

Statens Planteavlslaboratorium (Aage Henriksen)

Bakteriologisk afdeling (T. Vincents Nissen)

I. Chlorthiamids bestandighed i jord

II. Chlorthiamid og dichlobenils indflydelse på CO₂-udskillelse, ammonifikation og nitrifikation i jord

I. Persistence of chlorthiamid in soil

II. Influence of chlorthiamid and dichlobenil on CO₂-liberation ammonification and nitrification in soil

A. Helweg

Indledning

Ukrudtsmidlet chlorthiamid¹ (2,6 dichlorthio-benzamid) benyttes både som selektivt middel og til total renholdelse på udyrkede arealer.

Beynon *et al.* (1966) har vist, at chlorthiamid i jord omdannes til dichlobenil² (2,6 dichlorbenzonitril (se fig. 1) som også er et effektivt

virkende ukrudtsmiddel (Sheets *et al.* 1968) og som iøvrigt sælges som selvstændigt middel.

Omdannelsen til dichlobenil foregår hurtigt i jord (Beynon *et al.* 1968 p. 718-22); efter 4 uger var mindre end 3 % tilbage som chlorthiamid i 3 forskellige markjorder, medens 17 % stadig fandtes som chlorthiamid i en tørvejord.

1. Sælges under handelsnavnene Prefix og Spirotox.

2. Sælges under handelsnavnet Casoron.

I laboratorieforsøg har det vist sig, at for-

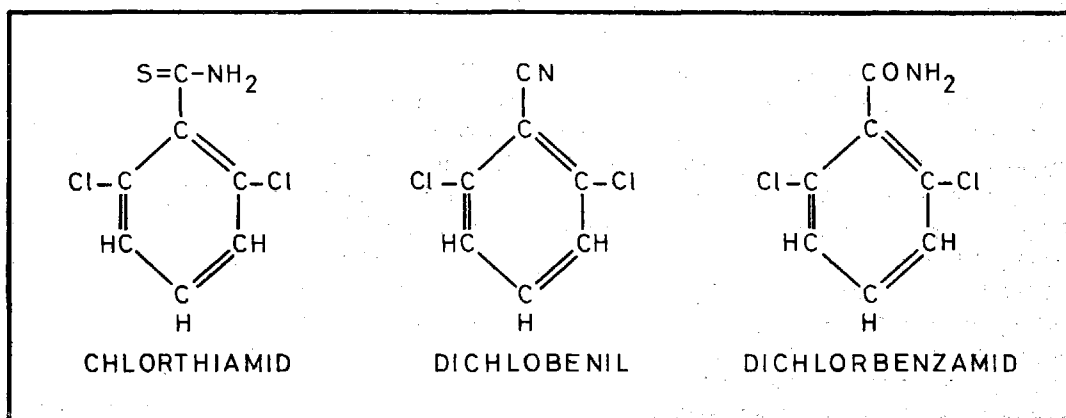


Fig. 1. Konstitutionsformler for de to ukrudtsmidler chlorthiamid og dichlobenil samt det svagt plantegiftige dichlorbenzamid.

The two herbicides chlorthiamid and dichlobenil and the weak phytotoxic dichlorobenzamide.

uden dichlobenil forekommer også et andet nedbrydningsprodukt, nemlig 2,6 dichlorbenzamid (*Beynon et al.* 1968 p. 723) (se fig. 1).

Efter 6 måneders inkubation ved 22° C med 10 ppm chlorthiamid fandt man intet chlorthiamid men 3-8 ppm dichlorbenzamid og 0,8-3,7 ppm dichlobenil.

Medens dichlobenilet som nævnt også har herbicid-virkning er dichlorbenzamidet kun let plantegiftigt.

Det ser imidlertid ud til, at dichlorbenzamid er meget bestandigt i jorden. Således gen fandt *Verloop et al.* (1970), 6 mdr. efter behandling med 2 ppm C¹⁴ mærket dichlorbenzamid, 90 % af den tilsatte mængde.

Det menes iøvrigt, at faldet i koncentrationen af dichlobenil ikke kun skyldes midlets omdannelse til dichlorbenzamid, men også at stoffet på grund af sit store damptryk let fordamper fra jordoverfladen. *Barnsley et al.* (1961) viste således, at hvis dichlobenil blev blandet ned i jorden, virkede det betydeligt længere, end hvis det var efterladt på jordoverfladen.

Med hensyn til den dichlobenil, der fordamper, har *Massini* (1961) vist, at bønner gennem deres overjordiske plantedele er i stand til at optage stoffet, et forhold, som tydeligt viser risikoen ved benyttelse i lukkede rum.

Undersøgelser vedrørende varigheden af chlorthiamids og dichlobenils plantegiftige virkning har vist et ret hurtigt fald umiddelbart efter tilførsel efterfulgt af en jævnt aftagende plantegiftig virkning.

Halveringstiden er angivet til ca. 2 uger (*Beynon et al.* 1968 p. 718-22 og *Clay et al.* 1968). Ved normal dosering synes der ikke ifølge disse oplysninger at være risiko for op-hobning i jorden.

Med hensyn til nedvaskning i jorden tyder undersøgelser af *Beynon et al.* (1968, p. 718-22) og *Massini* (1961) på, at hverken chlorthiamid eller dichlobenil bliver udvasket i særlig grad, sandsynligvis på grund af adsorption til jordens humuspartikler. Imidlertid tydede *Beynon's* resultater på, at nedbrydningsproduktet dichlorbenzamid blev lettere nedvasket.

Man har ved Statens Ukrudtsforsøg set efter langvarig indflydelse på ukrudtsbestanden efter chlorthiamidbehandling.

Formålet med den her beskrevne undersøgelse var at konstatere varigheden af chlorthiamids plantegiftige virkning i jorden under danske klimaforhold, samt om der kunne observeres nedvaskning af midlet.

I undersøgelsen er også chlorthiamid og dichlobenils indflydelse på jordbundens mikroflora søgt belyst gennem måling af deres indflydelse på jordens CO₂-produktion, og på dens evne til ammonifikation og nitrifikation af passende tilsatte substrater.

Metode til bestemmelse af chlorthiamid og dichlobenil-koncentrationen i jord

Den plantegiftige virkning i de udtagne jordprøver er bestemt ved at måle hæmningsvirkningen på rodvæksten hos Durra (*Sorghum vulgare*) efter metode beskrevet af *Parker*.

Det grundlæggende ved metoden er, at en vis herbicidkoncentration i jorden vil give en dertil svarende hæmning af rodvæksten.

Koncentrationen i jorden vil imidlertid ofte være så høj, at den er letal for testplanten. Den udtagne jordprøve fortyndes derfor med ubehandlet jord fra samme jordlag i en fortyndingsserie, startende med uforyndet 1:0 og derefter i forholdet 1:1, 1:3, 1:7, 1:15, 1:31 og 1:63 svarende til at den procentdel behandlet jord, der er i fortyndingerne vil være 100, 50, 25, 12,50, 6,25, 3,13 og 1,56 %, desuden udtages en prøve med ubehandlet jord.

100 g af de forskellige jordprøver fyldes i plasticpetriskåle (diameter 9 cm). I hver lægges 10 forspirede Durrafrø på linie, for at undgå fordampning lukkes låget med tape. Skålene tilsættes 20 ml vand og inkuberes på højkant ved 25° C. Efter 48 timer måles rodlængden og udregnes som pct. af ubehandlet (se fig. 2).

Resultaterne afsættes på semilog. papir, med den målte rodlængde i pct. af ubehandlet som ordinat, og log. pct. behandlet jord i fortyndingen som abscisse, ud fra denne kurve aflæses den fortynding som reducerer rodvæksten til 50 % (kaldet ED50).

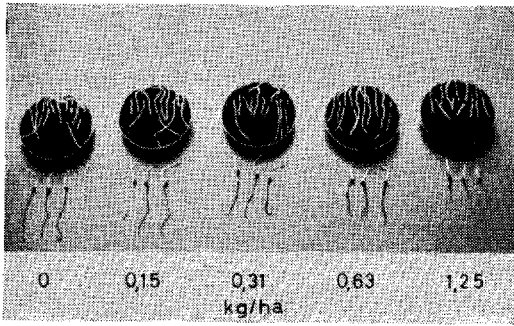


Fig. 2. Sammenhæng mellem rodvæksten hos Durra (*Sorghum vulgare*) og koncentrationen af chlorthiamid i jord. (Ved omregning fra kg/ha til ppm i 0-10 cm's dybde sættes 1 kg/ha = 0,87 ppm.)
Relationship between rootgrowth with *Sorghum vulgare* and the concentration of chlorthiamid. (1 kg/ha = 0.87 ppm).

Sideløbende hermed fremstilles en standardkurve ud fra samme jord, med kendt indhold af herbicidet (se fig. 2). Ved hjælp af den kendte herbicidmængde som reducerer rodvæk-

sten til 50 %, og den fortynding som også reducerer rodvæksten til 50 %, udregnes indholdet i den udtagne jordprøve ved simpel forholdsregning. (Omregning fra kg/ha til ppm i 0-10 cm's dybde ved at sætte 1 kg/ha = 0,87 ppm).

Ved den her benyttede analysemetode kan spores mængder ned til ca. 0,3 kg virksomt stof pr. ha af chlorthiamid eller dichlobenil.

Som tidligere nævnt omdannes chlorthiamid ganske vist hurtigt til dichlobenil, men en sammenligning viste, at de to herbicider havde samme phytotoksiske virkning overfor Durra, det samme er iøvrigt vist af *Sheets et al.* (1968) ved hjælp af *Phaseolus vulgaris* (brydbønne).

Chlorthiamids bestandighed og nedvaskning på friland

Metode

A. Bestandighed og nedvaskning er undersøgt i en ret sur lermuldet jord ved Statens Planteavlslaboratorium (pH 5,5).

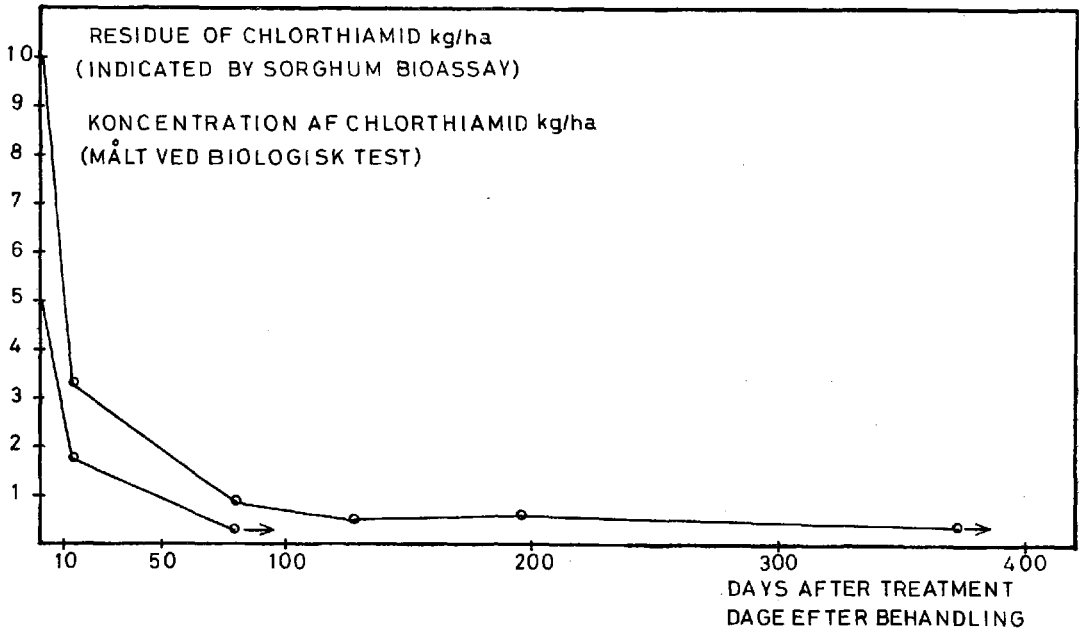


Fig. 3. Koncentrationen af chlorthiamid i jord efter behandling med 5 og 10 kg/ha (0-10 cm's dybde), målt ved jordens plantegiftige effekt.

Concentration of chlorthiamid in soil treated with 5 and 10 kg/ha a. i. (0-10 cm). Measured by phytotoxic effect.

Chlorthiamid¹ tilførtes den 11.-4.-69 som 7,5 % granulat med 5 og 10 kg virksomt stof/ha. Prøver er udtaget med jordbor efter 13, 80, 129, 199, 372 og 732 dage i hhv. 0-10, 10-20 og 20-25 cm's dybde. Jorden opbevares fugtig i plastposer i køleskab indtil analysering.

B. Desuden er der udtaget prøver fra chlorthiamidforsøg i busket, udstationeret fra Stens Ukrudtsforsøg. De undersøgte parceller var i årene 1967-68 og 1969 tilført henholdsvis 4, 4 og 4 kg v. st./ha ialt 12 kg/ha og 6, 8 og 8 kg v. st./ha ialt 22 kg/ha.

Prøveudtagning 2 år efter sidste behandling, ukrudtsbestanden var på dette tidspunkt meget lav. (Prøver er udtaget i 0-10, 10-20 og 20-25 cm's dybde).

Resultat A

Resultaterne af indholdet i de udtagne prøver i 0-10 cm's dybde fremgår af fig. 3. Der ses indledningsvis et meget hurtigt fald i koncentrationen, som efter 13 dage er faldet til ca. 40 % af den behandlede mængde og efter ca. 2,5 mdr. er der kun ca. 10 % tilbage, derefter holder koncentrationen sig næsten uændret. Der kunne stadig 1 år efter behandling med 5 kg/ha og 2 år efter 10 kg/ha spores en plantegiftig virkning i jorden i 0-10 cm laget, dog lavere end svarende til 0,3 kg v. st./ha af chlorthiamid.

Der er ingen af de udtagne prøver under 10 cm's dybde (10-20 og 20-25 cm) fundet målelig plantegiftig effekt.

At dømme efter de i indledningen nævnte resultater er der grund til at forvente at en del af det tilsatte herbicid vil findes som dichlorbenzamid. På grund af manglende analysefaciliteter er en klarlæggelse af dette spørgsmål på nuværende tidspunkt ikke mulig.

Resultat B

Ved den tidligere beskrevne analysemetode blev der ikke fundet plantegiftig effekt svarende til over 0,3 kg/ha i nogen af de udtagne behandlinger eller jorddybder i busketforsøget.

Der har altså tilsyneladende ikke i dette for-

søg været tale om en ophobning som kunne registreres med denne analysemetode 2 år efter sidste behandling. Jorderne var som nævnt tilført henholdsvis 12 og 22 kg v. st./ha fordelt over 3 år.

Fordampningen er sandsynligvis en væsentlig årsag til det hurtige fald i chlorthiamidkoncentrationen umiddelbart efter behandling (fig. 3).

Barnsley et al. (1961) og Parochetti et al. (1971) har vist dette for dichlobenil, og da chlorthiamid hurtigt omdannes til dichlobenil, og iøvrigt også selv har et højt damptryk, kan det forventes, at fordampningen er af stor betydning.

Man regner dog også med, at mikrofloraen spiller en væsentlig rolle ved afgiftningen, specielt under omdannelsen af dichlobenil til det ikke herbicide dichlorbenzamid. (Verloop et al. 1970).

Chlorthiamid og dichlobenils indflydelse på jordbundens mikroflora

Ved nedbrydningen af blade og andet organisk materiale i jorden spiller mikrofloraen en meget stor rolle. For hele næringsstofkredsløbet er det derfor af stor betydning, at disse mikrobiologiske processer ikke bremses i længere tidsrum.

For at undersøge om ukrudtsmidlerne chlorthiamid og dichlobenil har uheldig indflydelse på mikrofloraen er deres virkning på forskellige mikrobiologiske funktioner målt. Det drejer sig om deres indflydelse på CO₂-produktion, på ammonifikation og på nitrifikation i jord.

Indflydelse på CO₂-produktionen

Som resultat af den samlede biologiske aktivitet i jorden finder der en vis udskillelse af CO₂ sted. En påvirkning af biologisk aktivitet vil normalt give sig udtryk i en ændret CO₂-produktion. Det er imidlertid vanskeligt at vurdere, hvorfra en eventuel stimulering eller hæmning stammer, idet vi her ser på et samlet biologisk system bestående af vidt forskellige organismer. Resultatet skal derfor ses i sammenhæng med andre målinger af mikrobiel aktivitet.

1. Venligst stillet til rådighed af A/S Dansk Shell.

Metode

Målingerne er udført på havejord (pH ca. 6) tilsat 1 % pulveriseret hvedehalm for at forøge den biologiske aktivitet og dermed CO₂-produktionen.

Til jorderne er tilsat henholdsvis 0, 10, 50 og 100 ppm. chlorthiamid og dichlobenil. Alle led tilsættes 18 % vand og inkuberes i termostad ved 25° C, 3 gentagelser af hvert led.

Til måling af CO₂-udskillelsen er benyttet den af Petersen (1926) beskrevne metode.

50 g jord anbringes i kurve af kobbernet som fastgøres til gummiproppe og nedsænkes i 2-liters Erlenmeyer-kolber med Ba(OH)₂ i bunden af kolben. Den udskilte CO₂-mængde vil

optages i Ba(OH)₂, og ved titrering med HCl med kendt normalitet kan den udskilte CO₂-mængde bestemmes. Thymolblåt benyttes som indikator.

Resultat

I fig. 4 og 5 ses resultatet af disse undersøgelser.

For chlorthiamids vedkommende (fig. 4) ses indledningsvis en tydelig hæmning af CO₂-produktionen ved høj koncentration (50 og 100 ppm).

Dichlobenil har tilsyneladende ingen hæmmende indflydelse på CO₂-produktionen (fig. 5). Resultaterne i fig. 4 og 5 kunne tyde på, at

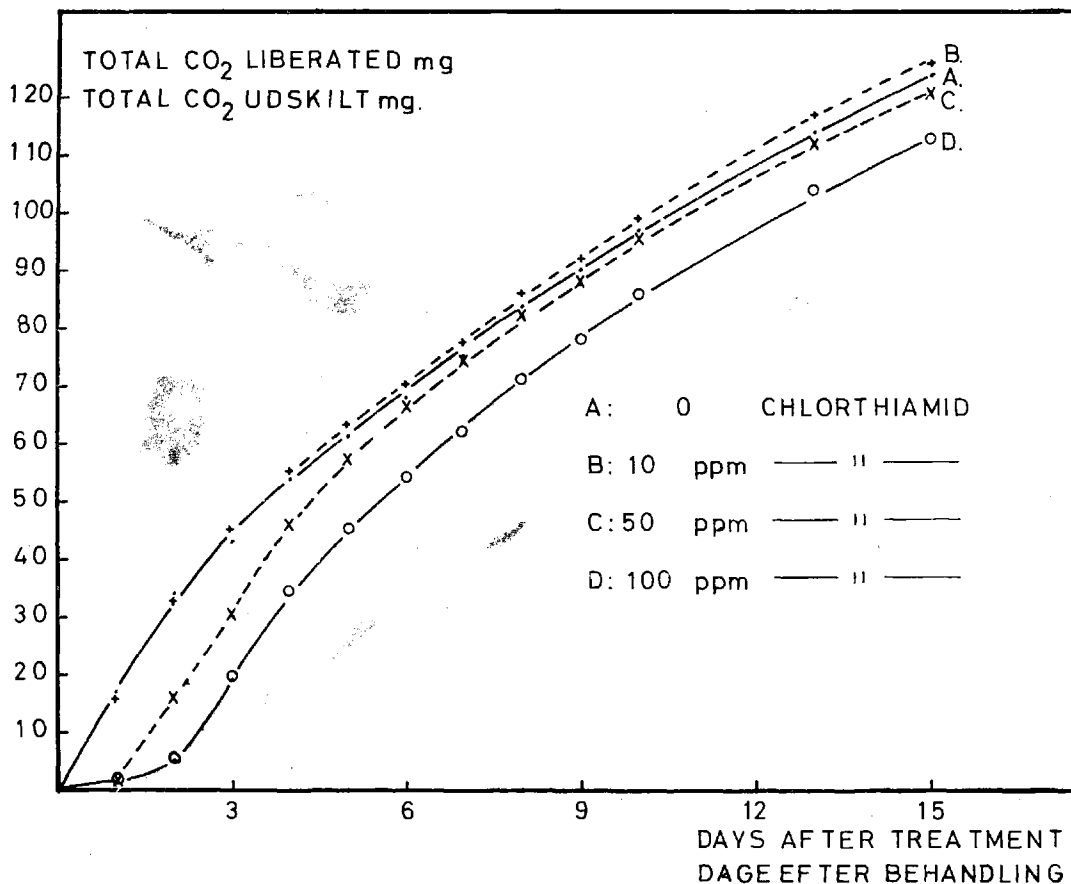


Fig. 4. Chlorthiamids indflydelse på CO₂-produktionen fra havejord tilsat 1 % halm. Influence of 10, 50 and 100 ppm chlorthiamid on CO₂-production from garden soil (1 pct straw added).

chlorthiamids giftvirkning ophører efterhånden som omdannelsen til dichlobenil finder sted.

Indflydelse på ammonifikationen

Ved ammonifikation i jord forstår man mikroorganismernes nedbrydning af sammensatte organiske forbindelser under frigørelse af ammoniak.

For at undersøge om pesticiderne har indflydelse på denne omsætning, måles pesticidets indflydelse på den ammoniakmængde, som er dannet 1 uge efter tilsætning af 1 % pepton til jorden.

Omsætningen foretages af en lang række forskellige arter af mikroorganismer. En hæm-

ning af ammonifikationen vil derfor betyde, at en række organismer er følsomme.

Metode

Havejord pH 6,5 tilsættes 1 % pepton og 0, 10, 100 og 1000 ppm chlorthiamid og dichlobenil. Jorden inkuberes i 250 ml mælkeflasker lukket med gennemboret prop (100 g pr. flaske). Inkubationstid 1 uge ved 25° C med 18 % vand. To fællesbestemmelser.

For at undgå indflydelse af pesticidet på NH₃-analysen og til korrektion for et eventuelt NH₃-indhold i den benyttede jord, inkuberes og analyseres jorder med tilsvarende pesticid-tilsætning men uden pepton.

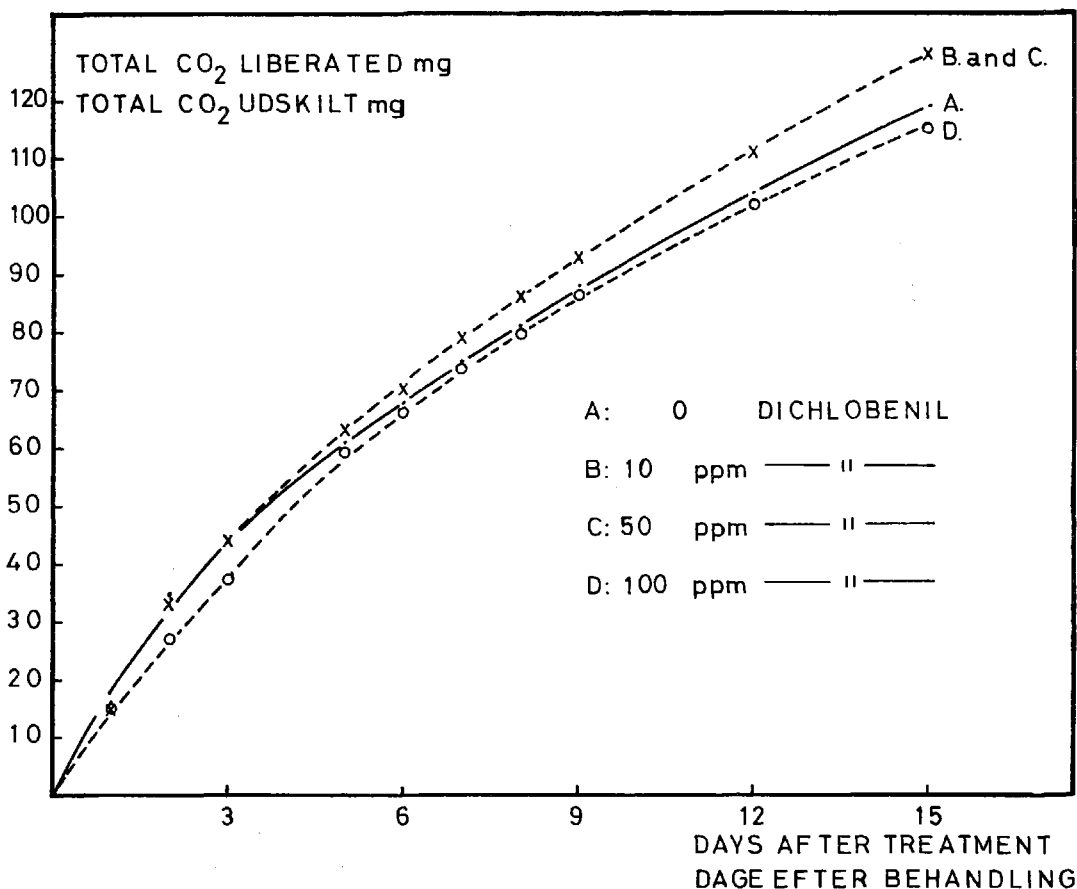


Fig. 5. Dichlobenils indflydelse på CO₂-produktionen fra havejord tilsat 1% halm. Influence of 10, 50 and 100 ppm dichlobenil on CO₂-production from garden soil (1 pct straw added).

Ved at korrigere for NH_3 -indholdet i jorden uden pepton fås som resultat kun den NH_3 -mængde som stammer fra nedbrydning af den tilsatte pepton.

Ammoniakbestemmelse er foretaget ved destillation og påfølgende titrering.

Resultat

Resultatet af ammoniakdannelse i jord tilsat 1 % pepton og stigende mængder chlorthiamid og dichlobenil ses af fig. 6 A og B.

Kun for 1000 ppm chlorthiamid (fig. 6 A) er der en svag tendens til hæmning af ammonifikation.

Indflydelse på nitrifikationen

Ved nitrifikation oxideres NH_4 -forbindelser til NO_2^- og derefter til NO_3^- . Denne oxidation foretages i modsætning til ammonifikationen af relativt få arter af mikroorganismer. Det kan derfor ventes, at en eventuel indflydelse på mikrofloraen vil være lettere at erkende på denne omsætning.

Metode

Pesticidernes indflydelse på nitrifikationen undersøges ved måling af den dannede $\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$ -mængde i jord efter én måneds inkubation med $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

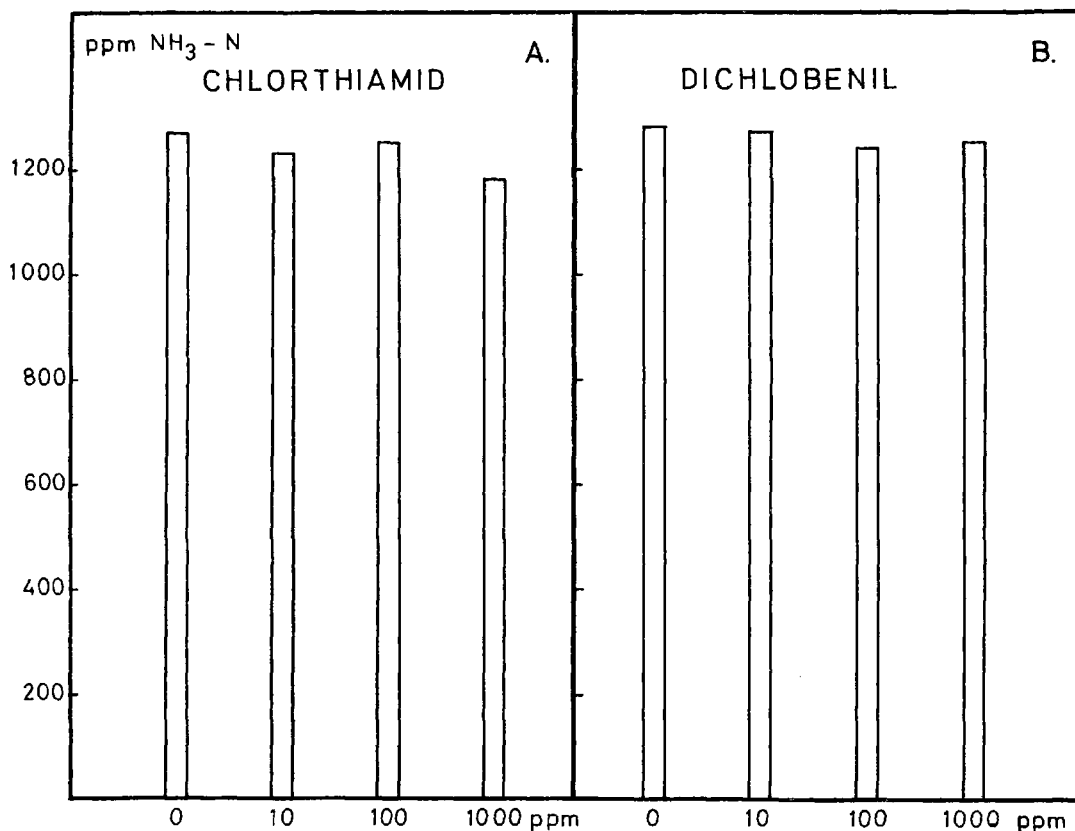


Fig. 6. Chlorthiamid (A) og dichlobenils (B) indflydelse på koncentrationen af NH_3 i jord een uge efter tilsætning af 1 % pepton og henholdsvis 0, 10, 100 og 1000 ppm af herbiciderne.

Influence of chlorthiamid (A) and dichlobenil (B) on the concentration of NH_3 in soil one week after addition of 1 pct peptone and respectively 0, 100 and 1000 ppm of the herbicides.

Havejord pH 6,7 tilsættes 100 ppm N som $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ og henholdsvis 0, 10, 100 og 1000 ppm af chlorthiamid og dichlobenil.

Jorden inkuberes i 250 ml mælkeflasker lukket med gennemboret prop (100 g pr. flaske).

Inkuberes i 1 måned ved 25° C med 18 % vand. To fællesbestemmelser.

For at undgå at pesticidet skal influere på analyseresultatet, og for at korrigere for indholdet af NH_3 og $\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$ i den benyttede jord, inkuberes og analyseres sideløbende jord uden tilsætning af $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ men med de tilsvarende pesticidkoncentrationer.

Ved at korrigere for indholdet af NH_3 og $\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$ i jorden uden N-tilsætning skulle resultaterne kun stamme fra den tilsatte $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Ammoniakbestemmelse foretages

ved destillation og påfølgende titrering. $\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$ bestemmes ved destillation og titrering efter reduktion med Devardas-legering.

Resultat

Fig. 7 og 8 viser chlorthiamid og diclobenils indflydelse på mængden af NH_3 og $\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$ i jord 1 måned efter tilsætning af 100 ppm N som $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Af fig. 7 A og 8 A fremgår, at chlorthiamid og dichlobenil har en tydelig hæmmende indflydelse på dannelsen af $\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$ i koncentrationer på 100 og 1000 ppm, hæmningen ved 10 ppm er meget lille. Samtidig med den mindre dannelse af $\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$ ser man en tydelig større mængde ikke oxideret ammoniak (fig. 7 B og 8 B).

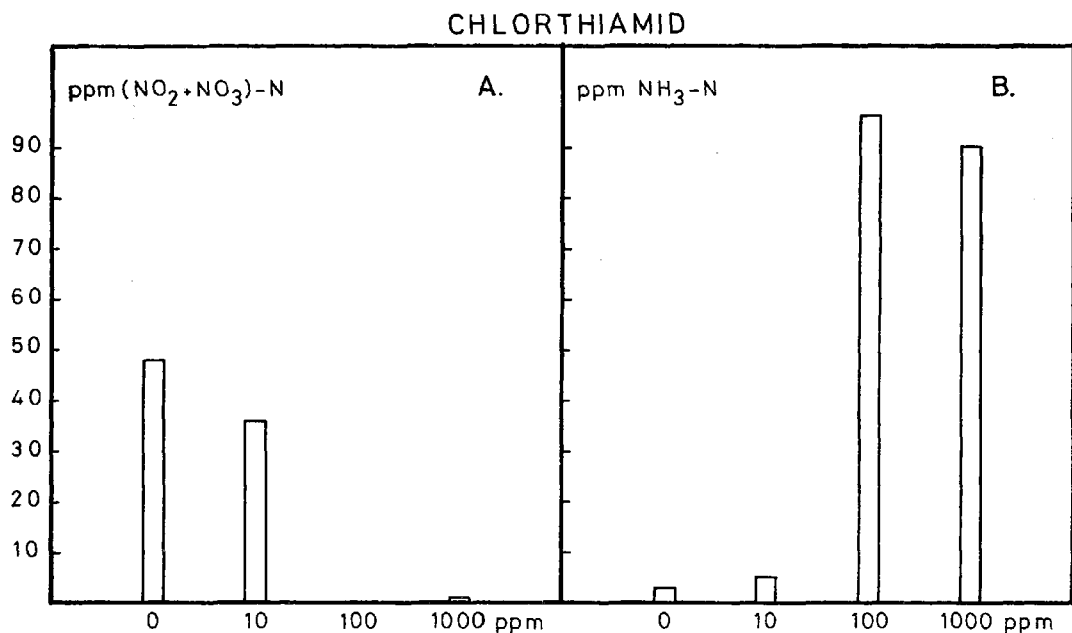


Fig. 7. A. Koncentrationen af $(\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-)\text{-N}$ i jord een måned efter tilsætning af $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, (100 ppm N) og henholdsvis 0, 10, 100 og 1000 ppm chlorthiamid.

B. Koncentrationen af $\text{NH}_3\text{-N}$ i de samme jorder.

A. The concentration of $(\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-)\text{-N}$ in soil one month after addition of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, (100 ppm N) and respectively 0, 10, 100 and 1000 ppm chlorthiamid.

B. Concentration of $\text{NH}_3\text{-N}$ in the same soils.

Diskussion

De foreliggende resultater viser, at på friland falder den plantegiftige effekt efter chlorthiamidbehandlingen relativt hurtigt (fig. 3). Fordampning fra jordoverfladen har sandsynligvis en del af skylden herfor, men efter alt at dømme er også mikrofloraen af betydning. Nedvaskning af plantegiftige forbindelser er ikke fundet.

De udførte undersøgelser lader formode, at ca. 2 år efter tilførsel af normal dosering skulle den plantegiftige effekt være forsvundet. I den sammenhæng skal det dog nævnes, at en stor del af det tilsatte pesticid kan forekomme som dichlorbenzamid (se fig. 1). Denne forbindelse er kun meget lidt plantegiftig, men ser ud til at være meget stabil i jorden (Verloop *et al.* 1970).

Med hensyn til chlorthiamid og dichlobenils

indflydelse på jordbundens mikroflora har kun høje koncentrationer af chlorthiamid vist en bredt virkende giftig effekt. I fig. 4, 5 og 6 ses disse forbindelsers indflydelse på jordens CO_2 -produktion og på ammonifikationen. Kun ved 50 og 100 ppm chlorthiamid ses en tydelig hæmning af CO_2 -produktionen, og da kun de første 3-6 dage.

Ammonifikationen ser ikke ud til at blive væsentligt påvirket af hverken chlorthiamid eller dichlobenil. Ved en koncentration på 1000 ppm chlorthiamid var der dog tendens til hæmning.

Med hensyn til nitrifikationen ses der en betydelig større indflydelse (fig. 7 og 8). Selv i en koncentration på 10 ppm er der således en hæmning i oxidationen af NH_3 til NO_2^- og NO_3^- .

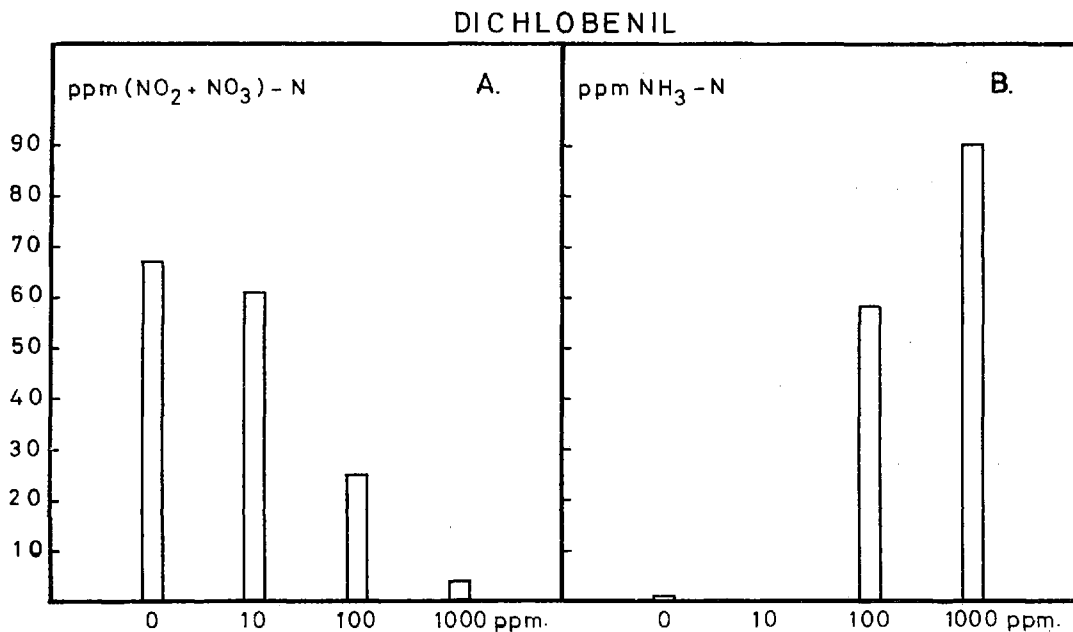


Fig. 8. A. Koncentrationen af $(\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-)\text{-N}$ i jord een måned efter tilsætning af $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, (100 ppm N) og henholdsvis 0, 10, 100 og 1000 ppm dichlobenil.

B. Koncentrationen af $\text{NH}_3\text{-N}$ i de samme jorde.

A. The concentration of $(\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-)\text{-N}$ in soil one month after addition of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, (100 ppm N) and respectively 0, 10, 100 and 1000 ppm dichlobenil.

B. Concentration of $\text{NH}_3\text{-N}$ in the samme soils.

Det ser ved sammenligning af de tre undersøgelser (fig. 4, 5, 6, 7 og 8) ud til, at chlorthiamid har en noget større giftvirkning end dichlobenil. Denne forskel er også set af *Debona et al.* (1970).

Undersøgelserne er udført med støtte fra Statens jordbrugs- og veterinærvidenskabelige Forskningsråd, og ved forsøgenes udførelse har laboratorieassistent Marianne Bach medvirket. En mindre del af materialet stammer fra forsøg udført af Statens Ukrudtsforsøg. Forfatteren takker alle, der har været behjælpelige ved de gennemførte undersøgelser.

Oversigt

Bestandigheden af chlorthiamid er undersøgt i jord på friland.

Udregnet som plantegiftig effekt med Durra (*Sorghum vulgare*) som testplante blev det fundet, at ved tilførsel af 5 og 10 kg/ha på friland faldt koncentrationen efter 80 dage til henholdsvis ca. 0,3 og 0,9 kg/ha. Der kunne dog stadig 1 år efter tilførsel af 5 kg/ha og 2 år efter tilførsel af 10 kg/ha spores en svag plantegiftig effekt.

Chlorthiamid og dichlobenils indflydelse på jordens biologiske aktivitet er undersøgt ved måling af deres effekt på CO₂-udskillelse, ammonifikation og nitrifikation i jord. Chlorthiamid havde størst indflydelse på mikrofloraen, nitrifikationen blev hæmmet af både 10, 100 og 1000 ppm chlorthiamid, men kun af 100 og 1000 ppm dichlobenil, som det kunne forventes var NH₃-koncentrationen stor ved lavt indhold af NO₂⁻ + NO₃⁻. Ammonifikationen blev ikke tydeligt påvirket hverken af chlorthiamid eller af dichlobenil i 10, 100 eller 1000 ppm.

CO₂-udskillelsen blev kortvarig hæmmet af 50 og 100 ppm chlorthiamid, men hverken af 10, 50 eller 100 ppm dichlobenil.

Summary

Persistence of chlorthiamid in soil.

Influence of chlorthiamid and dichlobenil on CO₂-liberation, ammonification and nitrification in soil. Persistence of chlorthiamid in soil is investigated under field conditions.

Residues were measured by a bioassay, using Sorghum (*Sorghum vulgare*) as test plant (fig. 2).

In the experiment 5 and 10 kg/ha a.i. were supplied as 7.5 pct. granula. After 80 days the residues were respectively 0.3 and 0.9 kg/ha a.i. One year after 5 kg/ha and two years after 10 kg/ha there still was a weak phytotoxic effect (fig. 3). No phytotoxic effect was found in the soil below 10 cm.

In order to investigate the effect of chlorthiamid and dichlobenil on biological activity in soil, their influence on ammonification, nitrification and CO₂-liberation was measured.

No distinct influence was seen on ammonification one week after addition of 10, 100 and 1000 ppm of the herbicides (fig. 6).

Nitrification was reduced by both 10, 100 and 1000 ppm chlorthiamid (fig. 7) and by 100 and 1000 ppm dichlobenil (fig. 8). As could be expected, the lower NO₂⁻ + NO₃⁻-concentration in the soil the higher content of NH₃.

The CO₂-liberation was short reduced by 50 and 100 ppm chlorthiamid (fig. 4), but not by 10, 50 and 100 ppm dichlobenil (fig. 5).

Litteraturliste

- Barnsley, G. E. and Rosher, P. H.*, 1961. Persistence of 2,6 dichlorobenzonitrile. *Weed Res.* 1, 147-158.
- Beynon, K. I., Davies, L. and Elgar, K.* 1966. The analysis of crops and soils for residues of 2,6-dichlorobenzonitrile (dichlobenil) and 2,6-dichloroethanamide (chlorthiamid). Part II Results. *J. Sci. Fd. Agric.*, 17, 156-171.
- Beynon, K. I. and Wright, A. N.*, 1968. Persistence, penetration, and breakdown of chlorthiamid and dichlobenil herbicides in field soils of different types. *J. Sci. Fd. Agric.*, 19, 718-722.
- Beynon, K. I. and Wright, A. N.*, 1968. Breakdown of the herbicide C¹⁴-chlorthiamid. I. Laboratory studies of the break down in soils. II. Glasshouse studies of the break down in soils, and in crops grown in the soils. *J. Sci. Fd. Agric.*, 19, 723.
- Clay, D. V. and Mc. Kone, C. E.*, 1968. The persistence of chlorthiamid, lenazil and simazine in uncropped soil. *Proc. 9th Br. Weed Cont. Conf.* 2, 933-938.
- Debona, A. C. and Audus, L. J.*, 1970. Effects of herbicides on soil nitrification. *Weed Res.* 10 (3), 250-263.

- Massini, P.*, 1961. Movement of 2,6-dichlorobenzonitrile in soils and in plants in relation to its physical properties. *Weed Res.* 1, 142-146.
- Parker, C.* Methods for the rapid bio-assay of herbicides. Reprinted from The Seventh British Weed Control Conference, 899-902.
- Parochetti, J. V., Hein, E. R. and Colby, S. R.*, 1971. Volatility of dichlobenil (2,6-dichlorobenzonitrile). *Weed Sci.*, 19 (1), 28-31.
- Petersen, E. J.*, 1926. Undersøgelser over forholdet mellem jordens kulisyreproduktion, kemiske tilstandsform og mikrobiologiske aktivitet. *Tidsskr. f. Planteavl*, 32 : 625-674.
- Sheets, T. J., Harris, C. I. and Smith, J. W.*, 1968. Persistence of dichlobenil and SD-7961 in soil. *Weed Science*, 16, 245-250.
- Verloop, A. and Nimmo, W. B.*, 1970. Metabolism of dichlobenil in sandy soil. *Weed Res.*, 10 (1), 65-70.
- Manuskript modtaget i redaktionen 22. okt. 1971.