



Glyphosats anvendelsesmuligheder i skovbruget

Thomas Rubow

Herbicidet glyphosat blev anmeldt til afprøvning i skovkulturer ved Statens Ukrudtsforsøg i 1973, og de første forsøg blev anlagt samme år i august og september. Resultaterne var særdeles positive, og meddelelser fra Norge, hvor tilsvarende undersøgelser blev påbegyndt 2 år tidligere, støttede yderligere forventningerne til midlet.

Siden har glyphosat været anvendt i et betragteligt antal forsøg med bekæmpelse af adskillige ukrudtsarter. Undersøgelserne er langt fra tilendebragt, men forespørgslerne vedrørende glyphosat har været så talrige, at det er fundet rimeligt at fremlægge resultaterne af forsøgene indtil efteråret 1975.

Almindelige oplysninger

Glyphosat er deklaraationsnavnet for N-phosphonometyl glycin. Herbicidet forhandles under navnet Roundup som en flydende, vandopløselig saltforbindelse indeholdende 360 g virksomt stof pr. liter. Dagspris 120 kr. pr. l.

Midlet blev i 1975 klassificeret i fareklasse C. Den akutte giftighed er ringe, LD₅₀-værdien er 4900 mg/kg for rotter; 2,4,5-T har en LD₅₀-værdi på 300-500 mg/kg.

Glyphosat angives at være svagt hud- og stærkt øjerririterende; sidstnævnte er ikke konstateret i forbindelse med Statens Ukrudtsforsøgs sprøjtninger.

Glyphosat er et bladherbicid; optagelse gennem rødderne forekommer ikke i praksis, da herbicidet bindes hurtigt til ler- og humuskolloider ved jordkontakt. Til trods herfor nedbrydes glyphosat hurtigt og fuldstændigt af mikroorganismer.

Da glyphosat ikke skader ukrudtsfrø i jorden, kan efterbehandling med jordherbicer blive nødvendig for at undgå fremspiring af ny ukrudtsbestand. Effekten af glyphosat reduceres imidlertid ved tankblanding med jordherbicer, hvorfor dette arbejde må udføres i to tempi.

Som mange andre vandopløselige, systemiske bladherbicer foregår glyphosats indtrængen gennem bladenes (nålenes) overhud bedst ved høj saftspænding i planten og stor luftfugtighed, hvilket der senere skal gives eksempel på.

Vandopløseligheden indebærer naturligvis risiko

for afvaskning ved regn umiddelbart (4-6 timer) efter sprøjtning.

Efter optagelsen transporteres glyphosat hurtigt rundt i planten i retning mod vækstpunkterne. I forsøg med kvik er der under væksthushold ved Statens Ukrudtsforsøg konstateret spirehæmning af samtlige knopper på udløberne indenfor to døgn efter bladsprøjtning.

Den uhindrede bevægelse af glyphosat i ukrudtsplanterne muliggør en fuldstændig dræbning af deres rossystem, således at genvækst forhindres. Dette er ikke i nær samme grad tilfældet for f.eks. 2,4,5-T-midlerne.

Virkningen af en glyphosat-sprøjtning er længe om at vise sig; ved normalt sprøjtetidspunkt (sen-sommer) nås den maksimale effekt på såvel ukrudtsbestand som kultur først det følgende forår.

Glyphosats virkeområde

I tabel 1-3 ses resultaterne af forsøg med glyphosat ved bekæmpelse af forskellige ukrudtsarter.

Hundegræs (Dactylis glomerata) bliver ofte et problem i pyntegrøntkulturer på agerjord, hvor kvik er bekæmpet effektivt med atrazin.

De fremlagte resultater tyder på, at glyphosat ved forårs-sprøjtning kan bekæmpe hundegræs i doseringer mellem 1 og 2 kg v.st/ha. Hvorfor august-behandlingen har virket ringere, vides ikke.

