



Biochar application on agricultural soils in Denmark

Rasmus Emil Jensen
Senior specialist, SEGES Innovation

30th of October 2024

Danish Pyrolysis & Biochar Forum
2024

Planteafgiftsfonden

SEGES
INNOVATION

Agenda

1. Background
2. SEGES' biochar trial
3. Aftereffect trials in 2024
4. Phosphorous trials 2024

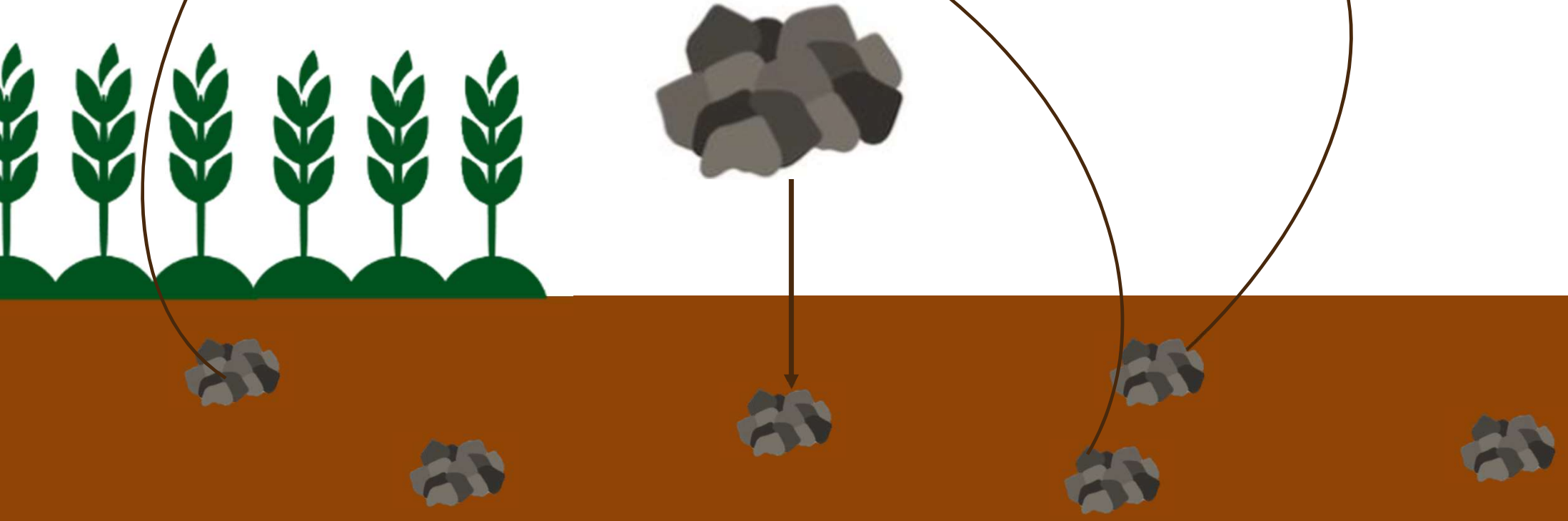


Adding nutrients =
Fertilizer

Changing soil physics and
chemistry = **Soil improvement**

- Water Holding Capacity
- Binding of nutrients, etc.
- Reduce acidification/liming
- Microbial habitat

