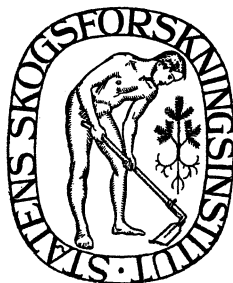


# NÅGRA SKOGS- OCH LUNDEVÄXTERS KÄNSLIGHET FÖR NATRIUMKLORAT

*THE SENSITIVITY OF SOME WOOD AND MEADOW PLANTS TO SODIUM CHLORATE*

AV

ÅKE DOMEIJ



---

MEDELANDEN FRÅN STATENS SKOGSFORSKNINGSINSTITUT  
BAND 37 · Nr 6

---

Centraltr., Esselte, Stockholm 1948  
841776



*Åke Domeij*

## Några skogs- och lundväxters känslighet för natriumklorat

### *Inledning*

Föreliggande undersökning är ett försök att utröna olika växtslags känslighet för natriumklorat. Som försöksobjekt ha huvudsakligen skogs- och lundväxter ifrågakommit.

Försöken påbörjades i juli 1944, och observationerna över växtlighetens utveckling ha därefter kunnat fullföljas fram till september 1947. Alla iakttagelser ha gjorts direkt på vilda växter ute i naturen. De provytor, varöver kloratet utströtts, ha utvalts på olika ställen i Mönsterås socken, mestadels på halvön Ödängla intill Kalmarsund. Trakten är en typisk slättbygd, belägen endast ett fåtal meter över havet. Kustremsan utmed Kalmarsund räknas till de torraste i Sverige med en låg sommarnederbörd, ca 300 mm under månaderna maj—augusti. Antalet solskenstimmar under tiden april—september är ungefär 250 fler i östra Småland än i västra Småland. De klimatiska omständigheterna förtjäna att anföras, då det visat sig, att växternas transpiration kan antagas gynna kloratets gifteffekt (STÅLFELT 1946, sid. 9).

Vid de av mig utförda försöken har natriumkloratet alltid utströtts för hand i finpulvrigerad form och i mängder varierande mellan 2 och 80 gram per kvadratmeter. Alla försök ha gynnats så till vida, att intet störtregn, som kunnat skölja bort saltet, kommit de närmaste veckorna efter utströendet. Vidare ha försöksområdena åtminstone under första året efter utströendet varit avstängda från bete.

Det stora flertalet försök ha utförts i mager barrblandskog med en rik undervegetation av den stora skogsormbunken *Eupteris aquilina* och vid marken hela mattor av i synnerhet blåbärs- och lingonris samt kovall (*Melampyrum pratense*). Av buskar har det funnits mest gott om rönn och en. I sko-

gen ha dock kunnat uppletas fläckvis spridda över större ytor ett flertal andra arter, såsom *Trientalis europaea*, *Luzula pilosa*, *Majanthemum bifolium*, *Oxalis acetosella*, *Sorbus suecica* och *Betula verrucosa*.

En mager ekskog eller rättare sagt lund har också fått tjäna som försöksplats. Växtligheten har där varit rikare än i barrblandskogen. Utom ek, rönn och en antecknades sålunda *Anemone nemorosa*, *Melampyrum pratense*, *Veronica chamaedrys*, *Convallaria majalis*, *Luzula pilosa*, *Trifolium medium*, *Orobis tuberosus*, *Anthoxanthum odoratum*, *Orchis maculata*, *Habenaria bifolia* och ett flertal andra örter och även något blåbärsris.

Utöver dessa huvudförsök på skogs- och lundväxter har jag även provat natriumkloratets giftverkan på åkerogräs, framför allt åkertistel, och på några ruderatväxter, särskilt brännässla, för att få reda på den ungefärliga minsta giftmängd, som kan behövas för fullständigt utrotande av nämnda arter under de klimatiska och andra betingelser, som vanligen äro rådande i Mönsterås-trakten.

### Försöksserie I

Den 1 juli 1944 utströddes klorat i koncentrationerna 5, 10, 20, 30 och 40 gram per kvadratmeter direkt på marken i en eklund vid Ödängla by. Bortsett från dimma den 2 juli var vädret de första 10 dagarna soligt och torrt. Resultatet av växtgifftet började dock märkas redan efter 2 à 3 dagar, i det att flera örters blad gulnade och vissnade. Det framgår tydligt av detta såväl som av andra försök, att enbart luftens fuktighet, såsom dimma den 2/7 och daggan under nätterna, varit tillräcklig för att lösa saltet, så att det kunnat upptagas av växterna.

En sammanfattning av resultaten lämnas i tabellerna 1 och 2.

Kraftig effekt av gifftet kunde konstateras redan efter 6 dagar på *Hypericum quadrangulum*, varav samtliga exemplar till och med på den lägsta koncentrationen 5 g/m<sup>2</sup> buro rostfärgade blad. Örten hade helt dött ut och har senare aldrig återkommit inom de beströdda områdena. Även blåbärsrisets blad voro missfärgade med bruna fläckar utmed kanterna och föllo senare av. Dessa båda arter stå längst ned i tab. 1, där arterna ordnats efter avtagande motståndskraft mot gifftet.

På närmast högre koncentration, 10 g/m<sup>2</sup>, voro efter 6 dagar dessutom *Veronica chamaedrys*, *Melampyrum pratense* och *Convallaria majalis* i nämnd ordning mer eller mindre illa åtgångna och missfärgade. Dessa ha dock under senare år ånyo uppträtt. Inte förrän efter 20 dagar märktes skador på *Trifolium medium*, som då bleknat i färgen och blivit gulgrön, vilket antecknades på alla koncentrationer. Följande år sänkades skogsklövern på högsta koncentrationen 40 g/m<sup>2</sup>, på vilken parcell den tidigare funnits ymnigt, och arten har där ej återkommit.

Tabell 1. Kloratkänsligheten hos växterna i en ekskog den närmaste tiden efter utströendet av saltet.