Krybende hestegræs (Holcus mollis) visner allerede sidst på sommeren, og sprøjtning med glyphosat i august har, som det fremgår, kun svag virkning. Ved forårsbehandling er arten derimod følsom overfor glyphosat, 1 kg v.st/ha synes rigeligt til effektiv bekæmpelse. Sprøjtetidspunktet bør af hensyn til kulturplanterne (knopbrydning) ligge mindst 14 dage tidligere end i forsøget.

Det kan anføres, at *mosebunke (Deschampsia caespitosa)*, som fandtes indblandet i bestanden af krybende hestegræs, tilsyneladende er hårdfør overfor glyphosat både ved forårs- og augustsprøjtning.

Bølget bunke (Deschampsia flexuosa), som også er forekommet som sekundær ukrudtsart i flere

Tabel 1. Glyphosat's virkning på forskellige græsser

Ukrudtsart	Sprøjtedito	Forholdstal for ukrudtsbestand ca. 1 år efter sprøjtning med glyphosat i flg. doseringer (kg v.st./ha)				
		Ubeh.	0,5	1,0	2,0	4,0
Hundegræs	20/5 1974	100	41	21	2	0
»	15/8 1974	100	72	58	23	2
Krybende hestegræs	4/6 1974	100	73	6	3	0
»	15/8 1974	100	98	109	78	44
Alm. kvik	1/8 1975	100	-	23	-	-
Bjergørhvene	4/8 1975	100	92	52	9	-
Engørhvene	3/9 1975	100	-	3	0	0

Resultaterne er forholdstal for levende ukrudtsmængde ca. 1 år efter behandling.

forsøg, synes at være følsom overfor glyphosat. Begge Deschampsia-arterne bekæmpes billigst med dalapon, 4-5 kg v.st./ha ved efterårssprøjtning.

Alm. kvik (Agropyrum repens). Til bekæmpelse af kvik i nåletrækulturer er atrazin et fremragende middel. Derfor er forsøgsarbejdet vedrørende kvik-bekæmpelse med glyphosat i skovkulturer beskedent. Forsøg med bekæmpelse af kvik i frugtplanter viser, at glyphosat i doseringer fra 1 til 2 kg v.st./ha har haft tilfredsstillende virkning på kvik ved såvel forårs- som efterårssprøjtning.

Bjergørhvene (Calamagrostis epigeios). Dette høje, grove græs med dybtgående, rigt forgrenet jordstængel er særdeles kulturfejligt, hvor det forekommer i større bestande.

Bekæmpelse kan iflg. forsøgsresultaterne ske med 2 kg v.st./ha af glyphosat. Langt billigere bekæmpelse af bjergørhvene er opnået med dalapon i doseringen 5 kg v.st./ha ved sprøjtning i september-oktober.

Engørhvene (Calamagrostis canescens) forekommer endnu mere lokalt end foregående art og er knyttet til fugtige områder. Den synes mere herbicidfølsom end sin slægtning og bekæmpes billigst med dalapon.

Agertidse (Cirsium arvense). Bekæmpelse af kvik med atrazin i pyntegrøntkulturer anlagt på agerjord medfører næsten altid en kraftig opformering af agertidse. I de første år generer dette næppe kulturplanterne; men når de nærmer sig juletræstørrelse, må der gribes ind for at undgå kvalitetsforringende beskadigelser som afslidning af skud og nåle, ranglet vækst p.g.a. lysmangel, belægning med frøuld fra tidslerne m.v. Da agertidse skyder frem ret sent om foråret, d.v.s. først er helt fremkommet efter kulturtræernes knopbrydning og desuden visner så tidligt i sensommeren, at træernes skudmodning knap er tilendebragt, er det vanskeligt at bekæmpe arten med hormomidler på et risikofrit tidspunkt. Dette er godtgjort i adskillige forsøg.

Glyphosat har, som det fremgår af tabel 2, formået at bekæmpe tidsebestanden ved en dosering på 0,5-1 kg v.st./ha ved augustsprøjtning. I et ikke refereret forsøg havde forårsbehandling med glyphosat tilsyneladende ingen effekt.