Adding stable carbon
pool = **Long-term
carbon storage**



Content of N, P and K in biochar and nutrient plant availability

N

4-15 kg per tonne
Very little plant availability

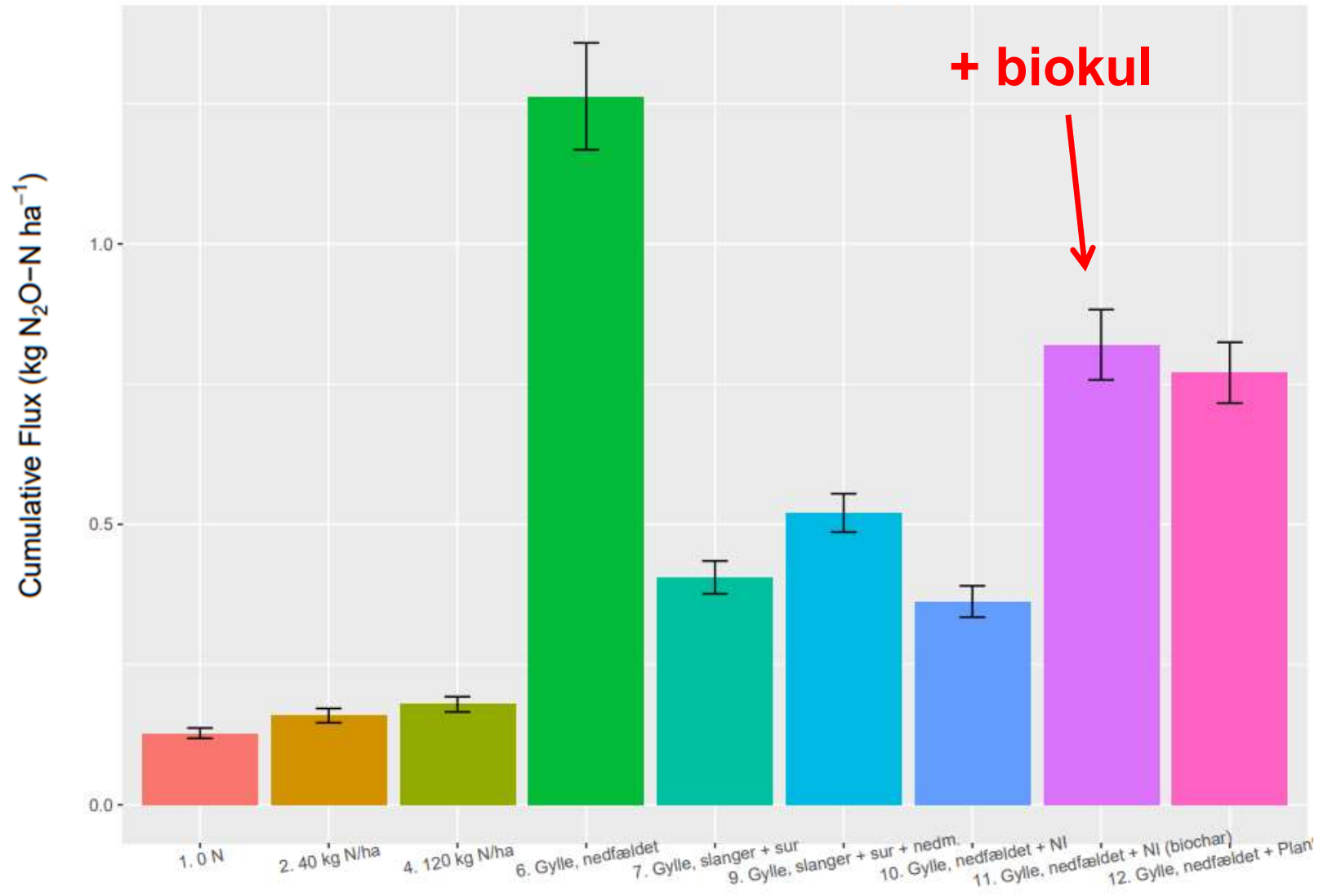
P

1-15 kg per tonne
Varying plant availability

K

10-40 kg per tonne
Highly plant-available

Spring barley – Videbæk, 2023



Political will

- A subsidy scheme from 2027 with just over DKK 10 billion will be set up for storage of biochar produced by pyrolysis until 2045
- Demonstration and development
- Research
- And more...



