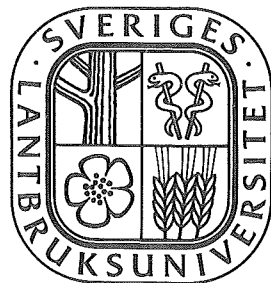


# Växt- skydds- notiser



Nr 3, 1987 — Årg. 51



Kornvivel — *Sitophilus granarius* Foto: SLU

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<i>Stig Andersson:</i> Differences in reactions between cereals and cultivars towards the "Gotland strain" of <i>Heterodera avenae</i> .....	66
<i>Christine Jakobsson, Matilda Lönnemark &amp; Karin Kvist:</i> Ozonskador på växter vid Ultuna .....	70
<i>Hans Olvång:</i> Bekämpning av utvintringssvampar i höstvetete och råg .....	74
<i>Rickard Jonsson:</i> <i>Microdochium bolleyi</i> — en rotpatogen på stråsåd? .....	81
<i>Johan Mörner, Annikki Hyvönen &amp; Magnus Simonsson:</i> Försök med koldioxid mot förrådsskadedjur .....	87
Jakob Eriksson medaljen .....	93

# Differences in reactions between cereals and cultivars towards the "Gotland strain" of *Heterodera avenae*

Stig Andersson, Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Plant and Forest Protection, Box 44, S-230 53 Alnarp

ANDERSSON, S. 1987. Differences in reactions between cereals and cultivars towards the "Gotland strain" of *Heterodera avenae*. *Växtskyddsnotiser* 51: 3, 66–69.

The reactions of three barley cultivars, three oat cultivars and one spring wheat cultivar to *aldicarb* treatment against the "Gotland strain" of *Heterodera avenae* (British pathotype 3 of *H. avenae*) were investigated in two field experiments in the island of Gotland in 1983 and 1984. The highest yield response to the treatment was found in the susceptible oat cultivar Sang and in the spring wheat cultivar Kadett, a lower response in the two oat cultivars Hedvig and Selma, both resistant to this nematode strain, and a very small one in the three barley cultivars Alva, Ida and Nery, all susceptible.

The spring wheat cultivar and the susceptible oat cultivar were the best hosts. Differences in host properties were demonstrated between the barley cultivars.

## Introduction

The "Gotland strain" of *Heterodera avenae* (Andersson, 1973), in the U.K. known as "pathotype 3" of *H. avenae* (Cook, 1975), was recognized by Videgård (1973) to have host preferences different from those of *H. avenae sensu strictu*. Ireholm (1983; 1985) found that there are at least two pathotypes of the "Gotland strain" in Sweden. She also showed that resistance to the nematode may be found in some market cultivars of oats and, in the case of one of the pathotypes, also barley. As to sensitivity of different cereals to attack, little is known. For this reason one field experiment was conducted in each of the years 1983 and 1984.

## Materials and methods

The experiments were performed in a split-plot design with four complete blocks. In the blocks cultivars and/or cereals formed the main plots, and the treatment with a nematicide, *aldicarb*, 50 kg Temik 10 G/ha, and untreated formed the subplots. The nematicide was harrowed down immediately before sowing. Soil samples for nematode analysis were taken in all plots before sowing and after harvest. The nematode densities were determined from 500 g moist soil per sample. The water content was, however, determined so that the results could be given in eggs/g air dry soil.

The two experiments were conducted at Etelhem in 1983 and at Havor in 1984, both places in the south part of the island of Gotland. In the first case the soil was a silt loam, in the second one a sandy clay loam. The preceding crop at Etelhem was susceptible barley, at Havor a mixture of peas and susceptible oats.

In the Etelhem experiment the following cereals and cultivars were tested: barley (Alva, Ida, Nery), oats (Hedvig, Sang, Selma) and spring wheat (Kadett). The choice of the oat cultivars was partly due to the fact that two of them, Hedvig and Selma, were supposed to be resistant (Ireholm, 1985). All the other cultivars were supposed to be susceptible (Ireholm, 1983). Due the results of the Etelhem experiment only the following cultivars were tested in the Havor experiment: Ida, Nery, Sang, Selma and Kadett.

The crops of both experiments were managed in accordance with normal practice. In order to eliminate a possible effect of the nematicide treatment on insects, the whole experimental site was treated early with a synthetic pyrethroid (Sumicidin). The experiments were inspected in early July and were harvested at normal time.

Statistical treatments were made through variance analysis of the grain yields of untreated series, of treated series and of the quo-

Table 1. Grain yield of spring cereals in untreated and *aldicarb*-treated plots in the field experiment at Etelhem, 1983.

*Kärnsköörden av vårstråsäd för obehandlat och behandlat med aldicarb i försöket i Etelhem, 1983.*

Cereal, cultivar Stråsädesslag, sort	Untreated Obehandlat		Treated Behandlat		Treated × 100/Untr. Behandl. × 100/Obeh.
	Kg/ha	Rel.	Kg/ha	Rel.	
Barley — Korn, Alva	5 360 <sup>a</sup>	100	5 220 <sup>a</sup>	100	97 <sup>a</sup>
Barley — Korn, Ida	5 090 <sup>a, b</sup>	95	5 130 <sup>a</sup>	98	101 <sup>a, b</sup>
Barley — Korn, Nery	5 360 <sup>a</sup>	100	5 400 <sup>a</sup>	104	101 <sup>a, b</sup>
Oats — Havre, Hedvig	4 440 <sup>b, c, d</sup>	83	4 830 <sup>a</sup>	93	108 <sup>b, c</sup>
Oats — Havre, Sang	4 230 <sup>c</sup>	79	5 180 <sup>a</sup>	99	122 <sup>d</sup>
Oats — Havre, Selma	5 020 <sup>a, d, e</sup>	94	5 630 <sup>a</sup>	108	113 <sup>c</sup>
Spring wheat — Vår- vete, Kadett	4 790 <sup>a, c, e</sup>	89	5 640 <sup>a</sup>	108	118 <sup>d</sup>

<sup>a, b, c, d, e</sup> Figures followed by the same letter are not significantly different on column-wise comparisons ( $P > 0.05$ ).

*Värden åtföljda av samma bokstav är ej signifikant skilda vid kolumnvisa jämförelser ( $P > 0,05$ ).*

Table 2. Grain yield of spring cereals in untreated and *aldicarb*-treated plots in the field experiment at Havor, 1984.

*Kärnsköörden av vårstråsäd för obehandlat och behandlat med aldicarb i försöket i Havor, 1984.*

Cereal, cultivar Stråsädesslag, sort	Untreated Obehandlat		Treated Behandlat		Treated × 100/Untr. Behandl. × 100/Obeh.
	Kg/ha	Rel.	Kg/ha	Rel.	
Barley — Korn, Ida	6 070 <sup>a, b</sup>	100	5 950 <sup>a</sup>	100	98
Barley — Korn, Nery	5 970 <sup>a</sup>	98	6 110 <sup>a</sup>	103	102 <sup>a</sup>
Oats — Havre, Sang	6 460 <sup>b, c</sup>	106	6 910 <sup>b</sup>	116	107 <sup>a</sup>
Oats — Havre, Selma	6 640 <sup>c</sup>	110	6 870 <sup>b</sup>	115	103 <sup>a</sup>
Spring wheat — Vår- vete, Kadett	4 470	74	4 830	81	108 <sup>b</sup>

<sup>a, b, c</sup> Figures followed by the same letter are not significantly different on column-wise comparisons ( $P > 0.05$ ).

*Värden åtföljda av samma bokstav är ej signifikant skilda vid kolumnvisa jämförelser ( $P > 0,05$ ).*

tient treated/untreated (interaction). As to population dynamics, variance analysis was made of the logarithmic values of the nematode densities in spring ( $P_i$ ) and in autumn ( $P_f$ ) and of the quotient  $P_f/P_i$  (rate of multiplication). Variance analysis was also made on the relative effect of the treatment.

## Results

### Crop development and yield

On inspection of the Etelhem experiment in early July 1983 it was found that one block was situated on an uneven, sandy subsoil. This block was therefore rejected. In the other

blocks the crops of the *aldicarb*-treated subplots were judged to be in much better growth than those in the untreated ones in spring wheat, to a lesser extent in barley, while the differences seemed to be unimportant in oats. On inspection of the Havor experiment in early July 1984, clear differences were only noticed in spring wheat.

Yields and responses to the nematicide treatment are given in tables 1 and 2. In the Etelhem experiment the treatment brought about increases of about 20 % in spring wheat and in the susceptible oat cultivar Sang, about 10 % in the resistant oat cultivars Hedvig and Selma but no evident increase in the barley

Table 3. Population change of the "Gotland strain" of *H. avenae* in untreated plots in the two field experiments.

Populationsutvecklingen hos "Gotlands-typen" av havrecystnematoden i obehandlade försöksled i de båda fältförsöken.

Cereal, cultivar Stråsädesslag, sort	Etelhem, 1983			Havor, 1984		
	Eggs/g soil — Ägg/g jord			Eggs/g soil — Ägg/g jord		
	before sowing (P <sub>i</sub> ) före sådd (P <sub>i</sub> )	after harvest (P <sub>f</sub> ) efter skörd (P <sub>f</sub> )	P <sub>f</sub> /P <sub>i</sub>	before sowing (P <sub>i</sub> ) före sådd (P <sub>i</sub> )	after harvest (P <sub>f</sub> ) efter skörd (P <sub>f</sub> )	P <sub>f</sub> /P <sub>i</sub>
Barley — Korn, Alva	15.9 <sup>a</sup>	42.3 <sup>a</sup>	2.73 <sup>a</sup>	—	—	—
Barley — Korn, Ida	13.4 <sup>a</sup>	79.9 <sup>b, c</sup>	5.88 <sup>b</sup>	25.6 <sup>a</sup>	65.0 <sup>a</sup>	2.68 <sup>a</sup>
Barley — Korn, Nery	15.9 <sup>a</sup>	47.2 <sup>a, b</sup>	3.09 <sup>a</sup>	20.7 <sup>a</sup>	36.8	1.97 <sup>a</sup>
Oats — Havre, Hedvig	14.8 <sup>a</sup>	3.8	0.24 <sup>c</sup>	—	—	—
Oats — Havre, Sang	20.9 <sup>a</sup>	116.8 <sup>c, d</sup>	6.09 <sup>a</sup>	24.4 <sup>a</sup>	67.3 <sup>a</sup>	2.75 <sup>a</sup>
Oats — Havre, Selma	21.7 <sup>a</sup>	6.6	0.31 <sup>c</sup>	20.3 <sup>a</sup>	8.7	0.45
Spring wheat — Vår- I, Kadett	15.7 <sup>a</sup>	153.8 <sup>d</sup>	10.06 <sup>b</sup>	29.9 <sup>a</sup>	94.4 <sup>a</sup>	3.08 <sup>a</sup>

<sup>a, b, c</sup> Figures followed by the same letter are not significantly different on column-wise (P > 0.05).

Värden åtföljda av samma bokstav är ej signifikant skilda vid kolumnvisa jämförelser (P > 0,05).

cultivars. In the Havor experiment the response to the *aldicarb* treatment was lower. However, the relations between cereals and cultivars in this respect were similar in the two experiments (fig. 1).

#### Population development

The development of the nematode densities in the untreated series of both experiments are given in table 3. Again, very similar results were obtained for the five cultivars common to both experiments. The oat cultivars Hedvig and Selma both showed a high degree of resistance while Sang was very susceptible. Cv. Ida was the most susceptible barley cultivar.

The treatment with *aldicarb* produced P<sub>f</sub>/P<sub>i</sub>-values in susceptible crops about 20 % lower than those in the untreated series. In the plots with resistant oats the P<sub>f</sub>/P<sub>i</sub>-values were about the same as in untreated plots.

#### Discussion

The response in yield to the *aldicarb* treatment in the Havor experiment was only close to half of that of the Etelhem experiment although nematode densities were considerably higher in the former site. It is not likely that the differences were due to differences in nematicide effect, as the effect of the treatment on the multiplication rate was about the same in both

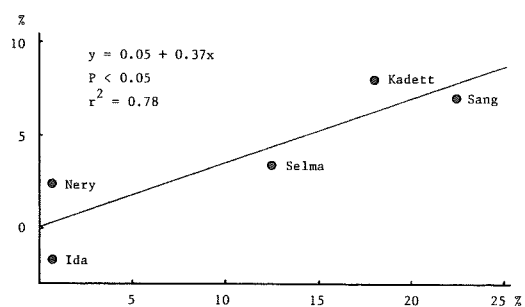


Fig. 1. Relationship between yield increase due to *aldicarb* treatment in the Etelhem experiment (x-axis) and in the Havor experiment (y-axis).

Förhållandet mellan avkastningsökningen till följd av *aldicarb*-behandlingen i Etelhem-försöket (x-axeln) och i Havor-försöket (y-axeln).

experiments, and as yields were very high in the Havor experiment. A probable explanation of the differences in response is that the growing conditions in 1984 were very favourable with plenty of rain in the summer, which resulted in high minimum yields.

In the two experiments the order of sensitivity between the cereals was about the same as for *H. avenae sensu strictu*, e.g. oats

and spring wheat were more sensitive than barley (Kört, 1972). Concerning population dynamics, susceptible oats and spring wheat were at least as good hosts as barley. The

results are thus divergent from the opinion of Videgård (1973) who considered that barley was the best host crop. However, differences between cultivars may be of importance.

#### References

- Andersson, S. 1973. En sannolikt ny cystnematod på stråsäd. *Växtskyddsnotiser* 37, 74—76.  
 Cook, R. 1975. Observations on the relationship between morphological variation and host range in populations of cereal cyst-nematode. *Ann. appl. Biol.* 81, 199—205.  
 Ireholm, A. 1983. Patotyper av havrecystnematod i stråsäd. *Växtskyddsrapporter. Jordbruk* 22, 123—133.

