

Oldenborrerne

Melolontha melolontha L. og *M. hippocastani* Fabr.

Ved JØRGEN JØRGENSEN

608. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

Nærværende beretning omfatter en historisk oversigt over de to oldenborrearters udvikling i Danmark samt resultater af en del nyere undersøgelser over biologiske forhold og bekæmpelsesforsøg. Foruden forfatteren har assistent O. WAGN medvirket ved undersøgelser og forsøg i årene 1949 til 1954.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

INDHOLD

I.	Indledning	615
II.	Biologiske og økologiske forhold	616
	A. Udviklingscyklus	617
	B. Oversigt over udviklingens forløb i Danmark	617
	C. Oldenborrestammer	618
	D. De danske oldenborrestammer	619
	E. Stammeforskydninger	625
	F. Flyveperioden	628
	1. Fremkomsten	628
	2. Oldenborrerens orienteringsevne	631
	3. Sværmningstidspunktet	634
	4. Kønnenes talmæssige fordeling	636
	5. Billernes ernæring	637
	6. Ægmodning og æglægning	639
	G. Æggenes og larvernes udvikling	641
	H. Puppestadiet og de »hvilende« imagines	645
	J. Den naturlige reduktion af populationerne	646
	K. Oldenborrerens naturlige fjender	648
III.	Værtplanter og skadebilleder	651
IV.	Bekæmpelse	654
	A. Indsamling	654
	B. Kulturtekniske foranstaltninger	655

C. Kemisk bekæmpelse	656
1. Bekæmpelse af imagines	656
2. Bekæmpelse af larverne	663
3. Bekæmpelsens virkning på den øvrige fauna	669
4. Biologisk bekæmpelse	672
5. Danske forsøg med biologisk bekæmpelse	673
a. Laboratorieforsøg	673
b. Forsøg med infektion gennem smittet jord	677
c. Mikroskopiske undersøgelser	678
V. Sammendrag	679
VI. Summary	680
VII. Litteraturhenviisninger	685

I. Indledning

De egentlige oldenborrer tilhørende slægten *Melolontha* er repræsenterede ved to arter her i landet. Den hyppigst forekommende er *Den almindelige oldenborre*, *M. melolontha* L. (tidligere benævnt *M. vulgaris* Fabr.). Den anden art er *Den sortrandede oldenborre*, *M. hippocastani* Fabr.

Ifølge SORAUER (1954) er *M. melolontha* udbredt i Nord- og Mellemeuropa samt i dele af Rusland og Balkanhalvøen. I Lilleasien findes en underart *M.m. asiatica*. I Skandinavien findes *M. melolontha* kun i Danmark og det sydlige Sverige.

M. hippocastani har et større udbredelsesområde; den findes således i det sydlige Norge og i Finland op til omkring den 65. breddegrad. Mod øst findes et par underarter af den udbredt i Transbeikal og Mongoliet og mod syd en underart *M.h. romana* i Mellemitalien. Begge arter forekommer i England, men dog kun sparsomt.

Morfologisk er de to arter meget nærstående, idet kun små variationer i haletappens udformning giver mulighed for en artsbestemmelse. Derudover kan visse farveforskelle være vigtige karaktertræk ved adskillelsen, men det må bemærkes, at farvevariationer forekommer indenfor begge arter i en sådan udstrækning, at artsbestemmelse på basis af farven alene i en del tilfælde er noget usikkert. Hos larverne af de to arter er der ikke hidtil fundet så afvigende karaktertræk, at der er mulighed for en sikker artsadskillelse. De vigtigste artskarakterer hos imagines skal kort beskrives her. Hos *M. melolontha* er dækvingerne, benene og følehornene

rødbrune. Oversiden af forbrystet er som regel sort, men farven kan dog variere, således at det kan være brunt eller rødbrunt. Hale-tappen er hos begge køn af denne art jævnt tilspidset (se fig. 1).

Hos *M. hippocastani* har dækvingerne ofte en mere sortbrun farve, og deres sidekant er i hvert fald fortil sort. Følehorn og ben er oftest sorte, men der forekommer dog individer med rødbrune ben og følehorn. I Østtyskland og Schweiz taler man ligefrem om en »rødbenet« og en »sortbenet« race. Haletappen er kortere og spinklere end hos *M. melolontha* og hos begge køn spatelformet (indsnævret ovenfor spidsen, se fig. 1). For begge arter gælder det, at haletappen er væsentlig kraftigere hos hannen end hos hunnen. Endvidere har hannens følehornskølle 7 led, hunnens 6 led, og de enkelte led (blade) er hos hannen ca. dobbelt så lange som hos hunnen. (Fig. 1, 2 og 3 findes overfor side 624).

Larvernes udseende skal ikke beskrives nærmere her. Habitus ses på fig. 2, og de karakteristiske tornrækker på undersiden af bagkroppen, som er det vigtigste karaktertræk til at adskille de egentlige oldenborrelarver fra andre arter, ses på fig. 3.

Iøvrigt henvises til omtalen af oldenborrerens morfologi i S.ROSTRUP: »Vort Landbrugs Skadedyr« (5. udg. v. P. BOVIEN og M. THOMSEN) og BOVIEN og THOMSEN: »Haveplanternes Skadedyr og deres Bekæmpelse«.

II. Biologiske og økologiske forhold

Oldenborrerens biologi og økologi er studeret meget grundigere i mange mellemeuropæiske lande end her i Danmark, men det vil føre for vidt at give detaillerede beskrivelser heraf. I følgende fremstilling lægges vægt på danske undersøgelser og iagttagelser i den udstrækning, sådanne foreligger. Der vil dog i ret vid udstrækning blive draget sammenligninger med resultater fra andre lande og anført biologiske data af udenlandsk oprindelse, hvor det skønnes, at disse er af almengyldig karakter.

Hovedvægten lægges på den almindelige oldenborres biologi, idet kendskabet til denne art er størst her i landet. Den sortrandede oldenborre omtales dog ind imellem, når der skal drages sammenligninger mellem de to arter.

A. UDVIKLINGSCYKLUS

Oldenborrernes udviklingstid er afhængig af de klimatiske betingelser, hvorunder de lever. I Danmark er den almindelige oldenborre 4 år og den sortrandede i hvert fald i den nordlige del 5 år om at gennemføre sit livsløb. De samme terminer gælder stort set i den nordlige del af Tyskland, men i Sydtykland og det meste af Mellemeuropa iøvrigt udvikles de respektive arter på 3 og 4 år, ja fra de sydlige provinser i Østrig angives det endog, at den sortrandede har en 3-årig udvikling. I Schweiz kan lignende forskydninger i udviklingsterminerne påvises under indflydelse af temperaturforskelle betinget af højdeforskelle i forhold til havoverfladen.

I Østrig (ZWEIGELT, 1928) og i Østtyskland (RICHTER, 1958) har man søgt at finde frem til en bestemt grænseværdi i den årlige gennemsnitstemperatur, ved hvilken denne afkortning eller forøgelse af udviklingstiden finder sted. Zweigelt mener, at grænsen ligger ved 9°C, medens Richter mener at kunne fastslå, at tærskelværdien ligger på 12,6°C. SCHMIDT (1926), som har beskæftiget sig indgående med forskning af oldenborrerne i Tyskland, skriver, at en temperaturgrænse ikke gælder generelt, idet der i Tyskland findes egne med 3-årig udvikling, hvor middeltemperaturen ligger under 9°C. Schmidt fastslår iøvrigt, at der ikke gælder samme tærskelværdi for de 2 arter, idet der findes områder i Tyskland, hvor begge har en 4-årig udvikling. Iøvrigt fandt Zweigelt, at en gennemsnitstemperatur på 12,5°C i månederne april til oktober er en betingelse for, at oldenborrerne kan optræde som skadedyr i større stil. THIEM (1951) har ved laboratorieundersøgelser påvist en stærk temperaturafhængighed for larvernes udvikling. Varigheden af 1. larvestadium var således 18 dage ved 25°C, 42 dage ved 20°C og 119 dage ved 15°C. (Citeret af RICHTER, 1958).

Betydningen af de ovenfor nævnte temperaturer omtales i et senere afsnit om stammeforskydninger.

B. OVERSIGT OVER UDVIKLINGENS FORLØB I DANMARK

Den almindelige oldenborre

Som tidligere omtalt har denne en 4-årig generation her i landet. Kort skitseret foregår udviklingen efter følgende linier: Æggene

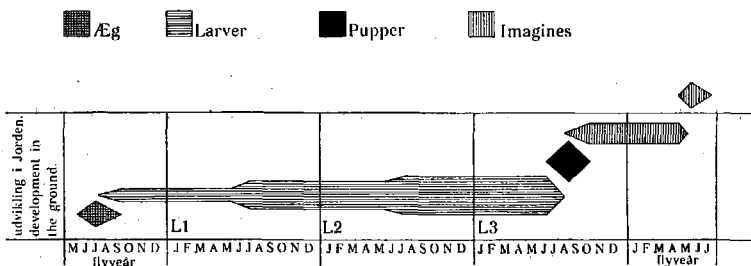


Fig. 4. Skematisk oversigt over den almindelige oldenborres livscyklus

lægges om sommeren år 0 (flyveåret f.eks. 1958). Æggene klækkes samme år, og larverne æder lidt, men gør ingen større skade. 1. år (1959) vokser larverne stærkt, og de kan på slutningen af sommeren forårsage nogen skade. 2. år (1960) er larverne næsten fuldvoksne, de æder hele sommeren og er dette år mest skadelige, 3. år (1961) tager de nu fuldvoksne larver kun næring til sig i maj-juni, hvorefter forpupning finder sted i juli-august og i august-september nås imagostadiet, det vil sige, at det fuldvoksne insekt allerede på dette tidspunkt er til stede i jorden. Billerne bliver dog i jorden, indtil næste år, 4. år, flyveåret (1962). Udviklingens forløb er skematisk opstillet på fig. 4.

Den sortrandede oldenborre

Denne art har en 5-årig generation. Hvorvidt den i den sydlige del af landet kan udvikle sig på 4 år er ikke undersøgt tilstrækkeligt (se omtalen herom i afsnittet om danske stammer). Udviklingen foregår efter samme mønster som hos den almindelige oldenborre, men blot i et langsommere tempo. Iøvrigt må det erkendes, at mange detaljer ikke er undersøgt tilstrækkeligt.

C. OLDENBORRESTAMMER

Ved en oldenborrestamme forstår man de efter hinanden følgende generationer. Der er således, forudsat en invariabel udviklingstid, mulighed for lige så mange stammer som det antal år, udviklingen varer. F.eks. 4 stammer i områder med 4-årig udvikling.

For at få en praktisk betegnelse for de respektive stammer benævnte HEER (1841) i Schweiz disse efter det område, hvor sværm-

ningen var særlig fremtrædende. Der tales om »Berner Flug«, »Urner Flug« og »Basler Flug« med flyveår f.eks. 1951, 1952 og 1953. Denne betegnelse anvendes også i nogen grad i den del af Tyskland, hvor der er en 3-årig udvikling, og i Frankrig, hvor man dog også bruger benævnelsen Régime I, II og III for de samme stammer.

I områder, hvor den almindelige oldenborre har en 4-årig udvikling f.eks. i Nordtyskland og i Danmark, bruger man skudårene som udgangspunkt for stammernes benævnelse. Der er benyttet lidt afvigende formulationer i ældre publikationer.