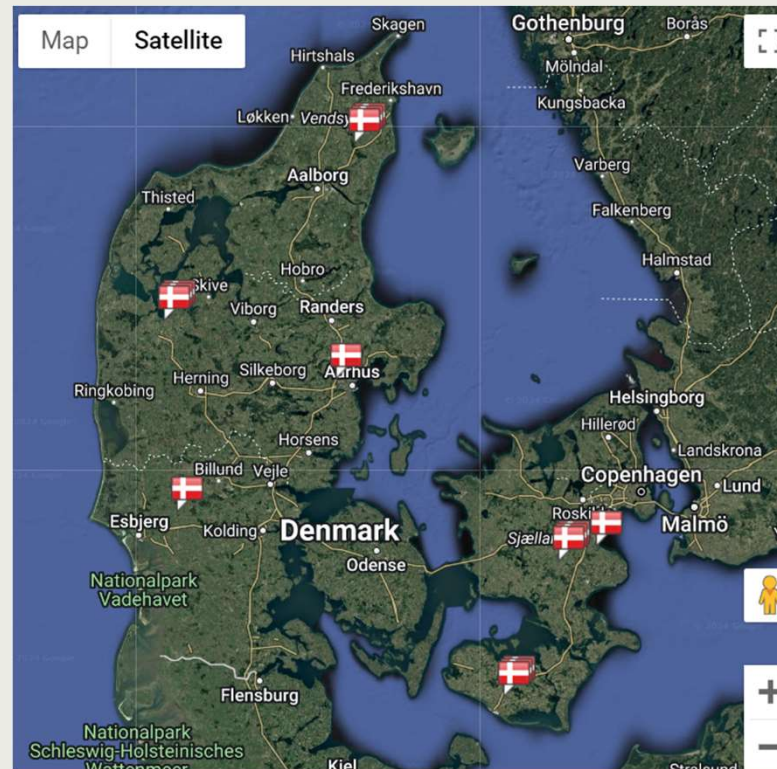
SEGES
INNOVATION

SEGES Innovations biochar activities

År	Forsøgsnr.	Forsøgstitel	LFE	JB nr.	Biokultyper
2023	020192323-001	Biochar til økologisk vinterhvede		1	4 5-7,5 ton fra Træflis + 7,5-10 ton fra halm
2023	020192323-002	Biochar til økologisk vinterhvede		6	3 5-7,5 ton fra Træflis + 7,5-10 ton fra halm
2023	020212323-001	Biochar udbragt sammen med gylle til økologisk vinterhvede		6	3 1,5 ton Halm
2023	020212323-002	Biochar udbragt sammen med gylle til økologisk vinterhvede		1	4 1,5 ton Halm
2022	040152222-001	Biochar til spisekartofler		1	4 4 ton fra Halm
2022	040152222-002	Biochar til spisekartofler		6	1 4 ton fra Halm
2023	040152323-001	Biochar til spisekartofler		1	4 10 ton fra gyllefibre
2023	040152323-002	Biochar til spisekartofler		6	1 10 ton fra gyllefibre
2014	070081414-001	Fosfor i restprodukter til vårbyg		1	? 0,45 ton biokul fra dyrekogler
2014	070091414-001	Fosfor i restprodukter til vårbyg		18	? 0,45 ton biokul fra dyrekogler
2013-2015	070101315-001	Forsøg med biochar i vinterhvede		2	7 2,9-23 ton biokul fra træflis
2013-2015	070101315-002	Forsøg med biochar i vinterhvede		2	4 2,9-23 ton biokul fra træflis
2013-2015	070101315-003	Forsøg med biochar i vinterhvede	AU-Foulum		? 2,9-23 ton biokul fra træflis
2014-2015	070101415-001	Forsøg med biochar i vårbyg		16	7 5-10 ton biokul fra halm
2023	070552323-001	Positionsbestemt tilførsel af fosfor i TSP og biochar		15	6 2,54-7,6 ton biokul fra gyllefibre (30 og 90 kg P pr. ha)
2023-	070572323-001	Fosfor i biochar til vårbyg		15	6 2,54-7,6 ton biokul fra gyllefibre (30 og 90 kg P pr. ha)
2023-	070572323-002	Fosfor i biochar til vårbyg		1	4 2,54-7,6 ton biokul fra gyllefibre (30 og 90 kg P pr. ha)
2022-2023	080042223-001	Biochar til vårbyg		6	6 5-10 ton biokul fra halm + 0,5 ton biokul fra slam
2022-2023	080042223-002	Biochar til vårbyg		16	7 5-10 ton biokul fra halm + 0,5 ton biokul fra slam
2022-2023	080042223-003	Biochar til vårbyg		4	6 5-10 ton biokul fra halm + 0,5 ton biokul fra slam
2021	080052121-001	Biochar til vårbyg		16	7 6,2-12,4 ton biokul fra træflis
2021	080052121-002	Biochar til vårbyg		6	4 6-12 ton biokul fra træflis
2022-2023	080212223-001	Biochar til vinterhvede		16	? 2,5-20 tons biokul fra halm
2022-2023	080212223-002	Biochar til vinterhvede		6	6 2,5-20 tons biokul fra halm
2022-2023	080212223-003	Biochar til vinterhvede		6	3 2,5-20 tons biokul fra halm
2023	080232323-001	Biochar til vinterraps		4	5 5-20 ton biokul fra halm + 4,2 ton biokul fra gyllefibre
2023	080232323-002	Biochar til vinterraps		6	4 5-20 ton biokul fra halm + 4,2 ton biokul fra gyllefibre
2023-??	080392323-001	Tilførsel af biokul til underjorden på JB1, BioAdapt		6	1 1,5-3% biokul fra halm i underjorden (fintformalet)