- Ireholm, A. 1985. Resistens i stråsäd mot cystnematoder. *Växtskyddsrapporter. Jordbruk* 32, 72—80.  
 Videgård, G. 1973. Rasinventering av "havrecystnematod". *Växtskyddsnotiser* 37, 77—79.  
 Kort, J. 1972. Nematode diseases of cereals of temperate climates. In: *Economic Nematology*. Ed: J. M. Webster, Academic Press, London, New York, 97—126.

ANDERSSON, S. 1987. Art- och sortskillnader i stråsäd gentemot "Gotlands-typen" av *Heterodera avenae*. *Växtskyddsnotiser* 51: 3, 66—69.

I två fältförsök i Etelhem och Havor på Gotland, 1983 resp. 1984, undersöktes reaktionerna hos sammanlagt sju sorter av havre, korn och vårmete gentemot "Gotlands-typen" av havrecystnematoden. Försöken utfördes som blockförsök med fyra upprepningar i ett split-plot-arrangemang. Varje storruta delades i två smårutor, en obehandlad och en som behandlades med en nematicid, *aldicarb*, före sådden. De största utslagen i avkastning för behandlingen erhöles i den mottagliga havresorten Sang och i vårvetesorten Kadett, medan effekterna var mindre i de resistent havresorterna Hedvig och Selma. I kornsorterna, Alva, Nery och Ida, samtliga mottagliga, erhöles inga säkra avkastningsökningar. Gynnsamma tillväxtbetingelser, särskilt 1984, är den troliga orsaken till de små utslagen.

I fråga om värdväxtegenskaperna erhöles den högsta förökningen i obehandlade led i Sang, Kadett och Ida. Hedvig och Selma visade som väntat en hög grad av resistens. Både vad gäller inverkan på avkastningen och förökningen på olika stråsädesslag erhöles således en ordningsföljd, som någorlunda överensstämmer med den för den vanliga havrecystnematoden.

En utförlig redogörelse på svenska har lämnats tidigare (Andersson, S. 1985. Sortskillnader i stråsäd gentemot havrecystnematoden (*Heterodera avenae sensu strictu*) och art- och sortskillnader gentemot "Gotlandstypen" av havrecystnematoden i fältförsök 1983—84. *Växtskyddsrapporter. Jordbruk* 32, 50—60).

# Ozonskador på växter vid Ultuna

Christine Jakobsson, Matilda Lönnemark och Karin Kvist, SLU, Inst. för växt- och skogsskydd, Box 7044, Uppsala

JAKOBSSON, C., LÖNNEMARK, M. & KVIST, K. 1987. Ozonskador på växter vid Ultuna. *Växtskyddsnotiser* 51: 3, 70—73.

För att undersöka i vilken omfattning växtskadliga halter av ozon förekommer i Mellansverige användes tobak, *Nicotiana tabacum*, var Bel W3, som indikatorväxt vid Ultuna under åren 1981—1985. Under sommaren 1984 utfördes också kontinuerlig mätning av ozonhalten i utomhusluften vid Ultuna. Typiska symptom orsakade av ozon förekom under alla år utom 1983. Under 1984 registrerades förhöjda ozonhalter vid tre tillfällen. Episoderna varade i 2—3 dagar och det högsta värdet som uppmättes var 125  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Skador i form av vita nekroser uppmärksammades på bladen av tobaksplantor, *Nicotiana tabacum* var Bel W3, i ett växthus vid Ultuna under våren 1980. Med ledning av symptomens utseende drogs slutsatsen att ozon i luften hade orsakat skadorna. Tobak av sorten Bel W3 används i många länder för att påvisa förekomst av ozon i luften just för att den reagerar med mycket typiska symptom redan vid små förhöjningar av bakgrundhalten (Ashmore *et al.*, 1980, Posthumus 1982, Ro-Poulsen *et al.*, 1981).

Förhöjda halter av den reaktiva gasen ozon påvisas återkommande i södra Sverige. Mätningar av ozonhalten i utomhusluft har där pågått under många år (Grennfelt *et al.*, 1981). Ozonepisoderna (de perioder då ozonhalten är förhöjd) sammanfaller oftast med att förorenad luft från kontinenten förs in över Sverige samtidigt som vädret är soligt och varmt.

Ozon är på grund av sin oxiderande förmåga ett starkt växtgift. Gasen transporteras genom klyvöppningarna in i bladen där den reagerar med lätt oxiderbara ämnen. Bland skadeverkningarna kan nämnas påverkan på membranpermeabilitet, fotosyntes, respiration, transpiration, biokemiska processer och slutligen på tillväxt och skörd (Guderian *et al.*, 1985). I Skåne uppträder regelbundet synliga ozonskador på spenat vilket visar att de halter som förekommer i södra Sverige är tillräckligt höga för att orsaka skador på växter (Jönsson & Dahlkvist, 1980).

Sedan de första skadorna av ozon på tobak uppmärksammats 1980 började Bel W3-tobak odlas som indikatorväxt för ozon vid Institutionen för växt- och skogsskydd. Mål-

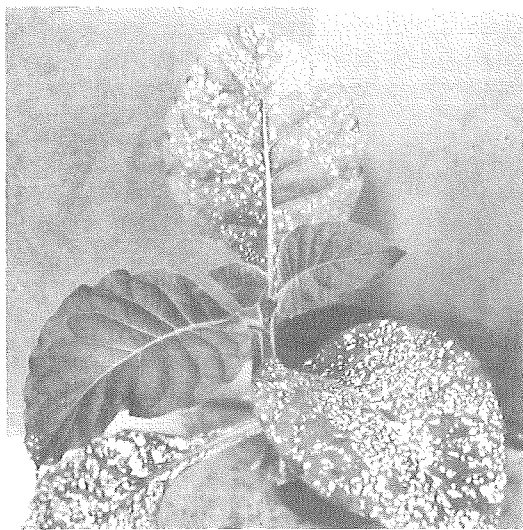


Fig. 1. Tobak från Ultuna med typiska symptom av ozon. — Bel W3 tobacco from Ultuna with typical ozone symptoms. (Foto C. Jakobsson.)

sättningen var att undersöka i vilken omfattning växtskadliga halter av ozon förekommer i utomhusluften vid Ultuna. Under sommaren 1984 utfördes också kontinuerlig mätning med teknisk apparatur för en mer exakt registrering av ozonhalten.

## Symptom på växter

Under somrarna 1981—1985 drogs tobaksplantor kontinuerligt upp i växthuset. När plantorna hade 3—4 utvecklade blad placerades de ut i fält invid institutionen. Plantorna

byttes ut varje vecka och eventuella symptom avlästes två gånger per vecka. Plantorna behölls ytterligare en vecka i växthus efter utomhusperioden för att symptomen skulle hinna utvecklas färdigt. För att undvika att skador uppkom redan innan plantorna placerades ut i fält drogs de upp i en plexiglaskammare där inloppsluften filtrerades med aktivt kol. För kontroll behölls plantor såväl i plexiglaskammaren som i växthuset.

Symptomen på tobaksplantorna i växthuset överensstämde med de symptom som man vet att ozon orsakar på Bel W3. Ljusa nekrotiska prickar bildades mellan bladnerverna (fig. 1). Skadorna förekom främst på de blad som nyligen nått sin fulla storlek. På yngre, ej fullt utvecklade blad fanns prickarna endast vid bladspetsen. Plantor som placerats ut i fält 1981—1985 fick förutom de typiska symptomen även pigmentbortfall (kloros), och blekning av den övre bladytan (fig. 2). En mer utbredd nekros och kloros förekom ofta tillsammans med de typiska nekrotiska prickarna.

Typiska skador orsakade av ozon förekom under alla de år undersökningen pågick utom 1983. Vissa år förekom skador ofta medan det under andra år endast uppkom skador vid enstaka tillfällen (tab. 1). På våren innan plantor hade börjat placeras ut i fält skadades tobaksplantor i växthuset vid flera tillfällen.

Vid ett tillfälle 1981 noterades liknande skador på en annan tobakssort, Samsun, och även på potatis, *Solanum tuberosum* var. Bintje. Det översta cellagret på potatisbladen var silverfärgat. Kloroser och en del prickformiga nekroser förekom också. Även på Samsun tobak var symptomen silverfärgning och pigmentbortfall på den övre bladytan.

## Ozonhalter i utomhusluft sommaren 1984

Sommaren 1984 registrerades ozonhalten i utomhusluften kontinuerligt med ett mätinstrument (Photomet 3100, Columbia Scientific Ind. Corp.) placerat vid Mikroklimatstationen, Ultuna. Under perioden 27 juni — 24 september mättes halten på 1,5 m höjd över marken och 12—30 juli dessutom på 0,3 m höjd (med ett Monitor Labs instrument med motsvarande teknik).

Bakgrundshalten var under juli 40—50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  under dagtid och 10—30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nattetid. I augusti uppmättes något högre halter under dagtid, i allmänhet 50—60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . I september sjönk halten successivt både under

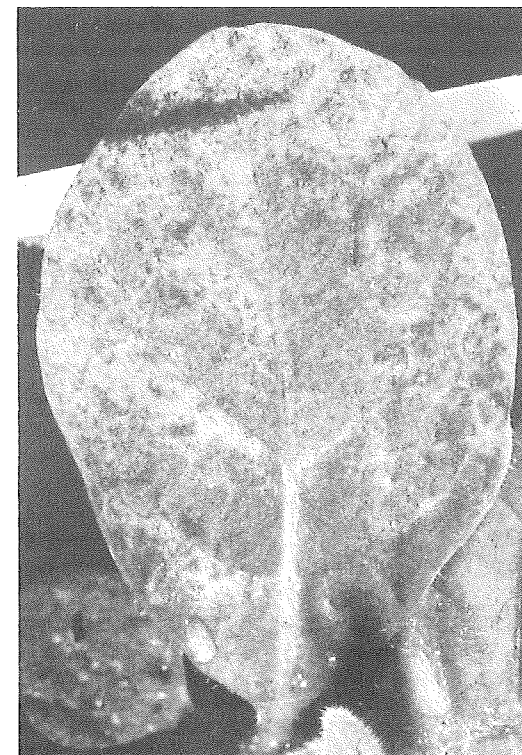


Fig. 2. Tobaksblad med blekningssymptom orsakade av ozon. — Tobacco leaf with upper-surface bleaching, an ozone symptom. (Foto K. F. Berggren.)

Tabell 1. Förekomst av ozonskador på tobaksplantor placerade i fält under åren 1981—1985 — Occurrence of ozone symptoms on tobacco Bel W3 plants in the field during 1981—1985

År Year	Utplaceringsperiod Plants in the field	Skadetillfällen Symptoms registered
1981	23 juni—4 september	26 juni, 10, 17, 21, 28, 31 juli, 4, 7, 11, 14, 18, 25 28 augusti, 1 september
1982	9 juli—30 augusti	27 juli, 13, 20, 24 augusti
1983	27 juni—22 augusti	—
1984	20 juni—10 september	27 juni, 9, 23 juli, 6, 27 augusti
1985	30 maj—30 augusti	12, 17, 20, 24 juni, 1, 8 juli, 1, 8, 12, 15, 22, 29 augusti

Tabell 2. Ozonhalter vid Ultuna under episoder 1984. — Concentrations of ozone at Ultuna during episodes in the summer of 1984

Datum Date	Ozonhalt Ozone conc. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Klockan Time	Vindriktning Direction of wind
9 juli	125	11—12	väst west
10 juli	105	12—14	väst west
11 juli	100	18—19, 20—21	sydväst south-west
4 augusti	85	12—15	sydväst south-west
22 augusti	90	15—18	väst west
23 augusti	75	14—16	väst west
7 september	75	14—17	väst west
8 september	75	12—17	sydväst south-west

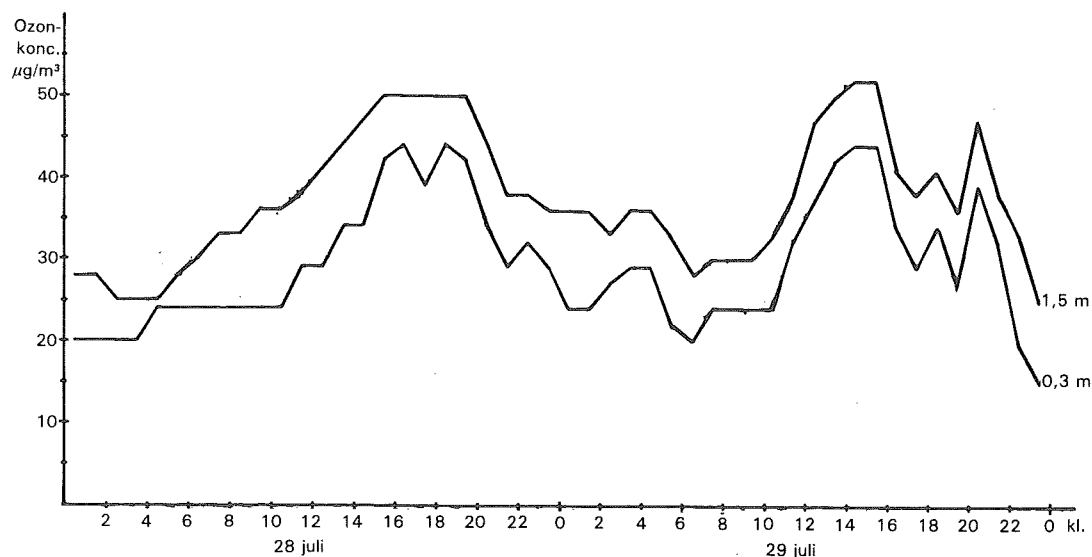


Fig 3. Ozonhalten under två dygn, 28 och 29 juli 1984 på 1,5 respektive 0,3 meters höjd. — The ozone concentration during two days, the 28 and 29 of July 1984, at 1.5 and 0.3 meters height.

dagtid och nattetid för att i slutet på månaden ligga på ca  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  på natten och  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  på dagen. Mätning på 0,3 m höjd över marken visade i allmänhet halter som var  $5\text{--}10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  lägre än de på 1,5 m höjd (fig. 3).

