

Tysk strategi til bekæmpelse af nematoder

Baggrund

Rodgallenematoder (*M. hapla*) er en af de mest tabsgivende skadegørere i gulerødder. Det gælder både konventionelt og økologisk produceret gulerødder. Problemet med nematoderne er dog størst i den økologiske produktion, hvor kløver, kartofler og ukrudt – gode værter for rodgallenematoder - ofte indgår i sædskiftet. Især bælplanter er en hjørnesteen i det økologiske sædskifte. Derfor er det vigtigt, at finde strategier for dyrkning af gulerødder, hvor bælplanter indgår uden at bidrage til skadelig opformering af plantepatogene nematoder.

Den økologiske produktion af gulerødder er i disse år inde i en rivende udvikling med stigende efterspørgsel, stigende produktionsareal og fokus på lokalt produceret grønsager. Det stigende areal presser sædskiftet og begrænser produktionen af økologiske gulerødder. Risikoen for rodgalle-nematoder viser sig ofte at være stor, når der lejes jord af økologiske mælkeproducenter. Det bliver herved vanskeligere at finde egnede arealer.

Ved JKI forskningscenter i Tyskland er der en gruppe forskere, som har specialiseret sig i studier af plantepatogene nematoder. Her har man kortlagt en lang række biologiske forhold som f.eks. skadegørere, værtsplanter, livscyklus og levevilkår og efterfølgende brugt denne viden til i samarbejde med den lokale rådgivning (Ökoringen) at udvikle en strategi, hvor man i sædskiftet kan bekæmpe rodgallenematoder forud for produktion af gulerødder, løg eller andre modtagelige grønsager. Strategien skulle være effektiv overfor både rodgallenematoder (*M. hapla*) og andre fritlende plantepatogene nematoder som f.eks. *P. penetrans*. I vedlagte undersøges strategien afprøvet og tilpasse danske forhold.

Strategien

Den tyske strategi går i sin enkelthed ud på at kombinere fangplanter (bælplanter), sortbrak og ikke værtsplanter til at bringe antallet af nematoder ned under skadetærsklen i løbet af én dyrkningssæson. Samtidig skal strategien sikre jordens frugtbarhed efter sortbrak og næringsstoffer til de efterfølgende gulerødder.

- Efter høst af korn i august, etableres en fangafgrøde i form af kløvergræs med vintervikke. Det er vigtigt at den bliver sået senest første september, for at sikre en god etablering og overvintring af kløver. Fangafgrøden skal samle kvælstof i efteråret og vintervikken producere kvælstof i foråret. Bælplanter er attraktive værtsplanter for rodgallenematoder og skal i foråret fungere som fangafgrøde for rodgallenematoderne.
- Sidst i maj eller først i juni måned fjernes fangafgrøden. Enten ved slæt før nedmuldning eller ved at fræse hele fangafgrøden ned for at gemme kvælstof til den efterfølgende afgrøde. Nedmuldningen skal ske når jordtemperaturen i 10 cm's dybde i foråret når 300 graddage over 8 grader, så nematoderne ikke når at gennemføre hele deres livscyklus. Nematoderne gennemfører hele deres livscyklus på ca. 450 graddage, men efter 400 graddage kan en del af nematoderne stadig færdigudvikles i rodgallerne efter nedmuldning. 350 graddage er derfor sidste frist. Temperaturen i jordoverfladen kan variere meget alt efter mængden af biomasse på jordoverfladen. I de sidste dage i forløbet med stigende jordtemperatur, går det stærkt med at nå den 350 graddage. Derfor anbefales det, at stoppen fangafgrøden efter 300 graddage.
- I juni-juli holdes marken sortbrak. Overlevende nematoderne sultes, mens de leder efter værter.
- I august sås en hurtigt voksende énkimbladet ikke-værtsplante som f.eks. *Avena Strigosa* (purhavre/sorthavre), f.eks. sorten Prutex. Én-kimbladede planter er ikke vært for rodgallenematoder og *Avena Strigosa* har tilmed sanerende virkning over for *P. penetrans*. *Avena Strigosa* er god til at kvæle ukrudt og samle kvælstof, så det ikke tabes i løbet af vinteren. Sorthavren bør strigles for ukrudt i etableringsfasen.
- Inden havren når at sætte levedygtige kerner, fræses grønmassen ned og fungerer som forfrugt til den efterfølgende afgrøde. Sorthavre er normalt ikke vinterfast.
- I foråret etableres gulerødder, løg eller andre nematodefølsomme grønsager. På det tidspunkt skulle antallet af rodgallenematoder nematoder gerne være bragt ned under skadetærsklen og antallet af andre

plantepatogene nematoder skulle også gerne være reduceret. Efterafgrøden sikre jordstrukturen og frugtbarheden og bælgplanterne i fangafgrøde i kombination med efterafgrøde skulle gerne sikre et høj kvælstofniveau i jorden til grønsagerne.

