

Användning av fungicider på golfgreener: vilka risker finns för miljön?

Översättningar	
Fungicid	Kemiskt svampbekämpningsmedel
Fotolys	Sönderdelning/nedbrytning av ämne genom fotokemisk reaktion (med hjälp av ljus)
Hydrolys	Sönderdelning av ämne genom inverkan av vatten
Pesticid	Växtskyddsmedel/Kemiskt bekämpningsmedel
Akvatisk	Som har att göra med vatten
Profylaxisk	Förebyggande

De senaste årens ökade fokusering på ekologiska risker med användning av bekämpningsmedel i samhället har bidragit till en intensifierad debatt om rådande skötselrutiner på golfbanor. Detta gäller framförallt fungiciderna som sprids på hösten/tidig vinter för att säkerställa en hög spelkvalitet på våra golfbanor genom att motverka snömögeln framfart. Nya och hårdare restriktioner för spridningstillstånd för golfbanor som ligger inom vattentäktsområden förväntas som följd av EU:s nya ramdirektiv för vatten.

Under 2005 avslutades ett projekt vid Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) med målet att studera utlakningen av fungicider från svenska golfgreener, samt att uppskatta eventuella miljörisker. Projektet finansierades av Stiftelsen för Forskning om Grönytor för Golf (SFG), en organisation som aktivt stödjer forskning kring frågor viktiga för golfens framtid i Skandinavien. I projektet har vi tittat på utlakningen av iprodion som är det verksamma ämnet i Chipco green. Under hösten och vintern 2003 pågick provtagningen av dräneringsvattnet från SGFs försöksgreen av USGA-typ på Fullerö GK utanför Västerås. Greensanden analyserades också för att studera spridningen i greenprofilen efter iprodion-applisering.



Bild 1. Snömögellangrepp

Vad styr utlakning ?

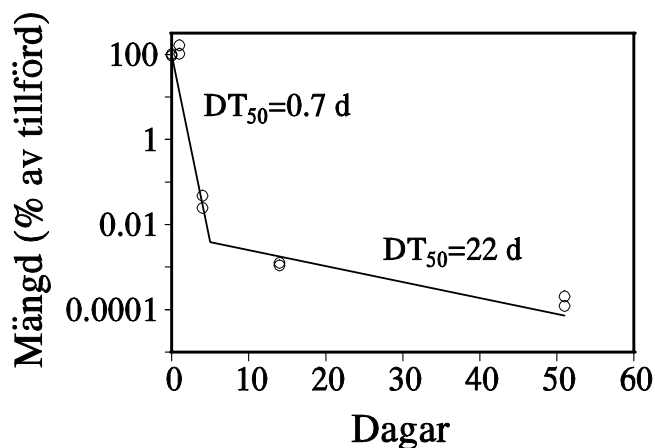
Utlakning innebär att ett ämne efter spridning transporteras nedåt och ut ur en jordprofil. Det kan innebära att ämnet når ner och förorenar grundvattnet eller leds bort med dräneringsvattnet om den underliggande jorden är ogenomsläpplig (dvs en tät lera). I det senare fallet kan ytvatten som bäckar och sjöar drabbas. De skadliga miljöeffekter som kan uppstå beror på mängden som läcker ut, ämnets giftighet samt ekosystemets känslighet.

Risken för att ett ämne ska lakas ut bestäms av dess kemiska och fysiska egenskaper, jordens egenskaper samt andra inverkanse faktorer som klimat och skötselrutiner. Ett enskilt ämnes utlakningspotential bestäms till stor del av dess förmåga att binda till jordpartiklar samt dess stabilitet mot kemisk och biologisk nedbrytning, två egenskaper som kan variera kraftigt mellan olika bekämpningsmedel.

De verksamma ämnena i flertalet av de bekämpningsmedel som finns på marknaden är uppbyggda av långa atomkedjor. Dessa ämnen attraheras av och adsorberas (binder) till mull. Mull består av långa kolkedjemolekyler som bildats under nedbrytningen av organiskt material i jorden. En jord med hög mullhalt kan därför anses vara bättre ur ett utlakningsperspektiv än en jord med lägre mullhalt. De aktiva ämnena i ett bekämpningsmedel reagerar med sin omgivning. Molekyler kan då sönderdelas och bilda restprodukter, sk metaboliter. Metaboliternas egenskaper skiljer sig ofta från modersubstansen i fråga om t ex giftighet och rörlighet i mark. Det är biologiska och kemiska processer i mark och vatten som ser till att denna sönderdelning sker. Mikrobiell nedbrytning sker när bakterier använder bekämpningsmedlet som näringskälla. Omvandling av ämnen kan också ske genom kemiska processer som fotolys och hydrolys. Ett ämnes halveringstid är ett mått på nedbrytningshastigheten. Halveringstiden är tiden det tar innan halten av ett ämne i jorden har reducerats till hälften av den ursprungliga mängden. Ju kortare halveringstid, desto större är chansen att ämnet har hunnit brytas ner innan skadliga halter lakas ut från jordprofilen i dräneringsvattnet.

