

■ Røgafgivelse fra makroporer i jordoverfladen direkte over en drænledning nedlagt for 45 år siden i 120 centimeters dybde. Røgen blev blæst ind i drænet i forgrunden under lavt tryk, mens den fjerne ende af den 35 meter lange drænsektion blev blokeret. Forsøget viser, at der var direkte omvendt spredte makroporeforbindelser mellem dræn og jordoverflade.



tekst CARSTEN PETERSEN, lektor | SØREN HANSEN, professor | MARIE H. NIELSEN, post doc. Institut for Plante- og Miljøvidenskab, Københavns Universitet

Jordens makroporer kan være motorveje for pesticider

Udvaskningen af pesticider til dræn og vandløb påvirkes af mange faktorer – men jordens ledningsevne for vand i overfladelaget ser ud til at have særlig stor betydning

Utilsigtede tab af pesticider og spredning i vandmiljøet har gentagne gange været i mediernes søgelys. Der er fortsat uklarhed om spredningen og om tabenes omfang. Men det er veldokumenteret, at der tabes pesticider til dræn og vandløb i forbindelse med almindelig landbrugsmæssig drift.

Alle har interesse i at begrænse sådanne tab mest muligt, især hvis der findes billige og enkle metoder. Meget tyder på, at karakteren af jordens overfladelag har afgørende indflydelse på omfanget af pesticidudvaskning til dræn. Derfor undersøges jordbearbejdningens indflydelse på udvaskningen af pesticider i et nyt forskningsprojekt, som ventes afsluttet i 2015.

Makroporer og udvaskning til dræn

Pesticider – godkendt til brug her i landet – binder sig til jord og nedbrydes, således at de ikke burde udvaskes i nævneværdigt omfang.

Når det alligevel sker, hænger det især sammen med, at stofferne kan transporteres meget hurtigt med vand i makroporer (især regnormegange og større rodkanaler), som forbinder overfladelaget med drænene. Nogle af disse makroporer når helt op til jordoverfladen, hvor pesticiderne typisk optræder med de højeste koncentrationer. Dette kan eksempelvis dokumenteres ved at blæse luft tilsat røgpartikler ind i drænene (se foto).

Alle hidtidige forsøg af denne type viser, at udbredelsen af direkte forbundne makroporer begrænser sig til et bælte på cirka en meter di-

rekte over drænene. Nogle af de direkte forbundne makroporer – dem der giver mest røg – har et meget stort potentiale for at transportere stoffer fra overfladen ned til drænet.

Motorveje til dræn

Der findes altså "motorveje" som i værste fald kan eliminere jordens filterfunktion ved at transportere blandt andet pesticidholdigt vand direkte fra overfladen og ind i drænene.

Men det er ikke sikkert, at det går så galt. Makroporerne har nemlig – modsat mindre porer i jorden – ingen eller kun meget ringe kapillær-virkning. Og vandet trænger derfor kun ind i makroporerne, hvis jorden udenom ikke kan transportere vandet tilstrækkelig hurtigt. Man har en tydelig indikation for mulig makroporestrømning fra overfladelaget, hvis der i forbindelse med regnvejr opstår vandpytter på jordoverfladen.

Jordbearbejdning og pesticidudvaskning

Jordens struktur og evne til at lede vand varierer hen over året under indflydelse af færdsel og jordbearbejdning, sædskifte, biologisk aktivitet og vejrlig.

Ved jordbearbejdning bryder man eksisterende poresystemer i overfladelaget, og man påvirker jordens evne til at transportere vand. Det er derfor vanskeligt at forestille sig, at jordbearbejdningen ikke skulle have effekt på pesticidudvaskningen. Men som med mange andre

spørgsmål, der involverer samspil mellem vejrfaktorer, jord og biologi, er effekterne vanskelige at forudsige. Der kan eksempelvis hurtigt opstå nye makroporesystemer, og jordens vandledningsevne forandrer sig, især i tiden lige efter jordbearbejdning. Man ved ikke nok om denne dynamik, og hvordan den påvirker pesticidudvaskningen.

Pløjning ødelægger makroporer

Med ikke-vendende jordbearbejdning, typisk harvning i stedet for pløjning som primær behandling, eller såning helt uden jordbearbejdning, bevarer man i højere grad en eksisterende makroporestruktur.

Antallet af makroporer øges med tiden, hvilket isoleret set kunne give anledning til mere makroporestrømning. Men samtidig opnås en højere koncentration af organisk materiale ved overfladen, hvilket blandt andet stimulerer den biologiske aktivitet i overladelaget. Jordoverfladen slæmmes ikke så nemt i forbindelse kraftig regn. Konsekvensen kan muligvis være, at jorden uden om makroporerne får lettere ved at transportere vand, hvorved der eventuelt kan blive mindre makroporestrømning og pesticidudvaskning.