- Some discarded due to poorly pyrolyzed biochar, expropriation, location not recovered accurately enough.

Trials with biochar in 2024



Data from field trials

- Different crops: Winter wheat, potatoes, oil seed rape, barley, sugar beets, rye
- Yield data, biomass (NDRE/NDVI), soil and plant samples
- 9 trials in 2024
- Biochar from different feedstocks
- New experiments and aftereffect trials

Experiments with biochar in winter rapeseed

- 2 trials in 2023
- Biochar from straw and slurry fibres (both from Stiesdal)
- Carried out in West Jutland (JB 5) and East Jutland (JB 4)
 - Yield loss of 3-4 hkg of standard quality seeds with high amounts of biochar from straw (10 and 20 tonnes per ha)
 - High allocation of potassium from biochar
 - Antagonism? Salt damage?

- Yield loss due to high inputs of biochar may be due to, among other things:
- Binding of nutrients to biochar
- High salt content

Tabel: Forsøg med afprøvning af biokul fra halm og gyllefibre til vinterraps (Landsforsøgene 2023, foreløbige resultater)

Vinterraps	Plantebestand efter fremspiring, planter pr. m ²	Ton C pr. ha tilført med biokul	Kg N pr. ha tilført med biokul + gødning	Kg P pr. ha tilført med biokul + gødning	Kg K pr. ha tilført med biokul + gødning	Olie, pct. i TS	Udbytte og mer-udb., standart-kvalitet, hkg pr. ha
<i>2023. 2 forsøg</i>							
Ubehandlet	32	0,0	135	0	100	53,2	56,1
5 ton biokul fra halm	29	2,6	162	7	262	53,1	-0,2
10 ton biokul fra halm	29	5,3	189	14	423	53,0	-3,9
20 ton biokul fra halm	25	10,6	244	28	746	53,0	-3,2
4,2 ton biokul fra gyllefibre	29	2,1	198	49	279	53,6	-1,0
LSD							3,0

