



AP2: EFFEKT AF PLØJEFRI DYRKNING PÅ KVÆLSTOFUDVASKNINGEN

STØTTET AF

Promilleafgiftsfonden for landbrug

En litteraturgennemgang viser, at pløjefri dyrkning i nogle forsøg forøger kvælstofudvaskningen, mens det i andre reducerer den. Pløjefri dyrkning dækker i forsøgene over meget forskellig jordbearbejdning.

HVORDAN PÅVIRKER PLØJEFRIT JORDBRUG KVÆLSTOFUDVASKNING

Kvælstofudvaskning ved pløjefri dyrkning påvirkes i høj grad af de næringsstofomsættende mikroorganismers betingelser og af jordens fysiske beskaffenhed. Pløjning ændrer jordens luftskifte, fugtighed og indhold af organisk materiale, og derved ændres mineraliseringshastigheden og risikoen for udvaskning. Fordelingen og mængden af planterester i jordprofilen er afgørende for hvorledes mineraliseringen forløber. Pløjefri dyrkning og reduceret pløjning er begge metoder, hvor jordbehandlingerne er minimeret eller reduceret, og de bruges ofte i kombination med efterafgrøder og/eller brugen af anden type grøngødning såsom strå og stubbe fra hovedafgrøden. Den mest ekstreme form for pløjefri dyrkning, bruger ingen jordbehandling til at forberede et såbed, og kaldes derfor direkte såning. Pløjefri dyrkning kombineres som oftest med et konstant plantedække i form af efterafgrøder og et varieret sædskifte. Konventionel pløjning er den mest ekstreme form for pløjning. Her vendes jorden i 20 cm's dybde, sådan at planterester og stubbe blandes ned i pløjelaget. Metoden bruges ofte i kombination med harvning eller anden forberedelse af såbed (Townsend et al., 2016). Reduceret jordbearbejdning spænder fra jordbearbejdningssystemer med flere dybe harvninger i 10-20 cm's dybde til minimal jordbearbejdning og direkte såning. I nordlige tempererede egne med høje nedbørsmængder, hvor jorderosion ikke er noget problem, vil de største fordele ved

reduceret pløjning være lavere udgifter til brændstof og muligvis bedre næringsstofbalance i jorden. En opgørelse fra 2015 viser at 89 % af europæiske landmænd bruger reduceret pløjning, men udbytte og omkostninger til brændstof og planteværn er afgørende for, hvilken type jordbehandling der tages i brug. De fleste bruger en kombination af dyrkningsmetoder, som inkluderer pløjning i nogle sædskifter og reduceret pløjning i andre samt varieret brug af efterafgrøder (Peigne et al., 2015). Valget af dyrkningsmetode, herunder pløjedybde og tidspunkt er derfor afgørende for hvor meget kvælstof der er bundet i jorden, og hvor meget der udvaskes (Morris et al., 2010; Soane et al., 2014).

Undersøgelser af sådanne dyrkningssystemer er svært sammenlignelige. I litteraturen mangler der sammenhæng mellem de undersøgte fordele og følger af reduceret pløjning, netop fordi dyrkningssystemerne er så forskellige. Kvantificering af miljøpåvirkninger i forhold til konventionel pløjning er begrænsede og resultaterne er påvirkede af jordtype, sædskifte og de varierende grader af jordbehandling.

I Danmark har undersøgelser af pløjefri dyrkning og reduceret pløjning været yderst begrænsede, og der er indtil videre ikke påvist en reduktion i kvælstofudvaskning på baggrund af reduceret pløjning alene. Det eneste længerevarende forsøg (CENTS) (Hansen et al., 2010; Hansen et al., 2015), som har sammenlignet forskellige jordbehandlinger, undersøgte direkte såning, let harvning, dyb harvning og pløjning; men fandt ikke nogen betydelig forskel i kvælstofudvaskningen på hverken sandjord eller lerjord. Direkte såning og let harvning blev desværre ændret til mere omfattende jordbehandlingsmetoder efter fire års forsøgsperiode på grund af dårlig etablering med lave udbytter som følge. Engström et al. (2010) undersøgte kvælstofudvaskningen i forskellige dyrkningssystemer i Sverige over to år og selvom resultaterne viste tendens til 12 % lavere kvælstofudvaskning ved direkte såning, var der ikke en signifikant ændring i kvælstofudvaskningen i forhold til pløjning eller pløjning med brug af efterafgrøder. Alle behandlinger, inklusiv pløjefri dyrkning, blev dog pløjet lige inden forsøgets start, og generelt tager det omkring tre år før udbyttet og dermed kvælstofoptagelsen når et normalt niveau efter skift til pløjefri (Soane et al., 2014).