The Chlorate Sensitivity of Plants in an Oak Wood Shortly After the Sprinkling of the Salt.

Kloratbehandlingen skedde den 1.7. 1944, och verkningarna avlästes efter 3, 6, 20 och 50 dagar.

3 kors, + + +, = alla individ av arten döda.

2 kors, + +, = avsevärd tillbakagång.

1 kors, +, = lättare skador.

Intet kors = oskadade.

The chlorate treatment took place on 1.7.1944 and the effects were investigated after 3, 6, 20 and 50 days.

3 crosses, + + + = all individuals of the same species dead

2 crosses, + + = considerable injury

1 cross, + = slight injury

no cross = uninjured

	Gram klorat pr m <sup>2</sup>				
	5	10	20	30	40
<i>Juniperus communis</i> .....					
<i>Sorbus aucuparia</i> .....					
<i>Quercus robur</i> .....					
<i>Orobus tuberosus</i> .....					+
<i>Luzula pilosa</i> .....				+	+
<i>Anthoxanthum odoratum</i> .....				+	++
<i>Habenaria bifolia</i> .....			+	++	++
<i>Orchis maculata</i> .....			+	++	++
<i>Anemone nemorosa</i> .....			++	++	++
<i>Lathyrus silvestris</i> .....			+	++	+++
<i>Convallaria majalis</i> .....		+	++	++	++
<i>Melampyrum pratense</i> .....		+	+	++	++
<i>Veronica chamaedrys</i> .....		+	+	++	++
<i>Trifolium medium</i> .....		++	++	+++	+++
<i>Vaccinium myrtillus</i> .....	++	+++	+++	+++	+++
<i>Hypericum quadrangulum</i> .....	+++	+++	+++	+++	+++

Då sålunda flera örter visade sig relativt starkt känsliga för kloratet, var det å andra sidan förvånansvärt, att ganska många växter ännu efter 7 veckor fortfarande stodo oskadade. Till dem hörde en, rönn, ek och *Orobus tuberosus*, vilka för övrigt också vid samtliga andra försök under varierande tider juli—september alltid visat sig motståndskraftiga.

De båda vanliga orkidéerna *Orchis maculata* och *Habenaria bifolia* stodo i fruktstadium vid försökets början, men då de kommit tillbaka alla följande år på exakt samma plats, synas de vara ganska hårdiga, åtminstone sett på längre sikt.

Tabell 1 visar, att medan de fyra första arterna kunnat fortleva på områden med 40 g/m<sup>2</sup>, ha de två i tabellen sist uppförda dött redan vid en koncentration av 5 g/m<sup>2</sup> och ej återkommit. Man ser också, att *Orobus tuberosus* blott erhållit lättare skador av en kloratmängd, som är 8 gånger större än den som dödat *Hypericum*-plantorna. Växternas kloratkänslighet är sålunda mycket olika.

Tabell 2. Kloratkänsligheten hos växterna i en ekskog ett—tre år efter saltets utströende.

(Samma försök som i tabell 1.)

The Chlorate Sensitivity of Plants in an Oak Wood 1—3 Years After the Sprinkling of the Salt. (Same experiments as in Table 1).

	<p>Arten har utrotats, resp. invandrat på försöksrutan, och frekvensen har minskat, resp. blivit oförändrad eller ökat.</p> <p>The species was destroyed or immigrated respectively in the experimental square; the frequency decreased, was unchanged or increased respectively.</p>
Moehringia trinervia.....	invandrat (immigrated)
Rumex acetosa.....	invandrat »
Galeopsis tetrahit.....	invandrat »
Luzula pilosa.....	ökat (frequency increased)
Orobos tuberosus.....	ökat » »
Hieracium murorum.....	ökat » »
Holcus mollis.....	ökat » »
Anthoxanthum odoratum.....	ökat » »
Quercus robur.....	ökat » »
Veronica chamaedrys.....	ökat » »
Anemone nemorosa.....	oförändrad (unchanged)
Juniperus communis.....	oförändrad »
Habenaria bifolia.....	oförändrad »
Orchis maculata.....	oförändrad »
Ranunculus ficaria.....	oförändrad »
Vicia cracca.....	oförändrad »
Viola riviniana.....	oförändrad »
Sorbus aucuparia.....	oförändrad »
Avena pratensis.....	oförändrad »
Lathyrus silvestris.....	oförändrad »
Convallaria majalis.....	minskat ((frequency decreased)
Melampyrum pratense.....	minskat » »
Trifolium medium.....	minskat » »
Vaccinium myrtillus.....	utrotad (destroyed)
Hypericum quadrangulum.....	utrotad »

Växtlighetens förändringar i eklunden ett—tre år efter kloratspridningen åskådliggöras i tabell 2.

Våren 1945 observerades, att lundens vitsippmattor voro tvärt avbrutna på de beströdda områdena, ehuru spridda exemplar stodo kvar. Men redan året därpå blommade vitsipporna i samma mängd där som annars i lunden, varav framgår, att vitsipporna snabbt reparerar de skador, kloratet åsamkat.

*Luzula pilosa* visade första året endast obetydliga skador. Plantorna blevo exempelvis på parcellen med konc. 30 g/m<sup>2</sup> gulgröna först efter 7 veckor. De tre följande åren har emellertid *Luzula* tilltagit såväl i individrikedom som yppighet, detta till och med på den högsta koncentrationen, där den övriga vegetationen ännu 3 år efter saltets utströende visat stark tillbakagång. Ett liknande förhållande som *Luzula* visar *Anthoxanthum odoratum*.

Området med den högsta koncentrationen visade ett år efter utströendet stark tillbakagång för liljekonvalje, kovall, skogsklöver, blåbär och fyrkantig johannesört, av vilka arter inga utom förkrympta liljekonvaljer funnos inom kloratrutan. Tre år efter försökets början antecknades, att *Orobus tuberosus* var individrikast på högsta koncentrationen, men att där också fanns gott om *Luzula pilosa*. På ett annat område i samma lund och med samma höga koncentration hade året efter beströendet gräset *Holcus mollis* fått mycket ökad spridning och en mängd rosetter av *Rumex acetosa* därtill vuxit upp.

