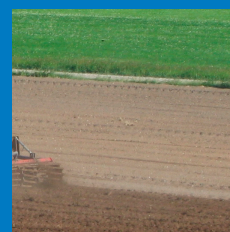




Maskiner og Planteavl | nr. 97 | 2009

FarmTest

Gyllenedfældning og såning af majs ved hjælp af GPS-autostyring



Titel: Gyllenedfældning og såning af majs ved hjælp af GPS-autostyring
Forfatter: Konsulent Jørgen Pedersen og statistikkonsulent Philipp Trénel, AgroTech
Review: Jens Bech Andersen, AgroTech
Layout: Gitte Bomholt, AgroTech
Tryk: Dansk Landbrugsrådgivning
Udgave: 1. udgave, januar 2009
Oplag: 10 stk.
Udgiver: Dansk Landbrugsrådgivning
Landscentret
Udkærsvej 15, Skejby
8200 Århus N
Telefon 8740 5000 • Fax 8740 5010
E-mail farmtest@landscentret.dk
www.farmtest.dk
ISSN 1601-6777

Gyllenedfældning og såning af majs ved hjælp af GPS-autostyring

Af konsulent Jørgen Pedersen og statistik konsulent Philipp Trénel, AgroTech

Det Europæiske Fællesskab og Fødevareministeriet ved Direktoratet for Fødevare-Erhverv har deltaget i finansieringen af denne FarmTest.



AgroTech A/S
Institut for Jordbrugs- og FødevareInnovation
Institute for Agri Technology and Food Innovation

Udkærsvej 15 . DK - 8200 Århus N
Tel. +45 8743 8400 . Fax +45 8743 8410
www.agrotech.dk . info@agrotech.dk

INDHOLD

RESUME	5
INDLEDNING	6
FORMÅL	7
Materialer og metode	7
Resultater	10
KONKLUSION OG ANBEFALING	14
BILAG	15

RESUME

Der er gennemført en undersøgelse (FarmTest) af nedfældning af gylle og såning af majs. De to køretøjer, den selvkørende gyllenedfælder og traktoren, som trak såmaskinen, anvendte GPS-autostyring under arbejdet. Undersøgelsen viste:

- at afstanden mellem gyllestrengene og majskerne varierede mellem 0 og 20 cm; under såningen havde det været målet at placere majskerne lige oven i sporene efter tænderne fra gyllenedfælder.
- en relativ stor variation i afstanden mellem gyllestreng og majskerne fra arbejdsstræk til arbejdsstræk.
- at præcisionen øgedes (dvs. afstanden mellem gyllestreng og majskerne reduceredes) med kørt afstand fra starten af et arbejdsstræk.

Inden starten på arbejdet er det vigtigt at opmåle og justere henholdsvis tandafstanden på nedfælder og afstanden mellem såskærene på såmaskinen.

INDLEDNING

Der er to metoder til præcis såning af majs i forhold til nedfældet gylle:

- Såmaskinen følger et markørspor, som er lavet af gyllenedfælder
- Gyllenedfælder og såmaskine benytter GPS.

En markør på gyllenedfælder kan lave et markørspor til såmaskinen. Markøren kan eksempelvis forskydes lidt til den ene side. Når såmaskinen køres præcist midt hen over markørsporet, forskydes majskerne i vandret plan fra gyllestrengen. Hvis sporene efter gyllenedfældertænderne er tydelige, kan det under såningen konstateres, om såskærene løber lidt ved siden af sporene.

I stedet for markørspor kan man anvende GPS. Undersøgelser har vist, at traktorer med autostyring kan styres inden for en nøjagtighed på +/- 2 cm ved anvendelse af højpræcis GPS (www.agrovo.dk).

Autostyring ved hjælp af GPS giver flere fordele:

- Styringen sker automatisk, hvilket er en stor lettelse for traktorføreren
- Uafhængighed af tydelige markørspor (eller anden type spor) i jorden
- Der kan køres lige – hele tiden
- Arbejde om natten kan gennemføres med samme præcision og sikkerhed som ved dagslys.

Der skal være GPS på såvel gyllenedfælder som den traktor, der trækker såmaskinen. GPS'en på gyllenedfælder registrerer (logger) løbende køretøjets positioner i et datakort. Datakortet flyttes efterfølgende over i traktoren, hvis GPS-system nu styrer traktoren på baggrund af de loggede positioner. Traktorens GPS-system stilles således, at majskerne ideelt set sås 5-10 cm forskudt til højre eller venstre for gyllestrengene.