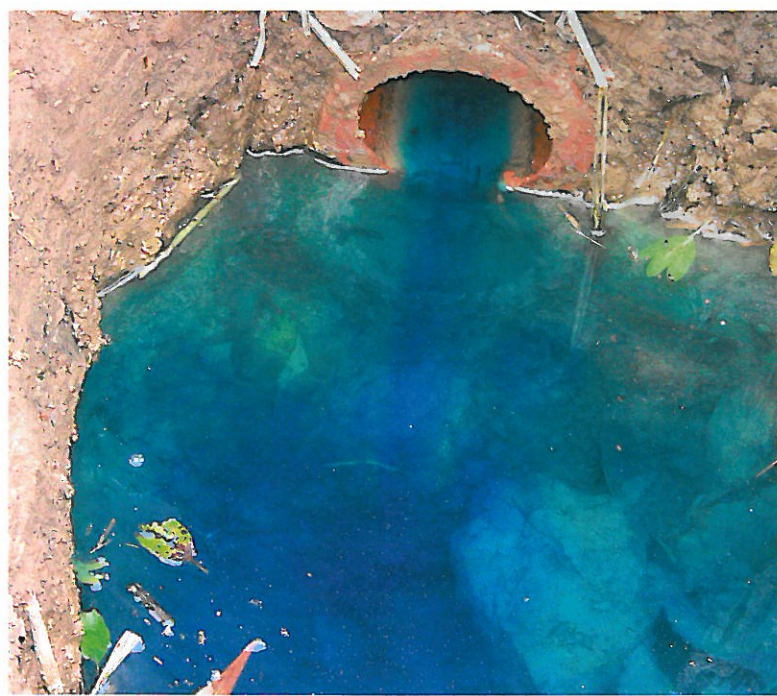
Valget af jordbearbejdningsmetode knytter sig til en række andre driftsmæssige dispositioner, som potentielt vil kunne påvirke pesticidudvaskningen, herunder sædskifte og omfang af pesticidanvendelse, kørsel i marken samt tilførsel af organisk materiale. Når effekten af forskellige former for jordbearbejdning på pesticidudvaskningen skal sammenlignes, er det derfor vigtigt at se på samlede systemer. Sådanne sammenligninger er sjældent, om nogensinde, blevet gennemført.

Svært at måle

De samlede effekter af jordbearbejdning egner sig ikke til at blive belyst i rent eksperimentelle studier, alene fordi udvaskningen påvirkes af ganske mange faktorer med indbyrdes vekselvirkning (se faktaboks). Dertil kommer, at udvaskningen ofte foregår meget uensartet såvel tidsligt (for eksempel i ganske få hændelser på et år) som rumligt fordelt på markarealet. Rent måleteknisk er det meget vanskeligt og dyrt at tage højde for denne uensartethed og for de mange faktorer. Det er formentlig baggrunden for, at selv ret omfattende international forskning med måling af effekter af forskellige former for jordbearbejdning på pesticidudvaskningen til dræn ikke har givet entydige resultater, om end der er eksempler på meget betydelige effekter af jordbearbejdningen i forskellige retninger.

Faktorer som påvirker pesticidudvaskningen til dræn

- **Pesticidets kemiske egenskaber og formulering (for eksempel hvor hurtigt og hvor stærkt stoffet binder sig til planter og til jordens faste faser, og hvor hurtigt det omsættes eller nedbrydes i jorden).**
- **Jordens egenskaber (jordtype, evne til at opmagasinere og lede vand samt til at binde pesticidet, overladestruktur og tendens til at frigive jordpartikler i forbindelse med nedbør, makroporestruktur ved dræn, dræningstilstand).**
- **Biologiske forhold (for eksempel regnormeaktivitet, evne til at nedbryde pesticidet).**
- **Vejret (især nedbørs- og temperaturforhold).**
- **Driftsmæssige forhold (for eksempel sprøjtetidspunkt og sprøjtemetode, pesticidmængde, færdsel og jordbearbejdning, sædskifte, tilførsel af planterester).**



■ Billede fra et forsøg, hvor der i løbet af 20 minutter blev tilført 7,8 liter blåfarvet vand på jordoverfladen til en åbentstående, kraftigt røggivende regnormegang. Billedet, der er taget umiddelbart efter tilførslen, viser udstrømning af farvesporstoffet fra et drænudløb cirka 30 meter nedstrøms i forhold til tilførselsstedet.

Måleprogrammer bør derfor fokuseres, og der bør suppleres med matematiske modelberegninger, hvor man har mulighed for at se på effekterne af alle vigtige delprocesser.

Modelværktøjet er udviklet

Den velafprøvede og internationalt anerkendte matematiske simuleringssmodel Daisy er for nylig blevet videreudviklet, så den kan beregne pesticidtransport på drænedede markarealer.

Modellen inddrager alle faktorer nævnt i faktaboksen, herunder effekter af drænforbundne makroporer. Med modellen kan der laves beregninger for en længere årrække, så der tages højde for årsvariationer. Endvidere er det muligt at undersøge følsomheden over for variationer af hver enkelt faktor.

Det er som resultat af tidligere forskning blevet fremhævet, at modelberegningerne især kan forbedres ved at indbygge mere viden om ledningsevnen for vand i jordens overladelag.

Det igangværende forskningsprojekt

Der er netop igangsat et forskningsprojekt, hvis formål er at analysere effekterne af et bredt spektrum af jordbearbejdningsmetoder på pesticidudvaskningen fra markarealer til markdræn.

Jordoverfladens ledningsevne for vand måles henover året i relevante dyrkningssystemer baseret på forskellig jordbearbejdning. Desuden udvikles der matematiske modeller for de tidsmæssige variationer, som indbygges i Daisy. Med det som udgangspunkt laves modelbaserede scenarieanalyser af, hvordan forskellige former for jordbearbejdning må forventes at påvirke pesticidudvaskningen, og der sammenlignes med måleresultater.

Projektet finansieres af Miljøstyrelsens Program for Bekæmpelsesmiddelforskning. Det bygger i sin udvælgelse af markarealer og modelscenarier på mangeårig erfaring med metoderne opbygget hos planteavlskonsulenter og planteavlere, specielt hos Foreningen for Reduceret Jordbearbejdning i Danmark. ■