Vid tre tillfällen under sommaren observerades förhöjda ozonhalter i episoder som varade 2—3 dagar (tab. 2). Den första episoden under mätperioden inträffade 9—11 juli. Det var en period med mycket soligt och varmt väder och svag västlig—sydvästlig vind. Halten låg över  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  samtliga dagar och sommarens högsta timmedelvärde,  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , uppmättes vid middagstid den 9 juli. Episoder med något lägre ozonhalter observerades 22—23 augusti (upp till  $85 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) och 7—8 september (upp till  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Även vid dessa tillfällen var vädret förhållandevis soligt.

### Diskussion

Skadorna på tobaksplantorna uppträdde under perioder med varmt och soligt väder, dvs. vid väderbetingelser som är gynnsamma för ozonbildning. Mätningarna under 1984 visar att höga ozonhalter förekommer vid en viss väderlekstyp. Värme, höga insolationsvärden, många solskenstimmar och svag till måttlig västlig—sydvästlig vind karaktäriserar samtliga tillfällen då förhöjda ozonhalter uppmättes. Sambandet mellan väderlek, ozonhalt och symptom på tobak var således mycket tydligt.

Bildning av ozon sker oftast lokalt vid soligt väderlek då kolväten och kväveoxider som förts in över landet från kontinenten reagerar. Färdigbildat ozon kan också transporteras över långa sträckor. De relativt höga ozonhal-

ter som uppmättes nattetid under episoderna tyder på ett betydande tillskott av sådant långtransporterat ozon. Vindriktningen under episoderna indikerar att den förorenade luften kom från väster. Luften som fanns över Mellansverige vid den tidpunkt då de första skadorna noterades 1980 kom däremot från sydost enligt trajektorier gjorda av SMHI.

Tobaksplantorna visade i regel symptom ett par dagar efter tillfällena med förhöjda ozonhalter. När sommarens högsta värde noterades i juli utvecklades dock aldrig några skador. Det berodde sannolikt på att växterna lidit av vattenstress. Vid akut vattenbrist stängs klyvöppningarna för att förhindra ytterligare vattenförlust genom transpiration.

Stängningen av klyvöppningarna förhindrar samtidigt gasupptaget vilket innebär att ozon inte kommer in i bladet och symptomen uteblir. För att undvika detta användes självvattnade krukor under 1985. Plantorna hade då ständigt tillgång till vatten i rotzonen och behöll klyvöppningarna öppna i större utsträckning.

Undersökningen visar att växtskadliga halter av ozon förekommer inte bara i Sydsverige utan också i Mellansverige så gott som varje år. Eftersom utsläppen av kväveoxider ökar år från år kommer ozons betydelse som luftförorening med största sannolikhet att öka i framtiden. Följaktligen ökar också dess betydelse för växtodlingen.

### Litteratur

- Ashmore, M. R., Bell, J. N. B., Reily, C. L. 1980. The distribution of phytotoxic ozone in the British Isles. *Environmental Pollution (Series B)* 1: 195—216.
- Grennfelt, P., Skärby, L., Persson, C., Boström, C.-E., Andersson, I. 1981. Ozon — halt, effekt, åtgärd. *SNV PM 1426*.
- Guderian, R., Tingey, D. T., Rabe, R. 1985. Effects of photochemical oxidants on plants. Guderian, R. (ed.), *Air Pollution by Photochemical oxidants*, Springer-Verlag. 129—170.

- Jönsson, B. & Dahlkvist, A. 1980. Skador av ozon på spenat. *Växtskyddsnotiser* 44: 44—48.
- Posthumus, A. C. 1982. Biological indicators of air pollution. Unsworth, M. H. & Ormrod, D. P. (eds.), *Effects of gaseous air pollution in agriculture and horticulture*, Butterworth Sci. 27—42.
- Ro-Poulsen, H., Andersen, B., Mortensen, L., Moseholm, L. 1981. Elevated ozone levels in ambient air in and around Copenhagen indicated by means of tobacco indicator plants. *Oikos*. 36 (2) 171—176.

- JAKOBSSON, C., LÖNNEMARK, M. & KVIST, K. 1987. Ozone injury on plants at Ultuna. *Växtskyddsnotiser* 51:3, 70—73.

The aim of this investigation was to make a rough assessment of the occurrence of phytotoxic ozone levels in a region in middle Sweden. *Nicotiana tabacum* var. Bel W3 was used as an indicator plant to record elevated ozone concentrations at Ultuna, Uppsala, in the summers 1981—1985. Typical ozone symptoms were registered every year except during 1983. Ozone concentrations of the ambient air were monitored in the summer of 1984. Elevated ozone levels were registered on three occasions. The episodes lasted 2—3 days and the highest recorded concentration was  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

# Bekämpning av utvintringssvampar i höstvetete och råg

Hans Olvång, SLU, Inst för växt- och skogsskydd, Box 7044, 750 07 Uppsala

OLVÅNG, H. 1987. Bekämpning av utvintringssvampar i höstvetete och råg. *Växtskyddsnotiser* 51: 3, 74—80.

Resultat från 129 försök 1976—1986 i höstvetete och från 147 försök i höstråg 1973—1986 med höstbehandling mot utvintringssvampar med Benlate, 0,3 kg/ha har sammanställts. Benlate gav god effekt på snö mögel och viss inverkan på angreppen av stråknäckare. I genomsnitt medförde behandlingarna skördeökningar i höstvetete med 224 kg/ha och i råg med 214 kg/ha. Försöken visar att bekämpningen varit mest lönsam vid tidig sådd och då grödan blivit välutvecklad redan på hösten. Större skador av utvintringssvampar förekom då förfrukten varit höstsäd, korn eller vall än efter andra förfrukter. På grund av att snö mögelsvampen under senare tid utbildat resistens mot bensimidazol-preparat beräknas dessa endast kunna användas ytterligare en kort tid. Sportak 45 EC har visat sig kunna bli ett användbart ersättningspreparat i framtiden.

## Inledning

Utvintringssvampar har alltid varit ett stort problem vid höstsädesodling.

Genom betning av utsädet kan man till stor del eliminera den utsädesburna smittan. Olofsson (1971) och Olofsson & Johnsson (1985) har redovisat resultat från svenska betningsförsök utförda under perioden 1967—1982. Dessa försök visar genomsnittliga skördeökningar för de vanligaste betningsmedlen med ca 520 kg höstvetete och 650 kg höstråg per ha. Här finns dock stora variationer mellan år och landsdelar.

Skadan av snö mögelsmitta (*Gerlachia (Fusarium) nivalis*) i utsädet var i dessa försök ganska stor men effekten av betningen ibland otillräcklig under år med gynnsamma förutsättningar för snö mögelangrepp. Detta beror på att betningen med undantag för systemiskt verkande benzimidazolpreparat inte ger något nämnvärt skydd mot den markburna smittan av snö mögel.

Denna kan emellertid bekämpas genom sprutning av höstsädesbrodden på senhösten. Försök med sådan bekämpning förekom redan på 50- och 60-talet. Jamalainen (1964) redovisar resultat av besprutningsförsök med flera olika fungicider (kvicksilver-, arsenik- och kadmiumföreningar, maneb, tiram och kvintozen (PCNB)).

Bengtsson (1971) utförde under perioden 1964—1968 försök med kvintozenpreparatet Brassicol i såtidsförsök. Trots att goda resultat av Brassicol-sprutningen erhöles slog ald-

rig bekämpningsmetoden igenom. Detta berodde sannolikt på att bekämpningen skulle utföras mycket sent på hösten samt att den var relativt dyr.

Sedan slutet av 70-talet har det funnits andra preparattyper för broddbehandling mot utvintringssvampar, t. ex. benzimidazolpreparatet Benlate (benomyl) och Topsin M (tiofanatmetyl). Bengtsson (1983) utförde under perioden 1978—1982 försök med Benlate-sprutning i såtidsförsök som visade stora skördeökningar vid sprutning i välutvecklade höstsädesbestånd. Försök med Benlate-sprutning har även utförts vid f. d. Statens Växtskyddsanstalt och Försöksavdelningen för svamp- och bakteriesjukdomar vid Sveriges lantbruksuniversitet. Sådana försök utfördes sålunda under perioden 1973—1986 i råg och 1976—1986 i höstvetete. Försöken var utlagda i normala bruksodlingar. Bekämpning mot utvintringssvampar gjordes med 0,3 kg Benlate per ha. I denna uppsats redovisas resultat från dessa försök. Därvid presenteras sprutningens effekt på beståndstäthet och angrepp av snö mögel på våren samt inverkan på kärnskörd. Under perioden 1976—1980 graderades också angrepp av stråknäckare (*Pseudocercospora herpotrichoides*).

## Sprutningens inverkan på utvintringsskador och kärnskörd

I tabell 1 redovisas den genomsnittliga effekten av höstbehandlingen med Benlate 0,3 kg

Tabell 1. Effekt av broddbehandling med Benlate, 0,3 kg/ha i höstsäd 1973—1986 — *Effect of treatment in the autumn of winter cereals with Benlate 0.3 kg/ha, 1973—1986*

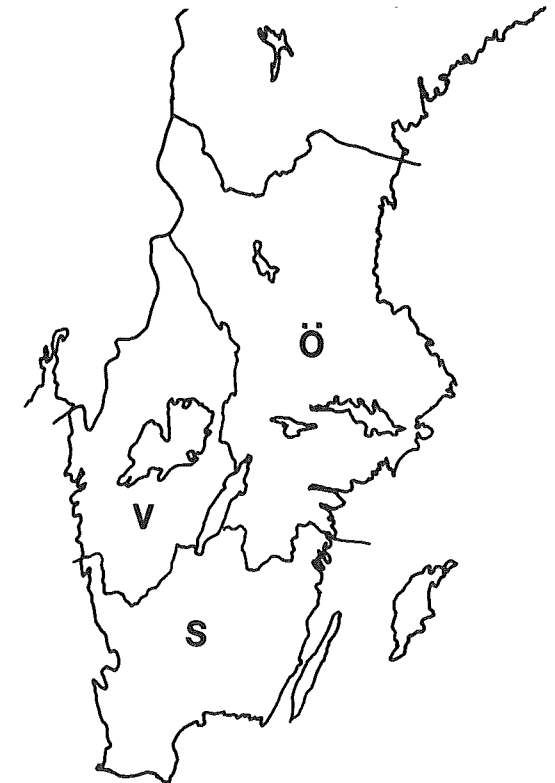
Behandling <i>Treatment</i>	Skörd och skördeökning <i>Yield, kg/ha</i>	Bestånd, vår <i>Stand, spring</i> 0—100	<i>Gerlachia nivalis</i> plantor/100 m <sup>2</sup> <i>plants/100 m<sup>2</sup></i>	Stråknäckare index <i>Eyespot, index</i>
<b>Höstvetete (winter wheat) 1976—1986</b>				
Obehandlat	5 111	84	1 192	21,3
Benlate	+ 224***	91***	199***	15,7**
Antal försök ( <i>Number of experiments</i> )				
	129	119	36	41
<b>Råg (winter rye) 1973—1986</b>				
Obehandlat	4 093	83	1 127	16,4
Benlate	+ 214***	92***	200***	12,7***
Antal försök ( <i>Number of experiments</i> )				
	147	142	75	35

/ha på avkastning, beståndstäthet på våren och angreppen av snö mögel samt av stråknäckarsvampen vid gulmognad.

Angrepp av snö mögel förekom i 36 höstvetete- och 75 rågförsök. En separat analys av dess försök visar att skördeökningarna endast var obetydligt högre här än för hela materialet. Beståndstätheten på våren var dock lägre och sprutningens effekt på beståndet starkare i dessa försök.

Variationen mellan olika områden och år var stor. I tabell 2 och 3 presenteras resultaten i olika jordbruksförsöksdistrikt under olika år. Distriktsindelningen framgår av figur 1. I tabellerna anges den genomsnittliga beståndstätheten i försöken i skala 0—100 samt frekvensen snö mögelangripna plantor i de försök där angrepp förekommit. Det råder en relativt god korrelation mellan bestånd, snö mögelförekomst och skördeökningens storlek. Stora skördeökningar erhöles i höstvetete 1977, 1978 och 1986 och i råg 1976, 1977 och 1985, vilka samtliga var år med starka angrepp av snö mögel och stråknäckarsvampen. Små effekter erhöles 1975, 1980, 1981 och 1983 då angreppen i regel var små.