Marken kan efter gyllenedfældning være så ujævn, at det er nødvendigt at harve (jævne) den for at kunne gennemføre en ordentlig såning. Med autostyring er man ikke afhængig af markørsporet fra gyllenedfælder og kan frit harve marken forud for såning.

Arbejdsbredden for gyllenedfælder og såmaskine bør være den samme. I praksis kan hvert træk med såmaskinen så lægges præcist oven i hvert træk med gyllenedfælder - bortset fra en eventuel tilstræbt forskydning. Hvis afstanden mellem to træk med gyllenedfælder er lidt større eller mindre end bredden af gyllenedfælder, får det ingen betydning for såskærenes placering i forhold til nedfældertænderne.

FORMÅL

Formålet har været at undersøge, om majsplanter ved hjælp af GPS og autostyring kan sås præcist i forhold til nedfældede gyllestrenger. Gyllenedfældning og såning er gennemført som to separate operationer.

Materialer og metode

Afstanden majs-gylle er målt på en relativ flad og jævn mark. Dyrkningshistorien forud for såningen af majs er:

- Gylle 30 tons
- Pløjning
- Strigling af marken
- Marken pakket med cementtromle
- Gylle nedfældet med GPS
- Marken er harvet let for at jævne spor ud efter gyllenedfælderen
- Marken er sået med GPS.

Gyllen blev nedfældet tre dage før majssojningen den 14. maj. Såvel den selvkørende Vredo gyllenedfælder som traktoren, der trak såmaskinen, var udstyret med GPS-autostyringssystem fra AutoFarm.

Vredo gyllenedfælder kørte i "dog walk" position med forskudt bagaksel i forhold til forakslen.



Vredo gyllenedfælder, 9 m arbejdsbredde, 75 cm tandafstand.

Majsen er sået med en 9 meter majssåmaskine af mærket Gasparo, se billede. GPS'en på traktoren var sat op til, at såmaskinen skulle så majskerne lige oven i gyllesporene.



Gasparo majssåmaskine, 12 rækker, 9 m arbejdsbredde.

GPS-autostyresystemet fra firmaet AutoFarm er vist på nedenstående billede.



Autofarm GPS-autostyringssystem på traktor til såmaskine; samme GPS-system var monteret på Vredo gyllenedfælder.

Følgende er målt:

- Afstanden mellem tænderne på gyllenedfælderens
- Afstanden mellem skærene på såmaskinen
- Den vandrette afstand mellem majs-kernerne og gyllestrengen i jorden.

På marken er afstanden majs-gylle målt for den syvende tand/såenhed talt fra maskinens venstre side i arbejdsretningen, dvs. den tand/enhed der ligger umiddelbart til højre for redskabets midte. Der er foretaget måling i syv rækker fordelt hen over marken. De seks af rækkerne ligger parvist som to rækker i to nabotræk i en arbejdsomgang. De to rækker i to nabotræk benævnes eksempelvis træk 1.1 og træk 1.2 for de to første rækker, som er opmålt; de to næste samhørende rækker benævnes så træk 2.1 og træk 2.2 osv. Der er lavet fire målinger i hver række, og den indbyrdes afstand mellem målepunkterne i rækken er ca. 100 meter. I den syvende række er der 11 målepunkter med en indbyrdes afstand på ca. 50 meter; denne række benævnes træk 4. Såvel gyllenedfældningen som majssåningen er startet ved markens østlige kant, og arbejdsretningen på ageren har været nord-syd.

Majskernernes placering er identificeret via forsigtig frilægning af kernerne. Til frilægning er benyttet en såkaldt afstandsskabelon fra Amazone. Tydelige spor i jorden efter trykrullerne på såmaskinen gjorde det let at udpege den omtrentlige placering af sårækken. Herefter var det blot at grave ned og finde kernerne.



*Majskerner frilagte med afstandsmåler fra Amazone.
(Foto: Specialkonsulent Hans Henrik Pedersen, AgroTech)*

Det var vanskeligere at fastslå placering af gyllestrengene. I nogle tilfælde var sporene efter tænderne fra gyllenedfælderens endnu tydelige efter såningen, i andre var der kun sporene fra såmaskinens trykrulle at tage udgangspunkt i. Gyllestrengenes præcise placering er defineret som værende dér, hvor jorden var relativt løs. Ved at stikke i jorden med en spids pind kunne det let konstateres, hvor jorden var hård, og hvor den var løs, dvs. hvor nedfældertanden havde været.