Neden for ses fotos og resultater fra test af tysk strategi med fangafgrøder i 2017. Strategien med fangafgrøde, sortbrak og sorthavre er gennemført på tre lokaliteter ved hhv Sdr. Felding, Karup og Hvalpsund. Desuden er der strategien gennemført på en lokalitet ved Allingåbro med fangafgrøde, sortbrak og efterfølgende snackgulerødder sammen vækstsæson.

Sdr. Felding



Sdr. Felding, 26. sep. 2016. Bane med fangafgrøde i en nysået rugmark. Fangafgrøden er sået første uge i september.



Sdr. Felding 26. september. Kløvergræs med vikke og ukrudt som fangafgrøde.



Sdr. Felding, 14. okt. 2016. Fangafgrøde til venstre og rugmark til højre.



Sdr. Felding, 21. feb. 2017, Fangafgrøde til venstre og rugmark i højre. Råvildt har græsset fangafgrøden.



Sdr. Felding, 7. april 2017. Fangafgrøde med omkringliggende rugmark. Fangafgrøden er stadig noget trykket af græssende råvildt.



Sdr. Felding, 9. juni 2017. Fangafgrøde skårlagt og klar til nedmuldning den 10. juni.



Sdr. Felding, 9. august 2017. Sortbrak efter fangafgrøde. Omkringliggende rugmark er kontrolparcel.



Sdr. Felding, 18. august 2017. Sorthavre sået 11. aug. efter sortbrak. Omkringliggende rug er høstet.



Sdr. Felding, 1. nov. 2017. Sorthavre efter sortbrak i forsøgsparcellen. 4,9 ton/ha sorthavre. Sorthavren er lys og strækker sig fordi den har spist op af kvælstof.

Rodgallenematoder i jordprøver udtaget ved forsøgsetablering i september 2016

	M. hapla		GPS koordinater	
	uden inkubation	efter inkubation		
	antal/100 ml			
Karup	558	693	56.261368, 9.188651	venstre side af marken
Karup	2328	2368	56.260991, 9.188400	højre side af marken
Hvalpsund	12	12	56.686619, 9.193629	venstre side af marken
Hvalpsund	69	69	56.686552, 9.192415	højre side af marken
Sdr Felding	1744	1749	55.936599, 8.834381	i bane med fangafgrøde
Sdr Felding	1058	1088	55.936540, 8.834027	i bane uden fangafgrøde
Allingåbro ¹⁾	170	170	56.489570, 10.526880	mark med fangafgrøde

¹⁾: jordprøven ved Allingåbro er taget i marts måned, hvorfor antallet af rodgallenematoder er lavt sammenlignet med de tre andre lokaliteter hvor prøverne er taget i september.

Karup



Karup, 26. sep. 2016. Nysået fangafgrøde af kløvergræs med vintervikke.



Karup, 21. feb. 2017. Fangafgrøde. Vintervikken overvintre men planterne er små.



20. marts 2017. Men gule pinde er parceller markeret til forsøg med jordprøver til salat i potter som indikationsplante for rodgallenematoder i potter.



Karup, 17. april 2017. Fangafgrøde med kløvergræs, vintervikke og ukrudt (hejrenæb).



Karup, 9. juni 2017. Fangafgrøde klar til nedfræsning.



Karup, 9. aug. 2017. Sortbark vil højre klart til såning af sorthavre. Kontrol til venstre.