STØTTET AF
Promilleafgiftsfonden for landbrug

SEGES
 INNOVATION

Aftereffect in 2024 - no negative impact on yield in winter wheat

Biokul	2024								
	Total N, pct. i jord	Total C, pct. i jord	RT, (0-25 cm)	PT, (0-25 cm)	KT, (0-25 cm)	MGT, (0-25 cm)	Pct. protein i ts.	Yield and surplus, kg N in kernel	Yield and surplus yield, hkg kernel per hectare
2023-2024.	2 trials, winter wheat (soil samples only 1 trial)								
Ubehandlet	0,13	2,00	7,86	2,39	10,74	2,18	11	111	73,1
5 ton biokul fra halm	0,13	2,02	7,84	2,80	11,59	2,15	11	5	-0,2
10 ton biokul fra halm	0,13	2,25	7,76	2,77	12,05	2,70	10	0	2,2
20 ton biokul fra halm	0,13	2,25	7,85	3,00	14,97	2,27	11	3	1,5
4,2 ton biokul fra gyllefibre	0,15	2,16	7,83	3,42	12,26	2,79	11	4	1,8
LSD								ns	ns

Preliminary results from Landsforsøgene 2024

Planteafgiftsfonden

SEGES
INNOVATION

Experiment with biochar from straw established in 2022

Biokul	2022			2023			2024							
	Kg N pr. ha i gødning	Plante-bestand efter frem-spiring, planter pr. m ²	Udbytte, hkg kerne pr. ha	Kg N pr. ha i gødning	Plante-bestand efter frem-spiring, planter pr. m ²	Udbytte, hkg kerne pr. ha	Kg N pr. ha i gødning	Yield, hkg kernel per hectare	Pct. råprotein	Biomasse, juni, NDVI (drone)	N, pct. i tørstof	P, pct. i tørstof	K, pct. i tørstof	Fe, ppm i tørstof
2022-2024.	3 forsøg, vinterhvede			2 forsøg, vårbyg			1 forsøg, vårbyg							
Ubehandlet	0	181	47,7	127	267	57,1								
Ubehandlet	100	174	89,3	127	255	56,4								
Ubehandlet	150	180	104,5	127	265	56,4	127	56,4	10,0	0,82	3,76	0,24	2,75	106
Ubehandlet	200	178	109	127	285	57,9								
10 ton halmpiller	180	176	104,1	127	265	54,7								
2,5 ton biokul fra halm	180	180	102,4	127	272	55,6	127	55,4	10,0	0,79	3,70	0,23	2,82	68
5 ton biokul fra halm	180	176	100,2	127	275	56,4	127	57,1	9,9	0,82	3,77	0,26	2,88	62
10 ton biokul fra halm	180	173	101,9	127	278	54,9	127	58,2	9,8	0,82	3,84	0,25	2,90	63
20 ton biokul fra halm	180	172	101,6	127	275	54,6	127	55,4	9,7	0,78	3,64	0,27	2,85	63
LSD			8,4			ns		ns						

Preliminary results from Landsforsøgene 2024

Planteafgiftsfonden

SEGES
INNOVATION

Results from experiments with P in biochar (3 trials)

	Nordjylland	Sjælland	Lolland	Middel af parceljordprøver		
	Jerslev	Haslev	Holeby	Fs. 001	Fs. 002	Fs. 003
	Fs. 001	Fs. 002	Fs. 003	Fs. 001	Fs. 002	Fs. 003
JB	4	7	8	-	-	-
Humus	4,5	2,2	2,6	-	-	-
Ler	7	16	26	-	-	-
Silt	8	11	19	-	-	-
Finsand	60	49	42	-	-	-
Grovsand	21	22	12	-	-	-
Alox	85	47	45	-	-	-
Feox	48	61	20	-	-	-
Pox	20	14	7	-	-	-
DPS	30	26	21	-	-	-
P-CaCl2	0,9	0,7	0,2	-	-	-
Rt	6,1	7,2	7,7	6,1	7,3	7,8
Pt	7,3	1,8	1,2	7,7	1,8	0,9
Kt	12	11	11	11,8	10,8	10,4
Mgt	9,8	5,6	9,8	9,7	6,3	9,6

Preliminary results from Landsforsøgene 2024



The treatments

Behandlinger
1. Ingen P
2. 10 kg P i TSP
3. 30 kg P i TSP
4. 60 kg P i TSP
5. 30 kg P i TSP, bredspredt/nedharvet
6. 30 kg P i biokul
7. 90 kg P i biokul
8. 90 kg P i biokul + 60 kg P i TSP
9. 20 kg P i biokul + 10 kg P i TSP

Other fertilizers:

NS 27-4, where N is assigned "as a nitrogen norm"

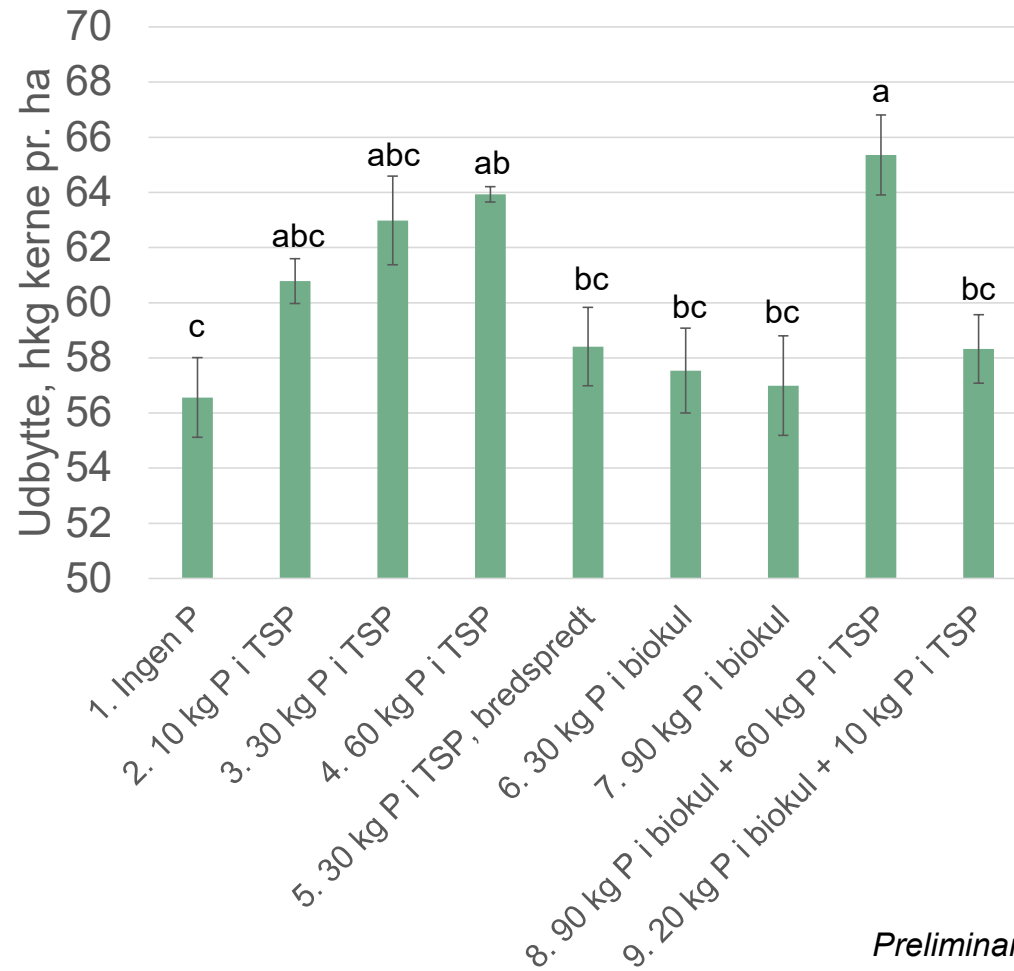
NS fertiliser is broadcast and harrowed (made together biochar/broad-spread TSP in treatment 5-9)

K: 100 kg K in potassium chloride

Mg: 50 kg kiserite

"Fertilized with sufficient amounts of Mn, Cu and Zn."