Resultater

Opmålingen af afstanden mellem tænderne på gyllenedfælderen og mellem såskærene på såmaskinen viste, at afstanden ikke var præcis 75 cm mellem enhederne, se tabellerne.

Tabel 1 viser afstanden mellem tænderne på Vredo gyllenedfælderen. Arbejdsbredden er 9 m, og afstanden mellem tænderne er 75 cm – teoretisk set. Opmålingen er sket fra højre side med 1. nedfældertand som reference. Afvigelsen er forskellen mellem forventet og målt afstand.

Tabel 1.

	Gyllenedfælder											
	Venstre side						Højre side					
Nedfældertand, nr.	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Målt, cm	828	752	678	603	527	451	378	300	224	150	74	0
Forventet, cm	825	750	675	600	525	450	375	300	225	150	75	0
Afvigelse, cm	-3	-2	-3	-3	-2	-1	-3	0	1	0	1	0

Afstanden mellem nedfældertænderne har, som det ses, været tæt på de forventede 75 cm.

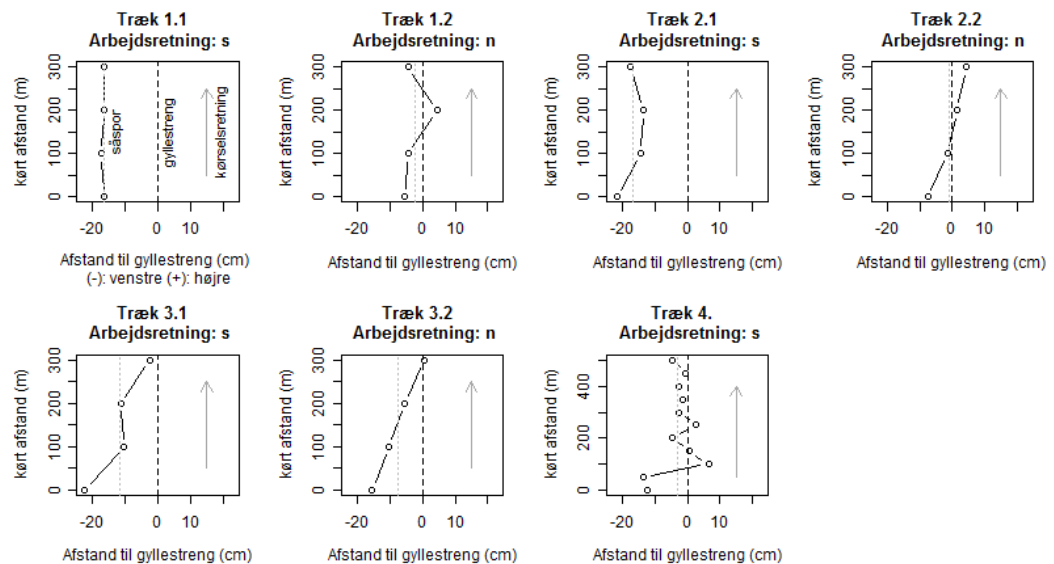
Tabel 2 viser opmålingen af afstanden mellem såskærene på Gasparo majsåmaskinen. Arbejdsbredden er 9 m, og afstanden mellem såskærene er 75 cm – teoretisk set. Opmålingen er sket fra højre side med 1. såskær som reference. Afvigelsen er forskellen mellem forventet og målt afstand.

Tabel 2.

	Såmaskine											
	Venstre side						Højre side					
Såskær, nr.	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Målt, cm	819	744	669	598	523	445	371	294	220	150	75	0
Forventet, cm	825	750	675	600	525	450	375	300	225	150	75	0
Afvigelse, cm	6	6	6	2	2	5	4	6	5	0	0	0

Som det ses, er afstanden mellem såskærene ikke præcis de forventede 75 cm. De første tre såskær ligger godt nok, men resten er tilsyneladende ”rykket” nogle få centimeter mod højre.

