wheat against common bunt (*Tilletia caries*) by use of virulence pattern of the pathogen.. 69. Tagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs, 19-21th November 2018, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning, Österreich.

Arbejdet i arbejdsopgave 2 videreføres i EU-projektet LIVESEED, og indgår endvidere i et planlagt arbejde, som er ansøgt til COST-Action.

F. Eventuelt

Side 6/7



G. Evt. henvisninger til projektets produkter (f.eks. links, brochurer, program, fotos)

Underskrift:

Navn	<i>Evt. Institution</i>	Dato	Underskrift
Projektleder: Anders Borgen	Agrologica	28.1.2019	