Experiment 003 Holeby, Lolland



Results:

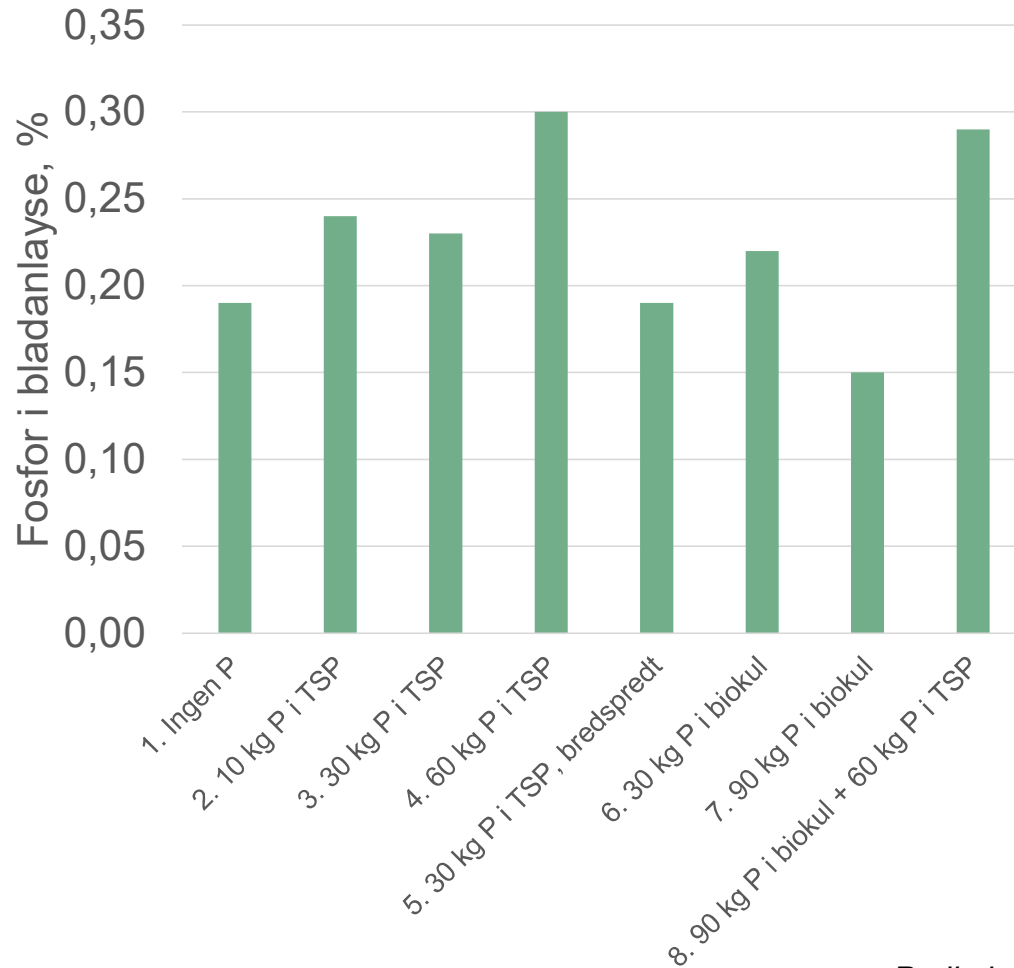
- Increasing yield with increasing P in TSP
- Significant additional yield for precision placed phosphorus (60P) = 7.4 hkg/ha
- Significant additional yield for 90 kg P in biochar + 60 kg P in TSP = 8.8 hkg

Conclusions:

- Yield Response for precision placed P in TSP
- No effect of broadcast P in TSP
- No effect of broadcast P in biochar.

