
SLUTRAPPORT

GUDDP-projekt 2018 - 2022

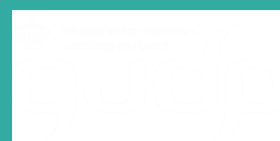
Gyllemajs

Udvikling af husdyrgødningsteknologier til bæredygtig dyrkning af majs



19. JUNI 2023

**Af Martin Nørregaard Hansen
SEGES Innovation P/S**



Grønt Udviklings- og Demonstrationsprogram

Projektet, som er beskrevet i denne rapport, er støttet af Grønt Udviklings- og Demonstrationsprogram, GUDP, som er en erhvervsstøtteordning under Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.

GUDP giver tilskud til projekter, der understøtter grøn og bæredygtig omstilling af fødevarerhvervet, og programmet dækker hele værdikæden fra primærproduktion til forarbejdningsindustri og afsætningsled.

Det er GUDP's ministerudpegede bestyrelse, som beslutter, hvilke projekter der skal modtage tilskud. Bestyrelsen betjenes af GUDP-sekretariatet i Landbrugsstyrelsen.

GUDP-sekretariatet i Landbrugsstyrelsen

Nyrupsgade 30, 1780 København V

Augustenborg Slot 3, 6440 Augustenborg | Tlf.+45 33 95 80 00

Mail: gudp@lbst.dk

Web: www.gudp.dk

Denne slutrapport er godkendt af GUDP, men det er alene rapportens forfatter/projektlederen, som er ansvarlige for indholdet. Rapporten må citeres med kildeangivelse.

SLUTRAPPORT

Gyllemajs

Udvikling af husdyrgødningsteknologier til bæredygtig dyrkning af majs

FAKTA OM PROJEKTET

- Projektperiode: 01.07.2018 – 31.12.2022
- Projektdeltagere: SEGES Innovation P/S, Samson Agro, AU-Eng, AU-Agro, DM&E, Varde Maskinstation.
- Bevilling fra GUDP: 8.508.177 dkk
- Projektleder: Martin Nørregaard Hansen, Landskonsulent, SEGES Innovation P/S

FORMÅL

Projektets formål er at udvikle og dokumentere et gyllenedfældningssystem, der sikrer forbedret udnyttelse af den gylle der tilføres majs. Målet er at sikre en bæredygtig majsproduktion med lavere input af handelsgødning og lavere miljøpåvirkning i form af udledning af næringsstoffer og drivhusgasser.

PROJEKTETS RELEVANS

Majs gødskes primært med husdyrgødning (gylle), men det er almindelig praksis at tilføre afgrøden startgødning i form af handelsgødning for at sikre den fremvoksende afgrøde hurtig adgang til lettilgængelige næringsstoffer. Dette sikrer en hurtig fremvækst og et højt udbytte. Tilførslen af startfosfor er imidlertid udfordret af strammere fosforregulering, som betyder, at mange landmænd ikke længere har plads i gødningsregnskabet til at tilføre den ønskede startgødning.

Placering af gylle umiddelbart under sårækkerne kan forbedre udnyttelsen af gyllens næringsstoffer og sikre afgrøden hurtigere og bedre adgang til gyllens næringsstoffer. Placeringen kan således være et alternativ til at tilføre majsafgrøden startgødning i forbindelse med afgrødens såning. Den bedre udnyttelse af gyllens næringsstoffer ved placering vil yderligere reducere risikoen for udvaskning af nitrat til vandmiljøet og reducere behovet for tilførsel af supplerende næringsstoffer. Dette reducerer omkostninger til indkøb af handelsgødning og udledningen af drivhusgassen lattergas. Teknologien sikrer derfor en mere miljø- og klimaneutral majsproduktion.

Placering af gylle tæt på den fremspirende afgrøde stiller dog store krav til en præcis placering. Places gyllen for tæt på den fremspirende plante skades fremvæksten, og placeres den for langt væk reduceres plantens mulighed for at hurtig tilgang til gyllens næringsstoffer, hvilket reducerer udbyttet og udnyttelsen af gyllens næringsstoffer. Der er derfor behov for et nedfældningssystem der sikrer en

præcis placering af gylle både ved udbringning på pløjet jord og i ikke-pløjet jord (Strip-Till dyrkningssystemer). Ligeledes er der behov for at gyllen kan udbringes med høj kapacitet og driftssikkerhed. Der er derfor behov for at teknologiens trækraftforbrug reduceres mest muligt.

HOVEDRESULTATER



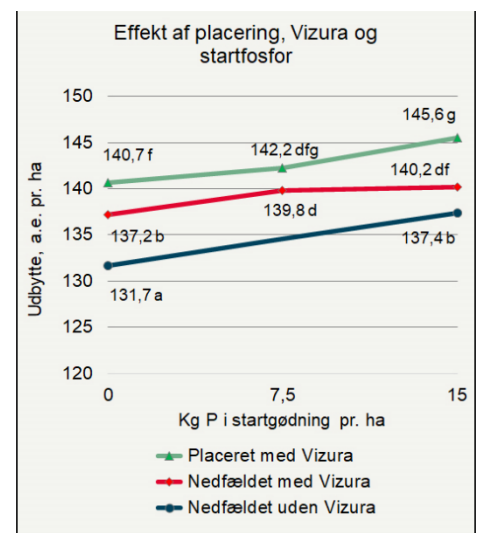
Figur 1. Markdemonstration af den udviklede prototype til placering af gylle til majs i 2021.

Projektet har udviklet teknologi, der kan sikre en optimal placering af gylle til majs. Dette er bl.a. sket i form af en udviklet prototypenedfælder. Prototypenedfælder er udviklet på baggrund af den viden, der er opbygget i projektet, herunder resultaterne af pottetforsøg af placeringsdybden indvirkning på næringsstofoptagelse og afgrødevækst, og de resultater og erfaringer der er opnået ved placering af gylle med forskellige tanddesign og placeringsdybder i markforsøg. Den udviklede teknologi er benyttet til at bestemme trækraftforbruget ved alternative designs af skær og nedfældningsha-

stigheder og til gennemførelse af storskalaforsøg med henblik på at bestemme dyrkningsikkerhed og udbytteeffekter ved placering af gylle under praktiske forhold. 1. prioritet har været at udvikle en maskine, som kunne placere gyllen optimalt, og som sekundært sikrer en god og jævn jordoverflade som er optimal både til at så og udføre radrensning i, da det er vigtigt for at sikre majsen optimale vækstbetingelser.

Projektet har gennemført en række markforsøg til bestemmelse af, hvordan placering af gylle i henholdsvis pløjet og ikke-pløjet jord påvirker næringsstofoptagelsen og udbyttet i majs. Resultaterne viser, at placering af gylle giver et merudbytte på gennemsnitlig 3,7 afgrødeenheder pr. ha. Denne effekt opnås uanset om afgrøden tilføres startfosfor eller ej. Merudbyttet betyder, at der kan opnås samme udbytte ved placering uden tilførsel af startfosfor, som ved traditionel nedfældning og tilførsel af 15 kg startfosfor pr. ha. Resultaterne af efterfølgende supplerende forsøg viser, at placeringen af gylle med den udviklede teknologi tilsvarende giver en bedre udnyttelse af gyllens kvælstofindhold.

Den højere udnyttelse af gyllens næringsstoffer ved placering reducerer risikoen for nitratudvaskning og reducerer behovet for tilførsel af handelsgødningskvælstof. Dette reducerer udledningen af drivhusgassen lattergas. Placering af gylle reducerer således majsdyrknings miljø- og klimamæssige udfordringer.



Figur 2. Udbytteeffekt af startfosfor, tilsætning af nitrifikationshæmmeren Vizura og placering af gylle til majs.

Teknologier til placering af gylle til majs, bl.a. i form af den udviklede prototype, er blevet demonstreret ved markdemonstrationer i 2019 og 2021, i forbindelse med Grovfoderekskursionen 2021 og ved videoer på SEGES TV og Facebook.



Figur 3. Markdemonstration af placeringsteknologier i 2019.

Værdien af de merudbytter og de gødningsbesparelser der kan opnås ved placering af gylle til majs, er højere end de beregnede meromkostninger ved placeringen. Dette sammenholdt med at tilførslen af startfosfor er udfordret af et stadigt lavere fosforloft betyder, at landmænd i stigende omfang efterspørger teknologi til placering af gylle. Flere maskinproducenter har derfor udviklet placeringsteknologi, ligesom flere maskinstationer er i gang med eller har ombygget deres nedfældningsteknologi. Det forventes derfor, at placering af gylle bliver almindelig praksis i forbindelse med dyrkning af majs.

Resultaterne af gennemførte forsøg er blevet præsenteret ved Plantekongressen, ved webinarer, møder og konferencer. Resultaterne er desuden publiceret i Landsforsøgene 2019, 2020, 2021 og 2022, i fire internationale artikler, i en række møde- og conferencebidrag og i form af en lang række artikler i landbrugsrelevante fagblade.

PROJEKTFORLØB OG ERFARINGER

Projektet har i perioden 2018 – 2021 gennemført pottforsøg i laboratoriet, en række markforsøg og on-farmforsøg til bestemmelse af, hvordan placering af gylle med forskellige teknologier påvirker næringsstofoptagelse, dyrkningssikkerhed og udbytte i majs. Projektets resultater viser, at en præcis dybdeplacering af gyllen har større indflydelse på majsens udbytte, dyrkningssikkerhed og næringsstofoptagelse end forventet ved projektets start. Konsekvensen af dette har været et behov for udvikling af individuel dybderegulering på hvert nedfælderskær, hvilket har udfordret udviklingen og opbygningen mere end forventet. Kravene til individuel dybderegulering har tilsvarende betydning for det udviklede nedfældningskonceptets omkostningsniveau og kompleksitet. Dette er indarbejdet i den udviklede prototypeteknologi.

Et af projektets målsætninger var at demonstrere placeringsteknologien overfor landmænd, maskinstationer og andre interessenter ved markdemonstrationer. Denne målsætning blev udfordret af Covid 19 restriktioner i 2020 og 2021. Der har derfor været behov for højere brug af virtuelle møder, webinarer og markdemonstrationer end forventet ved projektets start. De udviklede teknologier og resultaterne af de gennemførte forsøg er derfor i højere grad end forventet formidlet via videoer på Facebook og SEGES TV, samt ved formidling af projektets resultater ved virtuelle webinarer.

Gennem hele projektet har der været en tæt dialog mellem projektets forskellige partnere. Dels i form af projektmøder og ad hoc møder forud for planlægning af forsøg og markdemonstrationer. Den tætte dialog betød hurtig overførsel af opnåede resultater og indhentet viden.

Projektet har fulgt den fastlagte tidsplan, udfordringer med at nå publiceringen af resultaterne af særligt arbejdsplan 2 betød dog, at projektperioden blev forlænget med et år.

KONKLUSION OG PERSPEKTIVERING

En bæredygtig dyrkning af majs er en vigtig forudsætning for at kunne opretholde en bæredygtig mælkeproduktion. Lavere loft over mængden af fosfor der må tilføres landbrugsjord, udfordrer tilførslen af den mineralske startfosfor, der normalt tilføres til majs for at sikre en hurtig fremvækst og et optimalt udbytte. Tilsvarende er dyrkningen af majs udfordret af risiko for nitratudvaskning og udledning af drivhusgassen lattergas. Der er derfor behov for udvikling af en optimeret teknologi til udbringning af gylle til majs, med henblik på at sikre en optimeret udnyttelse af den husdyrgødning der benyttes som gødning for produktionen, og sikre et optimalt udbytte med lavest mulige miljø- og klimaeffekt. Projektet har udviklet og dokumenteret en placeringsteknologi der sikrer en bæredygtig majsproduktion, og en optimal udnyttelse af næringsstofferne i den husdyrgødning der tilføres majs. Teknologien betyder, at majs udnytter en højere andel af husdyrgødnings næringsstoffer, hvilket reducerer behovet for indkøb af næringsstoffer i form af handelsgødning. Den højere udnyttelse af kvælstof i husdyrgødningen reducerer samtidig risikoen for udvaskning af næringsstoffer og reducerer majsdyrknings klimapåvirkning.

Projektet vurderes at sikre en fremtidig bæredygtig og ressourceoptimeret produktion af majs med lavest mulige miljø- og klimapåvirkning. Projektet vurderes desuden at have bidraget med det nødvendige incitament og faglige grundlag for, at teknologien til placering af gylle til majs bliver implementeret i forbindelse med dyrkningen af majs.

FORMIDLING

Den udviklede teknologi og dens resultater på udbytte, udnyttelse af næringsstoffer og miljø- og klimaeffekter er demonstreret og formidlet til landmænd, maskinstationer, planteavlskonsulenter og øvrige interessenter. Formidlingen er sket via markdemonstrationer, grovfoderekskursioner, webinarer, videnskabelige artikler, faglige artikler og artikler i relevante fagblade.

I det følgende kan ses en liste af de mest relevante demonstrationer og artikler.

Artikler i peer reviewed tidsskrifter

Pedersen et al. 2020. Damage to the primary root in response to cattle slurry placed near seed may compromise early growth of corn. *Agronomy Journal*. 2020;1–14. (<https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/agj2.20097>)

Baral et al., 2021. Placement depth and distribution of cattle slurry influence initial maize growth and phosphorus and nitrogen uptake. *Journal of Plant Nutrition and soil science*. Early view Online <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jpln.202000492>

Pedersen, I. F., Christensen, J. T., Sørensen, P., Christensen, B. T., & Holton Rubæk, G. (2022). Early plant height: A defining factor for yields of silage maize with contrasting phosphorus supply. *Soil Use and Management*, 38(1), 537-548. <https://doi.org/10.1111/sum.12697>. [Early plant](#)

[height: A defining factor for yields of silage maize with contrasting phosphorus supply \(wiley.com\)](#)

Pedersen, I. F., Nyord, T., & Sørensen, P. (2022). Tine tip width and placement depth by row-injection of cattle slurry influence initial leaf N and P concentrations and final yield of silage maize. *European Journal of Agronomy*, 133, [126418]. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2021.126418>. . [Tine tip width and placement depth by row-injection of cattle slurry influence initial leaf N and P concentrations and final yield of silage maize - ScienceDirect](#)

Taghizadeh-Toosi, A., Baral, K.R, Sørensen, P., Petersen, S.O. The effects of cattle slurry application method and nitrification inhibitor (3,4-dimethylpyrazole phosphate - DMPP) on nitrous oxide emissions from soil under silage maize. For submission spring 2023.

Temamøde/Workshop/Møder/Åbent hus

Pedersen G. 2021. Workshop om placering af gylle til majs. 17 nov. 2021 Vildbjerg. Opsamling på resultater og diskussion af praktiske og tekniske erfaringer med placering af gylle til majs. Workshopen er målrettet maskinstationsejere.

Lyngvig HS og Haubjerg, 2021. Placeret gylle til majshelsæd. Præsentation af prototype til placering af gylle til majs. Præsenteret ved grovfoderekursion 2021 for landmænd, maskinstationer, maskinfabrikanter juni 2021, Løgumkloster. Præsentationen er efterfølgende præsenteret virtuelt via video på SEGES TV. Placeret gylle til majshelsæd - SEGES TV. [Placeret gylle til majshelsæd - SEGES TV](#)

Rasmussen MD, Storegaard P, 2022. Temamøde om nye teknologier og udbringning af gylle i afgrøder. Netværksmøde mellem Samson Agro, AU-Eng og en 15 mands fransk maskingruppe med fokus på markmaskinteknologier. Temamødet indeholdt bl.a. besøg hos AU-Foulum for at diskutere teknologiudvikling og udbringningssystemer til placering af gylle til majs. 15. okt. 2022, Forskningscenter Foulum.

Indlæg ved konferencer og workshops

Sørensen et al. 2020. Sådan skal gylle placeres til majs – de første erfaringer fra GylleMajs projektet. Plantekongressen jan. 2020. [pl 20 13 2 peter soerensen ny.pdf \(landbrugsinfo.dk\)](#)

Lyngvig H.S. og Haubjerg N.H., 2021. Præsentation af udviklet prototypenedfælder og placerings effekter på såbed og majsens fremspiring og vitalitet. Indlæg ved grovfoderekursionen 2021.

Hansen M.N. 2021. Nye resultater af landsforsøg med husdyrgødning – gødskning af majs. Plantekongressen 2021. 15.01.2021. https://www.landbrugsinfo.dk/-/media/landbrugsinfo/public/2/8/d/pf_1501_1530_23_martin_noerregard_hansen_resultater_af_landsforsog_med_husdyrgoedning.pdf

Hansen M.N. 2022. Nitrifikationshæmmere, placering og gylletyper til majs. Resultater af landsforsøg om dyrkning af majs og brug af nitrifikationshæmmere. Plantekongressen 2022. 19.01.2022. [AECD06F2-3084-EC11-84B2-00155D0B0901.pdf \(cmcdn.dk\)](#)

Mikkelsen M., 2022. Nyt om dyrkning af majs. Resultater af landsforsøg om dyrkning af majs og brug af nitrifikationshæmmere. Plantekongressen 2022. 19.01.2022. [AECD06F2-3084-EC11-84B2-00155D0B0901.pdf \(cmcdn.dk\)](#)

Hansen, M. N., Mikkelsen, M., Pedersen, I. F., Sørensen, P., & Nyord, T. (2022). Effects of row-injected cattle slurry on yields of silage maize. Abstract fra International Conference on manure management and valorization, 's Hertogenbosch, Holland.

LandbrugsInfo

Hansen M.N.; Mikkelsen M. 2019. Økonomi ved placering af gylle til majs. Viden om: LandbrugsInfo [Økonomi ved placering af gylle i majs \(landbrugsinfo.dk\)](#)

Mikkelsen M. et al. 2020. Sådan doserer du kvælstof og startgødning korrekt til majs. LandbrugsInfo 03.05.2020. [Sådan doserer du kvælstof og startgødning til majs korrekt \(landbrugsinfo.dk\)](#)

Hansen M.N. et al. 2021. Se virtuel markdemonstration om teknologi til placering af gylle til majs. Nyhed LandbrugsInfo 11 maj 2021, https://www.landbrugsinfo.dk/basis/8/e/a/bygninger_maskiner_markdemonstration_teknologi_placering_gylle

Mikkelsen M et al, 2022. Få fuld værdi af kvælstof og gylle til majs. Landbrugsinfo 21.03.2022. [Få fuld virkning af gylle og kvælstof til majs \(landbrugsinfo.dk\)](#)

Hansen M.N. 2022. Hvordan udnytter jeg min gylle bedst muligt? LandbrugsInfo 21.02.2022. [Hvordan udnytter jeg min gylle bedst muligt? \(landbrugsinfo.dk\)](#)

Faglige artikler

Hansen, M. N., Sørensen P., 2019. Placering af gylle til majs. Oversigt over Landsforsøgene 2019. pp. 351-354.

Lyngvig H.S., Mikkelsen M., 2019. Demonstration af nedfældere til placering af gylle til majs. Oversigt over Landsforsøgene 2019. pp. 354-356.

Hansen, M. N., Pedersen, I.F., Sørensen, P. 2020. Placering af gylle til majs på pløjet jord. Oversigt over Landsforsøgene 2020. pp. 374-376.

Hansen, M. N., Pedersen, I.F., Sørensen, P. 2020. Placering af gylle til majs på ikke-pløjet jord (Strip-Till). Oversigt over Landsforsøgene 2020. pp. 376-378.

Hansen, M. N. og Mikkelsen M. 2021. Placering af kvæggylle og afgasset gylle til majs. I Landsforsøgene 2021 p. 411-416.

Hansen, M. N. og Mikkelsen M. 2021. Stigende mængder kvælstof til majs i nedfældet og placeret kvæggylle og afgasset gylle til majs. I Landsforsøgene 2021 p. 416-417.

Hansen, M. N., Mikkelsen M. Lyngvig H.S. 2021. Placering af gylle på pløjet og harvet jord. I Landsforsøgene 2021 p. 417-419.

Mikkelsen M. Lyngvig H.S. 2021. Dæktyper ved placeret nedfældning af gylle i pløjet jord. I Landsforsøgene 2021 p. 419-420.

Hansen, M. N. og Mikkelsen M. 2022. Tilsætning af nitrifikationshæmmer og placering af kvæggylle og afgasset biomasse til majs. I Landsforsøgene 2022 p. 332-396.

Hansen, M. N. og Mikkelsen M. 2022. Stigende tilsætning af kvælstof i nedfældet og placeret gylle til majs. I Landsforsøgene 2022 p. 396-398.

Artikler i relevante fagblade

Landbrugsavisen, Kvæg, 2019. Demodag viste stor forskel på nedfældere til gylleplacering. [Se billederne: Demodag viste stor forskel på nedfældere til gylleplacering | LandbrugsAvisen](#)

Maskinbladet, 2019. Gylle som startgødning kræver præcision. [Gylle som startgødning kræver præcision | Maskinbladet](#)

Maskinbladet, 2019. Placeret gylle er ikke for alle. Opfølgning på markdemo 2019. [Placeret gylle til majs er ikke for alle | Maskinbladet](#)

Hansen et al, 2021. Placeret gylle har god effekt på majs. Landbrugsavisen Kvæg 12.05.2021.

Hansen et al, 2021. Placering af gylle til majs giver merudbytter. Landbrugsavisen mark. 22.03.2021.

Lyngvig H.S. 2021. Placering af gylle i fokus til grovfoderekskursion. Effektivt landbrug, planter. <https://effektivtlandbrug.landbrugnet.dk/artikler/planter/66542/grovfoderekskursion-meldte-alt-udsolgt.aspx>

Landbrugsavisen 2021. Ugens maskine: Ny nedfælder skal give majs effektiv starthjælp. Landbrugsavisen, maskiner. 22 maj 2021. <https://effektivtlandbrug.landbrugnet.dk/artikler/planter/66542/grovfoderekskursion-meldte-alt-udsolgt.aspx>

Hansen et al. 2021. Udnyttelsen af gylle kan øges en tand mere, men det koster. Landbrugsavisen Mark. 17 november 2020. <https://landbrugsavisen.dk/mark/udnyttelsen-af-gylle-kan-%C3%B8ges-en-tand-mere-men-det-koster>

Landbrugsavisen, Mark, 2020. Succes med placering af gylle i brede bånd under majs. Landbrugsavisen juni 2020. (<https://landbrugsavisen.dk/mark/nye-fors%C3%B8g-succes-med-placering-af-gylle-i-brede-b%C3%A5nd-under-majs>)

Landbrugsavisen, Kvæg. 2021. Placeret gylle i majs gav pote – især i år [Placeret gylle i majs gav pote - især i år | LandbrugsAvisen](#)

Hansen, M.N. 2022. Sådan opnår du merudbytter i majs. Landsbladet Mark feb. 2022, månedens forsøg.

Effektivt landbrug, 2022. Elipseformet gyllepølse kan give merudbytter i majs. 23 jan. 2022.

<https://effektivtlandbrug.landbrugnet.dk/artikler/tema/73149/ellipseformet-gyllepølse-kan-give-merudbytter-i-majs.aspx>

Publiceringer i form af videoer etc. på sociale medier og SEGES TV

Hansen et al., 2021. Virtuel markdemonstration. Viden om placering af gylle og placeringsteknologier. SEGES TV. 11.05.2021. https://www.seges.tv/video/68606414/ny-teknologi-til-placering-af-gylle?fbclid=IwAR3VD66RC_edSKvTyFfrslhdARR2TgTx4mX832RlwhdBY4pW8bc81EErK0

Mikkelsen et al., 2021. Markdemonstration om teknologi til placering af gylle til majs. Facebook-opslag 10.05.2021. <https://www.facebook.com/planteavl/posts/2902418640028959>

Mikkelsen et al., 2021. Giver placeret gylle uden startgødning samme udbytte som traditionelt nedfældet gylle med startgødning? Facebookopslag 18.01.2021. <https://www.facebook.com/planteavl/posts/2821591004778390>

Mikkelsen et al, 2020. Placeret gylle til majs – nu ser vi resultater. SEGES TV 10.12.2020. <https://www.seges.tv/video/65516140/placeret-gylle-til-majs-nu-ser-vi>

Lyngvig H.S. og Haubjerg N.H., 2021. Præsentation af udviklet prototypenedfælder og placerings effekter på såbed og majsens fremspiring og vitalitet. Indlæg ved grovfoderekskursionen 2021. <https://www.seges.tv/video/72522398/placeret-gylle-til-majshelsaed>

Læs mere om GUDP's projekter på www.gudp.dk