Fungicidernas uppträdande i greenen belyses med hjälp av labförsök

Eftersom nedbrytningshastigheten och bindningsförmågan är de två viktigaste parametrarna som påverkar utlakningen är det viktigt att noggrant bestämma dessa. Detta gjordes i två experiment i laboratoriemiljö. I det första experimentet behandlades jordprov från de översta tre cm av greensanden och jord från djupare ner i profilen med iprodion. Jordproven ställdes sedan i mörker och en konstant temperatur på +20°C. Med jämna mellanrum analyserades jordproven för att se hur mängden av ämnet minskade med tiden. Resultatet visade på en mycket snabb nedbrytning av iprodion under experimentets första dygn (se figuren), troligen pga att vissa populationer av bakterier växte genom att utnyttja det tillförda ämnet som energikälla. Halveringstiden (DT_{50}) beräknades till ca 17 timmar (0.7 dygn), vilket kan anses vara extremt snabbt. Denna initiala snabba nedbrytning följdes av långsammare nedbrytning med en halveringstid mellan 22 och 39 dygn.



I det andra experimentet analyserades hur väl ämnet binder till greensanden. Detta fastställdes genom ett så kallat skakförsök, där jord och lösningar med olika koncentrationer av iprodion skakas för att avgöra förhållandet mellan mängden av ämnet i vätskan och mängden bundet till jorden. Iprodion visade sig adsorberas relativt starkt till greensanden och ungefär lika starkt som den gör till åkermarksjord.

Förlusterna från greenen är låga....

Jordprovtagningen på Fullerögreenen visade att huvuddelen av den tillförda mängden iprodion fanns kvar i de översta 10 cm av jordprofilen pga den starka bindningen. Iprodion återfanns i dräneringsvattnet, men koncentrationerna var generellt mycket låga, strax över den gräns vid vilken iprodionhalten kan bestämmas (= 0.02 mikrogram/liter, 1 mikrogram = miljondels gram). Uppskattningsvis motsvarar dessa förluster en utlakning på mindre än 0.01% av den tillförda mängden.

Vid ett tillfälle uppmättes en koncentration på 2 mikrogram/liter, bara några veckor efter spridningen. En sådan snabb utlakning kan endast förklaras genom någon form av 'preferentiell flöde' dvs att merparten av regnvattnet rinner igenom en liten andel av växtbädden medan resterande andel förblir torr. Tester genomförda på växtbäddsmaterialet visar att detta troligen beror på att greenen i viss mån är vattenavstötande (se bilden). Detta fenomen, som är välkänd inom golfen, ökar utlakningen eftersom pesticidmolekylerna är lösta i vattnet som rinner snabbt förbi större delen av jordens adsorptions- och nedbrytningskapacitet.



Vattendroppen sugs inte in i jorden utan sitter kvar på ytan, vilket påvisar ett vattenavstötande beteende i Fullerö greenen

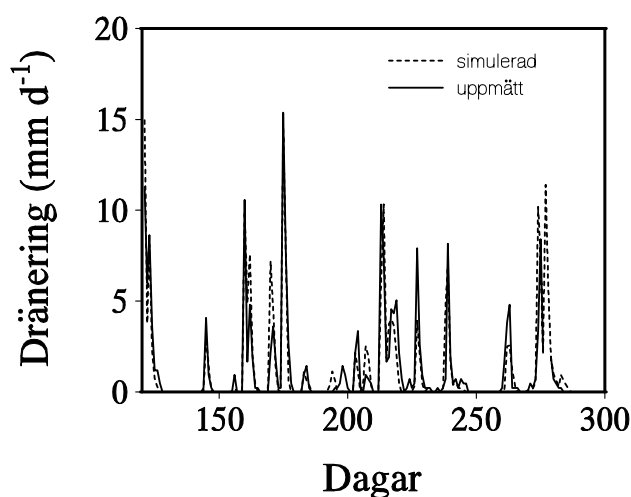
.....men de kan vara signifikanta för vattenlevande organismer

Tidigare miljöövervakningsstudier har också visat på utlakningsförluster och koncentrationer av iprodion i samma storleksordning (2 till 10 mikrogram/liter). Dessa värden överstiger riktvärdet för iprodion (= 0.2 mikrogram/liter) som nyligen tagits fram av KemikalieInspektionen med syfte att skydda känsliga arter i vattnekosystem som sjöar och vattendrag. Det bör dock påpekas att riktvärden inkluderar en säkerhetsfaktor på minst 10. Hänsyn borde också tas till den utspädningseffekt som uppstår på grund av att golfgreenerna endast utgör en liten del av en golfbana eller ett tillrinningsområde till t ex en bäck. Detta innebär att den slutgiltiga koncentrationen i ett akvatiskt ekosystem blir betydligt lägre än de koncentrationer som uppmätts i dräneringsvattnet.