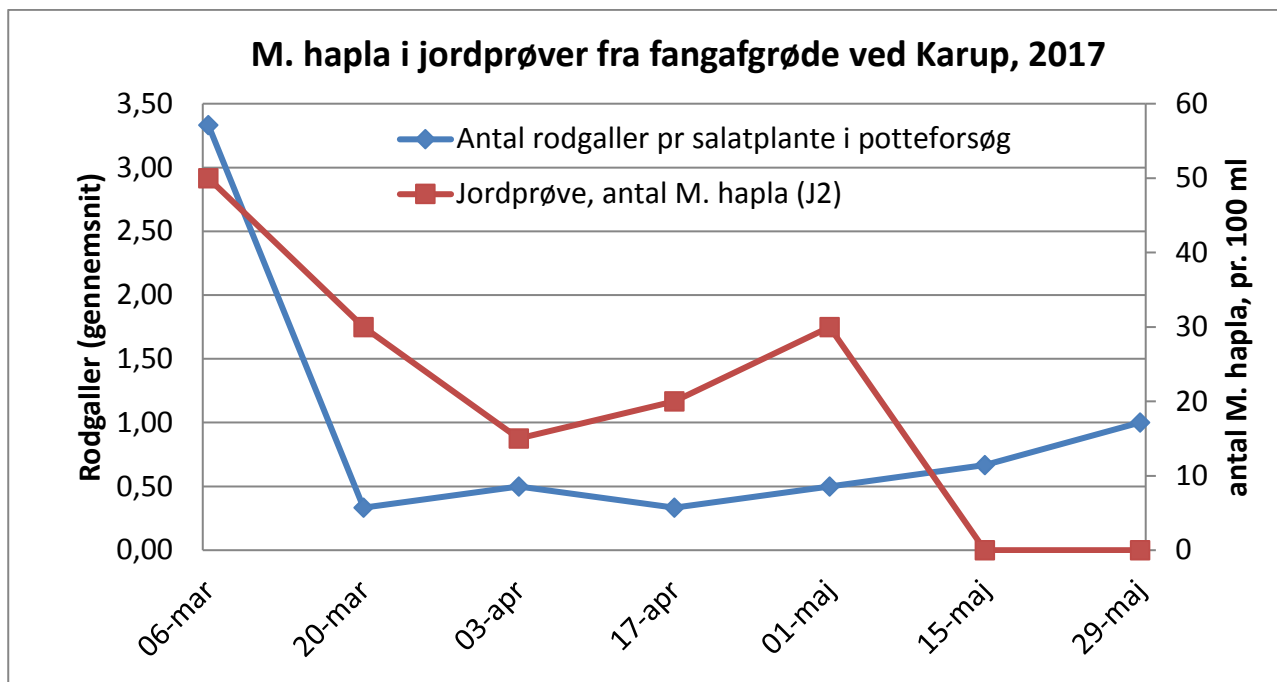


Karup, 1. nov. 2017. Sorthavre efter sortbrak. Biomasse over jorden: 1,0 ton/ha. Marken er striglet for ukrudt, hvilket har haft god effekt.

Salat som indikator plante for rodgallenematoder

Formålet med salat-testen

- at se om der er sammenhæng mellem antal rodgaller på salatplanterne og antal rodgallenematoder laboratoriet finder i jordprøverne.
- at se om antal rodgaller på salatplanterne og antallet af rodgallenematoderne ændrer sig henover foråret.



Jordprøver udtaget med 14 dages mellemrum, hvor prøven er neddelt og den ene halvdel sendt til laboratorium og den anden halvdel er brugt til pottforsøg med såning af salat.

I lige netop den plet af marken hvor der blev taget jordprøver til salat-test, var niveauet af nematoder meget lavt. Det er derfor vanskeligt at drage nogle sikre konklusioner. Laboratorie-testen viser dog klart at antallet af M. hapla i stadiet J2 falder i løbet af perioden med fangafgrøde i takt med at de fritlevende J2 etablerer sig på rødderne af fangafgrøden.

Hvalpsund



Hvalpsund, 6. sep. 2016. Fangafgrøde sået 1. sep. i mark efter rug. En del spildrug spirer.



Hvalpsund, 15. nov. 2016. Fangafgrøde: spildrug med kløvergræs og vintervikke.



Hvalpsund, 17. feb. 2017. Fangafgrøde.



Hvalpsund, 29. marts 2017. Fangafgrøde med udlagte temperaturloggere.



Hvalpsund, 1. juni 2017. Slæt fra fangafgrøde til venstre og havre til højre (kontrol).



Hvalpsund, 9. juni. Efter slæt af fangafgrøde klar til nedfræsning den 10. juni.



Hvalpsund, 20. aug. 2017. Efter sortbrak er der sået sorthavre og alm. havre 10. aug. Kontrolmark i højre.