Modsat har pløjefri dyrkning i Canada vist lavere udvaskning af kvælstof i forhold til konventionel pløjning. Mkhabela et al. (2008) lavede en undersøgelse af de to dyrkningssystemer på to forskellige jordtyper gennem to vækstsæsoner. Begge fik tildelt husdyrgødning, som ved konventionel pløjning blev inkorporeret i jorden. Resultaterne viste at udvaskningen af kvælstof var betydeligt lavere under pløjefri jordbehandling end under konventionel pløjning for begge jordtyper. Ligeledes har man i Irland målt reduceret indhold af nitrat i jorden ved brug af efterafgrøder og reduceret jordbearbejdning (harvning til 12 cm) i forhold til konventionel pløjning. Et gennemsnit af to vækstsæsoner viste 78 % lavere nitrat koncentrationer i jorden. Dog var effekten af reduceret pløjning uden brug af efterafgrøder afhængigt af vækstsæsonen, fordi der var kraftige vekselvirkninger mellem brugen af efterafgrøder og reduceret jordbearbejdning (Walmsley et al., 2018). Andre undersøgelser fra Irland viser ikke signifikant forskel på kvælstofudvaskning ved pløjefri dyrkning (Premrov et al., 2014).

På baggrund af de få nordeuropæiske undersøgelser, er det ikke muligt at afgøre hvilken effekt

reduceret pløjning har på kvælstofudvaskning i Danmark generelt. Dels på grund af de ganske få undersøgelser; men også på grund af variationen i danske jordtyper og de forskelligartede vejrforhold om vinteren, hvor udvaskningsrisikoen er størst. En amerikansk metaundersøgelse om pløjefri dyrkning og nitratudvaskning fra hvede, majs og bønner kom frem til, at dyrkningssystemet måtte bruges i kombination med efterafgrøder eller tilpasset gødningsmængde for at reducere kvælstofudvaskningen (Daryasnto et al., 2017)). Ligeledes er det blevet vist at det er nødvendigt med et varieret sædskifte, for at få pløjefri dyrkning til at fungere optimalt (Munkholm et al., 2012)

Det har tidligere været en gængs holdning at jo mindre jorden bearbejdes, des lavere er kvælstofudvaskningen; men processerne, som mineraliserer kvælstof i jorden er for komplekse til at man kan generalisere på denne måde. I Nordeuropa vil pløjefri dyrkning typisk resultere i lavere jordtemperaturer og højere vandindhold i jorden; men ændring i temperatur og vandindhold i jord er svært at relatere til faktiske kvælstofudvaskninger (Soane et al., 2014; Engström et al., 2011). Der er således givet flere forklaringer på hvordan pløjning påvirker mineralisering og udvaskning:

- Når planterester, strå og stubbe fra pløjefri dyrkning efterlades ovenpå jorden efter høst, nedbrydes de langsommere, end hvis de inkorporeres i pløjelaget. Mindre kvælstofmineralisering i efteråret vil derfor betyde, at der er mindre grundlag for udvaskning når der ikke pløjes (Silgram & Shephard 1999).
- Mekanisk forarbejdning af jorden blotlægger organisk stof fra dybere jordlag, og gør at de får tilført ekstra vand og ilt, som bevirker at det nedbrydes hurtigere, end hvis jorden ikke var blevet pløjet. Den hurtigere kvælstofmineralisering skulle bevirke, at der var højere udvaskning på pløjede marker (Silgram & Shephard 1999)

Undersøgelser af pløjefri dyrkning, som har vist at det giver anledning til øget udvaskning, foreslår andre forklaringer på hvordan pløjning påvirker mineralisering og udvaskning:

- Pløjefri dyrkning bevirker at jorden har bedre vandgennemstrømning på grund af flere makroporer. Makroporer fra rødder og regnormegange får lov at forblive i jorden, når der ikke pløjes. Desuden vil det større indhold af organisk materiale fra efterafgrøderne også øge vandgennemstrømningen. Vandopløselige næringsstoffer som kvælstof vil derfor være mere tilbøjelig til at blive vasket ud (Daryanto et al., 2017).
- Ved pløjefri dyrkning tilgodeses jordens mikro-organismer ved at undlade forstyrrelser af jorden og ved tilførsel af frisk plantemateriale i form af efterafgrøder. Det bevirker at puljen af mikro-organismer/jordens omsætningspotentiale stiger, og kvælstofmineraliseringen bliver hurtigere. Den hurtigere mineralisering kan betyde højere udvaskning (Hansen 2005, Soane et al., 2014).