Gederams (Chamaenerium angustifolium) bekæmpes ligeledes med doseringer omkring 1 kg v.st./ha i august. I modsætning til agertidse har 2,4,5-T-salt god virkning på gederams ved sprøjtning i juli-august.

Tabel 2. Glyphosat's virkning på tokimbladet ukrudt og ørnebregne

Ukrudtsart	Sprøjtedito	Forholdstal for ukrudtsbestand efter sprøjtning med glyphosat i flg. doseringer (kg v.st./ha)						
		Ubeh.	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
Agertidse	7/8 1975	100	15	4	2	-	-	-
Gederams	14/8 1974	100	47	6	2	-	-	-
»	29/8 1975	100	-	-	1	-	-	-
Brombær	4/9 1974	100	70	44	48	-	-	-
»	18/8 1975	100	75	48	9	-	-	-
Hindbær	13/8 1973	100	-	-	5	2	7	-
»	19/9 1973	100	-	-	84	84	64	-
»	31/7 1975	100	27	1	0	-	-	-
»	13/8 1975	100	59	8	1	-	3	-
»	28/8 1975	100	45	5	3	-	-	-
»	12/9 1975	100	127	66	64	-	-	-
Ørnebregne	31/7 1973	100	-	-	-	-	-	7
»	26/9 1974	100	80	75	36	45	-	-

Resultaterne er forholdstal for levende ukrudtsmængde ca. 1 år efter behandling.

Brombær (Rubus fruticosus) kan øjensynlig bekæmpes med glyphosat i en dosering på ca. 2 kg v.st/ha. Til trods for at brombær fortsætter væksten langt hen på efteråret, tyder forsøgsresultaterne på, at sprøjtning bør foretages inden 1. september. Selektiv bekæmpelse af brombær er hidtil kun lykkedes ved gentagne sprøjtninger med 2,4,5-T-esterforbindelser eller ved pletsprøjtning med disse midler i dieselolie.

Hindbær (Rubus ideaus) er den ukrudtsart, der ved Statens Ukrudtsforsøg er bedst undersøgt m.h.t. virkning af glyphosat.

Resultaterne viser, at bekæmpelsen kan foretages med 1-2 kg v.st/ha ved sprøjtning i august. Af hensyn til publikums bærplukning bør behandlingen udsættes til efter frugternes naturlige affald d.v.s. 8-14 dage ind i måneden.

Det fremgår af resultaterne, at behandling efter 1. september giver utilfredsstillende virkning på hindbær.

Til bekæmpelse af hindbær i nåletrækulturer har intet andet herbicid vist så fuldstændig og holdbar effekt som glyphosat.

Ørnebregne (Pteridium aquilinum). De fremlagte forsøgsresultater lader kun ane, at glyphosat kan anvendes til bekæmpelse af ørnebregne, eftersom sprøjtningen er foretaget sent på året (d. 26/9).

Storbladet elm (Ulmus glabra) er på visse skovdistrikter og ofte langs jernbaner et generende ukrudt. Bekæmpelse er i ældre forsøg lykkedes ved nedskæring og påfølgende smøring af stødene med koncentreret 2,4,5-T. Bladsprøjtninger med mange, forskellige herbicider har hidtil kun haft kortvarig effekt. Med 4 kg v.st/ha af glyphosat synes bekæmpelse at være mulig. Den høj pris på glyphosat betyder, at bredsprøjtning med så stor en dosering vil blive urimelig dyrt, men da elm i reglen forekommer i spredte grupper, vil »pletsprøjtning« rimeligvis være økonomisk forsvarlig.

Alm. røn (Sorbus aucuparia) er hårdfør overfor 2,4,5-T-midler, men påfaldende følsom overfor glyphosat. I det refererede forsøg var rønneopvæksten 2-5 m høj.