Av försöken i eklunden framgår tydligt, att man genom kloratbehandling gynnar vissa arter, nämligen de mest klorathärdiga, vilka genom kloratbehandlingen få större utrymme och överhuvudtaget bättre konkurrensförhållanden, sedan markytan befriats från en del av växtligheten.

På grund av de många faktorer, som vid dessa och följande försök visat sig ha inflytande på kloratets giftverkan, kan någon generell siffra på den minimimängd klorat, som behövs för utrotning av en viss art, icke angivas.

### Försöksserie 2

Tabell 3 visar resultaten av kloratspridning i juli månad 1944 i en närbelägen barrblandskog. I såväl denna som följande tabell ingå emellertid också resultaten av andra försök, för vilka redogöres i det följande.

Tabell 3 överensstämmer också med de i tabell 1 angivna resultaten, i den mån en jämförelse kan göras, d. v. s. i sådana fall, där samma arter ingå i båda försöken. Giftverkan på blåbärsris och kovall synes dock vara något större i barrskogen än i eklunden, vilket skulle kunna förklaras som en följd av barrskogsmarkens torrare beskaffenhet och ett därav förorsakat större vattendeficit hos dess vegetation.

Att växterna visa olika känslighet för klorat har tidigare påvisats i ett flertal undersökningar, och det har senast framhållits av ASPENGREN (1948). Det framgår emellertid av såväl de i det föregående framlagda försöken och tabellerna som av de följande, att denna känslighet är betydligt mera differentierad än vad man tidigare tänkt sig. Samma giftmängd, som dödar den ena arten, lämnar den andra oskadd. Klorateffekten är således selektiv. Kloratet skiljer sig därför icke i detta avseende från de nyare s. k. hormonpreparaten, vilkas selektiva verkan man söker utnyttja i praktiken. En mera ingående kännedom om kloratets selektiva verkan skulle sannolikt vidga användbarheten av detta medel.

Uppgifterna om giftverkningarnas följder under de följande åren finnas sammanställda i tabell 4.

Ett år efter experimentets påbörjande, den 6 juli 1945, antecknades som mest markant, att blåbär och örnbräken voro döda på alla koncentrationer. Ännu efter 3 år var det mest påfallande draget inom parcellerna den totala frånva-

**Tabell 3. Kloratkänsligheten hos växterna i en barrblandskog den närmaste tiden efter utströendet av saltet.**

The Chlorate Sensitivity of Plants in a Mixed Coniferous Wood Shortly After the Sprinkling of the Salt.

Verkningarna avlästes 4, 20 och 35 dagar efter kloratbehandlingen.  
(+) = lövfällning i förtid. Teckenförklaring i övrigt se tabell 1.

The effects were investigated 4, 20 and 35 days after the chlorate treatment. (+) = premature shedding of leaves. For explanation of the other signs v. Table 1.

	Gram klorat pr m <sup>2</sup>					
	5	10	20	30	40	50
<i>Quercus robur</i> .....						
<i>Betula verrucosa</i> .....						
<i>Juniperus communis</i> .....						
<i>Pinus silvestris</i> .....						
<i>Sorbus suecica</i> .....					(+)	(+)
<i>Sorbus aucuparia</i> .....					(+)	(+)
<i>Populus tremula</i> .....					(+)	(+)
<i>Luzula pilosa</i> .....				+	+	+
<i>Trientalis europaea</i> .....				+	+	+
<i>Cladonia rangiferina</i> .....					++	++
<i>Majanthemum bifolium</i> ....			+	+	+	+
<i>Oxalis acetosella</i> .....		+	+	+	+	+
<i>Hylocomium parietinum</i> ...			+	++	++	++
<i>Hylocomium proliferum</i> ....			+	++	++	++
<i>Chamaenerium angustifolium</i>			++	++	++	++
<i>Hieracium murorum</i> .....			++	++	++	++
<i>Picea excelsa</i> (småplantor) .		++	++	+++	+++	+++
<i>Melampyrum pratense</i> .....		++	+++	+++	+++	+++
<i>Polytrichum commune</i> .....		++	+++	+++	+++	+++
<i>Vaccinium vitis idaea</i> .....		++	+++	+++	+++	+++
<i>Vaccinium myrtillus</i> .....	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<i>Eupteris aquilina</i> .....	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<i>Calluna vulgaris</i> .....	+++	+++	+++	+++	+++	+++

ron av *Eupteris aquilina*, ty denna kraftiga skogsormbunke är annars mycket ymnig i hela den ifrågavarande barrskogen. Ej heller blåbärsris har under de tre följande åren återkommit, ej ens på den med 5 g/m<sup>2</sup> behandlade parcellen.

### Försöksserie 3

Den 15 juli 1944 utströddes finpulvriserat natriumklorat på barrskogsmark i den s. k. »Lilla Hagen» nära Ödängla by i koncentrationer om 5, 10, 20, 30, 40 och 50 g/m<sup>2</sup> på parceller om vardera 9 m<sup>2</sup>. Följande dag silade ett fint duggregn ned under åtskilliga timmars tid, och den 21 juli kom cirka 15 mm under 2 timmar. Nederbörden den närmaste tiden efter kloratets utspridning var sålunda icke så stor, att uttvättning av saltet ur marken behövde befaras.

En sammanfattning av försöksresultaten ingår i tabellerna 3 och 4.

De första anteckningarna om giftverkan gjordes efter 4 dagar, då på de lägre koncentrationerna 5, 10 och 20 g/m<sup>2</sup> egentligen endast blåbärsris och kovall reagerat med missfärgade blad. Av de första iakttagelserna att döma syntes

Tabell 4. Kloratets giftverkan i en barrblandskog ett — tre år efter saltets utströende.