D. DE DANSKE OLDENBORRESTAMMER

I følgende oversigt benævnes stammerne:

- S = flyveår i skudårene
- S + 1 = flyveår 1 år efter skudårene
- S ± 2 = flyveår 2 år efter (før) skudårene
- S ÷ 1 = flyveår 1 år før skudårene.

Denne inddeling gælder naturligvis kun den almindelige oldenborre, men der forekommer dog i oversigten tillige enkelte bemærkninger om den sortrandede. Endvidere omtales *M. hippocastani* specielt i afslutningen af dette afsnit.

Oplysningerne for perioden indtil 1905 stammer fra BOAS': »Oldenborrens Optræden og Udbredelse i Danmark 1887—1903« og fra forskellige publikationer af BERGSØE. Fra 1905 til 1958 er oplysningerne hentet dels fra BOAS og THOMSEN'S: »Oldenborrerens Optræden i Danmark i Aarene 1904—1919«, dels fra måneds- og årsoversigter fra den plantepatologiske forsøgsvirksomhed (fra 1913 Statens plantepatologiske Forsøg). Der er, for så vidt det efter meddelelserne om larveangreb med rimelighed er muligt at skønne sig til larvernes alder, givet oplysninger om disse i hovedskadeåret, det vil sige to år efter flyveåret.

S. (flyveår i skudårene)

Denne stamme omtales hverken i ældre publikationer eller i årsoversigterne om plantesygdomme og skadedyr (påbegyndt 1905) indtil 1938. Angivelser af skader forårsaget af larverne i årene 1914, 1918 og 1922 er usikre med hensyn til, hvilken stamme de

tilhører. Derimod er der fra 1938 oplysninger om forekomst af store larver, som må tilhøre denne stamme, både fra Sjælland, Fyn og Jylland. Dette stemmer da også overens med flyvningerne i 1940, hvor der meldes om stærk sværmning ved Vester Åby på Fyn og i mindre antal på Roskildeegnen og ved Lyngby samt i Sydsjælland og Østjylland.

Siden da har der været bemærket angreb af larver af denne stamme adskillige steder på Sjælland, Lolland og Falster samt enkelte steder på Fyn og i Jylland. Flyvende oldenborrer blev iagttaget i ret store mængder i 1944 på Haslev- og Sorøegnen og ved Abed på Lolland. 1948 var antallet ringe, men i 1952 var der stærk flyvning i Nordsjælland ved Fredensborg, Lyngø og Slangerup. 1956 sås meget få oldenborrer.

S+1 (flyveår 1 år efter skudår)

Om denne stamme foreligger meddelelser om flyvning i 1905 og 1909 ved Lindet Skov og Gestrup i Tønder Amt. (Disse år var der også stærk flyvning ved Itzehoe i Holsten). Herefter omtales flyvning på disse egne ikke før 1925 og igen 1929, 1933, 1937, 1945 og 1953. I andre egne af landet er denne stamme set flyvende, således forskellige steder i Nord- og Sydsjælland i 1937, i Sydsjælland 1941, 1945 og 1953, på Roskildeegnen 1949 og i Nordsjælland og på Stevns 1953. Ved Sallerup i Sydsjælland var der et betydeligt antal 1957. Endvidere har denne stamme optrådt stedvis på Lolland og Fyn 1949 og 1953. I Vis Herred og ved Skibelund og Askov optræder denne også, men kun fåtalligt. Betydelige larveangreb er bemærket i Lindet 1931, i Sydsjælland 1939, 1947, 1951 og 1955, på Fåborgegnen 1947 og 1951 og ved Jyderup 1951. Desuden har der på enkelte lokaliteter på Nord- og Vestfyn samt på Røddingegnen været stærke angreb i 1951 og 1955.

S±2 (flyveår 2 år efter (før) skudår)

Denne stamme gjorde sig først bemærket i slutningen af forrige århundrede. I 1886 var der lidt flyvning nogle steder på Lolland, og i 1890 blev der i flyveperioden indsamlet 11.500 pd. 1894 var der ret betydelige antal og i 1898 stærk flyvning både på Lolland og i Præstø Amt. Bedømt efter mængden af indsamlede biller kulmi-

nerede forekomsterne på Lolland i 1898, og de aftog derefter, indtil der i 1910 næsten ingen fandtes. I Præstø Amt aftog antallet også, men dog kun langsomt, og her var i 1902 og 1906 betydelige antal. Fra Tyskland angives 1902 at have været stort flyveår mange steder i Slesvig-Holsten bl.a. på Åbenrå- og Haderslevvegnen. Endnu i 1910 og 1914 var der betydelige antal i Præstø Amt, men derefter synes oldenborrernes antal kun lokalt at have tiltrukket sig opmærksomhed, således i 1918 ved Aunø og i 1926 og 1930 på egnen ved Klarskov og Lundby. 1934 optrådte de i så store mængder ved Kalvehave, at 3 mand på én dag samlede 150 kg oldenborrer. Også på Ringstedegnen var flyvningen stærk. 1938 var der mange biller visse steder i Sydsjælland, medens et mindre antal sås i Nordsjælland og på Roskildeegnen. Ved Sakskøbing iagttoges flyvning i 1938 og i forøget antal 1942, medens der i 1946 sås en del ved Maribo, i 1950 et betydeligt antal ved Søllested og i 1954 på Nystedegnen. På Sjælland fortsatte forekomsterne i 1942, 1946, 1950 og 1954 på mange lokaliteter spredt over størstedelen af øen; i 1946 og 1950 dog især på Køge- og Haslevvegnen samt visse dele af Sydsjælland. I 1954 bemærkes en del flyvning ved Præstø og i 1958 ved Jyderup i Holbæk Amt.

På Fyn har denne stamme lokalt optrådt i nævneværdige antal, således fløj en del ved Fåborg 1938, og der er rapporteret stærk flyvning ved Svendborg i 1942. Fra 1950 foreligger meddelelser om iagttagelser af store sværme på Fåborgegnen og mindre antal på Nordfyn.

Det er dog især i Sønderjylland, at denne stamme har domineret. Indtil 1920 er oplysningerne fra disse landsdele meget sparsomme (se dog ovenfor 1902 og 1906). I 1922 meldes om flyvning ved Haderslev og i 1926 ved Jels. Derefter foreligger der oplysninger om en del flyvning i 1934 og om tiltagende intensitet i 1938. Det bemærkes her, at *M. hippocastani* visse steder bl.a. ved Rødekro var dominerende. Individantallet synes at stige stærkt i de følgende flyveår. 1942 fløj oldenborrerne i stort tal ved Gråsten, Tinglev, Øster Lindet og på egnen vest for Haderslev. Også i de tilgrænsende egne nord for Kongeåen var der mange. I 1946 var det især egnene ved Rødding, Skodborg og Øster Løgum, der hjem-søgt af *M. melolontha*, medens *M. hippocastani* igen dominerede i egnen vest for Haderslev. Igen i 1950 sås store mængder omkring

Rødding og i Haderslevs vestlige opland; også omkring Gram var der betydelige antal. Fra Vis Herred mellem Gråsten og Kruså meddeltes det, at der ikke i mange år havde været så stærk flyvning. Det tilføjes, at ca. 20 pct. var *M. hippocastani*.

I 1954 sværmede oldenborrerne i meget stort tal ved Københoved, Skodborg og Skibelund samt ved skovene mellem Skodborg og Jels. Også ved Sommersted og Rise var der visse steder mange. Her var det flere steder overvejende *M. hippocastani*. 1958 var tyngdepunktet for den massive optræden rykket noget mod nordøst i forhold til 1954. Det var nu især i området omkring Kongeåen ved Skibelund og Skodborghus samt omkring Maltbæk og Askov det største antal forekom, medens der var relativt få ved Københoved og på egnen mellem Skodborg og Jels. I Vis Herred ved Hokkerup og Kollund sås betydelige sværme, og i marsken vest for Ribe var der mange på et mindre område (her sås iøvrigt allerede i august 1957 en del flyvende oldenborrer).

Fra den øvrige del af Jylland er meddelelserne om denne stamme kun få. 1922 sås enkelte ved Århus, og 1938 iagttoges lidt flyvning ved Boller, hvorfra der også er rapporteret et stærkt angreb af larver i 1936 og 1952. Ved Tolne og Frederikshavn i Hjørring Amt var der en del *M. melolontha* i 1954.

Angreb af larver tilhørende denne stamme er bemærket på mange af de nævnte egne. Stedvis har skaderne været af meget stor økonomisk betydning. Der er en del lokaliteter, hvorfra meddelelser om angreb tyder på, at det er larver af denne stamme, der har forårsaget skaderne, uden at der dog er oplysninger om iagttagelser af imagines. Dette gælder Vejleegnen, hvor der var stærke angreb i 1924 og Nr. Bork v. Ringkøbing Fjord, hvor der ligeledes var stærke angreb i 1924 og foråret 1925. Endvidere ved Bramdrupdam 1936, ved Lindknud-Vorbasse 1940, på Møn og ved Grenå 1944.

S ÷ 1 (flyveår 1 år før skudår)

Denne stamme dominerede voldsomt i slutningen af forrige århundrede. Det er overvejende den, der omtales i BOAS' beretning fra 1904.

Den kan spores så langt tilbage som til 1811. Fra 1849 omtales betydelige skader af larverne flere steder på Sjælland og i 1851

skriver E. ROSTRUP, at hele havstokken på Amagers vestkyst var dækket af døde, opskyllede biller den 26. juni (citeret af Bergsøe). 1853 var der stærke angreb såvel i Nord- som Sydsjælland; på en mindre gård i Sydsjælland samledes i brakjord 91 lispund (ca. 650 kg) larver.

1855 afløvede store mængder oldenborrer træerne i mange egne af landet, og allerede i efteråret 1856 huserede larverne slemt både på Sjælland, Fyn og i Jylland. 1857 fandtes 'visse steder i Sydsjælland 8-10 store larver pr. kvadratalen, og der omtales (BOAS 1904) desuden voldsomme ødelæggelser på Midtsjælland, Sydfyn, enkelte steder på Nordfyn, på Sundeved og på Viborgegnen.

1859 var der »Overordentlige Masser« (E. ROSTRUP) af flyvende oldenborrer ved Skårup. Derefter følger en nedgang, men Rostrup taler dog både i 1863 og 1867 om »Uhyre Masser« ved Skårup.

1871 nævnes kun flyvning på egne mellem Ribe og Kolding, men i 1873 spores atter en tiltagen i larveangrebene intensitet. Der meldes om stærke angreb på Horsensegnen, og i 1877 nævnes oldenborrelarverne som det værste skadedyr på »al Slags Korn, Rodfrugt og Græsmarkerne«. De værste skader forekom i det sydøstlige Jylland (Vejle Amt), samt på Vestfyn og Fåborgegnen. Skaderne fortsatte her i uformindsket omfang i 1881, og i 1883 var der stærk flyvning over store dele af landet. I de følgende 10-15 år optrådte oldenborrerne nu i antal som ikke hverken før eller siden er set her i landet, og det er indsamlingen fra flyveårene 1887, 1891, 1895, 1899 og 1903, som danner grundlaget for den beretning, som BOAS udsendte i 1904. Denne indeholder 5 farvelagte Danmarkskort med angivelser af de indsamlede mængder i de nævnte 5 flyveår. For de værste skadeår anslår VILH. BERGSØE ødelæggelserne på landbrugsafgrøderne til ca. 5 mill. kr., en efter datidens forhold meget betydelig sum. Fra 1891 til 1903 var der en voldsom nedgang i antallet af oldenborrer, så stærk at Boas i 1904 udtaler: »De to Oldenborreaar eksisterer indtil videre ikke mere her i Landet«. Et lignende forløb af denne periode er beskrevet fra Holsten (SCHMIDT, 1926).