Det var hensigten under såningen af majskerne at placere disse præcis oven i sporene efter nedfældertænderne på gyllenedfælderens. I figurerne nedenfor er vist, hvor godt det lykkedes.



Figur 1.

Figuren 1 viser afstanden fra majsfrøene til gyllestrengen langs 7 træk*. Negative tal afspejler en placering af frøet til venstre for gyllestrengen, positive tal en placering til højre for gyllestrengen. Såsporet, gyllestrengen og kørselsretningen er indikeret i øverste venstre panel. Middelafrstanden for hvert træk er vist som en grå punktlignje. Figur 1 viser:

- 1) at variationen imellem trækkene er større end variationen indenfor trækkene;
- 2) at der er en generel tendens til, at såsporet er forskudt mod venstre i forhold til gyllestrengen;
- 3) at 3 ud af de 7 træk formåede tydeligvist at mindske afstanden til gyllestrengen med kørt afstand (3.1, 3.1, 4, se også figur 2), mens en lige så stor andel holdt en relativ konstant afstand langs trækket (1.1, 1.2, 2.1), uanset om denne afstand var stor (1.1, 2.1) eller lille (1.2).

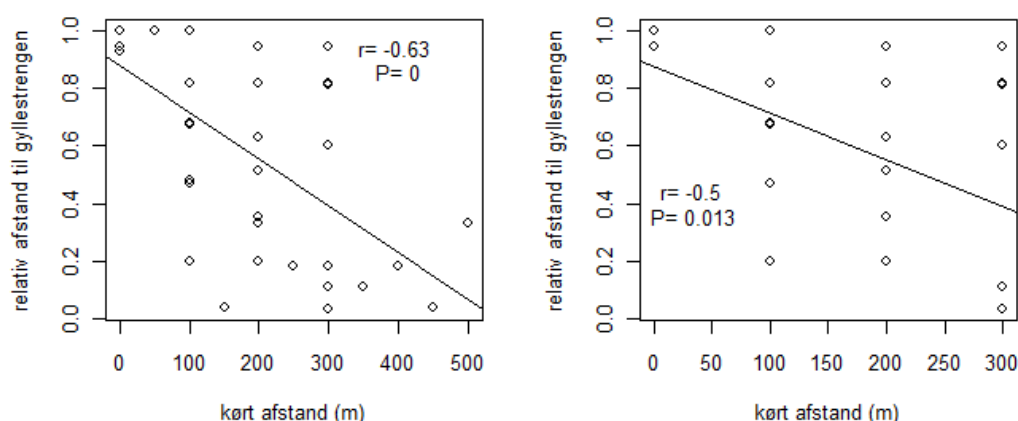
*: Målt i forhold til midten af begge maskiner var såmaskinens 6. skær (talt fra maskinens højre side) placeret 2,5 cm længere mod højre i forhold til gyllenedfælderens 6. tand. Da denne forskydning ikke kan henføres til fejl relateret til GPS-udstyret, blev der korrigeret for denne højreforskydning ved at trække 2,5 cm fra de målte afstande (jf. at negative tal afspejler en placering til venstre for gyllestrengen).

Tabel 3 viser absolutte værdier for gennemsnit, min. og max. afstand mellem majs og gyllestrengen for hvert af de syv træk. Desuden er gennemsnitsværdierne for alle syv træk vist i bunden af tabellen. Spændet er den maksimale værdi minus den minimale og afspejler spredningen omkring trækkets gennemsnit. Spændet er valgt som mål for spredningen grundet de få målinger pr. træk (fire i seks af trækkene og elleve i det syvende træk), jf. tabellen i bilaget.

Tabel 3.

Træk	Gns.	Min.	Maks.	Spænd
1.1	16,8	16,5	17,5	1,0
1.2	4,8	4,5	5,5	1,0
2.1	16,8	13,5	21,5	8,0
2.2	3,8	1,5	7,5	6,0
3.1	11,8	2,5	22,5	20,0
3.2	8,0	0,5	15,5	15,0
4.	4,7	0,5	13,5	13,0
Gns.	9,5	3,8	16,8	13,0

Gennemsnittet af spændene (13 cm) er større end spændene inden for fire ud af de syv træk og afspejler dermed den store variation imellem trækkene. Afstanden til gyllestrengen har maksimalt været på 22,5 cm og minimalt på 0,5 cm (når der tages hensyn til højreforskydningen i midterpositionen mellem de to maskiner (målingerne i marken viste en variation på 0-20 cm, jf. bilaget)). I gennemsnit af alle træk har afstanden mellem gyllestrengen og majskerne været 9,5 cm. Selv om målet under såningen altså var at placere majskerne lige oven i sporene efter nedfældertænderne.