(Samma försök som i tabell 3).

The Toxic Effect of the Chlorate in a Mixed Coniferous Wood 1—3 Years After the Sprinkling of the Salt.

(Same experiments as in Table 3).

	Arten har utrotats, resp. invandrat på försöksrutan, och frekvensen har minskat, resp. blivit oförändrad eller ökat.
	The species was destroyed or immigrated respectively in the experimental square; the frequency decreased, was unchanged or increased respectively.
Moehringia trinervia.....	invandrat (immigrated)
Rubus idaeus.....	invandrat »
Rubus Bellardii.....	invandrat »
Luzula pilosa.....	ökat (frequency increased)
Deschampsia flexuosa.....	ökat » »
Chamaenerium angustifolium.....	ökat » »
Hieracium murorum.....	ökat » »
Trientalis europaea.....	ökat » »
Populus tremula.....	ökat » »
Quercus robur.....	ökat » »
Pinus silvestris.....	ökat » »
Veronica officinalis.....	ökat » »
Majanthemum bifolium.....	ökat » »
Cladonia rangiferina.....	oförändrad (unchanged)
Betula verrucosa.....	oförändrad »
Juniperus communis.....	oförändrad »
Oxalis acetosella.....	oförändrad »
Picea excelsa (träd).....	oförändrad »
Sorbus aucuparia.....	oförändrad »
Sorbus suecica.....	oförändrad »
Hylocomium parietinum.....	minskat (frequency decreased)
Hylocomium proliferum.....	minskat » »
Melampyrum pratense.....	minskat » »
Picea excelsa (småplantor).....	minskat » »
Polytrichum commune.....	minskat » »
Vaccinium vitis idaea.....	minskat » »
Eupteris aquilina.....	utrotad (destroyed)
Vaccinium myrtillus.....	utrotad »
Calluna vulgaris.....	utrotad »

blåbärsriset ej tagit så stor skada som exempelvis *Chamaenerium angustifolium*, *Melampyrum pratense* och *Hieracium murorum*.

Efter 20 dagar, då blåbärsbladen fallit av, företedde lingonriset ej några skador på de båda lägsta koncentrationerna men däremot svartfläckade blad på de högre, medan ljung, örnbräken och granplantor överallt inom kloratområdet hade gulnat. En-, rön-, oxel- och aspbuskarna voro fortfarande friska. Samtidigt som de flesta växter på parcellen med högsta koncentrationen, 50 g/m<sup>2</sup>, voro illa åtgångna, däribland en helt avbarrad granplanta, voro ekplantor på samma plats oskadda. Småplantorna av tall på de olika parcellerna hade icke alls skadats av kloratet.



Trots att de förefintliga lövträden till en början ej syntes ha tagit någon skada av kloratet, visade det sig efter 35 dagar, att de icke varit alldeles opåverkade, ty både rönn-, asp- och oxelplantorna fällde sina blad tidigare än omgivningens obehandlade individer.

Från att före kloratbehandlingen ha företett en ganska karg anblick antog området under de följande åren mera leende drag. Flera växter, som tidigare endast uppträtt sparsamt inom parcellerna, vunno ökad spridning, andra invandrade. Den 28 juni 1946 noterades mängder av blommande *Hieracium murorum* och riklig förekomst av vippbärande *Deschampsia flexuosa*. Av fibblorna fanns sålunda 1 ex. på varannan dm<sup>2</sup>, och gräsväxtligheten var mycket tät mot i omgivningen, där endast enstaka exemplar av kruståtel växte. På parcellen, som behandlats med 30 g/m<sup>2</sup>, spirade små hallonplantor här och var, och *Chamaenerium angustifolium* uppträdde i ovanligt stor mängd. Aspbuskarna hade skjutit nya skott och bildat ett riktigt snår, och av örter antecknades mycket frodig *Luzula pilosa* samt *Veronica officinalis*, *Oxalis acetosella* och *Moehringia trinervia*.

På gränsen till kloratrutan med 10 g/m<sup>2</sup> står en ca 10 meter hög gran, som reagerat för giftet på ett märkligt sätt. Den sida av granen, som vetter mot parcellen, hade nämligen en hel barrgeneration gulfärgad. De barr, som utvecklats senare, ha dock normal färg och verka till och med bredare och saftigare än de äldre barren. På grund av motsättningen mot de senare årens barr verkar den nämnda sidan av granen mosaikfärgad eller marmorerad. Sannolikt har giftet hållit sig lokalt till den ena sidan av granen och granen förmått övervinna det skadliga kloratingreppet utan andra men än den gulnade barrgenerationen. Tallarna på och invid kloratområdet ha ej visat någon synlig reaktion. I sammanhang härmed kan påpekas, att kloratet enligt samtliga försök icke spritt sig till omgivningen. De behandlade områdena framträdde alltid klart avgränsade mot omgivningen och med samma gränser, som de erhållit från början. Undantag härifrån måste alltid hänföras till oförsiktig spridning, olämpliga vindförhållanden, kraftigt regn strax efter utspridningen eller andra mekaniska faktorer.

#### Försöksserie 4

Den 3 aug. 1944 utvaldes ett annat område i samma barrskog som användes i serie 3 men med delvis annan vegetation, såsom *Trientalis europaea* och *Betula verrucosa*. Koncentrationerna av natriumklorat voro resp. 10, 20, 30 och 40 g/m<sup>2</sup> inom parceller av 9 m<sup>2</sup> storlek. Regn kom ej förrän den 10 aug. med 5 mm. Vidare regnade det några få mm den 17 aug. och 28 aug.—3 sept., allt som allt endast ca 25 mm på en hel månad.

Även dessa försök ha införts i tabellerna 3 och 4.