Iagttagelser af virkningen på andre vedplanter i forskellige forsøgsanlæg giver det indtryk, at *hyld (Sambucus nigra og S. racemosus)* og *bøg (Fagus sylvatica)* er følsomme overfor glyphosat (ødelægges af ca. 1 kg v.st/ha); *hassel (Corylus avellana)* og *kaprifolium (Lonicera periclymenum)* er moderat følsomme (1-2 kg v.st/ha), mens *ær (Acer pseudoplatanus)* er hårdfør (skades knapt nok af 2 kg v.st/ha).

Tabel 3. Glyphosat's virkning på løvtræopvækt

Ukrudtsart	Sprøjtedito	Karakter for virkning 0-10, 0=uskadt, 10=død ca. 1 år efter behandling m. glyphosat i følgende doseringer (kg v.st/ha)					
		Ubeh.	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0
Vorte- og dunbirk	14/8 1973	0,0	-	-	9,7	10,0	10,0
»	26/9 1973	0,0	-	-	8,3	10,0	10,0
Bævreasp	5/8 1975	0,0	4,0	5,7	9,3	-	-
Storbladet elm	17/9 1975	0,0	-	2,3	5,0	-	8,0
Alm. røn	12/8 1975	0,0	5,0	9,0	10,0	-	-

De fremlagte resultater er karakterer for virkning på løvtræopvæksten bedømt efter en skala 0-10

Birk (Betula pendula og B. pubescens) bekæmpes let med hormonmidler (2,4,5-T som ester- og saltforbindelser samt blandinger af 2,4-D og 2,4,5-T). Hvis glyphosat prismæssigt skal konkurrere med disse midler, skal birk kunne bekæmpes effektivt med doseringer fra 0,5 til højst 1,0 kg v.st/ha. Om dette er muligt, giver de fremlagte resultater ikke direkte svar på, men iagttagelser fra forsøgsanlæg, hvor birk er forekommet som indblanding, tyder på at 1 kg v.st/ha er rigeligt til bekæmpelse af træarten.

Bævreasp (Populus tremula) er vanskelig at bekæmpe p.gr.a. dens vidtløbende rodsystem og rodskuddannelse. Glyphosats evne til at bevæge sig ned i rodsystemet indebærer mulighed for en effektiv bekæmpelse, hvilket resultat for 2 kg v.st/ha da også tyder på.

Toleranceforhold

Undersøgelser af nåletræers følsomhed overfor glyphosat er udført i »nobilis« (*Abies procera*) (9 år gamle planter), nordmannsgran (*Abies nordmanniana*) (2 forsøg h.h.v. 6- og 9-årige planter) og rødgran (*Picea abies*) (6 år gamle planter) ved sprøjtning på fritstillede enkeltplanter. Sprøjtetidspunkter, doseringer og resultater fremgår af tabel 4.

Beskadigelserne er bedømt efter en karakterskala fra 0-10, hvor 0 er uskadt og 10 betyder at planten er død. Det typiske skadebillede på nåletræer efter overdosering med glyphosat er døde skudspidser incl. topskud. Topdød er en alvorlig beskadigelse i en juletrækultur, da træets form er afgørende for anvendelsen; i sådanne tilfælde er minimumskaracteren derfor 5.

Tabel 4. Glyphosat's virkning på nåletrækulturer

Træart	Sprøjtedata	Karakter for skade 0-10 (0=uskadt, 10=død) ved maximal virkning af flg. doseringer (kg v.st/ha)				
		Ubeh.	0,5	1,0	2,0	4,0
Rødgran	31/7 1974	0,0	0,0	0,0	0,0	
»	20/8 1974	0,0	1,0*)	0,0	0,6	
»	11/9 1974	0,0	0,1	1,0*)	0,5	
»	4/10 1974	0,0	0,0	0,0	0,0	
»	6/5 1975	0,0	0,0	0,0	0,5	
Sølvgran, »Nobilis«	18/7 1974	0,0	0,5	2,5	6,1	
»	8/8 1974	0,0	0,0	0,1	3,5	
»	29/8 1974	0,0	0,3	0,8	2,8	
»	17/9 1974	0,0	0,4	0,1	1,6	
»	13/5 1975	0,0	0,0	0,0	1,8	
Nordmannsgran (6 år)	5/8 1974	0,0	0,2	0,2	1,8	
»	26/8 1974	0,0	0,2	0,0	1,1	
»	12/9 1974	0,0	0,0	0,0	0,0	
»	7/10 1974	0,0	0,0	0,0	0,0	
»	9/5 1975	0,0	0,0	0,0	0,0	
Nordmannsgran (9 år)	11/8 1975	0,0	0,0	0,6	2,7	6,3
»	25/8 1975	0,0	0,2	2,8	5,6	7,3
»	9/9 1975	0,0	0,0	0,0	0,1	0,9
»	22/9 1975	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3