En simuleringsmodell används som prognosverktyg

En simuleringsmodell (MACRO) användes i projektet för att tolka försöksresultaten och för att kunna studera de processer som styr utlakning från en golfgreen. MACRO, som utvecklats på SLU, har använts i flera EU-länder för riskbedömning av bekämpningsmedelsanvändning. Programmet gör det möjligt att simulera hur vatten flödar och hur bekämpningsmedel transporters och omvandlas i jorden. Resultatet från laborieförsöken användes tillsammans med väderdata för att simulera samma tidsperiod då mätningarna genomfördes. Modellen visade huvudsakligen god

överensstämmelse med mätningarna (se figuren som visar uppmätt och simulerad dräneringsflöden). För att studera hur olika greenegenskaper påverkar utlakningen utfördes några långtids ”scenario-simuleringar” med modellen. I det här fallet undersöktes hur greenens mullhalt skulle kunna påverka utlakningen. Den simulerade utlakningen ökade 20 ggr när mullhalten sänktes från 2% till 1%, men minskade till vad som skulle vara odetekterbara nivåer vid en mullhalt på 3%. Enstaka provtagningar från försöksparcellerna med olika mullhalter på Fullerögreenen visar på en effekt av mullhalten av samma storleksordning.



Praktiska tillämpningar och slutsatser

Den snabba nedbrytningen av iprodion i golfgreensanden tyder på att vissa grupper av mikroorganismer har anpassat sig till att använda ämnet som näringskälla. Detta är en effekt av upprepade behandlingar med ämnet. Det har kommit många rapporter om att Chipco Greens effekt har minskat, vilket oftast har förklarats med uppbyggnad av resistens hos snömgögel. Att det sker en alltför snabb nedbrytning av ämnet efter applicering kan vara en annan möjlig förklaring. Men det bör tilläggas att i praktiken hamnar iprodion på bladytor direkt efter appliceringen och här är det oklart om samma snabba nedbrytningensförlopp sker.

Vi har tittat på utlakning som en viktig förlustväg, men det är inte den enda transportvägen för fungicider att nå vattendrag. En annan möjlig väg för ämnet att nå ytvatten kan vara genom ytavrinning. Under sommarhalvåret är denna transportväg av liten betydelse eftersom greenens vattengenomsläpplighet ska vara tillräckligt hög för att ta emot allt regn. Ytavrinning kan dock förekomma i samband med snösmältning eller nederbörd när marken är frusen. Våra beräkningar visar att koncentrationer av iprodion i ytavrinning under vinterhalvåret skulle kunna vara betydelsefulla, men inga mätningar har hittills genomförts.

Våra resultat tyder på att miljöriskerna förknippat med applicering av iprodion på golfgreenar av USGA-typ är låga, men inte helt försumbara om ytavrinning förekommer. Det finns därför anledning till ett stort mått av försiktighet, särskilt med tanke på hur viktig mullhalten tycks vara. Den ideala mullhalten i en golfgreen

diskuteras ofta. Att konstruera greener med ytterst låg mullhalt (eller inget organiskt material alls) har nyligen förespråkats som ett alternativ. Vår studie visar på hur känsligt ett sådant system skulle vara. Fungicidanvändning på en sådan green kan ej rekommenderas förrän mullhalten har hunnit bli tillräckligt hög, vilket sker först efter många år. Till slut är det värt att påpeka att, även om en viss förlust av fungicider förekommer, har USGA-greener troligen stora miljöfördelar jämfört med de vanliga alternativen (t ex gamla matsjordsgreener). Snömögel trivs bäst under fuktiga förhållanden och USGA-greenen är konstruerad för att optimera vattenförhållanden i växtbädden: överskottsvattnet dräneras effektivt bort så att växtbädden luftas ordentligt. En förnuftig skötselplan för en USGA-green, där mekanisk luftning ingår, bör minska riskerna för snömögelangrepp och resultera i en betydande minskning av fungicidanvändning enligt IPM (Integrated Pest Management) principen dvs att ingen profylaxisk besprutning får förekomma. Vidare bör regelbunden användning av vätemedel minska utlakningsrisken vid eventuella fungicidappliceringar.

Ett annat resultat av detta forskningsprojekt är att ytterliggare två fungicider (Sportak och Amistar) är numera godkända för användning på golfgreener i Sverige. Detta gick till på så sätt att MACRO-modellen kalibrerade mot försöksresultaten från Fullerö användes för att övertyga KemikalieInspektionen (m.h.a. modellsimuleringar) att utlakningsrisken för Sportak och Amistar var troligen lägre än för Iprodione.