De växter, som voro gemensamma för dessa och tidigare försök, reagerade på liknande sätt. Kovallen svartnade sålunda efter en vecka, blåbärsbladen brunfärgades, örnbräken gulnade efter några veckor o. s. v. Ek-, björk-, rönn- och oxelplantor verkade oskadda. På våren 1945 observerades, att den i omgivningen täta, ljusst grönskande mattan av blåbärsris var tvärt avbruten vid det kloratbehandlade området. I juli 1945 antecknades som mest påfallande, att *Trientalis* förekom i mycket stora mängder på alla koncentrationer samt att utom blåbärsris och örnbräken ett flertal unga granplantor voro döda.

Tvårt emot att ha tagit skada av växtgiften syntes *Trientalis*-plantorna mått väl av det. De voro ovanligt kraftiga och mörkgröna, en iakttagelse som står i överensstämmelse med KOLMODINS erfarenheter (1942, sid. 4—5). Man kan dock anmärka, att även denna art strax efter kloratets utspridande antar en grågul färgton och att örten sålunda icke blott överviner skadorna utan också främjas av kloratet.

KOLMODIN anför (1942, sid. 33), att bl. a. björk och rönn vid kloratbehandling på hösten äro mycket litet känsliga för saltet, och han anser, att om saltet utströddes vid annan årstid, även dessa träd skulle visa större känslighet för giften. Genom de av mig utförda försöken framgår emellertid tydligt, att björk- och rönnplantor äro synnerligen motståndskraftiga även vid utspridning i juli och augusti. (Jfr tab. 3.)

Två år efter saltets utströende företedde parcellen med den högsta koncentrationen en från försökets början helt avvikande växtlighet, mer örtrik och leende, om man så får säga. Utöver mängden av *Trientalis* och *Luzula* fanns det gott om *Deschampsia flexuosa*, *Oxalis acetosella* och *Moehringia trinervia*. *Rubus Bellardii*, som förekom på en lokal i närheten, hade under tiden invandrat på *Trientalis*-området, och dessa björnbärsplantor tycktes trivas väl. Ek- och rönnplantor hade spirat upp i rätt stort antal individ. På varje parcell hade genom självsådd från en mellan barrträden inklämd ek ett tiotal unga ekplantor växt upp. Det förefaller således som om det skulle vara möjligt att genom kloratspridning i skogsmark gagna självsådden och återföryngringen av ek på sådana områden, där denna tidigare icke kunnat komma till utveckling på grund av för tät ormbunks- och blåbärsvegetation. Samma effekt har för övrigt kunnat konstateras i ett annat samtidigt utfört försök, där undervegetationen utgjordes av ljung, blåbär, lingon och örnbräken. Enstaka individ av unga ekplantor ha visserligen i några fall fått grågula blad strax efter kloratspridningen, men i stort sett synes eken (*Quercus robur*) vara motståndskraftig. Såsom ÅSLANDER (1931, sid. 12) påpekat, får man räkna med att de olika individernas känslighet kan variera. KOLMODIN har också observerat, att marbuskar av gran lättare utrotas än växtliga granar.

## Försöksserie 5

Några platser i barrskogen, som voro tätt bevuxna med framför allt ekorr-bär (*Majanthemum bifolium*), behandlades den 17 juli 1944 med doser från 10 till 80 g/m<sup>2</sup>. Bland övriga växter på dessa parceller märktes örnbräken, rönnpantor, vårfryle, kovall och blåbär. Försöksresultaten ha infogats i tabellerna 3 och 4. Två dygn efter spridningen kunde ingen reaktion hos växterna märkas, men efter fyra dygn hade bladen av kovall svartnat, av ekorr-bär gulnat och av blåbär brunfläckats. Efter 17 dagar hade blåbärsriset fällt sina blad, och örnbräken var också död. Ekorr-bärsplantorna voro på parcellerna med de båda lägsta koncentrationerna också delvis vissnade, på de övriga helt vissnade. Rönnbuskarna och *Luzula*-plantorna hade överlag klarat sig bra. Märkligt är, att en ekplanta inte lidit någon skada av så hög koncentration som 80 g/m<sup>2</sup>.

I full överensstämmelse med samtliga andra försök ha blåbär och örnbräken ej återkommit de närmaste tre åren efter kloratspridningen, och *Luzula pilosa* och *Deschampsia flexuosa* ha blivit ymnigare. *Majanthemum bifolium*, som under själva försöksåret syntes ha dött, återkom i oförändrad mängd redan följande år och var 1947 riklig i alla parceller. Denna art visar alltså i likhet med flera andra stor förmåga att reparera kloratskadorna. Samma förhållande till kloratet visade i särskilda försök även harsyra (*Oxalis acetosella*). Efter kloratbehandling den 5 aug. 1944 med små doser, varierande mellan 5 och 30 g/m<sup>2</sup>, vissnade örtens blad redan efter fyra dygn, men följande vår uppträdde örten i lika stor mängd som tidigare. Hos ekorr-bär och harsyra äro tydligen jordstammarna ej så känsliga för giftet som stjälken och bladen, i vilka kloratkoncentrationen genom transpirationen sannolikt blir större än i de underjordiska delarna och därför ger snabbare utslag. Men som ett märkligt faktum kvarstår ändå det förhållandet, att dessa till synes så späda örter visa så stor motståndskraft mot kloratet, till och med i koncentrationer om 40—50 g/m<sup>2</sup>.