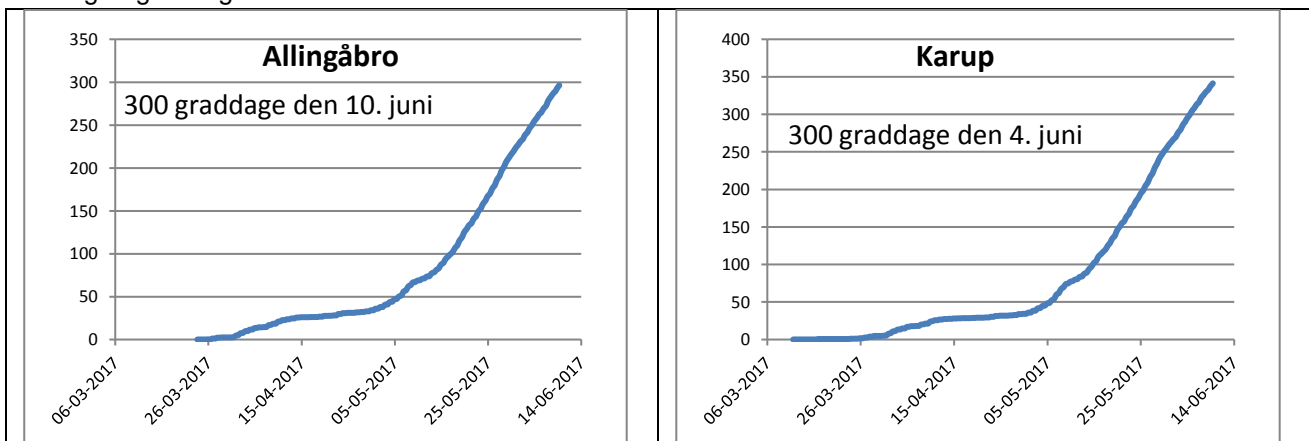
Hvalpsund, 22. aug. 2017. Til venstre sorthavre og havre sået ca. 10. august.

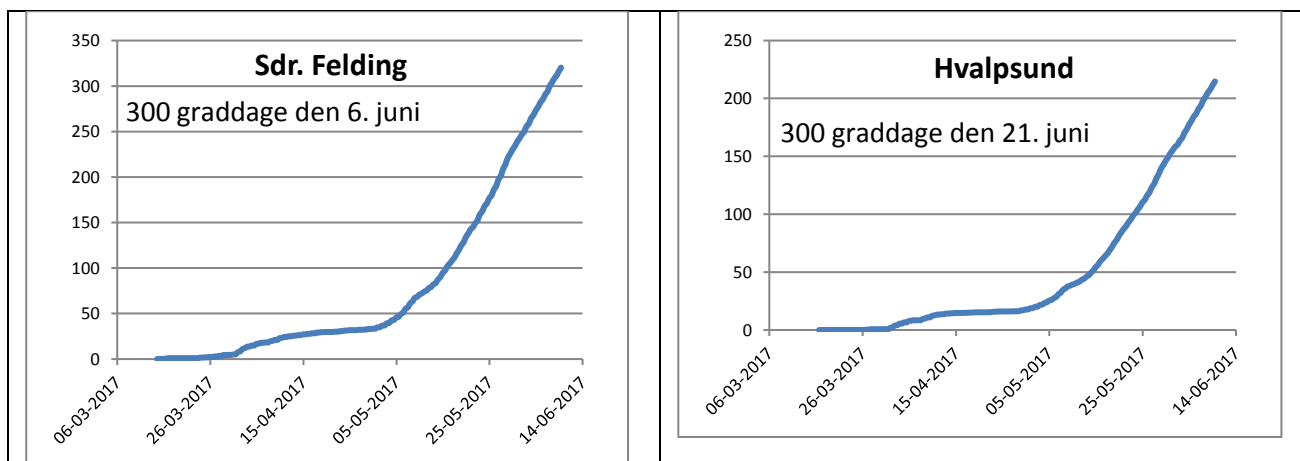


Hvalpsund, 1. nov. 2017. Sorthavre til venstre (12,3 ton/ha) og alm. havre til højre (5,7 ton/ha). Der blev sået 220 kg/ha alm havre og 100 kg/ha sorthavre for at opnå samme plantetal.