Der foreligger herefter meget få meddelelser om denne stamme. I 1915 var der lidt flyvning i Børkop ved Vejle og i 1927 ved Klar-skov i Sydsjælland. 1935 et ringe antal på Sorøegnen og 1939 ved Nykøbing Sj., Ringsted og Vejle. 1943 og 1947 lidt på Roskilde-

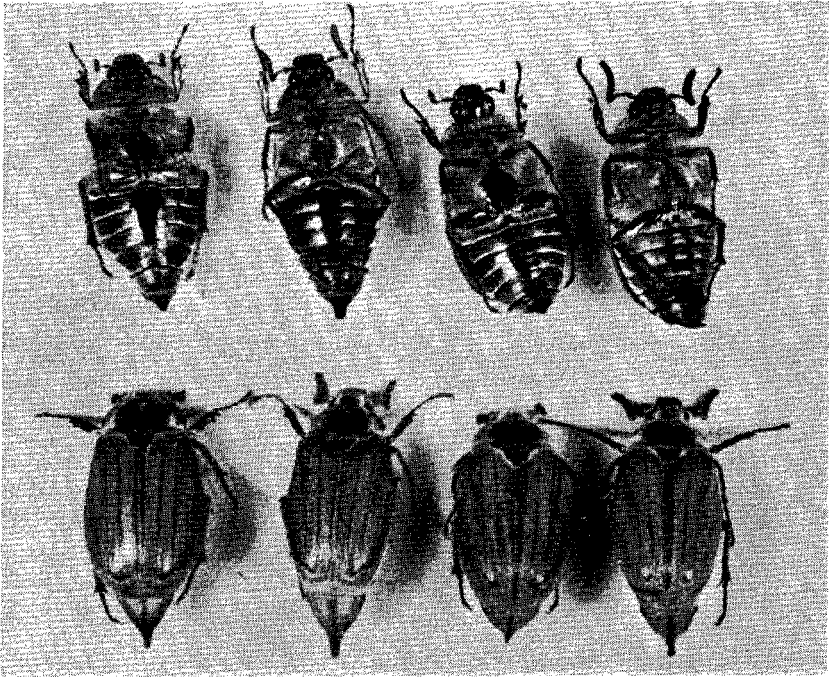
egnen. Endvidere 1947 ved Næstved, på Romsø i Storebælt og ved Fjerritslev i Thisted Amt, hvor antallet var betydeligt. 1951 fløj et betydeligt antal ved Jyderup og Hillerød og enkelte i Sydsjælland, samt ved Nørre Sundby og Fjerritslev. 1951 og 1955 var der lidt flyvning på Roskildeegnen og ved Uggeløse i Nordsjælland. I 1953 meldes om et stærkt larveangreb i Vodskov i Vendsyssel.

På kortet fig. 6 er markeret de lokaliteter, hvorfra iagttagelser af den almindelige oldenborre (*imagines*) er rapporteret i løbet af de sidste 20 år (1938-1958). Det er ikke udelukket, at stammer, som ikke er markeret, kan findes mere udbredt, men oplysninger herom foreligger ikke. Oversigten kan derfor ikke siges at give et fuldstændigt billede af stammernes fordeling.

Den sortrandede oldenborre

Foruden de i den givne oversigt nævnte forekomster af *M. hippocastani* skal her anføres nogle eksempler på denne arts optræden. BERGSØE (1895) omtaler egne iagttagelser af store mængder, som kom frem af de sandede klitarealer ved Rørvig i 1857. Samme år sås denne art ved Grenå, og i 1858 på Silkeborgegnen. Da Bergsøe regner med en 4-årig udvikling også for den sortrandede oldenborre, er det svært at følge stammerne efter de ældre opgivelser. Fra Hjørring Amt oplyses der dog, at der var flyveår i 1887 og (mod forventning) først igen 1892. Her er ifølge BOAS (1904) tale om *M. hippocastani*, og det var iagttagelser i årene 1892, 1897 og 1902, som bragte klarhed over, at denne art i hvert fald i Nordjylland har en 5-årig generation. Denne stamme optrådte endnu talrigt i Nordjylland i 1907, men i 1912 var den næsten forsvundet. Ved siden af ovennævnte stamme forekom i Vendsyssel en anden, som særlig gjorde sig bemærket i årene 1901, 1906, 1911 og 1916. Fra de senere år er den eneste sikre forekomst af denne art i Nordjylland iagttaget ved Brønderslev i 1946.

I de sønderjyske landsdele findes *M. hippocastani* stedvis i ret store antal, men iagttagelserne er så sporadiske og sikre artsbestemmelser så få, at en fastlæggelse af stammerne og udviklingshastigheden er usikker. Der er dog noget, som tyder på, at der kan være tale om en 4-årig udvikling, idet denne art sværmede ved Lindet Skov i 1937, hvor man også mener at have bemærket den i 1929 og 1925. Iagttagelser ved Rødekro i 1938 og 1954 og på egnen



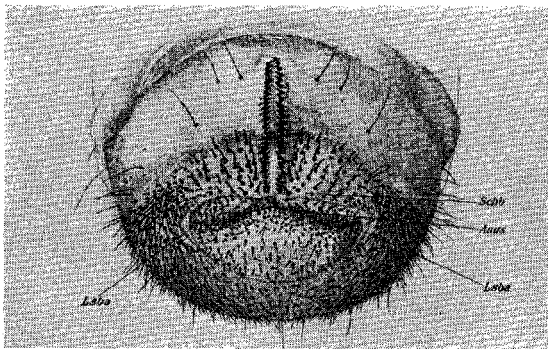
A	B	C	D
Fig. 1. A.	<i>Melolontha melolontha</i>	hun (female)	
B.	»	»	han (male)
C.	»	<i>hippocastani</i>	hun (female)
D.	»	»	han (male)

(Fot. MHD).

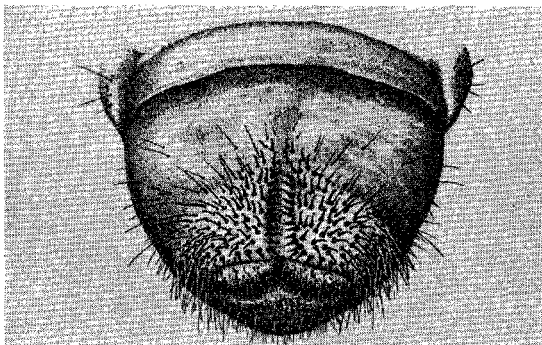


Fig. 2. Voksen oldenborrelarve (3. stadium). (Fot. FH).

A



B



C

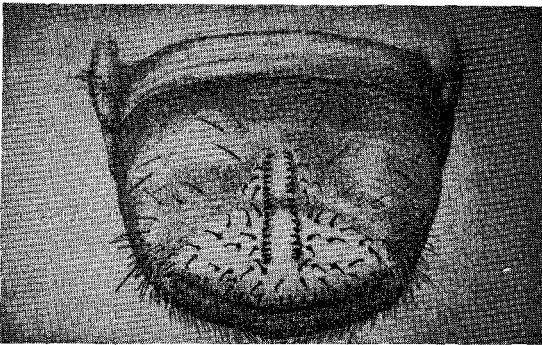


Fig. 3. Bagenden af torbistlarver set fra undersiden.

A. Den almindelige og den sortrandede oldenborre (*Melolontha melolontha* og *M. hippocastani*).

B. St. hans-oldenborren (*Rhizotrogus solstitialis*).

C. Gåsebiller (*Phyllopertha horticola*). (Efter Subklew).

Gengives med tilladelse af prof. dr. B. Rademacher, Stuttgart-Hohenheim, Tyskland.

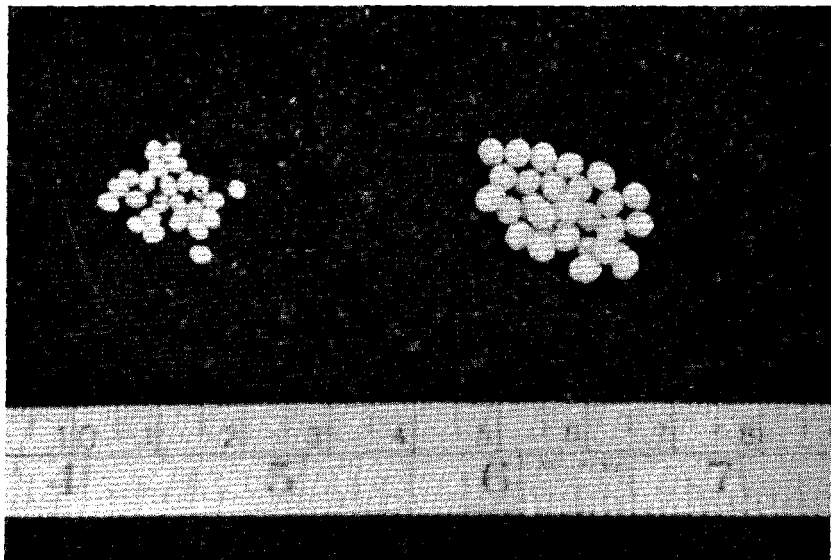


Fig. 10. A. Størrelsesforskellen på nylagte (tv.) og ca. 10 dage gamle æg (th.).
(Fot. J.J.)

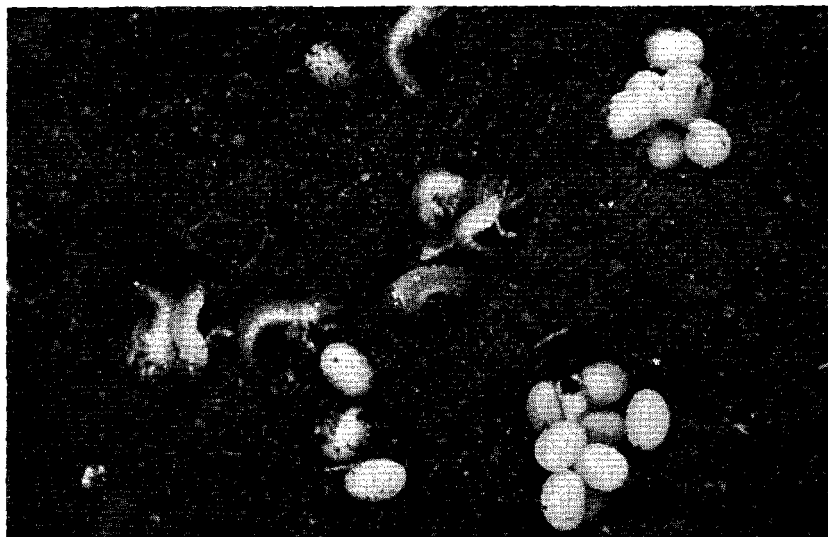


Fig. 10. B. Æg umiddelbart før klækning og nyklækkede larver. (Fot. MHD).