I ett annat försök utfört i juli 1944 med ungefär samma växter hölls doseringen kring lägre värden, nämligen 2½, 5, 10, 15, 20, 25 och 30 g/m<sup>2</sup>. Här kunde noteras, att fastän blåbärsriset visade tidigare reaktion (missfärgning efter 4 dygn) för saltet än vad ljungen gjorde (ca 10 dygn), så var det ändå ljungen, som i längden visade sig ömtåligast. Ljungen dog nämligen helt ut redan av den lägsta koncentrationen, 2½ g/m<sup>2</sup>, medan blåbärsriset visserligen skadades i början men senare kom tillbaka. På parcellen med närmast högre koncentration var även blåbärsriset dött, medan t. ex. örnbräken följande år återkom där. På rutan med 15 g/m<sup>2</sup> antecknades den 6 juli 1945, att en 2 meter hög granplanta var helt avbarrad. Det mest märkbara resultatet i detta försök var, att blåbär och örnbräken helt dött ut på flertalet parceller, medan

de många rönnbuskarna överallt stodo lika friska som före försöket. År 1947 noterades vidare, att kovall genom självsädd återkommit på rutorna med högre koncentration än 15 g/m<sup>2</sup>, på vilka örten varit borta 1945 och 1946.

**Tabell 5. Kloratkänsligheten hos växterna under en torrperiod den närmaste tiden efter saltets utströende.**

The Chlorate Sensitivity of the Plants During a Dry Period Shortly After the Sprinkling of the Salt.

Kloratbehandlingen skedde den 19.6.1947, och verkningarna avlästes efter 4, 18 och 56 dagar.

Teckenförklaring se tabell 1.

The chlorate treatment took place on 19.6.1947 and the effects were investigated after 4, 18 and 56 days.

For explanations of the signs v. Table 1.

	Gram klorat pr m <sup>2</sup> 20
<i>Orobus tuberosus</i> .....	+
<i>Luzula pilosa</i> .....	+
<i>Potentilla erecta</i> .....	+
<i>Majanthemum bifolium</i> .....	+
<i>Lathyrus silvestris</i> .....	++
<i>Rumex acetosa</i> .....	++
<i>Hylocomium parietinum</i> .....	++
<i>Hylocomium proliferum</i> .....	++
<i>Hieracium pilosella</i> .....	++
<i>Polygala vulgaris</i> .....	++
<i>Scabiosa succisa</i> .....	+++
<i>Rhinanthus minor</i> .....	+++
<i>Vaccinium vitis idaea</i> .....	+++
<i>Linnaea borealis</i> .....	+++
<i>Polytrichum commune</i> .....	+++
<i>Eupteris aquilina</i> .....	+++
<i>Vaccinium myrtillus</i> .....	+++
<i>Calluna vulgaris</i> .....	+++
<i>Hypericum quadrangulum</i> .....	+++

### Försöksserie 6

Under sommaren 1947, som var mer än vanligt torr, utförde jag några mindre försök med skogs- och ängsväxter. Kloratet utströddes i fast form den 19 juni 1947. Spridningsmängden var på alla parceller 20 g/m<sup>2</sup>, ett värde som vid de föregående försöken visat sig vara lämpligt att använda, om ett flertal växtarter skulle dödas. Bortsett från ett mildt regn natten till midsommardagen var vädret extremt torrt och varmt till den 2 juli. Den 2—6 juli kom sammanlagt ca 15 mm.

En sammanfattning av resultaten lämnas i tabell 5.

Trots den torra väderleken reagerade växterna kraftigt efter endast 3 à 4 dagar. Efter 18 dagar noterades bland skogsväxterna linnéan helt nedviss-

nad, ljungen död, blåbärsriset bladlöst, lingonbladen delvis svarta, medan *Orobus tuberosus* och *Majanthemum bifolium* levde.

Bland ängsväxterna märktes förgiftningen också mycket snabbt, *Hypericum quadrangulum* antog efter ett par dagar den sedvanliga roströda färgtonen, som tyder på kloratförgiftning, och rosetterna av *Scabiosa succisa* och *Hieracium pilosella* samt grässtråna voro efter 13 dagar liksom förbrända, *Rhinanthus minor* var död. *Trifolium medium* och *Polygala vulgaris* voro då något mer gulgröna än omgivningens obehandlade exemplar, men voro den 15 aug. i regel döda. Vid slutet av sommaren levde endast *Orobus tuberosus*, *Luzula pilosa*, *Potentilla erecta*, *Lathyrus silvestris* och *Rumex acetosa*, men även de syntes genom sin gulgröna färg påverkade av förgiftningen.

Koncentrationen 20 g/m<sup>2</sup> verkade alltså betydligt mer förödande än vid de tidigare försöken, vilket torde ha berott på ändrade yttre betingelser, t. ex. att kloratet utströddes vid annan årstid och att torkan var mera ihållande. Resultaten av dessa sista försök sommaren 1947 kunna givetvis icke utan vidare placeras in i den tidigare funna känslighetsskalan, då de framkommit under andra klimatbetingelser. Men de bekräfta delvis en tidigare framförd uppfattning, att växternas transpiration, som är ovanligt stor under försommaren och högsommaren, verksamt befrämjar gifteffekten. (STÄLFELT, 1946, sid. 3 och 9). Under torrperioder bör man alltså kunna utrota växterna med mindre mängd klorat än vad som annars vanligen behövs. Visserligen måste kloratet bringas i lösning för att upptagas av växterna, vilket skulle tala för val av fuktigare period, men erfarenheterna visa, att det hygroskopiska saltet självt upptager luftens fuktighet och dag och snabbt går i lösning.

### Försöksserie 7. Kloratförsök med åkerogräs

Som utrotningsmedel för åkertistel har natriumklorat länge använts med framgång enligt en metod, som på 1920-talet utarbetades av ÅSLANDER och senare förbättrats av honom.