Preliminary results from Landsforsøgene 2024

003 Holeby: Leaf analyses on P show deficiency/low values



Other nutrients in leaf analyses:

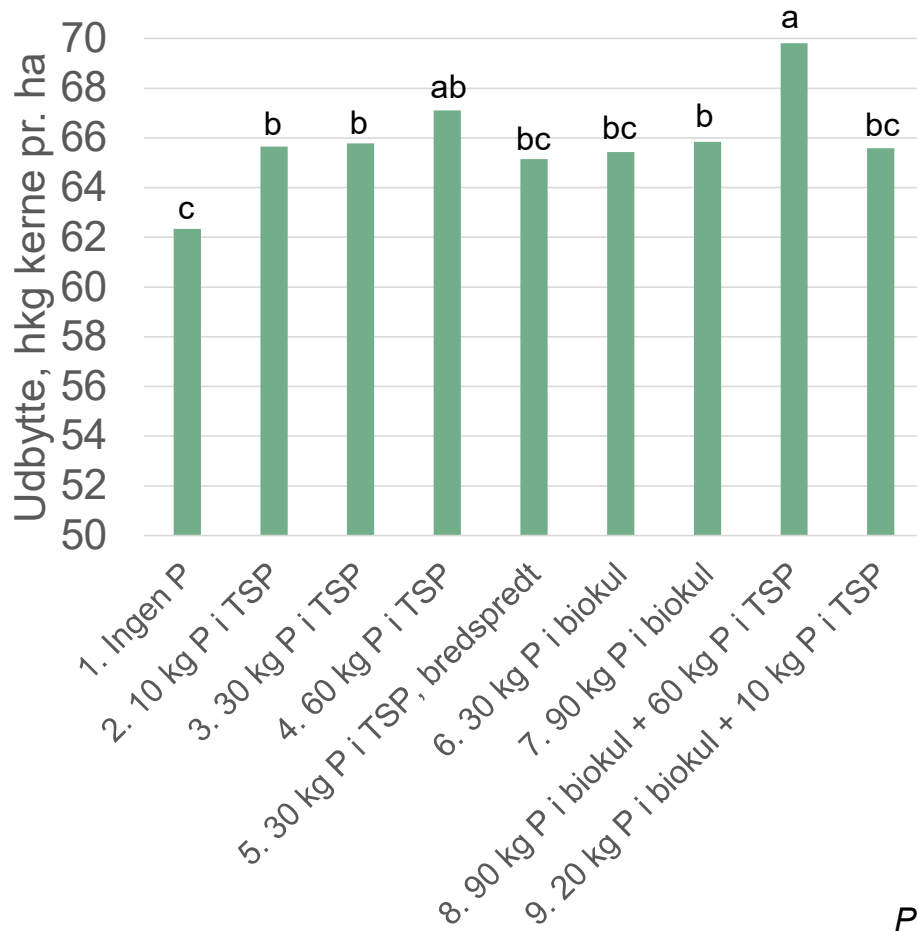
- No other nutrients show a shortage
- A few slightly low (<0.15%) on Mg (measured 0.14-0.18), but not below the critical limit (<0.07) Most a little low (<15 ppm) on Zn (measured 13-16.4), but not below the critical limit (>10)

Values for winter barley/winter wheat crop

[Planteanalyser – indhold og grænseværdier for forskellige næringsstoffer \(landbrugsinfo.dk\)](https://landbrugsinfo.dk)

Preliminary results from Landsforsøgene 2024

Compilation 3 trials – overall take-away

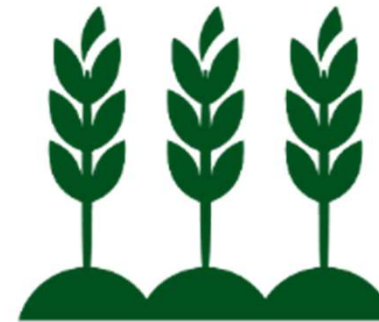


- Limited first-year effect of phosphorus in biochar
- But at 2 out of 3 locations, there is a yield effect of biochar.
- Leaf and soil analyses point toward something other than phosphorus that gives the yield effect. Synergy-effect?
- Can we expect a delayed effect of P in biochar?

Preliminary results from Landsforsøgene 2024

Thank you for your attention and more results await in 2025

- New long-term trials
- Application demos
- P-trials
- More aftereffect studies
- Potato trials



...see you at Plantekongres 2025 8.-9.th of January?