Tidspunkt for nedmulding af fangafgrøde til kontrol af rodgallenematoder

Måling af graddage over 8 °C.





Tidspunktet hvor jordtemperaturen i 10 cm's dybde når 300 graddage afhænger i høj grad af hvor meget biomasse der står på marken, altså hvor tæt fangafgrøden er. Ved Karup hvor fangafgrøden står meget tyndt i foråret, når målingerne de 300 grad 17 dage før Hvalpsund, hvor fangafgrøden er meget tæt med mulighed for at pænt slået sidst i maj. Det konkluderes derfor, at man ikke kan bruge en indikator-plant (som f.eks. hyldens blomstring) som indikator for hvornår fangafgrøden skal fræses ned. Der er umiddelbart ikke noget alternativ til temperaturloggerne.

Jordfrugtbarhed efter sortbrak

Der blev udtaget jordprøver til standard-analyse og N-min-test umiddelbart efter brak og inden etablering af efterafgrøden. Umiddelbart ikke nævneværdige forskelle mellem kontrol- og fangafgrøde-parceller. N-min indholdet er overraskende lavt. Dog ses et lidt højere N-min indhold efter sortbrak ved Sdr. Felding og Karup. Kvælstof efterladt efter sortbrak vil formentlig hurtigt blive optaget af sorthavre, når efterafgrøden etableres.

Jordfrugtbarhed efter 2 måneders sortbrak 2017

Lokalitet	Behandling	Tørstof, %	Rt	Pt	Kt	Mgt	NO ₃ -N, mg/kg jord	NH ₄ -N, mg/kg jord	N-min, kg/ha
Sdr. Felding	Fangafg	86,1	5,7	5,4	4,5	4,5	7,55	3,06	37
Sdr. Felding	Kontrol	86,9	5,6	4,6	4,3	4,5	2,25	3,25	19
Karup	Fangafg	88,3	5,5	3,7	5,4	4,1	5,37	1,89	25
Karup	Kontrol	89,6	5,5	3,8	4,7	4	0,23	2,21	9
Hvalpsund	Fangafg	86,0	5,7	2,6	8,9	3,4	3,56	2,38	21
Hvalpsund	Kontrol	87,0	6	2,4	11,5	3,7	2,03	3,84	21

Udtaget i 25 cm's dybde den 18. aug. efter 2 måneders sortbrak.

Allingåbro



Allingåbro, 17. marts 2017. Fangafgrøde bestående af ren vintervikke. Temperaturloggere udlagt.



Allingåbro, 9. juni 2017. Fangafgrøde bestående af vintervikke og en del gulurt som ukrudt.



Allingåbro, 13. juni 2017. Sortbrak til højre og kontrolparcel til venstre (fangafgrøde som ikke er fræset ned).



Allingåbro, 12. okt. 2017. Efter nedmuldning blev marken holdt sortbrak i en måned. Dernæst snack-gulerødder sået midt juli.



Allingåbro, 12. okt. 2017. Kontrol-parcel til venstre og fangafgrøde/sortbrak til højre.

Prøveopgravning i demonstrationsmarken ved Allingåbro viste, at gulerødderne i kontrolparcellen var ødelagt af nematoder. I den omgivende mark, hvor der var gennemført fangafgrøde med vintervikke, efterfulgt af blot et måneds sortbrak inden der blev sået gulerødder – her var der gulerødder af acceptabel kvalitet. Det var stadig muligt at finde rodgaller på gulerøddernes rødder. Jorden altså er ikke fri for nematoder men antallet er tilsyneladende bragt ned under skadetærsklen.

Prøveopgravning i snack-gulerødder, 12. okt. 2017, Allingåbro

	Plantetal, pl/m rk	Vægt, g/stk	Udbytte, ton/ha
Kontrol	135	2,6	3,2
Efter fangafgrøde og sortbrak	222	10,5	21,0

Snackgulerødder sået midt i juli.

På tre af lokaliteterne blev der efter sortbrak udtaget jordprøver til kontrol af nematoder-niveauet. På alle fire lokaliteter blev der igen i forbindelse med etableringer af efterafgrøde, udtaget jordprøver til kontrol af nematoder-niveauet. Jordprøveudtagningen blev gentaget 1. november på et tidspunkt hvor jordtemperaturen er faldet så meget, at antallet af rodgallenematoder i J2-stadiet er faldet til et stabilt niveau for vinteren. Resultaterne fremgår af nedenstående tabeller.