I Mönsteråstrakten har metoden dock ej funnit samma vidsträckta användning som på många andra håll, och för att pröva saltets verkan i denna trakt spred jag i mitten av september 1945 natriumklorat på en åker med »trädgårdsjord» och fruktträd, där tistel på stora fläckar förekom mycket rikligt. Den beströdda ytan var sammanlagt 3 ar, och spridningsmängden 15 g/m<sup>2</sup> och 20 g/m<sup>2</sup>. Efter 5 dagar voro tistelrosetterna helt vissna, gråa till färgen, och efter 3 veckor ej ens synliga. Följande vår noterades, att hela området var grått till färgen och skarpt skilde sig från de gröna fälten i omgivningen. Någon enstaka tistel sköt visserligen senare upp men starkt försvagad och med svagare växt och gulgröna blad. Jämfört med den ursprungliga mängden tistlar kunde endast cirka 3—5 % beräknas återstå, och även dessa försvunno vid odling av potatis året efter och köksväxter under därpå följande år. Några skador på

fruktträden eller dåliga efterverkningar på de under senare år odlade växterna ha ej kunnat upptäckas. I ett så pass torrt klimat som Kalmarsundskustens och vid spridning av saltet i september bör man enligt mitt försök kunna räkna med att cirka 15 g/m<sup>2</sup>, d. v. s. 150 kg/har, räcker för tistelutrotning.

De ettåriga frögräsen, t. ex. *Stellaria media*, blevo från början utrotade men ha så småningom i regel kommit tillbaka.

Mest motståndskraftig mot kloratet syntes snärjmåran (*Galium aparine*) vara. Även maskros (*Taraxacum vulgare*) fanns kvar i rätt många exemplar våren 1946. Kvickrot (*Agropyron repens*) har anförts som ett motståndskraftigt gräs (ÅSLANDER 1928, sid. 916 och 1931, sid. 11), men i mitt försök döddes kvickroten redan vid en koncentration av 20 g/m<sup>2</sup>. De på hösten vita sega jordstammarna voro på våren svarta och spröda. Det är väl därför ej så säkert, att kvickrotsjordstammarnas barkskikt skulle erbjuda ett lika gott skydd mot kloratets inträngande, som det tidigare förmodats (l. c.). Det skulle visserligen vara ett lättförståeligt skäl, om känsligheten skulle bero på hudens beskaffenhet, men då det nu visat sig, att kloratet verkar selektivt bland arterna, är det väl mera troligt, att känsligheten beror på inre orsaker, d. v. s. på artens fysiologiska organisation. Ett dylikt sammanhang har också nyligen påvisats av ÅBERG (1947) (jmf. EKDAHL 1948). Även den vanliga brännässlan kan trots sina relativt hårda och väl skyddade jordstammar räknas tillhöra de för klorat känsliga växterna. Tidpunkten för saltets utströende, jordmånen och traktens klimat spelar givetvis också stor roll, och det är ju möjligt, att man vid alltför sen höstgiva ej kan utrota kvickroten med så ringa mängd som i mitt försök.

## Sammanfattning

1. Endast helt obetydliga mängder klorat behövas för att döda ljung (*Calluna vulgaris*) och fyrkantig johannesört (*Hypericum quadrangulum*). De utrotas redan vid en koncentration av 2½—5 g/m<sup>2</sup> och äro därmed de känsligaste av de här undersökta arterna.

2. Närmast följa blåbärsris (*Vaccinium myrtillus*) och örnbräken (*Eupteris aquilina*), som dö vid respektive 5 och 10 g/m<sup>2</sup>. För utrotning av skogsklöver (*Trifolium medium*), teveronika (*Veronica chamaedrys*), kovall (*Melampyrum pratense*), linnea (*Linnaea borealis*), lingon (*Vaccinium vitis idaea*) och björnmossa (*Polytrichum commune*) erfordras mellan 10 och 20 g/m<sup>2</sup>. Av trädslag ha unga granplantor (*Picea excelsa*) visat sig känsligast. I flera fall ha de barrat redan vid 10 g/m<sup>2</sup>, och på högre koncentrationer ha de alltid dött. En fullväxt gran, som stått intill kloratbehandlat område, har också visat övergående skadeverkningar. Till denna relativt känsliga grupp höra också åkertistel

(*Cirsium arvense*) och vanlig brännässla (*Urtica dioica*) samt under vissa förhållanden också kvickrot (*Agropyron repens*).

3. Ett stort antal örter äro tämligen motståndskraftiga mot kloratet, t. ex. *Anemone nemorosa*, *Lathyrus silvestris*, *Convallaria majalis*, *Orchis maculata*, *Habenaria bifolia* och *Anthoxanthum odoratum*. Till samma grupp kunna också *Majanthemum bifolium* och *Oxalis acetosella* hänföras. De råka visserligen i ett sjukligt tillstånd vid koncentrationer på 20—40 g/m<sup>2</sup>, men repa sig till året därpå. Väggmossorna (*Hylocomium parietinum* och *H. proliferum*) förhålla sig ungefär som de medelmåttigt känsliga örterna. De bli missfärgade och sjukliga men fortleva på lokalen vid koncentrationer på 20 g/m<sup>2</sup>.

4. Största motståndskraften bland örterna ha *Potentilla erecta*, *Trientalis europaea*, *Luzula pilosa* och *Orobis tuberosus*, som levat kvar på parceller, där spridningsmängden varit 40 g/m<sup>2</sup> eller däröver. Renlav (*Cladonia rangiferina*) har visat sig vara ganska okänslig för klorat.

Träden och buskarna med undantag för unga granplantor ha visat stor motståndskraft mot kloratet. Såväl små som stora tallar (*Pinus silvestris*) och enar (*Juniperus communis*) ha förefallit okänsliga, och även lövträden äro mycket litet känsliga för klorat. Ek (*Quercus robur*), björk (*Betula verrucosa*), rönn (*Sorbus aucuparia*), oxel (*Sorbus suecica*) och asp (*Populus tremula*) ha varit förvånansvärt motståndskraftiga. Tvärt emot att ha skadats synas de ha gynnats i sin tillväxt, troligen genom minskad rotkonkurrens. De behandlade områdena ha blivit mottagliga för återväxt av unga ek- och asplantor, medan angränsande ytor icke visat nämnvärda tecken på föryngring.

5. Vid svag kloratgiva reagera flera växtarter endast med färgförändring och reparera mindre skador, som kloratet åsamkat dem, hos andra kan stjälkar och blad visserligen helt vissna ned efter kloratbehandlingen, men deras underjordiska stamdelar leva kvar och skjuta nya skott följande år.

6. De vid undersökningen vunna resultaten ha alltså visat, att natriumkloratet har en selektiv verkan, så att vissa växtarter utrotas, medan andra skonas eller rentav gynnas, och att natriumkloratet alltså i princip icke skiljer sig från de nyare s. k. hormonpreparaten som använts i ogräsbekämpande syfte, t. ex. 2,4-D.

7. Eftersom känsligheten är så olika hos skilda växtarter, är det tydligt, att kloratets giftverkan ej enbart ligger i den oxidation som visar sig som brunfärgning av vävnader och organ, utan snarare däri att saltet rubbar den fysiologiska organisationen, särskilt ämnesomsättningen.

8. En särskild grupp av växter bilda de som infinna sig eller vinna ökad utbredning åren efter kloratbehandlingen. Dessa växter utgjordes på parcellerna i barrblandskogen huvudsakligen av sådana arter, som vanligen förekomma på hyggerna. I mina försök har det framför allt varit en del gräsarter, t. ex. *Deschampsia flexuosa*, *Holcus mollis* och *Luzula pilosa*, och några ganska

saftiga örter, bl. a. *Chamaenerium angustifolium*, *Rumex acetosa*, *Moehringia trinervia* och *Hieracium murorum*, och vidare hallonbuskar och rost-björnbär (*Rubus idaeus* och *R. Bellardii*).

## Summary

### The Sensitivity of some Wood and Meadow Plants to Sodium Chlorate

1. Only an insignificant amount of sodium chlorate is required to kill *Calluna vulgaris* and *Hypericum quadrangulum*. Even a concentration of 2,5—5 g/m<sup>2</sup> suffices. They are thus the most sensitive of the species investigated.

2. The next most sensitive species are *Vaccinium myrtillus* and *Eupteris aquilina*, which are eradicated at a concentration of 5 and 10 g/m<sup>2</sup> respectively. Between 10 and 20 g/m<sup>2</sup> are necessary to eradicate *Trifolium medium*, *Veronica chamaedrys*, *Melampyrum pratense*, *Linnaea borealis*, *Vaccinium vitis idaea* and *Polytrichum commune*. Young *Picea excelsa* are the most sensitive of the trees. In several cases they shed their leaves even at a concentration of 10 g/m<sup>2</sup> and at higher concentrations they always die. A full-grown tree of the same species growing adjacent to the area treated with chlorate also showed transient injurious effects. *Cirsium arvense* and *Urtica dioica* and — under certain conditions — *Agropyron repens* also belong to this relatively sensitive group.

3. A large number of herbs are relatively resistant to the chlorate, e. g. *Anemone nemorosa*, *Lathyrus silvestris*, *Convallaria majalis*, *Orchis maculata*, *Habenaria bifolia* and *Anthoxanthum odoratum*. *Majanthemum bifolium* and *Oxalis acetosella* can also be included in this group, since although they show signs of disease at concentrations of 20—40 g/m<sup>2</sup>, they recover by the following year. *Hylocomium parietinum* and *H. proliferum* react approximately the same as the moderately sensitive herbs. They become discoloured and unhealthy but survive at concentrations of 20 g/m<sup>2</sup>.

4. *Potentilla erecta*, *Trientalis europaea*, *Luzula pilosa* and *Orobus tuberosus* survive at concentrations of 40 g/m<sup>2</sup> or more and thus show the greatest resistance of the herbs. *Cladonia rangiferina* is fairly insensitive to chlorate.

With the exception of young *Picea excelsa*, the trees and bushes show considerable resistance to the chlorate. Small and large *Pinus silvestris* and *Juniperus communis* appear insensitive, and even deciduous trees are only slightly sensitive to the chlorate. *Quercus robur*, *Betula verrucosa*, *Sorbus aucuparia*, *Sorbus suecica* and *Populus tremula* are surprisingly resistant. Not only are they uninjured, but their growth appears to be promoted, probably owing to decreased root competition. The areas treated are susceptible to the regrowth of young oak and poplar plants, whereas adjacent areas show no remarkable signs of regeneration.

5. The results of the investigation thus show that sodium chlorate has a selective effect in that certain species of plants and trees are eradicated, whereas others suffer no ill effects or are even favourably affected. Thus, sodium chlorate does not differ in principle from the new, so-called hormone preparations used for the purpose of eradicating weeds, e. g. 2,4-D.



*Anförd litteratur*

- ASPENGREN, HANS: Något om klorex. Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskr. 46, 1948 sid. 25.
- EKDAHL, IVAR: The Action of Chlorate and some Related Substances upon Root Hairs of young Wheat Plants. — Lantbrukshögsk. Ann. 1948. Vol. 15 p. 113.
- KOLMODIN, GUSTAF: Klorat i skogsbrukets tjänst. Norrl. Skogsvårdsförb. tidskr. 1942.
- STÅLFELT, M. G.: Försök över natriumkloratets giftverkan på ljung och blåbärsris. Svenska Skogsvårdsför. tidskr. 1945, sid. 260.
- Gifteffekten och dess beroende av spridningssättet vid utrotning av ljung och blåbärsris med natriumklorat. Medd. från Statens Skogsforskningsinstitut. Bd 35, nr 2, 1946.
- ÅBERG, BÖRJE: Kloratförgiftningens fysiologi. Föredrag vid sammanträde med Nordisk Förening för fysiologisk botanik. Köpenhamn 1947. Jmf. Lantbrukshögskolans Ann. Vol. 15: 37—107.
- ÅSLANDER, ALFR.: Experiments of the eradication of Canada thistle, *Cirsium arvense*, with chlorates and other herbicides. Journ. of Agric. Res. Vol. 36, 1928, sid. 915.
- Natriumkloratets verkan på åkertistel och andra växter. Nord. Jordbr.-forsk. 1931.