Förutom av snö mögel skadas höstsäden av stråknäckarangrepp, som inte alltid kom till uttryck i den beståndsgadering som gjordes på våren. Även andra svampar (svartpricksjuka, brunfläcksjuka, mjöldagg) angriper höstsäden. Man kan förmoda att de kan ge upphov till viss skada som delvis minskat genom Benlate-sprutningen. Larsson (1961) visade att angrepp av mjöldagg medförde ökad utvintring. Svampangripna plantor uppvisade lägre köldhårdighet än friska. Angreppen av trädklubba (*Typhula spp.*) har



Figur 1. Karta över de olika jordbruksförsöksdistrikten. S = södra, V = västra och Ö = östra distriktet — *Map of the different field experiment regions in Sweden. S = south Sweden, V = west central Sweden and Ö = east central Sweden.*

ej berörts, då Benlate ej har effekt på dessa svampar. Tvärtom har man i några fall noterat en viss ökning av *Typhula*-angreppet efter en Benlate-behandling, troligen orsakad av

Tabell 2. Effekt av broddbehandling med Benlate, 0,3 kg/ha i höstvetet i olika försöksområden och år — *Effect of autumn treatment in winter wheat with Benlate, 0.3 kg/ha in different regions and years*

		Försöksdistrikt Location of experiments						Alla All experiments								
		Södra South Sweden			Västra West central Sw			Östra East central Sw								
År	Year	Ant förs No. exp.	Skörd Yield kg/ha	Ökning Increase kg/ha	Ant förs No. exp.	Skörd Yield kg/ha	Ökning Increase kg/ha	Ant förs No. exp.	Skörd Yield kg/ha	Ökning Increase kg/ha	Ant förs No. exp.	Skörd Yield kg/ha	Ökning Increase kg/ha	Bestånd värr, obehandl Stand untreated.	Ant. förs. Plants/100 m <sup>2</sup>	Angrepp av <i>G. nivalis</i> <sup>1</sup> Attack by <i>G. nivalis</i> Ant. förs. Plants/100 m <sup>2</sup>
1976	1976	1	3 280	+220	—	2	5 640	+145	3	4 850	+170*	100	0	—	0	
1977	1	1	5 760	+610	2	4 540	+340	3	4 140	+470	6	4 550	+450**	73	3	809
1978	6	5 770	+98	2	5 400	+145	7	2 820	+1 001*	15	4 340	+526**	79	4	4	916
1979	9	5 680	+243**	3	4 620	+780	8	4 890	+133	20	5 200	+280**	78	10	10	1 414
1980	11	4 380	+117	5	4 860	-24	9	4 400	+24	25	4 480	+56	91	5	5	337
1981	12	6 380	-20	5	4 550	+48	4	5 150	+168	21	5 710	+31	91	1	1	6
1982	3	5 700	+277	1	5 970	+160	3	4 860	+203	7	5 380	+228*	95	4	4	447
1983	2	6 200	+60	1	8 060	-90	3	6 490	-107	6	6 650	-48	100	1	1	250
1984	2	5 880	+65	4	6 680	+315	2	5 770	+370	8	6 250	+266*	88	0	0	—
1985	1	3 330	+270	1	3 440	+950	5	4 910	+92	7	4 470	+240	84	2	2	422
1986	1	6 710	+190	2	3 420	+720	8	5 480	+428*	11	5 220	+459**	67	7	7	2 587
1976—																
1986	49	5 525	+126***	26	5 070	+275**	54	4 755	+288***	129	5 111	+224***	84	36	36	1 192

<sup>1</sup> Medeltal av försök med angrepp — *Average of experiments with attack by G. nivalis*

Tabell 3. Effekt av broddbehandling med Benlate, 0,3 kg/ha i råg i olika försöksområden och år — *Effect of autumn treatment in winter rye with Benlate, 0.3 kg/ha in different regions and years*

		Försöksdistrikt Location of experiments						Alla All experiments								
		Södra South Sweden			Västra West central Sw			Östra East central Sw								
År	Year	Ant förs No. exp.	Skörd Yield kg/ha	Ökning Increase kg/ha	Ant förs No. exp.	Skörd Yield kg/ha	Ökning Increase kg/ha	Ant förs No. exp.	Skörd Yield kg/ha	Ökning Increase kg/ha	Ant förs No. exp.	Skörd Yield kg/ha	Ökning Increase kg/ha	Bestånd värr, obehandl Stand untreated.	Ant. förs. Plants/100 m <sup>2</sup>	Angrepp av <i>G. nivalis</i> <sup>1</sup> Attack by <i>G. nivalis</i> Ant. förs. Plants/100 m <sup>2</sup>
1973	—	—	—	—	—	2	3 440	+140	2	3 440	+140	100	4	470	4	470
1974	—	—	—	—	5	4 750	+326**	5	4 750	+326**	70	5	209	5	209	
1975	—	—	—	—	4	4 920	+53	4	4 920	+53	98	2	138	2	138	
1976	—	—	—	—	7	4 280	+411*	7	4 280	+411*	98	0	—	0	—	
1977	1	4 650	-10	—	8	2 970	+568	9	3 160	+503	60	8	888	8	888	
1978	3	4 210	+330	2	4 630	+335	6	3 420	+240*	11	3 850	+282**	83	6	1 296	
1979	7	4 000	+250	2	2	4 010	+196	14	4 005	+223*	68	9	2 147	9	2 147	
1980	10	3 440	+403*	3	2 820	+33	12	4 440	+48	25	3 850	+188*	88	14	780	
1981	14	3 740	+136*	2	3 580	+55	9	3 520	+150*	25	3 650	+135***	95	5	36	
1982	2	3 650	-5	1	4 870	-270	6	4 940	+435	9	4 650	+259	75	6	1 758	
1983	2	4 160	+425	3	4 880	-30	5	5 440	-60	10	5 020	+46	99	3	1 611	
1984	2	3 320	+315	3	4 780	+273	4	4 720	+158	9	4 430	+231*	95	1	219	
1985	1	2 770	+880	1	2 710	+320	3	3 170	+350	5	3 000	+450*	65	3	2 314	
1986	2	4 470	+210	1	5 950	-100	9	5 050	+26	12	5 030	+46	84	9	1 529	
1973—																
1986	44	3 790	+260***	16	4 210	+98	87	4 230	+212***	147	4 090	+214***	83	75	1 131	

<sup>1</sup> Medeltal av försök med angrepp — *Average of experiments with attack by G. nivalis*

<sup>2</sup> 2 försök utvintrade — *2 experiments destroyed by G. nivalis*

ändrade konkurrensförhållanden mellan svamparterna.

I höstvetete ökade bekämpningseffekten ju längre norut i landet man kommer. Den genomsnittliga effekten på avkastningen var 126 kg/ha i södra försöksdistriktet mot 275 resp. 288 kg/ha i västra och östra distrikten. I höstråg kan man inte spåra denna skillnad mellan distrikten, men angreppen av snömögel har varit starkare och oftare förekommande i de båda nordliga distrikten. Ovanstående resultat är dock något undervärderade, då det förekommit ett 10-tal försök som legat i fält som kördes upp på grund av utvintringsskador, men där behandlingen med Benlate givit bestånd som varit värda att spara. I sammanställningen har ej 7 rågförsök tagits med, där bekämpningen medfört kraftigt ökad beståndstäthet med tidig liggsäd och stora skördeörluster blivit resultatet. Om grödan i dessa försök behandlats med stråförkortningsmedel hade troligen en betydande skördeökning istället erhållits.

### Inverkan av såtid och beståndsutveckling

Flera tidigare undersökningar (Larsson 1961, Bengtsson 1971, 1983) har visat att man kan uppnå högre avkastning vid tidigare sådd om man effektivt kan bekämpa svampsjukdomar och insekter. Bengtsson (1983) påvisade också att man erhöill störst inverkan på avkastningen av bekämpningen med Benlate vid en tidig sådd, ca 10 dagar före den som normalt rekommenderas. De försök som presenteras här är inga såtidförsök och ytterst olika betingelser för uppkomst och utveckling har rått under perioden. En uppdelning av försöken med avseende på såtid visade dock att i råg erhöills större skördeökning (276 kg/ha) vid tidig sådd (i Ö- + V-distrikten före 2/9, i S-distriktet före 18/9) än vid sådd cirka 10 dagar senare (138 kg/ha). Angreppen av snömögel var också 2—3 gånger så stora vid tidig sådd. Tendenserna är lika i såväl södra som mellersta Sverige. I höstvetete däremot har denna bild ej erhållits. Här har vid såväl tidig som sen såtid erhållits betydligt större skördeökningar än vid sådd vid normal såtid. Dock har ett stort antal försök (ca 1/4) med "normal" såtid infallit under år med små skador och skördeökningar (1980, 1981, 1983). Å andra sidan hamnar 9 av 33 försök i gruppen sent sådda under åren 1979, 1985 och 1986 då stora utvintringsskador med stora skördeökningar förekom, vilket till stor del förklarar det

Tabell 4. Effekten av broddbehandling med Benlate, 0,3 kg/ha efter olika förfrukter — *Effect of autumn treatment with Benlate, 0.3 kg/ha in winter cereals after different preceding crops*

Förfrukt <i>Preceding crop</i>	Skördeökning, kg/ha <i>Yield increase</i>	
	Höstvetete <i>Winter wheat</i>	Råg <i>Winter rye</i>
Stråsåd (höstvetete, råg, korn), vall — <i>Cereals, ley</i>	296*** (75) <sup>1</sup>	269*** (87)
Övriga (oljeväxt, ärt, havre, potatis) — <i>Others</i>	114** (42)	109** (35)
Tråda — <i>Fallow</i>	— 38	(5) 271* (15)

<sup>1</sup> Siffrorna inom parentes anger antalet försök — *Figures in parenthesis are the number of experiments*

oväntade resultatet för höstvetete.

Som tidigare undersökningar visat beror de starka skadorna av utvintringssvampar i regel på kraftiga bestånd med för dem gynnsamt mikroklimat. Ekstrand (1955) framhåller också att förhållandena under hösten har avgörande betydelse för utvintringssvamparnas skadegörelse. Det är då infektionerna och svamparnas tillväxt sker och skadorna grundläggs. Varma, fuktiga höstar medför goda förutsättningar för svamparnas utveckling, men samtidigt har grödan goda tillväxtbetingelser och kraftiga bestånd utvecklas.

En uppdelning av materialet med avseende på grödans utveckling visar att för höstvetet gav antalet blad vid spruttillfället stort utslag. Sålunda var bekämpningseffekten endast 71 kg/ha då grödan hade mindre än 3 blad, men 510 kg/ha då vetet utvecklade mer än 4 blad. I höstråg gav en uppdelning på grödans höjd vid spruttillfället bättre utslag än antalet blad. Då rågen var kortare än 6 cm erhöills i genomsnitt en skördeökning av 187 kg/ha medan den var 273 kg/ha då rågen var längre än 10 cm. Oavsett vilken indelningsgrund som användes var angreppen av snömögel och stråknäckare starkare ju kraftigare grödan var utvecklad vid behandlingstillfället.

### Förfruktens inverkan

Johnsson (1978) visade i inventeringar av höstsädens utvintring 1976/77 att förfrukten liksom såtiden har ett avgörande inflytande på utvintringsskadornas storlek. En uppdelning av materialet med avseende på förfrukt (tabell 4) visar att angreppen av snömögel och stråknäckarsvamp varit starkare efter stråsåd

Tabell 5. Effekt av broddbehandling i höstsäd, 1979—1986 — *Effect of autumn treatment of winter cereals, 1979—1986*

Behandling <i>Treatment</i>	Skörd <i>Yield</i> kg/ha	Bestånd, vår <i>Stand, spring</i> 0—100	<i>G. nivalis</i> Plantor/100 m <sup>2</sup> <i>Plants/100 m<sup>2</sup></i>
<b>Höstvetete/Winter wheat</b>			
Obehandlat/ <i>Untreated</i>	5 540	86	1 698
Benlate, 0,3 kg/ha	+ 239**	94*	277*
Sportak 45 EC, 1,0 l/ha	+ 323***	93**	535*
Antal försök/ <i>No. of experiments</i>	32	29	12
<b>Råg/Winter rye</b>			
Obehandlat/ <i>Untreated</i>	4 270	79	1 213
Benlate, 0,3 kg/ha	+ 182*	91***	307***
Sportak 45 EC, 1,0 l/ha	+ 402***	91***	631***
Antal försök/ <i>No. of experiments</i>	33	34	18
Obehandlat/ <i>Untreated</i>	4 490	86	1 336
Benlate, 0,3 kg/ha	+ 231***	94**	317**
GTA, 900 g a.s./ha	+ 135	94**	504**
Antal försök/ <i>No. of experiments</i>	26	28	12

(höstvetete, råg, korn) och vall och att bekämpningseffekten varit större efter dessa än efter andra förfrukter (oljeväxt, ärt, havre, potatis). I råg var bekämpningseffekten stor också efter tråda, vilket troligen beror på tidig sådd med kraftiga bestånd. Efter trådan såddes rågen i genomsnitt 6 dagar tidigare än efter andra förfrukter.

Trots att angreppen av snömögel varit svagare efter vall än efter stråsåd har bekämpningarna givit stora utslag i skörd i dessa försök. Angreppen av stråknäckare har varit starka efter vall, varför man kan misstänka att skador av stråknäckarsvampen kan vara en orsak.

### Resistens mot bensimidazoler hos snömögelsvampen — nya preparat

Undersökningar under senare år (Olvång, 1986) har visat att frekvensen av typer med resistens mot bensimidazoler (Benlate, Topsin M) ökat kraftigt hos snömögelsvampen. I höstråg var 1985/86 den genomsnittliga effekten av en Benlate-behandling endast 30 % i de försök som då lades ut. Även i höstvetete var effekten på snömögelsvampen svagare än tidigare. I höstvetetsåden från 1985 förekom resistens mot snömögelsmitta i 75 % av de undersökta proverna. Man kan därför

misstänka att det är en kort tid som vi ännu med framgång kan använda dessa preparat mot utvintringssvamparna.

Av de preparat som provats i broddbehandlingsförsök har Sportak 45 EC (prochloraz), 1,0 l/ha och GTA (guazatin — samma aktiv substans som i betningsmedlet Panocrine) givit goda resultat. Sportak har god effekt på både snömögel- och stråknäckarsvampen samt en del andra svampar, medan GTA i huvudsak har effekt mot snömögel. GTA har något bättre effekt än Sportak på snömögel, men den är sämre än av Benlate. I tabell 5 redovisas resultaten av försök som utförts under perioden 1979—1986.

### Slutsatser — rekommendationer

Som framgår av tabell 2 och 3 var variationen mellan år och områden stor. För att uppnå ekonomiskt lönsamma resultat är det därför viktigt att bekämpa endast då man kan vänta positiva utslag.

Försöken med bekämpning av utvintringssvampar i höstsäd har visat att de största effekterna erhöills där grödan såtts tidigt och därigenom eller av andra orsaker utvecklade ett tätt, kraftigt bestånd. Bekämpningseffekterna har varit bättre efter grödan som är värdväxter för utvintringssvampar — höst-



säd, korn, vall — än efter andra grödor. Undersökningarna stöder också erfarenheterna att man genom bekämpning av utvintningsvampar kan tidigarelägga sådden och på så sätt uppnå högre avkastning (Bengtsson, 1971, 1983). Det är dock tveksamt om man i dagens överskottssituation ytterligare skall tidigare lägga såtiden och därigenom rutinmässigt behöva öka behovet av

bekämpning mot utvintningsvamparna.

Broddbehandling av höstsåden bör därför endast genomföras där grödan av någon anledning blivit kraftigt utvecklad och frukten medför risk för skador av utvintningsvampar.

En fullständig rapport med alla analyser kommer att publiceras i Växtskyddsrapporter.