Figur 2. Forholdet mellem kørt afstand langs trækkene og afstandsmindskningen mellem gyllestrengen og majskerne er her analyseret for alle syv træk samlet (venstre figur) og for alle træk undtagen træk 4. (højre figur).

Figur 2 viser, at præcisionen øges signifikant (dvs. afstanden gyllestreng-majskerner mindskes) med kørt afstand, også når der ses bort fra træk 4., som tydeligvist har været et optimalt træk, se figur 1. GPS-systemet skal tilsyneladende bruge noget tid (kørt afstand) til at finde ind på rette spor efter en 180 graders vending med køretøjet.

KONKLUSION OG ANBEFALING

- Placering af gødning (gylle) og såning af majs kan gennemføres i separate arbejdsgange
- Arbejdet kan udføres ved hjælp af et GPS-autostyringssystem monteret på såvel gyllenedfælder-maskine som traktor til såmaskine
- GPS-systemet registrerer gyllenedfælder-maskinens positioner under arbejdet i marken
- Disse positioner overføres via et datakort til GPS-systemet i traktoren, som herefter anvender dem til styringen af traktor + såmaskine
- Begge maskiner kører med autostyring
- Majskernerne er tilstræbt sået præcis oven i sporene efter tænderne fra gyllenedfælder
- Opmålinger af den vandrette afstand mellem gyllestreng og majskeer viste, at afstanden varierede mellem 0 og 20 cm
- Afstanden varierede relativt meget fra arbejdsstræk til arbejdsstræk
- Afstanden mindskedes med den kørte strækning fra starten af et træk
- Opmåling af afstanden mellem tænderne på gyllenedfælder og mellem skærene på såmaskinen viste, at afstanden for de fleste tænders/skærs vedkommende ikke var præcis 75 cm, men at afvigelsen dog var begrænset til få cm
- Det er vigtigt inden arbejdet starter at foretage en opmåling og eventuelt en justering af tænderne/skærene til den rette afstand.

BILAG

Tabel over målte afstande mellem gyllestreng og majskeer.

Arbejdsretning Syd/Nord	Målelinie	Målepunkt	Frø - højre/venstre for gyllespor	Vandret afstand, cm Frø til gylle (absolut)
Syd	1.1 fra østkant	1	venstre	14
Syd	1.1 fra østkant	3	venstre	15
Syd	1.1 fra østkant	5	venstre	14
Syd	1.1 fra østkant	7	venstre	14
Nord	1.2 fra østkant	2	højre	7
Nord	1.2 fra østkant	4	venstre	2
Nord	1.2 fra østkant	6	højre	7
Nord	1.2 fra østkant	8	højre	8
Syd	2.1 fra østkant	9	venstre	19
Syd	2.1 fra østkant	11	venstre	12
Syd	2.1 fra østkant	13	venstre	11
Syd	2.1 fra østkant	15	venstre	15
Nord	2.2 fra østkant	10	venstre	2
Nord	2.2 fra østkant	12	højre	1
Nord	2.2 fra østkant	14	højre	4
Nord	2.2 fra østkant	16	højre	10
Syd	3.1 fra østkant	17	venstre	20
Syd	3.1 fra østkant	19	venstre	8
Syd	3.1 fra østkant	21	venstre	9
Syd	3.1 fra østkant	23	/	0
Nord	3.2 fra østkant	18	højre	2
Nord	3.2 fra østkant	20	højre	8
Nord	3.2 fra østkant	22	højre	13
Nord	3.2 fra østkant	24	højre	18
Syd	4. fra østkant	25	venstre	10
Syd	4. fra østkant	26	venstre	11
Syd	4. fra østkant	27	højre	9
Syd	4. fra østkant	28	højre	3
Syd	4. fra østkant	29	venstre	2
Syd	4. fra østkant	30	højre	5
Syd	4. fra østkant	31	/	0
Syd	4. fra østkant	32	højre	1
Syd	4. fra østkant	33	/	0
Syd	4. fra østkant	34	højre	2
Syd	4. fra østkant	35	venstre	2