*) Skaden (1 død plante) skyldes muligvis honningsvamp.

Rødgran er den mest hårdføre af de 3 arter, mens »nobilis«, antagelig p.g.a. sin sene skudmodning, er mest følsom. Nordmannsgran indtager tilsyneladende en mellemstilling. Resultaterne er gennemsnit af 10 gentagelser af hvert forsøgsled.

Af sprøjtningerne fra 1974 fremgår det, at skaderne aftager jo senere sprøjtningen foretages.

I forsøget med 9-årig nordmannsgran ses det imidlertid, at sprøjtningerne d. 25/8 1975 har forvoldt betydelig større skader end behandlingerne d. 11/8. Denne uoverensstemmelse forklares af de klimatiske- og vækstmæssige forhold i 1975: Den 11/8 var den relative luftfugtighed i timerne omkring behandlingstidspunktet kun ca. 45%, og der var ingen nedbør i 14 dage før og i 1 uge efter sprøjtningen, hvorfor saftspændingen i planterne antagelig har været lav; vejret var iøvrigt meget varmt (31°C) og skyfrit.

Den 25/8 var luftfugtigheden 70-75 %, og der var faldet 15-20 mm regn i løbet af de 7-8 forudgående dage; temperaturen var iøvrigt moderat (20°C) og vejret skyet.

Konklusion og vejledning

Både udenlandske og hjemlige forsøg viser, at glyphosat er et herbicid med et meget bredt virkeområde. Med få undtagelser bekæmpes græsser,

tokimbladet ukrudt, bregner og løvtræopvækst særdeles effektivt i doseringer på 1-2 kg v.st/ha. Dette er ca. dobbelt så meget, som der anbefales i Norge, hvor der foreligger talrige undersøgelser. Årsagen dertil kan skyldes forskellig sprøjteteknik eller de klimatiske forhold. Forsøg der har til formål at klarlægge denne uoverensstemmelse er påbegyndt, da det er særdeles betydningsfuldt for den praktiske anvendelse af glyphosat at kunne reducere kemikalieangden både af hensyn til kulturplanterne og sprøjteudgifterne.

Sprøjtning med glyphosat bør i almindelighed foretages i august; ukrudtsarter, som normalt er visnet ned på dette tidspunkt, sprøjtes i maj.

Udenfor den egentlige vækstperiode synes rødgran at kunne tåle glyphosat i doseringer indtil 2 kg v.st/ha, mens nordmannsgran og »nobilis« ifølge de hidtidige resultater kun tåler omkring 1 kg v.st/ha ved sprøjtning i august. I tilfælde hvor kulturplanterne er dækket af ukrudtsvegetation kan doseringen øges til 2 kg v.st/ha uden risiko for beskadigelser.

Udover fordelene ved glyphosats alsidighed må det fremhæves, at dets ringe giftighed samt hurtige og fuldstændige nedbrydning i jorden gør midlet tiltalende fra et miljømæssigt synspunkt.

Abonnement på meddelelser fra Statens Planteavlsvforsøg kan bestilles ved indsendelse af abonnementsbeløbet til bladets ekspedition, Statens Planteavlskontor, Kongevejen 83, 2800 Lyngby, postgiro 200 2299, tlf. (02) 85 50 57. Abonnementsprisen er for 1976 25,00 kr. årligt excl. moms. Adresseændring bedes meddelt bladets ekspedition.