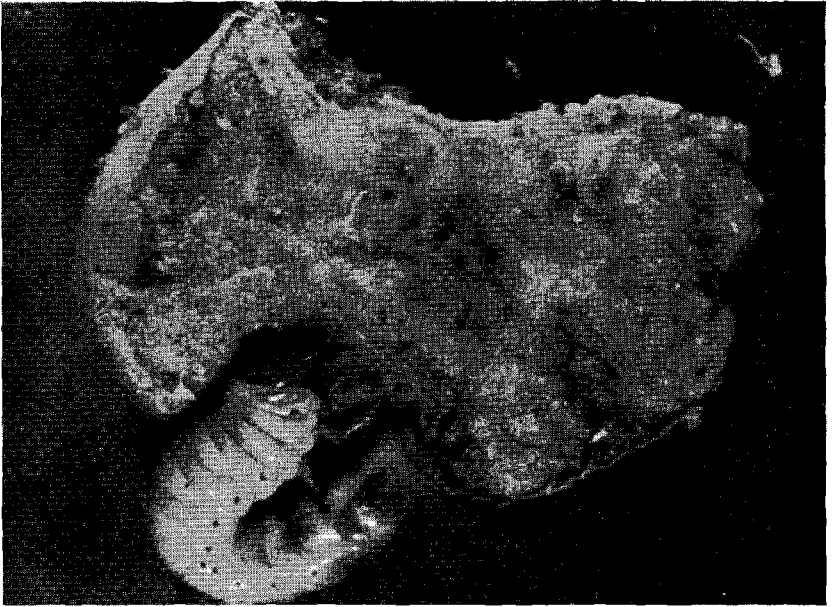


Fig. 15. Kartoffel stærkt beskadiget af store oldenborrelarver. (Fot. MHD).

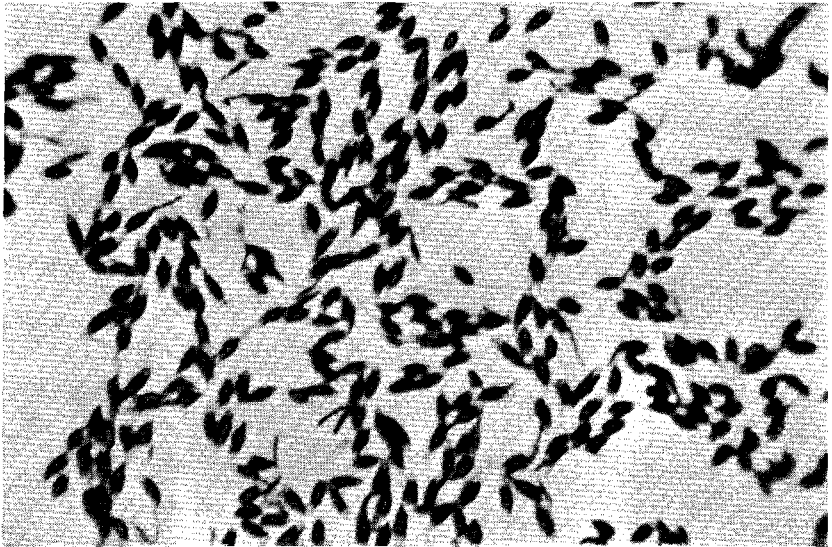


Fig. 21. *Bacillus popilliae*. Sporer og vegetative celler fra blodvæsken af en angrebet larve. (Fot. Landhøjskolens arvelighedslaboratorium).

vest for Haderslev 1946 og 1954 kunne tydes i samme retning. På lokaliteter ved Sommersted og Rødekro, hvor der i 1954 fandtes betydelige antal af denne art, var der ingen oldenborrer at finde i flyvetiden hverken i 1958 eller 1959.

Spørgsmålet er således ikke afklaret, men det bør undersøges nærmere.

E. STAMMEFORSKYDNINGER

Som allerede omtalt har flere forskere beskæftiget sig med spørgsmålet om temperaturens indflydelse på udviklingens længde. Baggrunden for sådanne undersøgelser er ønsket om at få klarhed over, i hvor stor udstrækning forskydninger i de enkelte stammers talmæssige forekomster skyldes ændringer i udviklingshastigheden. Om f.eks. tiltagende antal af en stamme, der har flyveår året efter en hidtil dominerende stamme, skyldes en forøget udviklingstid hos individer af denne. To forskere, som har beskæftiget sig indgående med disse spørgsmål, er stærkt uenige. ZWEIFELT, som arbejdede hermed i Østrig, mener, at der i vid udstrækning er tale om sådanne stammeforskydninger, medens DECOPPET (1920) fra Schweiz hævder, at stammerne er yderst stabile igennem lange tidsrum, og at forskydninger i udviklingshastigheden sjældent forekommer. Ved en bedømmelse af udviklingstidens stabilitet her i landet må man se på de forskellige stammers optræden igennem en længere årrække. En oversigt herover er givet i foregående afsnit, og det fremgår heraf, at to stammer af *M. melolontha* har haft en meget regelmæssig 4-årig cyklus. Den ene ($S \div 1$) i sidste halvdel af forrige århundrede, den anden ($S \pm 2$) i de sidste 25-30 år. Dette tyder på en stabil udvikling over en lang årrække, men man kan ikke dermed udelukke muligheden af, at et mindre antal individer kan have udviklet sig på 3 år og derved er overgået til en anden stamme. F.eks. kunne det tænkes, at den relativt stærke forøgelse af stamme $S \pm 2$ i slutningen af forrige århundrede kunne skyldes en forkortet udvikling (3 år) hos en del individer, der oprindeligt tilhørte den dominerende stamme $S \div 1$, som har flyveår året efter stamme $S \pm 2$.

Da der imidlertid ikke foreligger noget som helst bevis for en sådan forskydning, må vi nøjes med at betragte den som en hypotese. Ved bedømmelsen af sandsynligheden for, at sådanne forskyd-

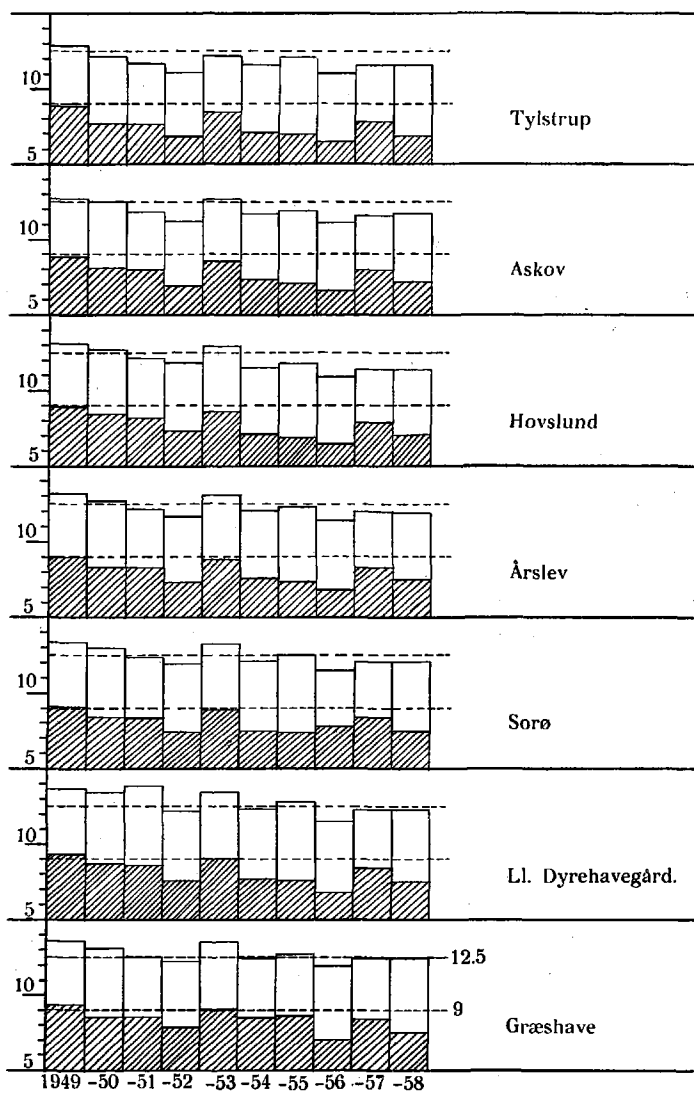


Fig. 5. Temperaturmålinger ved nogle danske vejrstationer 1949—1958 (beliggenheden ses på fig. 6). Den skraverede del viser årgennemsnittet, medens hele søjlen angiver gennemsnittet for april-oktober (begge inklusive)

ninger forekommer, er det dog af interesse at betragte gennemsnits-temperaturerne her i landet og sætte dem i relation til de tidligere

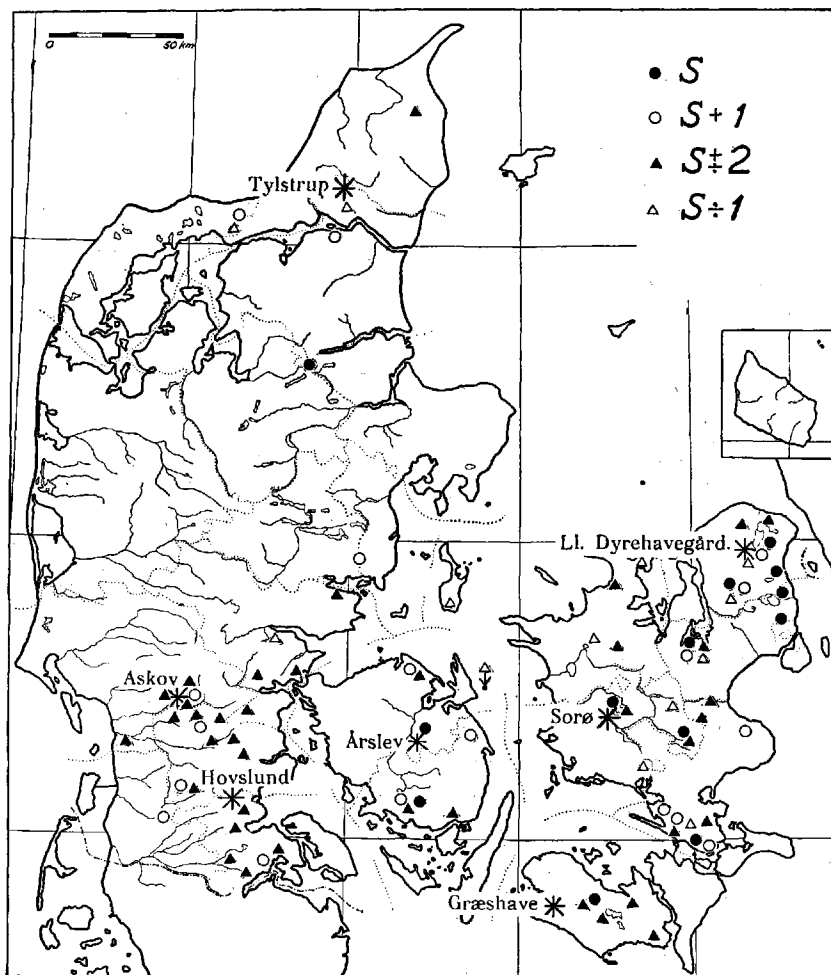


Fig. 6. Lokalteter, hvorfra jagttagelser af den almindelige oldenborre (imagines) er rapporteret i årene 1938—1958. De fire stammer er markeret med forskellige signaturer. Endvidere er der med stjerner vist beliggenheder af de vejrstationer, hvor de på fig. 5 anførte temperaturer er målt

omtalte temperaturer, som menes at være udslagsgivende for ændringer i udviklingstiden. På fig. 5 er opført gennemsnitstemperaturer for en række steder beliggende i det sydlige Danmark og et enkelt sted i Nordjylland (beliggenheden ses på kortet fig. 6). Som

det fremgår af figuren, når den årlige gennemsnitstemperatur kun sjældent 9°C og derover, og betragter man gennemsnitstemperaturen for de sidste 10 år, vil det ses, at selv i de sydligste egne når den ikke op på mere end lidt over 8°C . Såfremt den af ZWEIFELT angivne gennemsnitstemperatur 9°C er rigtig, skulle der således kun være meget ringe sandsynlighed for, at stammeforskydninger finder sted, idet man må forudsætte, at denne grænseværdi skal opnås i en periode på mindst 4 på hinanden følgende år, for at forskydning kan finde sted, og dette har i hvert fald ikke været tilfældet ved nogen af de i fig. 5 opførte steder inden for de sidste 10 år. Det siger sig selv, at såfremt den af RICHTER angivne gennemsnitstemperatur $12,6^{\circ}\text{C}$ er nærmere den virkelige gennemsnitstemperatur, er der ingen chancer for stammeforskydninger her i landet.

Af hensyn til ZWEIFELT's angivelse af $12,5^{\circ}\text{C}$ som den laveste gennemsnitstemperatur i månederne april-oktober, hvorved oldenborrerne har en optimal udvikling, er i fig. 5 opført middeltemperaturer for disse måneder gennem de sidste 10 år. Det ses, at denne værdi i visse år overskrides ved alle de anførte steder, men taget som gennemsnit for alle 10 år, ligger tallene netop omkring denne værdi de fleste af stederne.

Det skal dog bemærkes, at visse egne imellem Askov og Hovslund igennem de sidste 10 år har været særdeles stærkt hjemsoget af oldenborrer. De synes således i disse områder at klare sig udmærket ved en gennemsnitlig sommertemperatur (april-oktober) på 12°C .

F. FLYVEPERIODEN

1. Fremkomsten

Betragter man den skematiske oversigt over oldenborrens livscyklus (fig. 4) ses det, at flyvetiden kun omfatter en kort periode af hele udviklingen, men da oldenborrerne kun i dette relativt korte tidsrum viser sig over jorden, tiltrækker denne del af deres tilværelse sig naturligt betydelig opmærksomhed.

Fremkomsten af jorden er overvejende afhængig af temperaturen, men HURPIN (1955) mener dog at have påvist, at negativ geotropisme også spiller en rolle. COUTURIER og ROBERT (1956) fandt, at for *M. hippocastani*'s vedkommende kom hannerne frem ved en

Tabel 1. Temperaturmålinger ved Haraldsholm i flyveåret 1954

Lufttemperaturer målt 2 m over jorden. Jordtemperaturer målt i 12 cm's dybde

Dato Maj	Lufttemperaturer				Jordtemperaturer								
					formiddag		eftermidd.		aften				
	kl.	°C	kl.	°C	kl.	°C	kl.	°C	kl.	°C	kl.	°C	
10			21 ⁰⁰	9.0									
11			21 ⁰⁰	10.0									
12	20 ³⁰	11.0	21 ³⁰	8.0			13 ⁰⁰	15.0	20 ³⁰	14.5			
13	20 ⁴⁰	9.0	21 ⁴⁵	7.5			12 ⁰⁰	15.0	20 ⁴⁵	15.5			
14	19 ³⁰	8.0	21 ¹⁵	7.0	11 ⁰⁰	13.0			19 ³⁰	13.0			
15	20 ⁰⁰	7.0	21 ¹⁵	7.0					20 ³⁰	12.0			
16					11 ⁰⁰	10.0	16 ⁰⁰	12.0					
17	20 ³⁰	7.0	21 ⁴⁵	5.5									
18	20 ³⁰	7.5	21 ⁴⁵	5.0			15 ⁰⁰	15.0	20 ³⁰	12.5	21 ⁴⁵	11.5	
19							14 ⁰⁰	14.0	18 ¹⁵	13.0			
20	20 ³⁰	8.0	21 ⁴⁵	8.0	11 ³⁰	12.5	15 ⁰⁰	14.0	20 ³⁰	10.0			
21			21 ⁴⁵	6.0			12 ³⁰	12.0	21 ⁰⁰	11.5	21 ⁴⁵	11.0	
22	20 ⁴⁰	7.0	21 ⁴⁵	6.0	10 ³⁰	12.0	14 ⁰⁰	12.0	20 ⁴⁵	11.0	21 ⁴⁵	10.0	
23					10 ⁰⁰	12.0							
24	20 ⁴⁵	11.0	21 ¹⁰	10.0	11 ⁰⁰	13.0			20 ⁴⁵	15.5			
25	20 ³⁰	12.5	21 ³⁰	11.0					20 ⁴⁰	17.0	21 ³⁰	16.0	
26	20 ⁴⁰	14.5	21 ³⁰	14.0					21 ⁰⁰	16.0			
27			21 ⁰⁰	14.0									

jordtemperatur på 7°C, medens hunnerne først kom ved 9°C. *M. melolontha* kom frem ved jordtemperaturer på 10-11°C, og for denne arts vedkommende var kravene til temperaturen nogenlunde ens for de to køn. REGNIER (1941) angiver dog en væsentlig højere temperatur, nemlig 15°C. I 1954 blev der i flyvetiden foretaget temperaturmålinger ved Haraldsholm mellem Skodborg og Jels i Sønderjylland. I tabel 1 er der givet en oversigt over jordtemperaturer i 12 cm's dybde i en mark, hvorfra der kom et meget stort antal oldenborrer, samt over lufttemperaturer målt 2 m over jorden i et nærliggende levende hegn.

Oldenborrernes fremkomst begyndte i den første uge af maj, men det største antal kom dog først i dagene 10.-15. maj. Jordtemperaturen lå i dette tidsrum om aftenen på 12-15°C, og lufttemperaturerne i sværmetiden på 7-10°C. På fig. 7 er aftegnet kurver for maksimums- og minimumstemperatur i perioden, endvidere er der indtegnet søjler, som angiver fremkomstens intensitet de pågældende aftener fra ovennævnte mark ved Haraldsholm. For 1958 vises på fig. 8 temperaturer målt ved statens forsøgsstation i Askov; endvidere markeres det tidsrum, da oldenborrerne kom

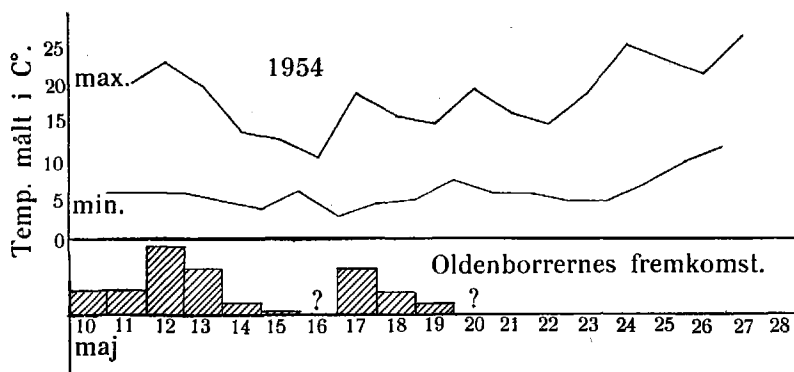


Fig. 7. Temperaturmålinger i relation til oldenborrernes fremkomst 1954. Iagttagelser foretaget ved Haraldsholm mellem Skodborg og Jels i Haderslev Amt. Søjljerne nederst på figuren beror på et skøn over fremkomstens intensitet de pågældende aftener (sml. desuden med tabel 1)

frem i området ved Skibelund. Selv om denne fremstilling kun beror på et skøn over antallet af tilflyvende oldenborrer, giver den dog et indtryk af fremkomstens fordeling og dens relation til temperaturen.

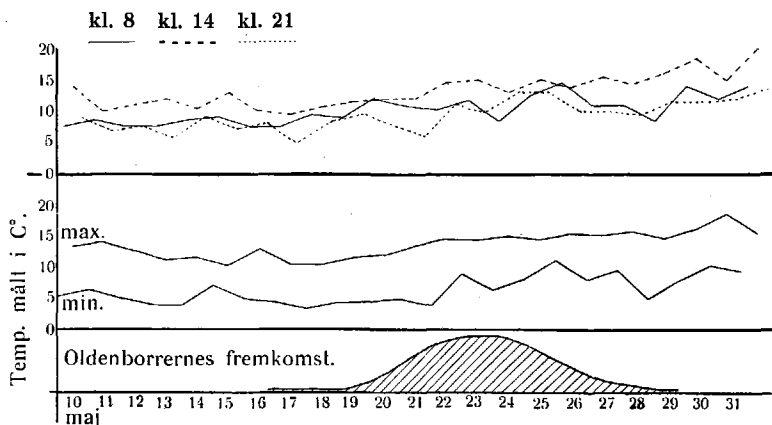


Fig. 8. Temperaturmålinger i relation til oldenborrernes fremkomst 1958. Temperaturerne er målt ved statens forsøgsstation i Askov
 Øverst: Temperaturerne kl. 8, 14 og 21. I midten: Maksimum og minimum. Nederst: En skønsmæssig kurve, som angiver oldenborrernes fremkomst

Fremkomsten varierer en del fra år til år. Oftest kommer de første oldenborrer frem i de første dage af maj, men hovedparten kommer sædvanligvis først i den midterste trediedel af maj samtidig med, at bøgen springer ud. Hvis de klimatiske forhold er optimale, kommer oldenborrerne frem i løbet af 8-10 dage, men hvis der kommer kølige, regnfulde perioder, kan fremkomsten udskydes, eller den kan forekomme i flere tempi over en længere periode (3-4 uger). Endelig må det nævnes, at jordens fysiske egenskaber og bevoksningens art øver indflydelse på temperaturforholdene i jorden og dermed på tidspunktet for fremkomsten de respektive steder.

I 1958 blev der foretaget observationer af oldenborrerne i flyveperioden i området omkring Kongeåen mellem Skodborghus og Foldingbro. Foråret var karakteriseret af relativt lave temperaturer, og der var den 12. maj næppe et grønt blad at se på bøg, eg, røn eller tjørn i det nævnte område. Temperaturen var kl. 20³⁰ kun 7°C (målt 1,5 m over jorden). Den 16. maj sås de første oldenborrer, men først den 20. og de følgende aftener tog fremkomsten rigtig fart. Temperaturen var da ved statens forsøgsstation i Askov 8-15°C (se fig. 8). Ved Ålegård, som er beliggende omtrent midt i området (se kortet fig. 9) målt temperaturen mellem klokken 20³⁰ og 21⁰⁰ ca. 10 cm over jorden i dagene 19. til 27. maj, det tidsrum, da størstedelen af oldenborrerne kom frem. Den varierede mellem 8 og 13°C.

Den 18. maj var bøgen næsten helt udsprunget. Tjørnen kom nogle dage senere; ahorn, røn og elm nogle dage efter tjørnen, og egen var endnu kun i knopbrydningsstadiet den 28. maj, og først i udspring de første dage i juni.

Ifølge franske undersøgelser (HURPIN, 1956) stimuleres sværmingen hos de nylig fremkomne oldenborrer ved middagstemperaturer på 12°C og derover kombineret med nogle timers solskin. Aftentemperaturen spiller en mindre rolle, dog ophører flyvningen ved 6°C.

2. Oldenborrernes orienteringsevne

I Schweiz (SCHNEIDER, 1952) er der foretaget indgående studier over oldenborrernes orienteringsevne straks efter fremkomsten. Det er herved konstateret, at horisontens silhouetter udøver til-



Fig. 9. Området, hvor bekæmpelsen i flyvetiden 1958 blev foretaget (indstregt med sort). Her blev hegn, haver o.l. sprøjtet fra jorden, medens skovkanterne sprøjtedes fra luften. Det meste af den del af området, som ligger syd for Konge-
åen, blev pudret fra luften i 1954

trækning i forhold til den højde og skarphed, hvormed de fremtræder for de netop fremkomne biller. Den maksimale afstand, indenfor hvilken en sådan orientering kan foregå, er 3200 m, en ret imponerende strækning i forhold til dyrenes størrelse. Dog vil fjernt liggende silhouetter, selv om disse i absolut højde overstiger nærmere liggende, miste en del af tiltrækningen på grund af den fjerne beliggenhed. Schneider fandt, at oldenborrerne sjældent flyver mere end ca. 100 m straks efter fremkomsten. Den retning, oldenborrerne tager, er ikke bestemt af målets egnethed som ædeplads. Det er således iagttaget, at såvel hustage som nåleskove og andre for ernæringen uegnede steder beflyves livligt, hvis deres silhouetter tegner sig tilfredsstillende for oldenborrerne. Først på ganske kort afstand er de i stand til at orientere sig om målets art. Disse iagttagelser stemmer godt overens med beretninger om, at oldenborrerne ved fremkomsten ofte i store mængder flyver mod hustage o.l. med så stor kraft, at de falder bevidstløse til jorden.

Det bemærkes endvidere, at *M. melolontha* i højere grad end *M. hippocastani* er afhængig af silhouetternes skarphed, idet sidstnævnte mere søger til nærstående bevoksninger, selv om disse ikke rager så højt op i landskabet, at de er i stand til at aftegne silhouetter på horisonten. I Frankrig (COUTURIER, 1951) er der foretaget undersøgelser over samme emne, og det viste sig her, at man ved at belægge visse skovkanter med et røgslør kunne ændre oldenborrerens flugtretning. Lignende ændringer kan ske, når skyformationer udvisker silhouetterne i visse horisontafsnit. Oldenborrerne vil altså ifølge de nævnte undersøgelser tage en ganske bestemt retning, som dels er afhængig af det pågældende steds topografi, dels af de ved fremkomsten herskende belyningsforhold. Vindens indflydelse under flyvningen er ikke uden betydning. Flyveretningen kan således ændres, idet billerne slås mere eller mindre ud af kurs afhængig af vindens styrke og retning. Fra forrige århundrede er der et par beretninger om store oldenborresværmene, som af vinden er ført ud over havet. E. ROSTRUP meddeler, som tidligere nævnt, at hele havstokken på Amagers vestkyst i 1851 var dækket af døde, opskyllede oldenborrer, og BERGSØE skriver i »Oldenborrens Naturhistorie« 1862 om adskillige lignende tilfælde. Fra samme publikation stammer følgende citat: »Det er saaledes velvilligt blevet mig meddelt af en af vore Office-

rer i Marinen, at han i Østersøen Øst for Bornholm, traf paa en flydende Ø af døde Oldenborrer af en meget betydelig Udstrækning, og hvor Dyrene laae saa tæt pakkede, at der kun var frit Kjølvand lige bag Skibet, og dog var man i fuldkommen rum Sø, og Land kunde ikke öines til nogen af Siderne«. Der stilles ofte det spørgsmål, om oldenborrerne aktivt flyver eller passivt af vinden føres over større afstande. Fra nyere tid har vi ingen iagttagelser af lignende karakter som de ovennævnte, og det er blandt forskere den almindelige mening, at oldenborrerne er ret stedbundne. HURPIN (1956) angiver dog den almindelige oldenborres aktionsradius til 2-3 km. Den sortrandede siges at være mere stationær. Det er sandsynligt, at mindre forskydninger af angrebsområder kan skyldes vinden. Det er således set, at tyngdepunktet for såvel larveangrebene som sværmningens intensitet i området omkring Kongeåen har forskudt sig fra sydvest mod nordøst igennem de sidste 8-10 år.

3. Sværmningstidspunktet

Ved undersøgelserne i flyvetiden 1954 ved Haraldsholm mellem Skodborg og Jels blev det iagttaget, at fangsterne ved ketsning ret tidligt på aftenen overvejende bestod af *M. hippocastani*. Dette gav anledning til at undersøge, om der er forskel på sværmningstidspunkterne for de to arter. Efter nogle aftener i tiden fra kl. ca. 20¹⁵ til 21⁰⁰ at have konstateret en sådan dominans af *M. hippocastani* blandt de tidligt sværmende oldenborrer, blev der ved et skovbryn, hvor det var bekendt, at begge arter fandtes, foretaget en analyse af de flyvende oldenborrer. Dette gav følgende meget interessante resultater, som ses øverst i tabel 2. Det fremgår heraf, at *M. hippocastani* var absolut dominerende indtil kl. 21, og at forholdet var omvendt omkring kl. 21³⁰. Det er således påvist, at den sortrandede flyver $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$ time tidligere end den almindelige oldenborre.

Til orientering om populationens sammensætning det pågældende sted tjener nogle analyser af biller nedrystet fra træerne. Tallene er opført nederst i tabel 2, og de viser, at *M. hippocastani* kun udgjorde ca. 10 pct. af bestanden.

Det forhold, at der ved ketsningen overhovedet ikke er fanget hunner af *M. hippocastani*, kunne tyde på at disse ikke er aktive flyvere i denne periode, idet analyserne af de nedrystede biller

Tabel 2. Undersøgelser af forskellen i de 2 oldenborrearters flyvetidspunkter (A) samt populationsanalyser (B) 1954.

A

Flyvende oldenborrer fanget d. 22/5 i tidsrummet	M. melolontha			M. hippocastani		
	♀♀	♂♂	%	♀♀	♂♂	%
Kl. 20 ⁴⁵ —21 ⁰⁰	3	1	2.6	0	147	97.4
Kl. 21 ²⁰ —21 ⁴⁰	31	54	92.4	0	7	7.6

B

Oldenborrer nedrystet fra træerne		M. melolontha			M. hippocastani		
dato	kl.	♀♀	♂♂	%	♀♀	♂♂	%
14/5	11—13	112	96	88.9	12	14	11.1
21/5	11—12	113	57	89.0	11	10	11.0
24/5	11—12	126	140	90.8	6	21	9.2
Ialt og gns.		351	293	89.7	29	45	10.3

viser, at der fandtes hunner af denne art i træerne, omend der ved sidste undersøgelse var et betydeligt overskud af hanner.

I den meget omfattende litteratur om oldenborrer viste det sig, at de omtalte forskelle i flyvetidspunkter for de to arter var iagttaget i Tyskland allerede i 1938 og 1939. NEU (1940) beskriver sådanne iagttagelser fra Heppenheim i det sydlige Hessen i 1938 og fra Bodensøområdet i Würtemberg i 1939, og RIGGERT (1939 og 1940) skriver om lignende forhold i Holsten. I disse tre områder er det konstateret, at *M. hippocastani* flyver ca. en halv time før *M. melolontha*, dog således, at denne forskel er mest udpræget i begyndelsen af flyveperioden og udlignes mod slutningen. En forklaring herpå er måske den, som Neu omtaler, at *M. melolontha* i begyndelsen først indstiller flyvningen, når det er næsten helt mørkt, medens ophøret senere i flyveperioden sker ved en større lysintensitet.

Det er iøvrigt interessant at se, hvordan flyvetidspunkterne følger solnedgangen. I Schweiz (SCHNEIDER, 1952) fløj *M. melolontha* den 2. maj 1951 fra klokken ca. 20⁰⁰ til 20³⁰. I Holsten (NEU, 1940) fløj *M. hippocastani* den 1. maj 1939 fra klokken ca. 19²⁰ til 19⁴⁵ og *M. melolontha* fra ca. 19⁵⁰ til 20¹⁰. Den 31. maj var perioderne

rykket til henholdsvis 19⁴⁵-20¹⁵ og 20¹⁰-20³⁰ for de to arter. Her i landet er der som nævnt noteret sværmetidspunkter i 1954. Som det ses i tabel 2 fløj hovedparten af *M. hippocastani* den 22. maj fra klokken 20⁴⁵ til 21⁰⁰ og *M. melolontha* fra 21²⁰ til 21⁴⁰. Solen gik da ned ca. klokken 20³⁰.

4. Kønnenes talmæssige fordeling

Parringen finder sted kort efter hunnernes fremkomst. Selve paringsakten varer 1-2 døgn, hvorunder oldenborrerne er ret inaktive og let lader sig nedryste fra deres værtplanter.

Ifølge schweiziske undersøgelser (VOGEL, 1950) skulle det være muligt at følge udviklingen i flyveperioden ret nøje ved analyser af de to køns talmæssige fordeling. Denne mulighed er af stor betydning ved gennemførelse af større bekæmpelsesaktioner, idet det gælder om at sætte ind med bekæmpelsesforanstaltningerne på det rette tidspunkt. For oldenborrerne, som for flere andre insekter, gælder det, at hannerne kommer frem tidligere end hunnerne, og Vogel angiver, at først når begge køn findes i lige store antal, kan man regne med, at fremkomsten af jorden er forbi. Derefter holder dette talforhold sig nogenlunde konstant, indtil hunnerne begynder at søge tilbage til markerne for at lægge æg. Rytmen i det skulle således være: I begyndelsen overvejende hanner, derefter en periode hvor begge køn er ligeligt repræsenterede og endelig igen et dominerende antal hanner. Sidst i flyveperioden udlignes forholdet igen, idet en del hanner dør, og en del hunner vender tilbage til træerne efter at have lagt æg første gang. Det skal dog bemærkes, at der skal undersøges et betydeligt antal individer og foretages hyppige analyser på de enkelte lokaliteter, for at man kan opnå statistisk sikre resultater. Vogel anfører tal for de variationer, der kan tolereres indenfor forskellige sandsynlighedsgrenser. En række analyser foretaget her i landet gennem de sidste 8 år er opført i tabel 3, hvor det ses, at der er ret store variationer, men størstedelen af disse ligger dog indenfor de af Vogel anførte tilladte afvigelser ved en sandsynlighedsgrense på 5 pct. Selv de ret omfattende undersøgelser i 1954 giver ikke et tydeligt billede af de forskydninger, som Vogel har fundet, sandsynligvis på grund af for få analyser for de respektive lokaliteter.

Tabel 3. *Melolontha melolontha*. Analyser af kønnenes mængdeforhold i flyvetiden. Oldenborrerne er i alle tilfælde rystet ned fra træerne

År	Dato	Lokalitet	Træart	♀♀	♂♂	Ialt	% ♀♀
1950	22/5	Tureby S.	bøg <i>Fagus silvatica</i>	41	74	115	36
1952	12/5	Danstrup S.	eg <i>Quercus robur</i>	35	13	48	73
1952	21/5	»	hassel <i>Corylus avellana</i>				
			ahorn <i>Acer pseudoplatanus</i>	85	65	150	57
1953	12/5	Kulbjerg S.	seljerøn <i>Sorbus suecica</i>	88	52	140	63
1954	13/5	Haraldsholm J.	bøg <i>Fagus silvatica</i>	48	60	108	44
»	14/5	»	{ bøg <i>Fagus silvatica</i>				
			{ eg <i>Quercus robur</i>	112	96	208	53
»	15/5	Vesterlundgd. J.	bøg <i>Fagus silvatica</i>	59	84	143	41
»	15/5	Københoved Sk. J.	eg <i>Quercus robur</i>	18	9	27	67
»	16/5	Haraldsholm J.	bøg <i>Fagus silvatica</i>	20	27	47	43
»	16/5	»	bøg » »	77	134	211	37
			røn <i>Sorbus aucuparia</i>				
»	17/5	Mølby J.	tjørn <i>Crataegus oxyacantha</i>	20	23	43	47
»	17/5	Sommersted J.	» » »	25	35	60	42
»	17/5	Magstrup J.	{ hassel <i>Corylus avellana</i>	31	54	85	37
			{ pil <i>Salix</i> spp.				
»	17/5	Marstrup J.	tjørn <i>Crataegus oxyacantha</i>	15	18	33	46
»	21/5	Haraldsholm J.	eg <i>Quercus robur</i>	113	57	170	67
»	22/5	»	bøg <i>Fagus silvatica</i>	102	65	167	61
»	22/5	Københoved Sk. J.	» » »	35	45	80	44
»	22/5	Lundholt J.	tjørn <i>Crataegus oxyacantha</i>	37	47	84	44
»	24/5	Haraldsholm J.	eg <i>Quercus robur</i>	126	140	266	47
»	24/5	Københoved Sk. J.	{ » » »	67	47	114	59
			{ bøg <i>Fagus silvatica</i>				
1958	27/5	Sandskjærgd. J.	ahorn <i>Acer pseudoplatanus</i>	89	95	184	49
			bøg <i>Fagus silvatica</i>				
»	27/5	Sundbølgård J.	tjørn <i>Crataegus oxyacantha</i>	54	48	102	60
»	28/5	Skibelund Kr. J.	bøg <i>Fagus silvatica</i>	44	56	100	44
»	28/5	Bækmade J.	» » »	38	62	100	38
Ialt og gennemsnit				1379	1406	2785	49.5

S. = Sjælland. J. = Jylland.

5. Billernes ernæring

Umiddelbart efter fremkomsten opsøger oldenborrerne steder, hvor de kan finde egnet næring, idet en ernæringsperiode er nødvendig for ægudviklingen. Undertiden kan det være småt med grønne blade, når de første oldenborrer kommer frem, men som regel er ahorn, bøg, tjørn m.fl. netop i udspring på det tidspunkt, hvor ernæringsgnavet begynder. I begyndelsen opsøger billerne

især bøg og ahorn, men også birk, hassel, hestekastanje, pil, røn og tjørn kan være stærkt hjemsøgt. Senere søger de især til eg, som er den foretrukne art frem for alle andre, og det ses undertiden, at knopperne begnaves stærkt før udspringet. På det tidspunkt, da egen springer ud, er løvet på bøg, ahorn o.a. arter allerede af en sådan beskaffenhed, at det ikke virker tiltrækkende på oldenborrerne. El og elm vrages som regel, og hyld begnaves sjældent i større stil. Frugttræer af forskellige arter kan skades en del af gnavet. Spørgsmålet om, hvorvidt nåletræer tjener som værtplanter, har været stærkt diskuteret. BERGSØE (1862) skriver om iagttagelser af stærke angreb på de unge nåle af rødgran, ædelgran og lærk. Det bemærkes, at fyr ikke angribes. Fra nyere tid omtales angreb på nåletræer kun som undtagelser. SCHNEIDER (1952) beretter om iagttagelser gående ud på, at af et stort antal oldenborrer, som straks efter fremkomsten søgte til en rødgran-plantage, slog kun få sig ned i granerne, medens flertallet straks søgte til bedre egnede værtplanter.

Det er karakteristisk, at oldenborrerne kun ernærer sig af træagtige planters blade, oftest foretrækker de egentlige træer, sjældnere buske. Med det relativt ringe antal, der har optrådt her i landet i dette århundrede, er skaderne på større træer som regel ubetydelige, men lokalt kan en næsten total afløvning dog bevirke en stærk væksthæmning. At en afløvning ikke er uden økonomisk betydning, bevidner undersøgelser af årringenes bredde hos en del egetræer, som i de »store« oldenborreår i forrige århundrede har været stærkt begnavede. Undersøgelserne viser, at der i oldenborreårene har været en meget ringe tilvækst, og det er ligefrem muligt ved hjælp af årringenes relative bredde at fastslå oldenborrerens forekomst længere tilbage i tiden og i nogen grad også den intensitet, hvormed oldenborrerne har optrådt.

Af hensyn til bekæmpelsesforanstaltninger med kemiske midler i flyveperioden er det vigtigt at kende oldenborrerens foretrukne næringsplanter, idet det netop er samtidig med ernæringsgnavet, at bekæmpelsen må sættes ind. Endvidere er det for at skåne bierne mest muligt under bekæmpelsen nødvendigt at have kendskab til de pågældende træarters blomstringstid og betydning som trækplanter for bierne.

Disse forhold omtales nærmere i senere afsnit.

6. Ægmodning og æglægning

En anden faktor, som er vigtig at følge ved bedømmelse af udviklingens forløb i flyveperioden, er ægudviklingen i hunnerne. Ved fremkomsten er ovarierne allerede veludviklede, men æggene er endnu meget små. I løbet af 10-20 dage udvikles æggene, og man kan i denne periode ved åbning af hunnerne med ret stor sikkerhed bestemme, hvornår æglægningen vil begynde. Det skal her bemærkes, at man undertiden fra praktiske jordbrugere hører den påstand fremsat, at æglægningen allerede er i gang få dage efter oldenborrernes fremkomst. Ved undersøgelserne her i landet 1958 viste det sig i overensstemmelse med de schweiziske angivelser, at der forløb mindst 10 og oftest 15-20 dage efter fremkomsten, før æggene var læggemodne. REGNIER (1941) angiver ca. 20 dage.

Hunnen har to ovarier (æggestokke), som hver består af 6 ovarier. I hver af disse udvikles i første ægmodningsperiode maksimalt 3 æg (VOGEL, 1950), altså 36 æg ialt. I Schweiz er det konstateret, at der kan være op til 3 æglægningsperioder, dog med faldende antal udviklede æg. Vogel angiver således tallene 24 og 12 som maksimum for henholdsvis 2. og 3. periode. Efter disse angivelser skulle en hun således kunne lægge 72 æg, forudsat at den opnår 3 ægmodningsperioder. Ved laboratorieforsøg i Kiel (SCHUCH 1938) havde enkelte hunner 4 ægmodningsperioder, og det maksimale antal æg var da 91. Det gennemsnitlige antal var 29, 22, 20 og 13 ved henholdsvis 1., 2., 3. og 4. æglægning.

Undersøgelser foretaget ved Statens plantepatologiske Forsøg i 1950 gav til resultat, at der i 23 hunner blev fundet fra 13 til 36 æg, i gennemsnit 28 æg pr. hun. I 1958 samledes 85 hunner i slutningen af flyveperioden ved Skodborg og Københoved. Disse blev dræbt ved indsamlingen, og ved dissektion senere var det kun muligt at bestemme ægantallet i 28. Her varierede tallene fra 9 til 37 med et gennemsnitligt antal på 27. Det er bemærkelsesværdigt, at antallet hos de fleste af disse hunner grupperer sig omkring 36 og 24, hvilket svarer til henholdsvis 3 og 2 æg pr. ovariole.

Bergsøe mener, at koldt vejr i ægmodningsperioden ofte bevirker, at et stort antal hunner slet ikke udvikler modne æg. Dette forhold er ikke nærmere undersøgt i nyere tid.

I 1958 blev endvidere 25 hunner isolerede i hver sit bur og holdt

Tabel 4. Antal æg udviklet i hunner med to æglægningsperioder. 1958

♀ nr.	Antal æg		
	1. ægudvikl.	2. ægudvikl.	ialt
3	17	12	29
8	28	14	42
11	27	18	45
12	26	18	44
13	35	24	59
18	26	24	50
19	31	19	50
21	45	9	54
24	24	8	32
Gns. . . .	29	16	45

under observation med hensyn til æglægning. 24 af dem lagde æg i varierende antal fra 59 til 13. En del lagde æg to gange, og kun disse er nået op på ægantal over 35. Det gennemsnitlige antal ved første ægudvikling hos 22 hunner var 25, varierende fra 35 til 13. I de tilfælde, hvor der er tale om to vel adskilte ægmodningsperioder, fandtes de i tabel 4 opførte antal. Det ses her, at antallet ved henholdsvis første og anden ægmodning er stærkt varierende fra individ til individ. Konklusionen af de nævnte undersøgelser er, at der i første ægmodningsperiode kan ventes udviklet gennemsnitligt 25-30 æg pr. hun. En del af hunnerne udvikler yderligere 15-20 æg i anden ægmodningsperiode. Det er ikke undersøgt, hvor stor en del af hunnerne, der under naturlige forhold når at lægge æg to gange; sandsynligvis vil vejrforholdene i flyveperioden øve stor indflydelse herpå.

Æglægningen finder sted i jorden, idet hunnerne, når æggene er læggemodne, søger tilbage til marker, haver o.l., hvor de graver sig ned i en dybde på 10-40 cm. Her opholder de sig i 2-5 dage, i hvilket tidsrum de lægger æggene. En del af hunnerne dør i jorden efter denne første æglægning, medens de øvrige søger tilbage til ædepladserne og eventuelt udvikler en ny portion æg som omtalt ovenfor.

Æglægningsperiodens udstrækning vil være stærkt afhængig af de klimatiske faktorer. Under normale temperaturforhold begynder lægningen 10-14 dage efter fremkomsten, men forhalinger på grund af køligere perioder er ikke ualmindelige. Fra undersøgel-

serne af de tidligere omtalte 24 hunners æglægning 1958 kan drages følgende slutninger: Hunnerne er sandsynligvis kommet frem i sidste uge i maj. Første æglægning fandt sted i dagene 10.-20. juni; altså 2-3 uger efter fremkomsten. Anden æglægning i perioden 20. juni til 2. juli; altså 25-35 dage efter fremkomsten. Billederne levede trods indespærringen 3-6 uger.

Der har gennem mange år været stærkt divergerende meninger om, hvor oldenborrerne foretrækker at lægge æggene. I ældre tid havde man den opfattelse, at brakjord blev foretrukket fremfor bevokset jord. Årsagen hertil var utvivlsomt i nogen grad, at man ofte forvekslede larver af gødningstorbisterne, som fandtes i de staldgødede brakmarker, med oldenborrelarver. BERGSØE (1862) mener dog, at brakmarkerne blev foretrukket på grund af deres porøsitet. I Tyskland (BLUNCK, 1938) kom man til helt andre resultater. Det siges, at løs, ikke for fugtig jord med åben bevoksning, foretrækkes. Det fremhæves, at brakjord ligefrem undgås, og at tæt bevokset jord, f.eks. gode græsmarker eller tætte vintersædsmarker, kun søges lidt. Bluncks synspunkter kommer vel nok sandheden nærmest, men spørgsmålet kan ikke siges at være endeligt afklaret. Der er sandsynligvis mange faktorer, som spiller en rolle ved valg af æglægningsstedet, således foruden bevoksningens art og jordens porøsitet og temperatur også stedets topografi, som øver indflydelse på belysningsforholdene på det tidspunkt, da hunnerne opsøger æglægningspladsen. Endvidere har lokalitetens beliggenhed i forhold til skove og hegn en ikke ringe betydning.

Endelig skal det bemærkes, at *M. hippocastani* som regel holder til på mere sandede jorder end *M. melolontha*. Fra ældre tid foreligger iagttagelser af den fra klitterne i Rørvig og på hedejorder i Jylland.

G. ÆGGENES OG LARVERNES UDVIKLING

De første 3 uger efter lægningen optager æggene en del vand, hvorved de forøger deres volumen ca. 3 gange (se fig. 10)*. Samtidig hærdes chorion (æggeskallen), således at æggene bliver betydeligt mere modstandsdygtige overfor tryk, end de var som nylagte. Efter 3-4 ugers forløb kan fosterets kindbakker skimtes gennem chorion som to rustbrune trekanter. I ægstadiets slutfase an-

* Findes mellem side 624 og 625.

tager ægget en langagtig form, og hele larvens omrids kan ses gennem de halvgennemtsigtige æghinder. Larven ligger helt sammenkrummet i ægget, og den har således allerede som foster den form, som den stort set bibeholder hele larvelivet igennem. Ved de undersøgelser, der blev foretaget ved Statens plantepatologiske Forsøg 1958, varede ægstadiet gennemsnitlig 40-45 dage (ialt 750 æg). Temperaturen i insektariet var i denne periode (ca. 15. juni-1. august) i gennemsnit ca. 17°C. Af de 750 æg klækkedes 597 (80 pct.), et efter de mange forstyrrelser forbavsende højt tal, idet æggene er ret følsomme overfor mekanisk påvirkning, udtørring og sollys. VOGEL (1950) angiver 17°C som den optimale temperatur under embryonaludviklingen og bemærker samtidig, at ægstadiet varer 40-50 dage.

De nyklækkede larver er helt hvidgrå, kun kindbakkerne er farvede, men i løbet af de første dage sker der en hærkning og samtidig en brunfarvning af hovedkapslen og benene. Derefter begynder larverne at arbejde sig op i de øverste jordlag, hvor de ernærer sig af fine rødder. Larvernes gnav gør næppe nævneværdig skade, men der er dog set overfladiske sår på bederoer i september (se fig. 11) forårsaget af ganske unge larver. Larverne vokser noget i klækningsåret, men de befinder sig under vore klimaforhold endnu i første stadium under den første overvintring. I Mellemeuropa sker første hudskifte som regel inden første overvintring, og dette forhold anføres af visse forskere som en betingelse for, at en 3-årig udvikling kan gennemføres.

Overvintringen finder sted i jorden. Omfattende undersøgelser foretaget i Tyskland (SCHWERDTFEGER, 1939) belyser vinterkuldens indflydelse på larverne. Det blev iagttaget, at larverne som regel overvintrer i 50-60 cm's dybde; der forekommer dog betydelige variationer, og ældre larver går oftest dybere end yngre. Små larver var ikke i stand til at udføre aktive bevægelser ved temperaturer under 6° og ved 4° frost indtrådte kuledød. Påstande om, at larverne i løbet af vinteren skulle grave sig dybere ned som følge af jordens afkøling til den kritiske temperatur, afvises, men det bemærkes samtidig, at larverne praktisk talt altid går så dybt, at kuledød undgås. SCHWERDTFEGER beskriver og illustrerer iøvrigt larvernes graveteknik således: Jorden skræbes eller hakkes løs med kindbakkerne, den løse jord samles ved hjælp af benene

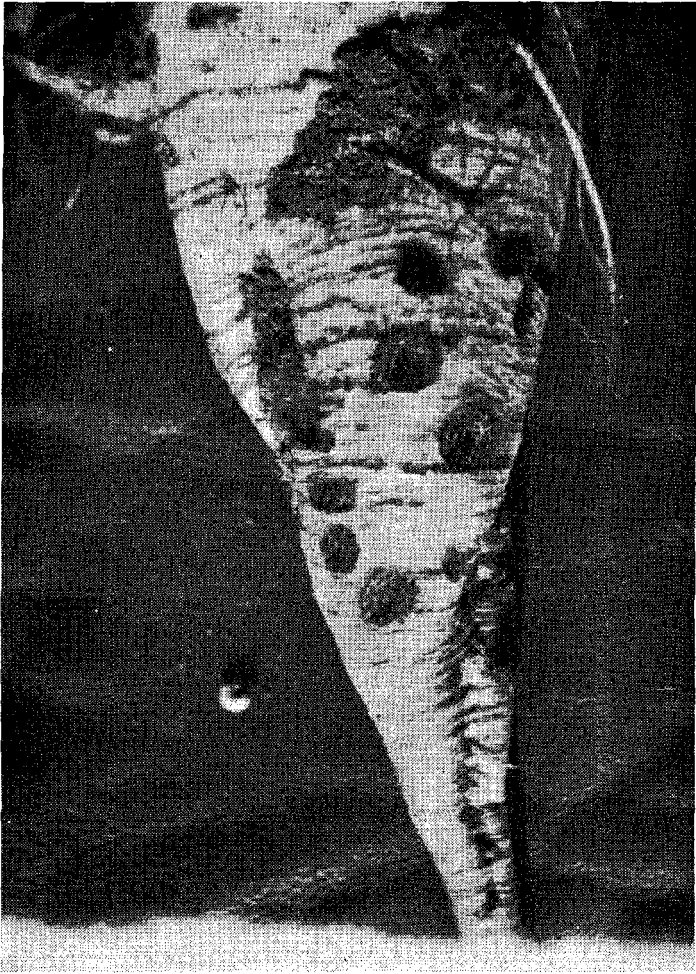


Fig. 11. Overfladiske gnav på bederoe forårsaget af små larver (september i klækningsåret). (Fot. J. J.)

under den sammenkrummede bugside, derefter løftes jorden (ved nedadgående bevægelse) op mod hulens loft, hvor den anbringes ved hjælp af benene og endelig trykkes sammen, ved at larven presser rygside imod. Under hele denne proces tjener larvens besætning med korte, stive børster til at tillade den at indtage en næsten hvilken som helst stilling i hulen, og larvens c-formede habi-

tus giver den mulighed for at bevæge sig op og ned i hulen, idet den stemmer sig mod dennes vægge.

Det følgende forår, når temperaturen på overvintringsstedet har nået 7-10°C, arbejder larverne sig atter op i de øvre jordlag, hvorefter deres krav til næring stiger hurtigt samtidig med, at de vokser ret stærkt. I løbet af sommeren skifter de nu 1-årige larver hud, hvilket bevirker, at de i en kortere periode, medens hudskiftet står på, standser næringsoptagelsen. Larverne overvintrer anden gang i andet stadium, og ca. 2 år gamle gennemfører de andet hudskifte.

Det er især i slutningen af andet og begyndelsen af tredje stadium larverne gør skade på planterne, idet deres næringsbehov her når sit maksimum. Samtidig har de nået en sådan udvikling, at de med deres kraftige kindbakker er i stand til at beskadige træagtige planter af en ret betydelig størrelse. Sidste overvintring sker i tredje stadium, og larven er da næsten udvokset. Den tager dog lidt næring til sig det følgende forår, indtil den i slutningen af juni går dybere i jorden for at forpuppe sig.

Larvens udseende ændrer sig, bortset fra størrelsen, ikke i de næsten tre år, larvelivet varer. Det sikreste holdepunkt for bestemmelse af dens alder er hovedkapslens størrelse (bredde), idet denne kun ændres ved hudskifterne. Inden for individuelle variationer er dette mål konstant i hele det tidsrum (ca. 1 år), som det pågældende stadium varer, og man vil derfor kunne iagttage, at hos larver, der nylig har skiftet hud, er hovedet uforholdsmæssigt stort, medens det modsatte er tilfældet hen mod slutningen af de respektive stadier.

Ved undersøgelse her i landet af hovedkapslens bredde på 165 larver i første stadium var gennemsnitsmålet 2,6 mm med variationer fra 2,3 til 2,8 mm. SUBKLEW (1938) har foretaget målinger af hovedkapslens bredde hos ca. 1500 larver af *M. hippocastani* og ca. 1600 *M. melolontha* og er kommet til følgende resultat (målene angivet i mm):

	<i>M. melolontha</i>			<i>M. hippocastani</i>		
1. stadium...	(2.1)	2.69	(3.1)	(2.1)	2.58	(3.0)
2. stadium...	(3.7)	4.54	(5.0)	(3.7)	4.19	(4.8)
3. stadium...	(6.2)	6.88	(7.6)	(5.7)	6.49	(7.1)

De midterste tal angiver gennemsnitsmålene og tallene i parenteserne variationsbredden. Det ses, at hovedkapslen gennemsnitlig er lidt større hos den almindelige oldenborre end hos den sortrandede, men denne forskel er dog for lille til at danne basis for en artsbestemmelse. Endvidere ses det, at de enkelte stadier er så veldefinerede ved hovedkapslens bredde, at en omtrentlig aldersbestemmelse ikke volder vanskeligheder.

Man bliver undertiden stillet over for det spørgsmål, hvor langt oldenborrelarver er i stand til at bevæge sig i horisontal retning. SCHWERDTFEGER (1939) er kommet til det resultat, at larven i hele sit liv kun formår at fjerne sig få meter fra sit udklækningssted, idet en målbevidst »vandring« i horisontal retning ikke har kunnet konstateres. REGNIER (1941) mener dog, at larverne kan »vandre« 40-50 cm i vertikal eller horisontal retning på et døgn, og SCHNEIDER (1958) har ved forsøg med forskellige jordboende larver påvist, at oldenborrelarver er i stand til at orientere sig om røddernes tilstedeværelse i en vis afstand ved hjælp af kulsyreindholdet i jorden.

H. PUPPESTADIET OG DE »HVILENDE« IMAGINES

Når larverne er knap 3 år gamle, det vil sige i slutningen af juni, graver de sig ned til en dybde af 20-35 cm (SCHUCH, 1935), hvor de udformer en oval, glatvægget hule i jorden. Heri foregår forpupningen, og efter en puppehvile på 5-6 uger klækkes imago. Som regel overvintrer denne i eller i nærheden af forpupningshulen, men der er dog i litteraturen (REGNIER, 1941) anført eksempler på, at den kan gå dybere ned for at overvintrere. På den anden side er det ikke sjældent set, såvel her i landet som i udlandet, at sådanne relativt nyklækkede oldenborrer i efterår med høje temperaturer søger op til jordoverfladen, og man kan da se det særsyn, at oldenborrerne sværmer i slutningen af august eller i september. BERGSØE beretter endog, at oldenborrer sås sværmende ved Randers den 21. februar 1883. De individer, der på denne måde kommer ud af deres normale livsrytme, vil sandsynligvis gå til grunde i vinterens løb, men tilfredsstillende undersøgelser over deres skæbne foreligger ikke.

J. DEN NATURLIGE REDUKTION AF POPULATIONERNE

Uanset det i sammenligning med andre insekter er et relativt ringe antal æg, oldenborrerne lægger, ville der dog snart udvikle sig uhyre mængder, såfremt der ikke fra naturens hånd var sørget for en reduktion af individantallet under udviklingen. BOAS regnede ud, at blot 4 pct. af afkommet af en given population når at fuldføre udviklingen, vil antallet af de to på hinanden følgende generationer ligge på samme niveau. Det vil sige, at medmindre 96 pct. af afkommet går tilgrunde, vil der ske en forøgelse af populations-tætheden. Omfattende undersøgelser over den naturlige reduktion er udført af VOGEL i Schweiz i årene 1948-51. