



Landbrug
J.nr. 2021-196
Den 22. marts 2021

Bilag 24 – opsamling på tema 3 om forskning og udvikling

Baggrund

Der er i perioden 26. februar til 4. marts afholdt tre tekniske møder inden for temaet forskning og udvikling. De tre møder har haft en række forskellige fokusområder, jf. tabel 1. Til alle møder er oplægsholdernes præsentationer delt med mødedeltagere. Præsentationerne kan desuden tilgås på hjemmesiden: [LINK](#). Deltagerkredsen på møderne har været fødevareministeren, miljøministeren samt landbrugs- og fødevareordførere fra de politiske partier. Der har desuden været deltagelse fra øvrige ordførere, f.eks. klimaordførere.

Tabel 1

Mødeoversigt over tema 3 om forskning og udvikling			
Møde nr. og fokus	Tidspunkt	Oplægsholdere	Udsendt baggrundsmateriale
1) Reduktionspotentialer	Fredag den 26. februar	Aarhus Universitet, SEGES samt Landbrug og Fødevarer sammen med SkyClean-konsortiet	Ingen
2) Bioøkonomi og nye produktionsmuligheder	Mandag den 1. marts	Dansk Miljøteknologi, Aarhus Universitet, Vestjyllands Andel, Danmarks Naturfredningsforening, Nordic Sugar, Haldor Topsøe, SEGES og Københavns Universitet	Ingen
3) Forsættelse af bioøkonomi og nye produktionsmuligheder	Torsdag den 4. marts	Det Ethiske Råd, Københavns Universitet og Aarhus Universitet	Ingen

Kilde: Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri

I de følgende afsnit opsummeres kortfattet de informationer, der er blevet præsenteret eller efterspurgt i forbindelse med de tekniske møder.

1) Reduktionspotentialer

På mødet d. 26. februar var der fokus på klimareduktionspotentialerne inden for landbrugsområdet, herunder muligheder, begrænsninger og barrierer. Der var særligt fokus på områderne fodertilsætningsstoffer, håndtering af gylle samt brun bioraffinering, som er områderne med de væsentligste klimareduktionspotentialer.

a) Fodertilsætningsstoffer

I foder indgår fodermidler og fodertilsætningsstoffer. Mens fodermidler dækker dyrets ernæringsmæssige behov, tilsættes fodertilsætningsstoffer for at opnå andre gavnlige effekter som at øge dyrets sundhed, øge dyrets ydeevne, eller som relevant her at reducere dyrets udledning af metangas. Ved væsentlig reduktion af udledning af metangas fra kvæg er det ikke tilstrækkeligt kun at ændre fodermidlerne. Fodertilsætningsstoffer er essentielle i forhold til at opnå denne effekt. Af kendte fodertilsætningsstoffer med en metanreducerende effekt kan nævnes nitrat, tang, Bovaer, essentielle olier og ”stoffet X”.

For nitrat og tang udestår afklaring om, hvorvidt tilsætningsstofferne kan have en negativ effekt på henholdsvis kvælstofudledning og dyrs sundhed eller ydeevne. Det største reduktionspotentiale for metangas findes i tilsætningsstofferne Bovaer og Stoffet X. Stoffet X er stadig på et udviklingsstadium, og der skal mere forskning til for at kunne afdække reduktionseffekten. Det vurderes pt. at stoffet X har et teknisk reduktionspotentiale på 25-40 pct., svarende til 0,5 - 0,8 mio. ton CO₂e pr. år. AU fik i december 2020 tilsagn om finansiering fra Innovationsfonden til videre forskning i tilsætningsstoffet og effekterne heraf. Den endelige effekt for Bovaer kan først afgøres efter en række dyreforsøg, men vurderes pt. at have et teknisk potentiale på 15-30 pct., svarende til 0,3 - 0,6 mio. ton CO₂e pr. år. AU's bedste bud på nuværende tidspunkt er en metanreduktion på omkring 30 pct. Bovaer forventes at kunne markedsføres inden for de kommende år, men det er essentielt, at de metanreducerende effekter i en dansk kontekst kvalificeres nærmere ved forsøg baseret på dansk fodersammensætning. Som noget nyt er der også lavet forsøg med tidlig prægning, som tyder på positiv effekt.

De metanreducerende effekter ved de forskellige fodertilsætningsstoffer kan ikke lægges sammen, men der udestår forskning om, hvorvidt der alligevel kan være visse additive effekter, en såkaldt "cocktail-effekt".

b) Håndtering af gylle

Det er muligt at reducere metan og lattergasudledningerne fra husdyrbedrifterne ved at optimere på håndteringen af gyllen. For at de samlede udledninger fra opbevaring og håndtering af husdyrgødningen i både stalden og lageret kan reduceres markant, mener både SEGES og Miljøministeriet, at der er et stort forskningsbehov for at få flere af de kendte og nye teknologier og virkemidler dokumenteret tilstrækkeligt.

Af de mest centrale og lovende teknologier præsenteret kan nævnes: Staldforsuring, forsuring i gylletank, teltoverdækkede gyllebeholdere med metanoxiderende flydelag, biofilter, afbrænding af afgangsluften eller anden lagerteknologi, gyllekøling, gylletilsætningsstoffet "NoGAS", nitrifikationshæmmere og hyppig udslusning af gylle. Der er herved mange både kendte og nye spændende løsninger. Gylletilsætningsstoffet NoGas er et af de virkemidler, som allerede nu er under udvikling, bl.a. med hjælp fra klimaforskningsprogrammet, og som i indledende forsøg har haft potentiale til at reducere gyllens metanudledning med omkring 50 pct. Hvor der for nogle af de nye teknologier alene udestår dokumentation af reduktionseffekten, er der for teknologier som tilsætningsstoffer til gyllen brug for mere grundlæggende udviklingsarbejde, før de kan forventes at kunne anvendes i praksis og samtidig tælle med i den danske emissionsopgørelse. Forskning og dokumentation er derfor den primære udfordring for det samlede katalog af nye virkemidler.

Det bemærkes, at det er væsentligt også at få dokumenteret de faktiske emissioner af metan og lattergas på tværs af produktionskæden fra dyr til stald til lager og til marken og at få viden omkring fodersammensætningens betydning for udviklingen af metan fra fordøjelsen såvel som udviklingen af gas fra gyllen.

c) Brun bioraffinering

Brun bioraffinering er en teknologineutral betegnelse for behandling af rest- og affaldsprodukter fra landbruget (husdyrgødning halm mv.). Gennem anvendelse af pyrolyseteknologien kan en række rest- og sidestrømme varmebehandles under iltfrie forhold, hvorved der produceres hhv. en gasfraktion, en oliefraktion samt biokul. Gas- og oliefraktionen kan principielt videreforarbejdes (raffineres) til brændstof, som kan anvendes som et bæredygtigt drivmiddel til transportformål, fx inden for tung transport. Biokullet kan lagre kulstof i jorden i over 500 år, og kan have gode egenskaber som jordforbedringsmiddel og biogødning. Men der kan også være negative virkninger af at sprede biokul på marken bl.a. udfordringer med tungmetaller og tjærestoffer (PAH), ligesom det grundet manglende studier endnu ikke er muligt at sige noget om påvirkningerne af at tilføre biokul på markerne på længere sigt. Effekterne vil bl.a. afhænge af inputtet til pyrolysen, og hvordan pyrolysen udføres, men også af jordbundstype mm. I Danmark arbejder en række virksomheder med pyrolyseteknologien, og det vurderes, at denne teknologi har et stort klimapotentiale.

Et konkret projekt på pyrolyseteknologien blev præsenteret af Henrik Stiesdal fra SkyClean-konsortiet, mht. hvordan pyrolyseteknologien kan ændre på jordens kulstofkredsløb, så der kan lagres mere kulstof i jorden gennem produktion af biokul.

Kredsen bag SkyClean projektet vurderer, at der er et teknisk reduktionspotentiale i landbrugssektoren på 5-7 mio. tons CO₂, ved at biokullet indarbejdes i jorden. Dette vil forudsætte en omfattende allokering af halm og husdyrgødning til produktion af biokul. Klimarådet har vurderet, at en tredjedel af dette potentiale kan realiseres inden 2030, såfremt teknologien kan bringes i anvendelse og opskales. Ud over CO₂-reduktionen i landbrugssektoren vil der være en fortrængning af fossile brændsler i transport-, energi- og industrisektoren, hvis pyrolysegas og -olie kan erstatte fossile kilder.

Det bemærkes, at pyrolyse ikke skal ses som en konkurrent til biogas, men derimod som et supplement, der bl.a. kan aftage og udnytte restfibre fra biogasproduktionen. Pyrolyseanlæggene kan udnytte en række rest- og sidestrømme fra landbrugsproduktionen, og er dermed et skridt nærmere en egentlig cirkulær økonomi, hvor biomassen udnyttes så optimalt som muligt og til mere end et formål. Eksempelvis vil pyrolyse kunne aftage restfraktionerne fra produktion af græsprotein.

Både Landbrug og Fødevarer samt SkyClean-konsortiet påpegede behovet for samfundsmæssige investeringer i opbygning af en pyrolyseinfrastruktur. Finanslovsbevillingen i 2021-22 på samlet 200 mio. kr. blev nævnt som et godt udgangspunkt for en ambitiøs satsning. Herudover efterspurgtes der teknologineutrale offentlige tilskud, der vægter kulstoflagring samt iblandingskrav, der kan fremme biobrændstoffer, som er produceret af biologiske rest- og sidestrømme, og dermed ikke kræver særskilt arealanvendelse.

2) Bioøkonomi og nye produktionsmuligheder

På mødet d. 1. marts blev mulighederne, begrænsningerne og barriererne inden for bioøkonomi præsenteret, mens en række eksempler på nye lovende produktionsmuligheder også blev præsenteret.

a) Bioøkonomi og bioraffinering

Baggrunden for, at der er potentiale i bioøkonomi og bioraffinering er, at det biologiske kredsløb kan optimeres, så der kommer højere produktivitet og reducerede emissioner til miljø og atmosfære. Dette kan først og fremmest ske ved at øge anvendelsen af planter og træer, der har lang vækstsæson og højt udbytte. For at finde anvendelse for et øget udbytte af bioressourcer skal der ske en industriel udvikling, der kan bidrage med forarbejdning af f.eks. halm, roetoppe, græs og træ.

De potentielle udfordringer er, at de nye værdikæder skal etableres på tværs af de eksisterende værdikæder. Dansk Miljøteknologi og Aarhus Universitet forslår derfor, at der udarbejdes en national strategi for området og nævner, at det samlet set vil føre til arbejdspladser, eksportmuligheder og et øget udbud af bioressourcer, der kan bidrage til den grønne omstilling af klimatunge sektorer som byggeri, kemikalier, emballage og fødevarerproduktion.

Ligeledes blev en række oplæg præsenteret med fokus på konkrete potentialer inden for bioøkonomi og bioraffinering. Herunder grøn bioraffinering, der udnytter flerårige grønne afgrøder til bl.a. proteinproduktion, samt gul bioraffinering, som er forarbejdning af affalds- og restprodukter fra land- og skovbruget til en række produkter inden for materialer og fødevaringredienser. Oplægsholderne bemærkede, at det for disse områder er relevant at oprette partnerskaber bl.a. med henblik på etablering af finansieringsmodeller, samt at der på begge områder er et stort behov for tilskud eller andre incitament, der kan føre til, at der opføres bioraffineringsanlæg.

b) Nye produktionsmuligheder

Der pågår forskning og udvikling af en længere række af nye produktionsmuligheder. På mødet d. 1. marts blev mulighederne og barriererne inden for hhv. datadreven landbrug, vertikalt landbrug og skovlandbrug præsenteret.

En digital udvikling af landbruget kan bidrage til en produktion med mindre input og mindre belastning af miljøet og klimaet. I dag bruges præcisionsteknologier og digitale data allerede f.eks. til at tildele gødningen helt præcist efter afgrødernes behov. Ved hjælp af droner og satellitbilleder kan brugen af

sprøjtemidler målrettes de steder i marken, hvor der er ukrudt og skadegørere. SEGES redegjorde i et indlæg for status og potentialerne inden for det datadrevne landbrug. Med afsæt i de store mængder data, som allerede findes, er der i erhvervet udviklet en række digitale værktøjer, som kan understøtte en effektiv landbrugsproduktion med et lavt klima- og miljøaftryk. Udviklingen inden for kunstig intelligens nævnes som et stort potentiale og en digitalisering af hele produktionskæden, herunder husdyrproduktionen, vil give muligheder ift. sporbarhed og dokumentation, hvor forbrugeren kan følge produktet fra marken til bordet og med hvilket klima- og miljøaftryk, det er blevet produceret med. Denne dokumentation kan blive en afgørende konkurrenceparameter ift. ændrede forbrugsmønstre med øget krav til kvalitet og bæredygtighed, og for landbrugeren kan sporbarheden være en "license to operate" i fremtidens grønne landbrugsproduktion.

Vertikalt landbrug kan beskrives som indendørs landbrugsproduktion i flere lag under kontrollerede forhold, ofte med kunstigt lys og uden jord. Der er flere eksempler på vertikalt landbrug i Danmark, men det er fortsat en meget begrænset produktion. Vertikalt landbrug kan bl.a. give forøgelse af produktivitet samt reduceret arealforbrug. Ulemper omfatter bl.a. energiforbrug samt et begrænset antal afgrøder, der kan generere overskud. Det er på nuværende tidspunkt primært økonomisk rentabelt at dyrke højværdiafgrøder som salat og krydderurter. Det bemærkes, at fødevarer kvaliteten ikke er veldokumenteret, mens klima- og miljøeffekten er uklar.

Skovlandbrug dækker over mange forskellige kombinationer af landbrugsafgrøder med forskellige træer/buske og med forskellige produktionsformål, som kan ændre sig dynamisk over tid med trævæksten. Inden for skovlandbrug og specialiseringen permakultur anvendes ofte alternative dyrkningspraksisser såsom minimal forstyrrelse af jorden, der også kendes fra pløjefri landbrugssystemer og Conservation Agriculture. Der er overordnet to tilgange til skovlandbrug. En intensiv tilgang med få arter, hvis primære formål er at øget produktudbyttet og økonomisk bæredygtighed. Samt en mere ekstensiv tilgang med mange arter og mere usikkert økonomisk merudbytte, hvis primære formål er at forbedre miljø, klima og biodiversitet i landbruget. Skovlandbrug er meget begrænset i Danmark, mens det i højere grad eksisterer i Sydeuropa, særligt i form af skovlandbrug med husdyr. Barrierer omfatter bl.a. manglende forskning og indblik i økonomiske effekter, der er relevante for danske forhold. Det bemærkes, at GUDP i 2020 har støttet et nyt netværk om skovgrise, der vil afdække, hvordan vi i Danmark kan opnå gevinster for både grisene, naturen og landmændene.

3) Fortsættelse af bioøkonomi og nye produktionsmuligheder

På mødet d. 4. marts blev mulighederne, begrænsningerne og barriererne for nye produktionsmuligheder præsenteret.

a) Planteforædling

Planteforædling er en række teknikker og processer, hvorved man gennem krydsning og selektion fremmer ønskede egenskaber i afgrøden, f.eks. udbytte eller resistens over for sygdomme. En væsentlig forudsætning for at kunne forædle er variation ift. de egenskaber som man ønsker i afgrøden.

En af de vigtigste redskaber for forædleren til at frembringe variation er mutagenese. En mindre anvendt teknik er transgenese. Med mutagenese vil man i de fleste tilfælde fjerne (eller slukke for) gener, som er i planten. Mutationer er små ændringer i arvematerialet, og de opstår hele tiden i naturen. Forædlerne kan øge frekvensen af tilfældige mutationer ved at behandle planterne med kemiske stoffer eller bestråle dem. Således opstår nye mutationer (variation), som forædlerne kan anvende i deres forædling. Den genetiske variation øges ved krydsning mellem genetisk forskellige individer (der tilføres nye mutationer og nye kombinationer opstår). Med transgenese flytter man hele gener på tværs af arter, som aldrig selv ville kunne have krydset med hinanden.

Mutationer kan nu for første gang induceres målrettet (med den teknologi, der kaldes CRISPR/Cas9). De nye målrettede mutageneseteknikker kan ikke resultere i mutationer, som ikke ville have kunnet opstå af sig selv – eller allerede findes i naturen.

Mutageneseteknikker inkluderer bestråling, kemisk behandling og målrettet mutagenese (CRISPR/Cas9). Hvor de første medfører et meget stort antal tilfældige og ukendte mutationer, så

medfører den målrettede mutagenese meget præcise mutationer. Kun den målrettede mutagenese er omfattet af regelsættet omkring godkendelse af GMO i EU-regi. Med målrettet mutagenese bliver det f.eks. muligt at lave flerårige hvedeplanter.

Modstanden mod GMO ses oftest som etisk betinget. Genteknologi anses for at være så indgribende, at mennesker ikke kan overskue konsekvenserne, mens traditionel forædling anses mindre indgribende og derfor ikke risikabel. 15 medlemmer af Det Ethiske Råd mente i 2019, at det er etisk problematisk at afvise GMO-sorter, hvis de kan bidrage til at afbøde eller løse væsentlige problemer, og der ikke er gode argumenter for at afvise dem. Herudover mente 13 af de 15 medlemmer, at en GMO bør godkendes, hvis der ikke er særlige risici. Det Ethiske Råd anbefaler derfor, at det ikke skal være den anvendte teknologi, som skal afgøre, hvordan en given organisme eller plantesort skal reguleres, men derimod hvilke egenskaber den har fået tilført.

b) Laboratoriefremstillet kød

Overordnet er der tre muligheder for at producere proteiner. Via plantebaserede produkter, via gær, svampe og bakterier eller via cellebaseret produktion af kød og mælk med udgangspunkt i animalske celler (laboratoriefremstillet kød). Foreløbig forskning anviser en forventet væsentlig reduceret drivhusgasudledning, arealforbrug samt vandforbrug ved laboratoriefremstillet kød ift. traditionel kød. Der eksisterer pt. en række private aktører på området samt et igangværende forskningsprojekt på Aarhus Universitet. Barrierer omfatter bl.a. teknologiudvikling, lovgivning og forbrugeraccept. Oplægsholderen fra Aarhus Universitet bemærkede, at der bl.a. er behov for øget offentlig forskning, investeringer samt samarbejde.

4) Ubesvarede spørgsmål

Langt hovedparten af ordførernes spørgsmål blev besvaret mundtligt på møderne, mens enkelte spørgsmål kun blev besvaret i begrænset omfang. Nedenfor gives svar på de helt eller delvist ubesvarede spørgsmål fra ordførerne.

- *Har man regnet på omkostningseffektiviteten af staldforsuring?*

Ved oplægget svarede SEGES, at de ville følge op med en beregning på omkostningerne forbundet med staldforsuring. Disse er efterfølgende modtaget i Miljøministeriet. Omkostningseffektiviteten er af SEGES estimeret til 544-589 kr. pr. ton CO₂e ved hhv. 2 pct. kontra 4 pct. kalkulationsrente baseret på data fra slagtesvin. Forudsætningen for resultatet er blandt andet en svineproduktion på 18.800 slagtesvin pr. år, en investering på 2 mio. kr. i et staldforsuringsanlæg, som afskrives over 15 år og driftsomkostninger pr. slagtesvin på 9,5 kr. (syre, serviceaftale, el etc.). Samtidig er det forudsat at gyllens emission af metan i stald og lager svarer til en udledning pr. slagtesvin på 39 kg CO₂e, svarende til cirka 70 kg CO₂e pr ton gylle, som reduceres med 75 %. Til sammenligning har Aarhus Universitet i klimaeffekttabellen (Petersen, 2020) vurderet, at udledningen fra svin i gennemsnit ligger på cirka 60 kg CO₂e per ton gylle, og at den med staldforsuring i gennemsnit kan reduceres med omkring 60 pct.

Der er væsentlige usikkerheder forbundet med de faktiske emissioner og reduktionseffekten, som derfor endnu ikke kan tælles med i de danske emissionsopgørelser.

- *Hvad er omkostningerne forbundet med nitrifikationshæmmere, og kan vi medregne effekten?*

SEGES har opdateret deres præsentation mht. omkostningerne forbundet med nitrifikationshæmmere ift. præsentationen vist på den tekniske gennemgang (den opdaterede præsentation kan findes her: [LINK](#)). Udgifterne på bedriftsniveau angives dermed at være mellem 574-718 kr. pr. ton CO₂-ækvivalent. I Institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomi på Københavns Universitets (IFRO) rapport 271 fra 2018 om omkostninger ved klimavirkemidler angives den samfundsmæssige CO₂-skyggepris inkl. sideeffekter og under visse forudsætninger at være 1.157 kr. pr. ton CO₂ (side 180).

Effekten af udbredt anvendelse af nitrifikationshæmmere vil med tiden kunne tælles med i den nationale emissionsopgørelse. Det forudsætter, at der er opgjort nationale emissionsfaktorer for gødningsanvendelse, dvs. at der på baggrund af nationale data er fastlagt emissionsfaktorer for gødningsanvendelse både med og uden tilsætning af nitrifikationshæmmere, og at der findes aktivitetsdata for anvendelse.

- *Hvad er forskellen mellem lagring af halm og biokul?*

Forskellen mellem halm og biokul er varmeprocessens forandringer af kulstofskelettet i den behandlede biomasse. Når halmen nedmuldes på helt almindelig vis, vil en stor del være let omsættelig og en mindre del være svært omsættelig. Når halmens svært omsættelige del indarbejdes i jorden vil den fortsætte med at være svært tilgængelig meget længe. Men i grove træk vil halmen være omsat efter ca. 5 år. Biokul – af biomasse der f.eks. kan være halm – undergår en varmeprocess hvorved kulstoffet i biomassen bliver omformet til svært nedbrydelige former. Derfor er en større del af kulstoffet i halm, der er lavet til biokul svært at nedbryde, og kulstoffet i biokul forbliver længere tid i jorden end ubehandlet halm og en del forventes at kunne lagres i endog meget lang tid ved en sådan behandling (~500 år). Der kan i øvrigt henvises til det igangværende forskningsprojekt vedr. biokul ([LINK](#)).

5) Udestående oplæg

På grund af kalendermæssige udfordringer indgik et par oplæg relateret til nye produktionsmuligheder ikke i tema 3 om forskning og udvikling. Dette omfatter et oplæg vedr. coating af såsæd samt proteinproduktion uden arealbehov. Disse oplæg blev præsenteret under tema 8 (opsamling og udståender) og vil derfor indgå i opsamlingsnotatet for tema 8.