Selvom forklaringerne er modstridende, er de alle plausible forklaringer på hvordan pløjning kan påvirke mineraliseringshastigheden og/eller udvaskningsrisikoen under de specifikke omstændigheder, der har været ved den givne undersøgelse. Effekten af pløjning på udvaskning afhænger i høj grad af jordtype, vejrforhold og af det valgte dyrkningssystem. Soane et al. (2014) nævner at det typisk tager 3-4 år at omlægge effektivt til pløjefri dyrkning.

Dels tager det tid for jordens struktur at stabilisere sig efter den sidste jordbearbejdning, og dels tager det tid for landmænd at lære, hvordan man bedst håndterer dyrkningsmetoden (Townsend et al., 2016). Kun de færreste undersøgelser af pløjefri dyrkningsmetoder har løbet over mere end 1 eller 2 vækstsæsoner. Ydermere udføres undersøgelserne typisk af folk, som kun har ren teoretisk viden om, hvordan man håndterer et pløjefrit dyrkningssystem. For at kunne belyse effekten af reduceret pløjning på kvælstofudvaskningen, må der nødvendigvis udføres længerevarende undersøgelser; som fortrinsvist inkluderer personale med erfaring indenfor pløjefri dyrkning. Alternativt kan undersøgelser af igangværende, velfungerende pløjefri dyrkningssystemer sammenlignes med konventionelt pløjede dyrkningssystemer med samme afgrøder i samme område.

Litteratur

S Daryanto, L Wang og P Jacinthe (2017): **Impacts of no-tillage management on nitrate loss from corn, soybean and wheat cultivation: A metaanalysis**. Scientific reports 7; side 1-9.

L Engström, M Stenberg, H Aronsson og B Linden (2011): **Reducing nitrate leaching after winter oilseed rape and peas in mild and cold winters**. Agronomy for sustainable development 31; side 337-347.

E M Hansen (2005) **Hvordan påvirker jordbearbejdning jordens frugtbarhed og kvælstofudvaskningen?** Plantekongres 2005.

E M Hansen, L J Munkholm, J E Olesen og B Melander (2010): **Can non-inversion tillage and straw retainment reduce N leaching in cereal-based crop rotations?** Soil & tillage research 109; side 1-8.

E M Hansen, L J Munkholm, J E Olesen og B Melander (2015): **Nitrate leaching, yields and carbon sequestration after noninversion tillage, catch crops and straw retention**. Journal of environmental quality 44; side 868-881.

M S Mkhabela, A Madani, R Gordon, D Burton, D Cudmore, A Elmi og W Hart (2008): **Gaseous and leaching nitrogen losses from no-tillage and conventional tillage systems following surface application of cattle manure**. Soil & tillage research 98; side 187-199.

N L Morris, P C H Miller, J H Orson og R J Froud-Williams (2010): **The adoption of non-inversion tillage systems in the United Kingdom and the agronomic impact on soil, crops and the environment – A review**. Soil & tillage research 108; side 1-15.

L J Munkholm, R Heck og B Deen (2012): **The effect of tillage intensity on soil structure and winter wheat root/shoot growth**. Soil use and management 234; side 392-400.

J Peigne, M Casagrande, V Payet, C David, F X Sans, J M Blanco-Moreno, J Cooper, K Gascoyne, D Antichi, P Barberi, F Bigongiali, A Surböck, A Kranzler, A Beeckman, K Willikens, A

Luik, D Matt, M Grosse, J Hess, M Clerc, H Dierauer og P Mäder (2015) : **How organic farmers practice conservation agriculture in Europe**. Renewable agriculture and food systems 31 (1); side 72-85.

M Silgram & M Shephard (1999): **The effects of cultivation on soil nitrogen mineralization**. Advances in agronomy 65; side 267-311.

A Premrov, C E Coxon, R Hackett, L Kirwan og K G Richards (2014): **Effects of over-winter green cover on soil solution nitrate concentrations beneath tillage land**. Science of the total environment 470-471; side 967-974.

B Soane, B C Ball, J Arvidsson, G Basch, F Moreno & J Roger-Estrade (2014): **No-till in northern, western and south western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment**. Soil and tillage research 118; side 66-87.

T J Townsend, S J Ramsden og P Wilson (2016): **How do we cultivate in England? Tillage practices in crop production systems**. Soil use and management 32; side 06-117.

D C Walmsley, J Siemens, R Kindler, K Kaiser, M Saunders, A Fichtner, M Kaupenjohann og B A Osborne (2018): **Reduced nitrate leaching from an Irish cropland soil under non-inversion tillage with cover cropping greatly outweighs increased dissolved organic nitrogen leaching**. Agriculture, ecosystems and environment 265; side 340-349.