Fangafgrøde til kontrol af rodgallenematoder, Tysk strategi 2017, (resultater med inkubation)

Lokalitet	Meloidogy ne hapla	Praty. penetrans	Paratylen- chus spp	Tylenchoryn- chus spp	Trichodorus spp	Nytte- nematoder
Karup Kontrol	1610	580	0	240	10	3450

	Fangafgrøde	10	134	0	130	10	2480
Sdr.	Kontrol	400	378	0	50	40	4470
Felding	Fangafgrøde	0	142	10	90	0	3990
Hvalpsund	Kontrol	63	13	0	160	150	5680
	Fangafgrøde	10	5	0	200	50	5900

Jordprøverne er taget 18. august 2017 umiddelbart efter sortbrak og inden fuld etablering af sorthavre. Analyserne er udført af HLB med optælling af J2 før og efter inkubation. Kontrolparcellerne ved Karup, Sdr. Felding og Hvalpsund var hhv. kløvergræs, rug og havre i normalt sædskifte og høstet i august. Fangafgrøden er kløvergræs med vintervikke sået i september 2016 og nedmuldet efter 300 gradage 10. juni.

Antal nematoder (stk/100 ml jord) i Jordprøver udtaget den 16. november 2017 på lokaliteter med demonstration af fangafgrøder og sortbrak til kontrol af rodgallenematoder

Vejnavn	GPS-koordinater	Rootknot nematodes				Root-lesion nematodes			Stubby root nematodes							Cyste nematoder	Ikke skadelige nematoder	
		M. hapla	M. chitwoodi	M. naasi	M. falax	P. crenatus	P. neglectus	P. penetrans	Trichodorus spp	Trichodorus primivus	Trichodorus similis	Paratrichodorus pachydermus	Tylenchorhynchus spp	Xiphinema spp	Longidorus spp			Helicotylenchus
Karup	kontrol ¹⁾	517	0	0	0	215	258	0	0			30	170	0	0	60	10	1880
	fangafgrøde ²⁾	20	0	0	0	237		83	0			20	120	0	0		0	2390
Allingåbro	kontrol	140	0	0	0	829	75	75	0			30	360	0	0		100	1970
	fangafgrøde	0	0	0	0	404	135	45	0	70			250	0	0		70	2570
Hvalpsund	kontrol	30	0	0	0	16		56	0	18	9	63	150	0	0		0	8230
	fangafgrøde	0	0	0	0	17		9	0	50			130	0	10		0	2860
Sdr. Felding	kontrol	67	0	0	0	351	35	24	0			30	90	0	0		450	2990
	fangafgrøde	10	0	0	0	115	10	10	20				90	0	0		0	3910

Skadetærskler angivet på HLB's analyserapporter:

- lavt infektion
- middel infektion
- højt infektion

¹⁾: Jordprøve udtaget i omgivende mark i en parcel ved siden af fangafgrødeparcellen.

²⁾: Jordprøve udtaget i parcel med fangafgrøde nedfræset efter 300 graddage, 2 mdr. sortbrak og 2½ mdr. med sorthavre som efterafgrøde.

I tabellen er der med farvekoder vist den skadetærskel som laboratoriet HLB angiver. Skadetærsklen er en generel skadetærskel. Rodgallenematoder i gulerødder af typen M. hapla er fremhævet med fed skrift. I gulerødder er det GartneriRådgivningens opfattelse, at man for M. hapla (rodgallenematoder) kan forventes betydelige skader ved fund af blot 10-20 stk/100 ml jord og at marker bør fravælges helt til produktion af gulerødder når man i efteråret i stubmark finder >50 stk/100 ml jord.

Konklusioner

- Metoden med en fangafgrøde nedfræset efter 300 graddage efterfulgt af sortbrak, har vist sig effektiv til kontrol af rodgallenematoder (M. hapla). Niveaue er bragt ned under skadetærsklen.
- Der er på ingen af lokaliteterne fundet andre typer rodgallenematoder.
- Man kan ikke ud fra denne demonstration se nogen klar effekt over for fritlevende nematoder (Pratylenchus spp., Tricodorus spp., Tylenchorhynchus spp.).
- Noget tyder på at der har været effekt over for gruppen af cystenematoder. Jordprøverne er ikke analyseret for hvilke arter af cystenematoder der er tale om. Der er næppe tale om gulerodscystenematoder, som aldrig er fundet på jysk sandjord. Der er nok snarere tale om havre- eller roe-cystenematoder (H. avenae, H. betae, H. schachtii).

- Jordprøverne er også testet for andre ikke-plantepatogene nematoder (se sidste kolonne). Der er her ikke noget der tyder på at strategien, som inkluderer sortbrak, har haft en negativ effekt på ikke skadelige nematoder.

Jordens frugtbarhed

På de tre lokaliteter med fangafgrøde, brak og sorthavre blev der 1. november igen udtaget jordprøver til kontrol af jordens frugtbarhed ud fra standard jordbundsanalyser, C/N-forhold og N-min test.

Jordens frugtbarhed efter fangafgrøde, sortbrak og efterafgrøde, 2017

Lokalitet	Behandling	Rt	Pt	Kt	Mgt	Bt	C	N	C/N-forhold	N-min
Sdr. Felding	Kontrol	5,6	5,5	4,9	3,8	2,6	2,12	0,124	17	8,5
	Fangafgr.	5,7	5,8	3,6	4,3	2,6	2,71	0,154	18	8,3
Karup	Kontrol	5,5	4,7	4,6	3,9	1,8	1,7	0,107	16	8,5
	Fangafgr.	5,4	3,8	5,0	3,9	1,7	2,01	0,139	14	7,0
Hvalpsund	Kontrol	6,0	2,8	12,6	3,4	2,6	1,24	0,11	11	22,2
	Fangafgr.	5,7	2,8	6,9	3,1	2,3	1,22	0,11	11	6,7

Jordprøverne er udtaget 1. november 2017

- Ved Sdr. Felding og Karup hvor fangafgrøden fræses ned, er der umiddelbart ikke noget der tyder på at fangafgrøde og sortbrak samlet set har haft en målbar negativ indflydelse på jordens frugtbarhed målt med traditionelle jordprøveanalyser.
- Ved Hvalpsund høstes slet af fangafgrøden inden nedfræsning. Her ses lidt lavere indhold af P, K, Mg og B indhold i takt med at der bortføres næringsstoffer med slæt.
- Jordens indhold af C, N og C/N-forhold påvirkes ikke nævneværdigt. Måske en lille stigning i C og N ved Sdr. Felding og Karup men uden at det påvirker C/N-forholdet. Med et kulstofindhold i jorden på 2% eller omkring 90 ton/ha og et kvælstofindhold på 0,12% svarende til godt 5000 kg N i pløjelaget, er det usandsynligt at et enkelt års fangafgrøde og sortbrak kan påvirke C- og N-niveauet nævneværdigt negativt.
- N-min indholdet er overraskende lavt og formentlig en konsekvens af de usædvanlig store nedbørsmængder der har været i efteråret 2017. Det mineralske kvælstof (nitrat og ammonium) som sorthavre ikke når at optage, tabes på anden måde via f.eks. udvaskning. Altså ingen nævneværdig forskelle mellem kontrol og fangafgrøde.
- Ved Sdr. Felding og Karup stod sorthavre begge steder med lyse blade og sultede i efteråret, fordi en svag fangafgrøde på begge lokaliteter ikke efterlader meget kvælstof til sorthavren.
- Ved Hvalpsund hvor der høstes slet af en meget kraftig fangafgrøde, er N-min indholdet markant lavere end omgivende havremark. Modsat de to andre lokaliteter var sorthavren her stor tæt og busket. Det lavere N-min indhold i fangafgrødeparcellen skyldes formentlig at en sund kraftig sorthavre hurtigt optager overskydende kvælstof.



Foto: Richard de Visser

*Projektet har fået tilskud fra
Promilleafgiftsfonden for frugtavl og
gartnerbruget og fra Miljø- og
Fødevareministeriets
Erhvervsudviklingsordningen 2016 –
udviklingsprojekter: "Den Europæiske
Landbrugsfond for Udvikling af
Landdistrikterne: Danmark og Europa
investerer i landdistrikterne"*

Den Europæiske Landbrugsfond for Udvikling af Landdistrikterne:
Danmark og Europa investerer i landdistrikterne



Miljø- og Fødevareministeriet
Landbrugs- og Fiskeristyrelsen



Den Europæiske Landbrugsfond
for Udvikling af Landdistrikterne

LDP 2020



Lrm, 14.11.2017