## Litteratur

- Bengtsson, A. 1971. Försök med såtider och Brassicol i höstråg och höstvet. *Lantbrukshögskolans Medd., Serie A, nr 141*, 28 pp.
- Bengtsson, A. 1983. Såtider och benomylbehandling i höstråg och höstvet. *Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. för Växtodling, rapp. 119*, 31 pp.
- Jamalain, E. A. 1964. Control of low temperature parasitic fungi in winter cereals by fungicide treatment of stands. *Ann. Agric. Fenn.* 3, 1—54.
- Johnsson, L. 1978. Inventering av utvintningsskador i höstsäd våren 1977. *Växtskyddsrapporter, Jordbruk 4*, 171—181.

- Larsson, R. 1961. Höstsådens övervintring och avkastning. *Sveriges Lantbrukshögskola, Växtodling 16*, 159 pp.
- Olofsson, B. 1971. Försök rörande kvicksilverfria betningsmedel för höstsäd. *Växtskyddsnotiser 35*, 35—39.
- Olofsson, B. & L. Johnsson, 1985. Försök rörande kvicksilverfria betningsmedel för stråsäd. *Växtskyddsrapporter, Jordbruk 35*, 67 pp.
- Olvång, H. 1986. Benomyl resistance in *Gerlachia nivalis*. III. Alternatives to the benzimidazole fungicides for foliar application. *Z. PflKrankh. PflSchutz.* (I tryck.)

OLVÅNG, H. 1987. Chemical control of winter damaging fungi in winter wheat and winter rye. *Växtskyddsnotiser 51: 3*, 74—80.

Results from 129 field experiments in winter wheat during 1976—1986 and from 147 experiments in winter rye during 1973—1986 with autumn treatment with Benlate, 0.3 kg/ha, was compiled. Benlate had good effect on snow mould (*Gerlachia nivalis*) and some influence on the attack by eyespot (*Pseudocercospora herpotrichoides*). The experiments showed that chemical control was most profitable at early seeding and when the crop became well developed already in the autumn. Greater damages from parasitic fungi occurred when the preceding crop was winter cereals, spring barley or ley than after other crops. Due to development of resistance to the benzimidazole fungicides in *G. nivalis* lately one may expect that these fungicides can only be used still a short time. Sportak 45 EC (1.0 l/ha) has proved to be a useful substitute for the benzimidazoles in the future.

## *Microdochium bolleyi* — en rotpatogen på stråsäd?

Rickard Jonsson, SLU, Inst. för växt- och skogsskydd, Box 44, 230 53 Alnarp

JONSSON, R. 1987. *Microdochium bolleyi* — en rotpatogen på stråsäd? *Växtskyddsnotiser 51: 3*, 81—86.

*Microdochium bolleyi* (Sprague) de Hoog & Hermanides-Nijhof (syn. *Aureobasidium bolleyi*), *Denteromyeotina* (Fungi imperfecti), är en av de vanligaste svamparterna på stråsådesrötter. Frekvensen och patogeniteten ökar dessutom vid ensidig odling av stråsäd. I ett examensarbete på Weibullsholms växtförädlingsinstitut studerades svampens utseende och symptom, dess förekomst i fält samt möjligheten att resistensförädla mot *M. bolleyi*.

*M. bolleyi* identifieras från konidierna och konidiebildande cellers storlek och form, förekomst av vilsporor samt från kolonins utseende på agarmedium. Ansamlingar av vilsporor i rotceller studeras enkelt i lupp och kan ge en uppfattning om förekomsten. Förekomsten i fält var i genomsnitt 23 % av samtliga svampisolat. Inledande tester med 70 olika kornlinjer uppvisade en stor variation i linjernas respons till *M. bolleyi*.

## Inledning

*Microdochium bolleyi* är en svampart som för de flesta är fullkomligt okänd. Finns det då någon anledning till att namnet skall bli vidare bekant? Ja, kanske. Det faktum att *M. bolleyi* är en av de absolut vanligaste svamparterna på rötter av stråsäd (Stetter & Leroul, 1978) kan vara nog för att väcka ett visst intresse. Att svampen dessutom utövar en patogen verkan på bl. a. korn och vete (Sprague, 1948), förstärker sin patogenitet vid ensidig odling av stråsäd (Stetter & Leroul, 1978) samt kraftigt uppföras vid en sådan växtföljd (Domsch & Gams, 1968) föranledde ett examensarbete vid Weibullsholms resistenslaboratorium i Landskrona. Initiativtagare och handledare var agr. dr. Per Lundin.

Syftet med examensarbetet var att närmare studera svampens utseende och symptom, få en viss uppfattning om förekomsten i fält samt undersöka möjligheten att förädla för resistens i korn. Som inledning gjordes en litteraturstudie av de undersökningar som gjorts kring *M. bolleyi*. Av denna sammanställning framgår att *M. bolleyi* uppmärksammades redan på 1910-talet av amerikanen Henry Bolley, den förväxlades då med en annan marklevande svamp — *Colletotrichum graminicola* (Ces.) Wils — och det blev Sprague (1948) som först beskrev svampen som *Gloesporium bolleyi* Sprague. Senare blev den känd som *Aureobasidium bolleyi* (Sprague) v Arx (Domsch & Gams, 1972). Den nuvarande nomenklaturen baseras främst på morfologiska likheter med övriga arter inom

släktet *Microdochium* (de Hoog & Hermanides-Nijhof, 1978).

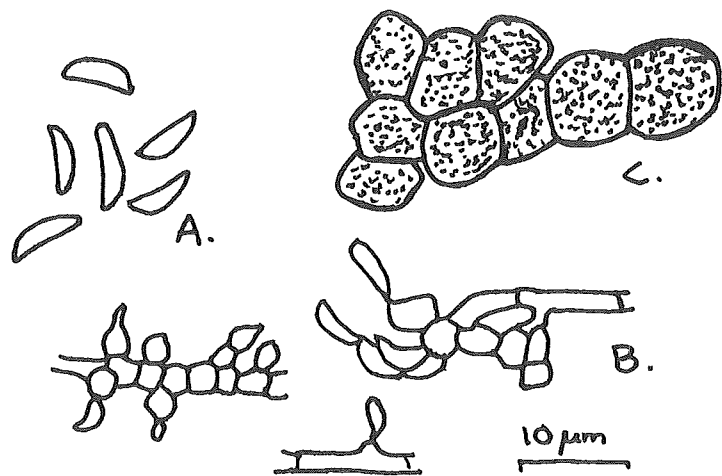
Som påpekats tidigare är förekomsten och patogeniteten av *M. bolleyi* växtföljdsberoende. Domsch & Gams (1968) erhöi en fyra gånger högre frekvens i veterötter med vete som förfrukt jämfört med arter eller raps som förfrukt till vetegrödan. Stetter & Leroul (1978) noterade en knapp fördubbling av förekomsten när korn odlats kontinuerligt under 8—9 år. Samtidigt ökade skördereduktionen med över 20 %.

En anledning till att *Microdochium bolleyi* sällan observeras och omnämnes i litteraturen kan vara bristen på tydliga symptom i fält. På starkt infekterade plantor syns dock ansamlingar av vilsporor som rektangulära, grå—svarta fläckar (fig. 1, 2 och 3), men normalt utgörs rotsymptomen av mer eller mindre mörkfärgade rötter. Påvisande av vilsporor i rötter görs enkelt från färgade eller ofärgade tvärsnitt av roten medan en noggrannare inventering kräver isolering från växt- eller markprover.

## Material och metoder

### Provtagning

För att få en uppfattning om förekomsten av *Microdochium bolleyi* i fält, samlades rotprover in från ett växtföljdsförsök utanför Svalöv i Skåne. Försöket (R4-605) var utlagt av Institutionen för växtodling vid SLU, för att studera olika gröders växtföljds effekter.



Figur 1. Konidier (A), konidiebildande celler (B) och vilsporor (C) av *Microdochium bolleyi* (från de Hoog & Hermanides-Nijhof, 1977) — *Conidia* (A), *conidiogenous cells* (B) and *chlamydospores* (C) of *Microdochium bolleyi* (from de Hoog & Hermanides-Nijhof, 1977).

Prover togs ur tre växtföljder:

- A. korn, korn(insådd), vall I, höstvetete
- B. korn, korn, vitsenap, höstvetete
- C. korn, korn, korn, höstvetete

Kornplantorna var i mjölkmoagnadsstadium (Zadok 75) och grävdes upp från ett djup av 10—15 cm. Varje växtföljd bidrog med sammanlagt 45 plantor från tre upprepningar och tre provtytor per upprepning.

#### Isolering och identifiering av *Microdochium bolleyi*

Krona och rot tvättades under 30 min i rinnande vatten för att befrias från jord och ytliga mikroorganismer. Under aseptiska förhållanden skars 8 st, 1—2 mm långa, rotsegment från varje rotsystem och placerades på potatisdextros-agar (PDA). Efter ca 3 dagars förvaring i rumstemperatur och dagsljus kunde identifiering av utväxande kolonier påbörjas. *Microdochium bolleyi* identifierades från kolonins utseende på PDA, konidiers och konidiebildande cellers form och storlek samt förekomsten av vilsporor (fig. 4, 5 och 6).

#### Inokulering av kornrötter

Förgrödda kornkärnor placerades på filterpapper varefter en agarskiva ( $\varnothing = 3$  mm) med *M. bolleyi* placerades på rötterna. Alternativt doppades rötterna i en sporslösning ( $2 \times 10^7$  sporer/ml) innan de placerades på filterpapper.



Figur 2. Ansamlingar av vilsporor i kornrötter, starkt infekterade av *Microdochium bolleyi*, syns som långsträckta svarta fläckar. Dessa symptom, som studeras i lupp eller i mikroskop med låg förstoring, kan ge en snabb uppfattning om förekomsten av *M. bolleyi* — *Masses of Microdochium bolleyi chlamydospores shown as black stripes on young barley roots.*

peret. De inokulerade groddarna täcktes av ytterligare ett papper, rullades ihop och förvarades stående i vatten vid 25°C och i artificiell belysning (12 h dag/12 h natt) fram till avläsning.

#### Svampisolat och kornmaterial

Isolaten kom dels från markprover från ospecificerad åkermark, dels från växtprover (kornrötter) ur de tre växtföljderna i Svalövsförsöket. Svampen odlades på PDA i rums-

temperatur och i dagsljus under 7—10 dagar innan den användes. Åtta av de förra isolaten odlades parallellt på levande kornplantor vid 4°C.

Kornlinjerna valdes ut för att erhålla en bred genetisk bakgrund och utgjordes främst av moderna marknadssorter, Risölinjer med viss resistens mot rottdödersvampen (*Gaeumannomyces graminis*) samt linjer ur ett etiopiskt material.

#### Avläsning

Efter 7—10 dagar avlästes rötternas mörkfärgning och graderades på en skala 0 till 4 där 0 innebär ingen mörkfärgning och 4 att hela rotsystemet är starkt mörkfärgat. Även skott- och rotlängd bedömdes.

#### Resultat

##### Förekomst i fält

Från totalt 1 000 rotsegment erhöles 489 olika svampisolat. *M. bolleyi* förekom i genomsnitt i 22,9 % av samtliga isolat med störst andel i växtföljd C (27,1 %), följd av A med 21,9 % och B med 19,6 % (tab. 1).

##### Olika isolats patogenitet

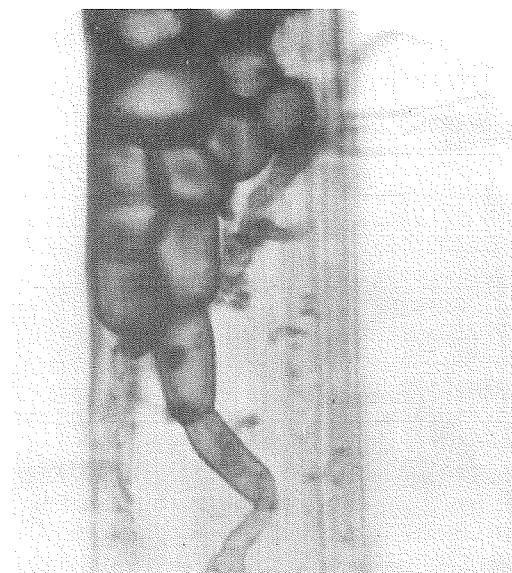
26 olika isolat från växtföljdsförsöket i Svalöv inokulerades på kornsorten Kara. Isolaten visade en mycket stor variation i förmågan att mörkfärma kornrötter. Graderingen av rötternas mörkfärgning varierade mellan 1,2 och 2,7 efter 7 dagar och mellan 2,3 och 3,3 efter 10 dagar beroende på isolat (tab. 1).

##### Patogenitetens varaktighet

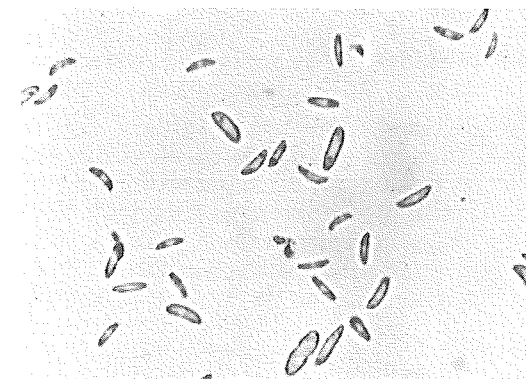
Åtta isolat odlades på PDA parallellt med 5 månaders odling på levande kornrötter. Efter inokulering på kornrötter visade ett isolat av åtta en klart reducerad effekt efter odlingen på PDA. Övriga isolat visade samma inbördes förhållanden för båda tillväxtmedierna.

##### Test av resistens hos olika kornlinjer

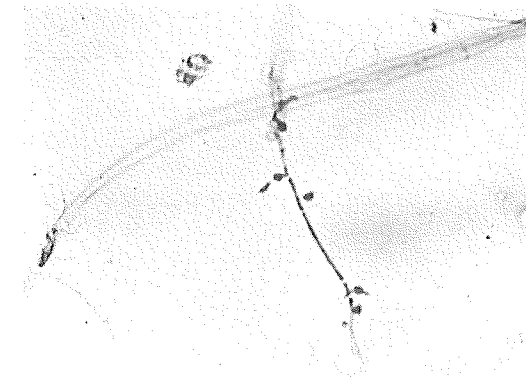
Testmetoden med rullar av filterpapper användes för att jämföra 70 olika kornlinjers mottaglighet för *M. bolleyi*. Linjernas reaktion för svampen visade en stor variation. Graderingen av rötternas mörkfärgning varierade mellan 1,5 och 4,0 dvs. från en endast svag missfärgning till en stark mörkfärgning av hela rotsystemet (fig. 7). Upprepade tester med några extremer visade på en god reproducerbarhet. Där fanns också tendens till variation i rottillväxt, dels med



Figur 3. Ansamling av vilsporor av *Microdochium bolleyi* i rotceller av korn i hög förstoring — *Close up of the filling up of young barley root cells by Microdochium bolleyi chlamydospores.*



Figur 4. Konidier av *Microdochium bolleyi* — *Conidia of Microdochium bolleyi.*



Figur 5. Konidier och konidiebildande celler av *Microdochium bolleyi* — *Conidia and conidiogenous cells of Microdochium bolleyi.*

avseende på rötternas genomsnittslängd, dels nybildades rötter med olika hastighet i olika linjer.

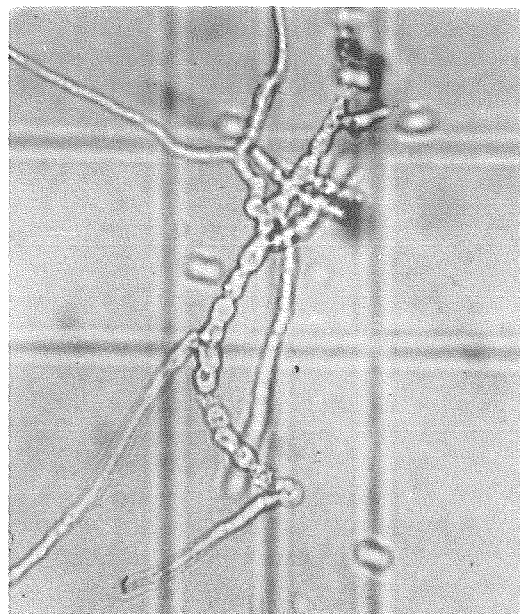
## Diskussion

*Microdochium bolleyi* förekommer i höga frekvenser på rötter av stråsäd i Danmark och Skåne. Undersökningar gjorda av Stetter & Leroul (1978), Erland Liljeroths (1986, pers. medd.) arbete med rhizosfärfloran samt min egen isolering av rotsvampar bekräftar detta förhållande. Förekomsten i övriga delar av Sverige och Norden är ännu inte undersökt.

Svampen har visat sig vara svagt patogen och då frekvensen ofta är mycket hög, borde *M. bolleyi* kanske uppmärksammas som en potentiell skadegörare i stråsäd. En anledning till svampens anonymitet kan vara avsaknaden av lätt igenkännbara fältsymptom. På starkt infekterade plantor kan dock ansamlingar av vilsporer vara synliga för ögat som små grå—svarta fläckar. Svampens vilsporer studeras enkelt i mikroskop. En sådan undersökning kan ge en snabb uppfattning av fältförekomsten men kommer att underskatta den verkliga frekvensen. Övriga fältsymptom som mörkfärgning av stråbas och rötter kan orsakas av en rad organismer liksom av olika abiotiska faktorer. För att frekvensbestämna *M. bolleyi* krävs därför isolering från växt- eller markprover. Den metod som användes i detta examensarbete ger möjlighet till en ganska säker identifiering av *M. bolleyi* från utväxande kolonier, men är också relativt tidskrävande. För att erhålla ett bra resultat är det viktigt med en noggrann tvättning av rötterna från jord och ytliga mikroorganismer samt att de uppgrävda rötterna bearbetas snarast för att undvika sekundära angrepp.

De funna frekvenserna av *M. bolleyi* ligger i nivå med Stetter & Lerouls (1978) undersökning i Danmark och med Erland Liljeroths försök i Svalöv. Direkta jämförelser mellan olika frekvensundersökningar är emellertid oftast svåra att genomföra beroende på stora variationer mellan olika år, lokaler och isoleringsmetoder.

Trots att samtliga växtföljder var stråsådesbetonade isolerades *M. bolleyi* oftare från växtföljden med enbart korn och vete, vilket överensstämmer med andra undersökningar (Domsch et al., 1968; Stetter & Leroul, 1978). Egna infektionsförsök med *M. bolleyi* på korn visade att isolat från växtföljden med enbart stråsäd i genomsnitt gav de kraftigaste rotsymptomen. Svampen kan ge upphov till



Figur 6. Produktion av vilsporer från hyfer av *Microdochium bolleyi*. — Production of chlamydospores from hyphae of *Microdochium bolleyi*.

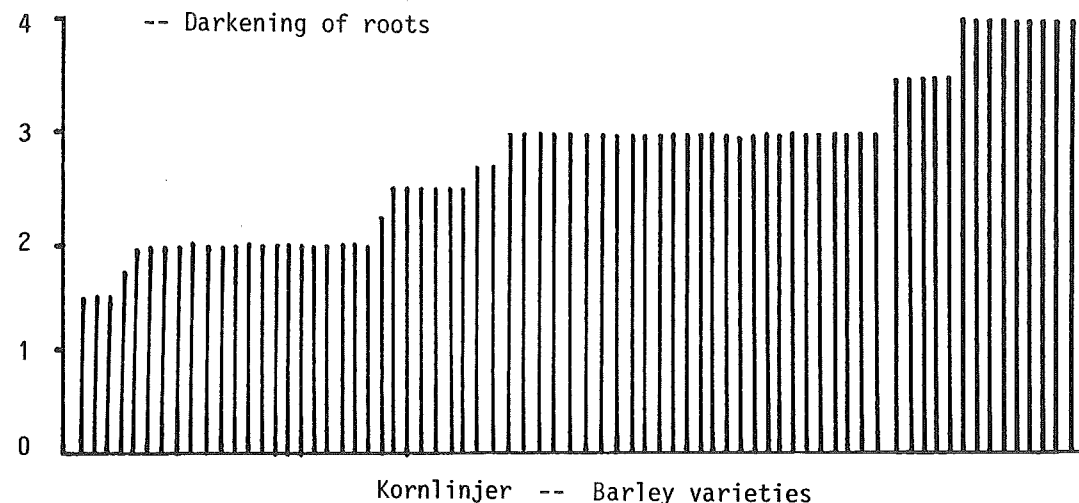
Tabell 1. Förekomst av *Microdochium bolleyi* på kornrötter i olika växtföljder (Svalöv-86) samt gradering av rotsymptom efter inokulering med 26 olika isolat av *M. bolleyi* från dessa växtföljder — Frequency of *Microdochium bolleyi* in barley roots from different crop rotations (Svalöv-86) and grading of root symptoms after inoculation of roots with 26 different isolates of *M. bolleyi*

	Växtföljd Crop rotation		
	A	B	C
Förekomst (% av samtl. isolat)			
Frequency (% of all isolates)	21,9	19,6	27,1
Rotsymptom (0—4; 0 = inga symptom)			
Root symptom (0—4; 0 = no symptom)			
genomsnitt			
middle value	1,9	2,1	2,5
spridning			
range	1,2—2,5	1,9—2,7	2,1—2,7

A: korn, korn(insädd), vall I, höstvete  
B: korn, korn, vitsenap, höstvete  
C: korn, korn, korn, höstvete

A: barley, barley, ley, winter wheat  
B: barley, barley, mustard, winter wheat  
C: barley, barley, barley, winter wheat

## Mörkfärgning av kornrötter



Figur 7. Mörkfärgning av kornrötter hos olika kornlinjer inokulerade med *Microdochium bolleyi* (0 = inga symptom; 4 = hela rotsystemet starkt mörkfärgat). — Root symptoms of different barley varieties inoculated with *Microdochium bolleyi*. (0 = no symptoms; 4 = heavy darkening of the entire root system).

betydande skördereduktion i växthus. Tiche-laar (1978) menade också att *M. bolleyi* troligen orsakade fläckar av tillbakasatta veteplantor på sandjordar. Stetter & Leroul (1978) menade dessutom att *M. bolleyi* tillsammans med andra rotpatogener som *Bipolaris sorokiniana* kan utgöra den "felande länken" mellan skördereduktion orsakad av rotödarsvampen (*Gaeumannomyces graminis*) och den verkliga skördenedsättningen vid kontinuerlig odling av korn. Ett samspel mellan primära patogener som *B. sorokiniana* och normalt mindre patogena svampar som *M. bolleyi* kan inte uteslutas.

*M. bolleyi* är troligen en svagt patogen svamp som under vissa förutsättningar kan orsaka reducerad avkastning. Sådana förutsättningar kan vara upprepade odling av korn eller vete under torra förhållanden. Denna slutsats gör naturligtvis möjligheten att förädla för resistens mot *M. bolleyi* intressant. Inledande tester av 70 kornlinjer med bred genetisk bakgrund gav en stor variation i linjernas respons till inokulering med *M. bolleyi*. Trots ett litet material finns det en klar tendens till skillnader i mörkfärgning och rottillväxt. Det generella svaret på infektion av *M. bolleyi* var en mörkfärgning av rotsystemet

samt en kraftigare eller svagare hämning av rotsystemets samtliga rötter. Ett avvikande mönster kunde urskiljas hos två av kornlinjerna där de tidigaste rötterna hämmades mycket kraftigt medan nya rötter snabbt tillväxte utan att mörkfärgas. Resultatet indikerar goda möjligheter till urval av resistensskällor i korn.

Den använda infektionsmetoden med rullar av filterpapper gav tydliga och reproducerbara skillnader mellan olika svampisolats effekt på kornplantor samt mellan olika kornlinjers mottaglighet för *M. bolleyi*. Bedömningen av rötternas mörkfärgning är det snabbaste och säkraste urvalskriteriet då korrelationen till skott- och rotlängd varierade i olika försök. Vid stora skillnader i angrepp kan plantans tillväxt troligen komplettera resultatet. De två inokuleringsmetoderna (placering av agar-skiva med svamp vid rötterna respektive dopping av rötterna i sporsuspension) visade sig vara jämbördiga i att visa skillnader mellan olika kornlinjers mottaglighet för *M. bolleyi*. Sambandet mellan resultaten från inokulering i filterpappersrullar och reaktionen i fält är oklar och bör undersökas närmare.

## Litteratur

- Domsch, K. H. & Gams, W., 1968. Die Bedeutung vorfruchtabhängige Verschiebungen in der Bodenmikroflora. I. Der Einfluss von Bodenpilzen auf die Wurzelentwicklung von Weizen, Erbsen und Raps. *Phytopath. Z.*, 63, 64—74.
- Domsch, K. H. & Gams, W., 1972 *Fungi in Agricultural Soils*. Translated from the German by P. S. Hudson. London: Longman.
- Hoog, G. S. de & Hermanides-Nijhof, E. J., 1978. Survey of black yeasts and allied fungi. *Studies in Mycology* 15, 178—222.
- JONSSON, R., 1987. *Microdochium bolleyi* — a root pathogen on cereal? *Växtskyddsnotiser* 51: 3, 81—86.
- Sprague, R., 1948. *Gloesporium* decay in *Graminae*. *Photopath.* 38, 131—136.
- Stetter, S. & Leroul, N., 1978. Ensidig bygdyrking. II. Indflydelse på röddernas svampeflora. *Tidsskrift for Planteavl* 83 (1), 50—72.
- Tichelaar, G. M., 1978. Two new root diseases of wheat in The Netherlands. *Acta Botanica Neerlandica* 27, s. 154.
- Personliga meddelanden*
- Erland Liljeroth, 1986. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för äxtförädling.

JONSSON, R., 1987. *Microdochium bolleyi* — a root pathogen on cereal? *Växtskyddsnotiser* 51: 3, 81—86.

*Microdochium bolleyi* (Sprague) de Hoog & Hermanides-Nijhof (syn. *Aureobasidium bolleyi*) is one of the most frequent fungal species on cereal roots. The frequency and pathogenic ability increases in cereal dominated crop rotations. In a study at the Weibullsholm Plant Breeding Institute in Landskrona fungi was isolated from roots of barley. *M. bolleyi* was identified from its appearance on agar media, the shape and size of conidia and conidiogeneous cells and from the production of chlamydospores. The frequency amounted to one quarter of all fungal isolates obtained in the study and *M. bolleyi* was found to be the most frequent species. Seventy barley varieties were inoculated with *M. bolleyi* and tested for resistance. The varieties showed a great variation in their response to *M. bolleyi*.

### ”Acknowledgement”

Jag vill rikta ett varmt tack till Erland Liljeroth vid Institutionen för växtförädling, Sveriges lantbruksuniversitet, i Svalöv, för tillhandahållande av svampisolat samt för goda råd.

## Försök med koldioxid mot förrådsskadedjur

Johan Mörner, Annikki Hyvönen och Magnus Simonsson, Sveriges Lantbruksuniversitet, Inst. för växt- och skogsskydd, Box 7044, 750 07 Uppsala.

MÖRNER, J., HYVÖNEN, A. & SIMONSSON, M. 1987. Försök med koldioxid mot förrådsskadedjur. *Växtskyddsnotiser* 51:3, 87—92.

Ägg och puppor av *Tribolium destructor*, adulterna av *Oryzaephilus surinamensis*, larver och puppor av *Sitophilus granarius* och larver av *Trogoderma granarium* behandlades med blandningar av koldioxid och teknisk luft. Försöken gjordes med 40 och 60% koldioxid, och vid 15 och 25 graders temperatur (*T. granarium* vid 20 och 30 grader). Relativa fuktigheten hölls vid 95% i alla försök utom ett med *S. granarius*, där 50 och 95% jämfördes. Behandlingstider om 3, 5 och 7 dagar jämfördes. Samtliga behandlingar var mycket effektiva mot *O. surinamensis*. Ägg av *T. destructor* var också känsliga, medan pupporna bara påverkades tillfredsställande vid 25 grader och 60% koldioxid. De två stadierna av *S. granarius* bekämpades inte tillfredsställande. Larverna av *T. granarium* var i stort sett okänsliga för behandlingarna. I försöket med relativa fuktigheter erhöles likartade resultat vid bägge nivåer.

## Inledning

Förutsättningarna för bekämpning av förrådsskadedjur skiljer sig i flera avseenden från de, som gäller insektsbekämpning i fält, och delvis också i växthus. Förrådsskadedjuret är i intim kontakt med livsmedlen, ofta t. o. m. blandade med dem. De finns vanligen i väl slutna rum (t. ex. spannmålslager), där också stora ekonomiska värden är koncentrerade. Slutligen handhas bekämpningen av ett fåtal, specialiserade, företag. Detta gör tillsammans, att speciella bekämpningsmetoder kan och bör komma till användning.

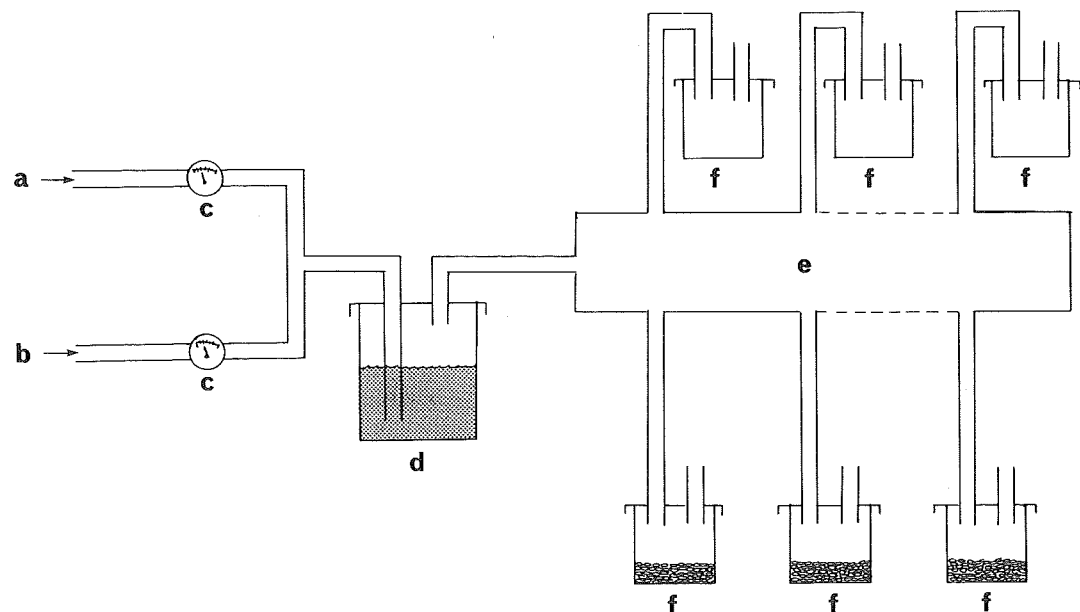
En sådan metod är, att höja halten koldioxid (CO<sub>2</sub>) i lager av t. ex. spannmål. Koldioxid verkar på insekterna på flera sätt. Ett är givetvis den kvävande effekten. Sänker man syrehalten till högst 1%, kan förrådsskadeinsekter (bl. a. *Trogoderma glabrum*, *Tribolium castaneum* och *Plodia interpunctella*) dödas (Harein & Press, 1968; Press et al., 1967). Detta gäller även om man använder andra gaser som kväve eller helium för att tränga undan syret. Emellertid har koldioxiden även en direkt fysiologisk verkan på insekternas olika stadier (AliNiazee, 1971; 1972). Lindgren & Vincent (1970) visade sålunda, att koldioxidens giftighet för olika stadier hos *Sitophilus granarius* och *S. oryzae* i själva verket var högre med några procent syre i atmosfären, än i 100% koldioxid. Calderon & Navarro (1979) fick liknande resultat med adulterna av *T. castaneum*. Ägg av *T. castaneum* och *T. confusum* kläcker också lång-

sammare och i mindre utsträckning om syre är närvarande, möjligen genom att embryots nervsystem bedövas (AliNiazee & Lindgren 1970). Navarro & Calderon (1974) anser vidare, att den vätskeförlust hos larver av *Ephesia cautella*, som orsakas av koldioxiden vid låga relativa fuktigheter är en mortalitetsfaktor i sig, medan andra mekanismer verkar vid högre fuktigheter.

Redan i början av seklet såg man möjligheten att använda koldioxid för skadedjursbekämpning. I Australien gjorde man försök år 1918, med uppmuntrande resultat. Metoden kom dock inte till användning i större grad. Billiga, syntetiska insekticider, utvecklade under och efter senaste världskriget, minskade också intresset för 'alternativa' bekämpningsmetoder.

Under i första hand 1970- och 1980-talen har man åter börjat intressera sig för koldioxiden som bekämpningsmedel. Dels har problemen med resistens mot 'konventionella' insekticider ökat, dels har oron över och motviljan mot bekämpningsmedelsrester i livsmedel växt fram. I koldioxiden har man en bekämpningsmetod, som inte ger några kända skadliga rests substanser.

För att prova förutsättningarna för bekämpning av några skadeinsekter i spannmålslager gjordes under 1985 försök vid Institutionen för växt- och skogsskydd, Uppsala. Fyra för svenska förhållanden intressanta arter utvaldes. För att begränsa undersök-

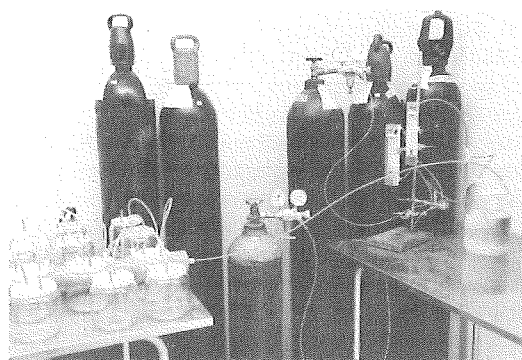


Figur 1. Försöksanläggningen. a) koldioxid; b) teknisk luft; c) flödesmätare; d) burk för fuktning av gasblandningen; e) rör för fördelning av gasblandning; f) burkar för behandling. — *Experimental apparatus. a) carbon dioxide; b) technical air; c) gas flow meters; d) water jar for increasing humidity of gas mixture; e) tube for distributing gas mixture; f) jars for treatment.*

ningen något beslöt vi att endast testa de stadier, som enligt litteraturen var mest motståndskraftiga mot CO<sub>2</sub>-atmosfär. Följande djur och stadier användes: Svartbrun mjölbagge (*Tribolium destructor*, ägg och puppor), sågtandad plattbagge (*Oryzaephilus surinamensis*, adulter), kornvivel (*Sitophilus granarius*, larver och puppor) och khaprabagge (*Trogoderma granarium*, larver). Med ledning av litteraturuppgifter, och mot bakgrund av vad som är praktiskt intressant, valdes lämpliga koldioxidhalter och temperaturer.

## Metoder

Försöken genomfördes med två olika koldioxidhalter (40 resp. 60 %) och vid olika temperaturer (15, 25 resp. 30 grader C). Alla arter utom *Trogoderma granarium* testades vid de två lägre temperaturerna, medan *T. granarium* testades vid de två högre temperaturerna. Försöksdjuren exponerades för gasen i 3, 5 och 7 dagar. För begasningen konstruerades en speciell utrustning (se figur 1 och 2). Exakta halter av koldioxid erhöles genom att ren koldioxid blandades med teknisk luft. När luft och koldioxid blandats fick blandningen bubbla genom destillerat vatten, varvid den



Figur 2. Del av försöksanläggningen, med gastuber, gasflödes-mätare, burk för fuktning av gasblandningen, samt burkar för behandling. — *Part of experimental apparatus, with gas tubes, gas flow meters, water jar for increasing humidity of gas mixture, and glass jars for treatment.*

relativa fuktigheten höjdes till c:a 95 %. Koldioxidhalten i försökskärnen kontrollerades fortlöpande under försökets gång med en syrgasmätare. Avvikelsen från den avsedda koncentrationen var aldrig större än c:a 2 %.

I ett av försöken med *Sitophilus granarius* undersöktes vilken inverkan den relativa fuktigheten hade på bekämpningseffekten. Pa-

rallellt användes därvid gasblandningar med 50 respektive 95 % relativ fuktighet. Den lägre fuktigheten erhöles genom att en del av gasblandningen leddes direkt till försökskärnen utan att bubblas genom vatten. Fuktigheten kontrollerades fortlöpande med hygrometrar i vissa försökskärnl.

Jämsides med koldioxidbehandlingen gjordes i varje försök en kontrollbehandling med endast (teknisk) luft, men i övrigt likadana förhållanden. Kontroll-djuren behandlades i sju dagar.

Varje försök omfattade totalt 12 glasburkar per art och stadium (tre burkar vardera i 3, 5 och 7 dagar, samt i kontrollen). Efter behandlingen sattes burkarna i värmeskåp (27°C, 70 % r.h.) en viss tid (se nedan), varefter behandlingsresultatet avlästes.

För de enskilda arterna gjordes försöken i övrigt på följande sätt:

*Tribolium destructor*: Ägg — Fullvuxna djur fick lägga ägg på vetemjöl i 3—4 dagar, varefter de avlägsnades. Äggen siktades fram, och 50 stycken lades på c:a 30 g mjöl i varje försöksburk. Bedömning av effekten gjordes genom att räkna de larver som kläckt c:a 25 dagar efter behandlingens slut.

Puppor — I varje burk lades 12 puppor på 30 g vetemjöl. Tretton dagar efter behandlingen räknades antalet kläckta, fullbildade skalbaggar.

*Oryzaephilus surinamensis*: I varje burk lades 30 djur, på 60 g malt. Antalet överlevande och döda djur räknades 11 dagar efter behandlingens slut.

*Sitophilus granarius*: Larver — Vivlarna fick lägga ägg på vetekärnor i 3—4 dagar. Därefter togs djuren bort, och de äggbelagda kärnorna hölls i 27 graders temperatur. Då djurens utveckling helt och hållet sker inne i kärnorna, kontrollerades denna med röntgenfotografering. Efter i allmänhet mellan 15 och 25 dagar befann sig de flesta larver i 2—3 larvstadiet, vilket användes till försöket. Till varje burk användes i de olika försöken mellan 50 och 200 g kärnor. Efter avslutad behandling fick burkarna stå i 23 dagar i värmeskåp, varefter antalet framkläckta vivlar räknades.

Puppor — Samma metod som ovan, men kärnorna fick stå längre tid (25—33 dagar) efter äggläggningen. Efter behandlingen stod burkarna 14—23 dagar i värmeskåp.

*Trogoderma granarium*: Till varje burk togs 40 larver, som lades på 100 g vetekärnor.

Tolv dagar efter behandlingens slut räknades antalet levande larver.

Statistisk analys av resultaten gjordes med variansanalys och LSR-beräkning. I tillämpliga fall har arcsin-transformering gjorts.

## Resultat och diskussion

Vid bedömningen av de redovisade resultaten bör läsaren betänka, att man vid bekämpning av förrådsskadedjur alltid måste eftersträva en fullständig effekt. I detta avseende skiljer sig denna bekämpning ofta från den, som är aktuell in den egentliga växtodlingen. I ett fält gäller det att begränsa populationerna till ekonomiskt tolerabla nivåer under de känsliga delarna av växtperioden. I ett spannmålsförråd som inte är 'helt' insektsfritt återkommer å andra sidan oftast problemen snabbt, och kräver nya åtgärder. *T. destructor* har t. ex. en generatinstid på 2—3 månader, och *O. surinamensis* har bara en månad mellan generationerna. Bekämpningseffekter även obetydligt under 100 % kan därför inge betänkligheter i försök med förrådsskadedjur.

Ägg av *T. destructor* var betydligt känsligare för koldioxid än pupporna (tabell 1). Detta överensstämmer med vad Storey (1977) fann vara fallet för *T. confusum*. Äggmortaliteten är närmast total efter 5 dagar vid alla behandlingar utom vid 15°C och 60 % koldioxid. Fullständig effekt mot pupporna erhöles endast vid 25°C och 60 % koldioxid.

Koldioxid-begasningen var mycket effektiv mot *O. surinamensis* vid alla temperatur/koncentrations-kombinationer (tabell 2). Endast vid 25°C och 40 % CO<sub>2</sub> var effekten något mindre än 100 %. Någon förklaring till varför denna kombination avviker från mönstret är f. n. svår att finna. Storey (1975) fann i försök med s. k. inert gas (<1 % O<sub>2</sub>, c:a 10 % CO<sub>2</sub>, c:a 90 % N<sub>2</sub>) att *O. surinamensis* var känsligast av 5 olika arter för behandlingen (de övriga var *S. granarius*, *S. oryzae*, *Rhyzopertha dominica* och *Tribolium castaneum*).

Mot de två stadierna av *S. granarius* var effekterna sämre (tabell 3). Den bästa bekämpningseffekten (93 % jämfört med kontrollen) erhöles mot larverna, efter 7 dagar och med 25°C och 60 % koldioxid. Antalet djur som kläcktes i kontrollen varierade mellan 167 och 1 212 st./burk (medeltal 574).

Överlevnaden hos larverna av *Trogoderma granarium* påverkades mycket lite av behandlingarna (tabell 4). Resultatet liknar det, som Spratt et. al. (1985) erhöles. Enligt henne krävs

Tabell 1. Svartbrun mjölbagge (*Tribolium destructor*). Andel levande djur efter behandling i procent. Siffror som åtföljs av samma bokstav är ej skilda på 5 %-nivån. — *Tribolium destructor*. Percent surviving treatment. Numbers followed by the same letter are not significantly different (5 % level)

Försöksled Treatment	Temperatur i grader, resp. CO <sub>2</sub> -halt i % Temperature in degrees, CO <sub>2</sub> content in %			
	15, 40	25, 40	15, 60	25, 60
Ägg Eggs				
3 dgr (days)	2,7 <sup>a</sup>	0,0 <sup>a</sup>	24,0 <sup>a</sup>	2,0 <sup>a</sup>
5 dgr	0,0 <sup>a</sup>	0,0 <sup>a</sup>	10,7 <sup>b</sup>	0,0 <sup>a</sup>
7 dgr	0,0 <sup>a</sup>	0,0 <sup>a</sup>	3,3 <sup>c</sup>	0,0 <sup>a</sup>
kontroll (untreated)	76,0 <sup>b</sup>	80,0 <sup>b</sup>	62,7 <sup>d</sup>	82,7 <sup>b</sup>
P	1,00	1,00	1,00	1,00
Puppor Pupae				
3 dgr	88,9 <sup>a</sup>	75,0 <sup>a</sup>	44,4 <sup>a</sup>	5,6 <sup>a</sup>
5 dgr	75,0 <sup>a</sup>	72,2 <sup>a</sup>	36,1 <sup>a</sup>	0,0 <sup>b</sup>
7 dgr	63,9 <sup>a</sup>	77,8 <sup>a</sup>	36,1 <sup>a</sup>	0,0 <sup>b</sup>
kontroll (untreated)	94,4 <sup>a</sup>	100,0 <sup>b</sup>	72,2 <sup>a</sup>	97,2 <sup>c</sup>
P	0,79	0,999	0,80	1,00

Tabell 2. Sågtandad plattbagge fullbildade (*Oryzaephilus surinamensis*). Andel levande djur efter behandling i procent. Siffror som åtföljs av samma bokstav är ej skilda på 5 %-nivån. — *Oryzaephilus surinamensis* (adults). Percent surviving treatment. Numbers followed by the same letter are not significantly different (5 % level)

Försöksled Treatment	Temperatur i grader, resp. CO <sub>2</sub> -halt i % Temperature in degrees, CO <sub>2</sub> content in %			
	15, 40	25, 40	15, 60	25, 60
3 dgr (days)	0,0 <sup>a</sup>	1,1 <sup>a</sup>	0,0 <sup>a</sup>	0,0 <sup>a</sup>
5 dgr	0,0 <sup>a</sup>	3,3 <sup>a</sup>	0,0 <sup>a</sup>	0,0 <sup>a</sup>
7 dgr	0,0 <sup>a</sup>	2,2 <sup>a</sup>	0,0 <sup>a</sup>	0,0 <sup>a</sup>
kontroll (untreated)	97,8 <sup>b</sup>	96,7 <sup>b</sup>	74,0 <sup>b</sup>	98,3 <sup>b</sup>
P	1,00	0,966	1,00	1,00

30°C, 75 % koldioxid och behandling i minst 15 dagar för fullständig effekt mot larverna.

Försöket med *S. granarius* och två olika relativa fuktigheter (tabell 5) visade inte på någon stor ökning av dödligheten när fuktigheten sänktes från 95 % till 50 %. Den relativa fuktigheten i utrymmet mellan kärnorna i ett spannmålslager är ofta 60—70 %, varför den praktiska betydelsen i realiteten torde vara ännu mindre. Jay et al. (1971) fann i försök med *Tribolium castaneum* och *T. confusum* att relativa fuktigheten hade mycket stor betydelse vid c:a 40 % CO<sub>2</sub>, men betydligt mindre vid 60 % CO<sub>2</sub>. Navarro & Calderon (1974) framhåller också fuktighetens stora betydelse i försök med *Ephestia cautella*, där behand-

ling vid 95 % r.h. hade mycket svag effekt, medan behandlingar vid 55 % och därunder var mycket verksamma. Fuktighetens betydelse är således sannolikt ganska olika för olika arter, och vidare studier kan vara motiverade.

Det finns stora skillnader i känslighet för koldioxid mellan de olika undersökta arterna och stadierna. Likaså är temperaturer och behandlingstider betydelsefulla. Långa behandlingstider är orealistiska, eftersom det är mycket kostamt att upprätthålla en hög och jämn gaskoncentration i t. ex. en silo p. g. a. läckage. Om tekniken skall kunna få någon praktisk betydelse krävs det troligen att man i första hand inriktar sig på objekt med *O.*

Tabell 3. Kornvivel (*Sitophilus granarius*) Relativt antal fullbildade djur som kläckts. Siffror som åtföljs av samma bokstav är ej skilda på 5 %-nivån — *Sitophilus granarius* Relative number of hatched adults. Numbers followed by the same letter are not significantly different (5 % level)

Försöksled Treatment	Temperatur i grader, resp. CO <sub>2</sub> -halt i % Temperature in degrees, CO <sub>2</sub> content in %			
	15, 40	25, 40	15, 60	25, 60
Larver Larvae				
3 dgr (days)	94,8 <sup>a</sup>	102,4 <sup>a</sup>	48,0 <sup>a</sup>	37,0 <sup>a</sup>
5 dgr	72,9 <sup>b</sup>	92,5 <sup>a</sup>	30,4 <sup>b</sup>	16,0 <sup>b</sup>
7 dgr	28,0 <sup>c</sup>	93,6 <sup>a</sup>	18,7 <sup>c</sup>	7,0 <sup>c</sup>
kontroll (untreated)	100,0 <sup>a</sup>	100,0 <sup>a</sup>	100,0 <sup>d</sup>	100,0 <sup>d</sup>
P	0,9989	0,85	1,00	1,00
Puppor Pupae				
3 dgr (days)	72,1 <sup>a</sup>	71,5 <sup>a</sup>	82,9 <sup>a</sup>	66,6 <sup>a</sup>
5 dgr	45,0 <sup>b</sup>	50,6 <sup>b</sup>	51,7 <sup>b</sup>	50,9 <sup>b</sup>
7 dgr	45,0 <sup>b</sup>	33,4 <sup>c</sup>	47,5 <sup>b</sup>	36,1 <sup>c</sup>
kontroll (untreated)	100,0 <sup>c</sup>	100,0 <sup>d</sup>	100,0 <sup>a</sup>	100,0 <sup>d</sup>
P	0,999	0,999	0,992	1,00

Tabell 4. Khaprabagge (*Trogoderma granarium*). Andel levande djur efter behandling i procent. Siffror som åtföljs av samma bokstav är ej skilda på 5 %-nivån — *Trogoderma granarium*. Percent surviving treatment. Numbers followed by the same letter are not significantly different (5 % level)

Försöksled Treatment	Temperatur i grader, resp. CO <sub>2</sub> -halt i % Temperature in degrees, CO <sub>2</sub> content in %			
	25, 40	30, 40	25, 60	30, 60
3 dgr (days)	90,8 <sup>a</sup>	98,3 <sup>a</sup>	91,6 <sup>a</sup>	90,7 <sup>a</sup>
5 dgr	89,1 <sup>a</sup>	95,8 <sup>a</sup>	90,5 <sup>a</sup>	85,0 <sup>b</sup>
7 dgr	94,2 <sup>a</sup>	95,8 <sup>b</sup>	75,6 <sup>b</sup>	89,2 <sup>a</sup>
kontroll (untreated)	95,8 <sup>a</sup>	100,0 <sup>c</sup>	98,3 <sup>c</sup>	96,7 <sup>c</sup>
P	0,92	0,989	0,999	0,986

Tabell 5. Kornvivel (*Sitophilus granarius*). Försök med två relativa fuktigheter. Temperatur 20°C, 60 % CO<sub>2</sub>. Relativt antal fullbildade djur som kläckts. Siffror som åtföljs av samma bokstav är ej skilda på 5 %-nivån — *Sitophilus granarius*. Treatment at two relative humidities. Temperature 20°C, 60 % CO<sub>2</sub>. Relative number of hatched adults. Numbers followed by the same letter are not significantly different (5 % level).

Försöksled Treatment	Relativ fuktighet Relative humidity
3 dagar (days)	50 %
5 dagar	50 %
7 dagar	50 %
kontroll (untreated)	50 %
3 dagar	95 %
5 dagar	95 %
7 dagar	95 %
kontroll	95 %
P	

*surinamensis*-infesting, eftersom vi där får god effekt på kort tid. Av de undersökta djuren är det vidare kanske möjligt att få godtagbar verkan mot *T. destructor*. Då krävs dock

troligen längre behandlingstider och eventuellt upprepade behandlingar, eftersom puppstadiet förefaller relativt motståndskraftigt.

## Litteratur

- AliNiasee, T. 1971. The Effect of Carbon Dioxide Gas Alone or in Combinations on the Mortality of *Tribolium castaneum* (Herbst) and *T. confusum* du Val (Coleoptera: Tenebrionidae). *J. stored Prod. Res.*, 7, 243—252.
- AliNiasee, T. 1972. Susceptibility of the Confused and Red Flour Beetles to Anoxia produced by Helium and Nitrogen at Various Temperatures. *J. econ. Ent.*, 65 (1), 60—64.
- AliNiasee, T., Lindgren, D. 1970. Egg Hatch of *Tribolium confusum* and *T. castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) in Different Carbon Dioxide and Nitrogen Atmospheres. *J. econ. Ent.*, 64 (4), 1010—1012.
- Calderon, M., Navarro, S. 1979. Increased toxicity of low oxygen atmospheres supplemented with carbon dioxide on *Tribolium castaneum* adults. *Ent. exp. & appl.*, 25, 39—44.
- Harein, P., Press, A. 1968. Mortality of Stored-peanut Insects Exposed to Mixtures of Atmospheric Gases at Various Temperatures. *J. stored Prod. Res.*, 4, 77—82.
- Jay, E., Arbogast, R., Pearman, G. 1971. Relative Humidity: Its Importance in the Control of Stored-product Insects with Modified Atmospheric Gas Concentrations. *J. stored Prod. Res.*, 6, 325—329.
- Lindgren, D., Vincent, L. E. 1970. Effect of Atmospheric Gases Alone or in Combination on the Mortality of Granary and Rice Weevils. *J. econ. Ent.*, 63 (6), 1926—1929.
- Navarro, S., Calderon, M. 1974. Exposure of *Ephestia cautella* (Wlk.) pupae to carbon dioxide concentrations at different relative humidities: the effect on adult emergence and loss in weight. *J. stored Prod. Res.*, 10, 237—241.
- Press, A., Marzke, F., Pearman, G. 1967. Mortality of *Trogoderma glabrum* Larvae in Simulated Wheat Storages Purged with CO<sub>2</sub> or N<sub>2</sub>. *J. econ. Ent.*, 60 (2), 415—416.
- Spratt, Elaine, Dignan, Geraldine, Banks, H. J. 1985. The effect of high concentrations of carbon dioxide in air on *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae). *J. stored Prod. Res.*, 21 (1), 41—46.
- Storey, C. 1975. Mortality of Three Stored Product Moths in Atmospheres Produced by an Exothermic Inert Atmosphere Generator. *J. econ. Ent.* 68 (6), 736—738.
- Storey, C. 1977. Effect of Low Oxygen Atmospheres on Mortality of Red and Confused Flour Beetles. *J. econ. Ent.* 70 (2), 253—255.

MÖRNER, J., HYVÖNEN, A. & SIMONSSON, M. 1987. *Växtskyddsnotiser* 51:3, 87—92.

Laboratory trials using carbon dioxide to control certain stored product pests are described. Eggs and pupae of *Tribolium destructor*, adults of *Oryzaephilus surinamensis*, larvae and pupae of *Sitophilus granarius* and larvae of *Trogoderma granarium* were exposed to mixtures of CO<sub>2</sub> and technical air. The experiments were made at 40 and 60% CO<sub>2</sub>, and at 15 and 25°C (*T. granarium* at 20 and 30°C). The relative humidity was 95% in all experiments except one with *S. granarius*, where 50 and 95% r.h. were compared. The exposure times were 3, 5 and 7 days. Very good control of *O. surinamensis* was achieved under all tested conditions. Eggs of *T. destructor* were also sensitive, while the pupae were only sufficiently controlled at 25°C and 60% CO<sub>2</sub>. The tested stages of *S. granarius* and *T. granarium* were not sufficiently controlled, the latter being very insensitive. The two tested levels of relative humidity gave similar results.

## Jakob Eriksson medal

### The Jakob Eriksson Prize Fund Commission

### has nominated

### Dr Paul S. Teng (USA)

as recipient of the Sixth Jakob Eriksson Gold Medal to be awarded by the XIV International Botanical Congress in July 1987.

The nomination is made in recognition of Dr Tengs outstanding contributions to phytopathology, especially in the areas of epidemiology and crop loss assessment. He contributed to the penetration of new concepts into these areas, making them more amenable to application in practice. At an early stage he saw the value of systems analysis and computer technology for the science of phytopathology and he was among the leaders to implement the technology in crop protection. He has given proof of a vast knowledge of agriculture and plant protection in the temperate zone as well as in the tropics.

The Jacob Eriksson Fund is administered by the Swedish Academy of Science. It was created in 1923 in honour of the renowned Swedish mycologist and plant pathologist, Jakob Eriksson. An international committee of experts, at present representing India, Peru, the Netherlands, USA and Sweden, nominates a candidate before each Botanical Congress. The medal is coined by the Swedish Mint. The reverse of the medal gives a portrait of Jakob Eriksson with the following legend: "Investigator formarum specialium fungorum clarissimus". The reverse shows characteristic details of winter- and summer spores of *Puccinia graminis*, surrounded by ears of wheat, rye and barley.

**Tjänste**  
Sveriges lantbruksuniversitet  
Konsulentavd./försäljning  
Box 7075  
750 05 Uppsala

**MASSBREV**

## VÄXTSKYDDSNOTISER

Utgivna av Sveriges lantbruksuniversitet, Konsulentavd./växtskydd

Ansvarig utgivare: *Göran Kroeker*

Redaktör: *Birgitta Rämert*

Redaktionens adress: Sv. lantbruksuniversitetet, Konsulentavd./växtskydd,  
Box 7044, 750 07 UPPSALA. Tel. 018/17 10 00

Prenumerationsavgift för 1987: 120 kronor

Postgiro 78 81 40-0 Sv. lantbruksuniversitet, Uppsala

ISSN 0042-2169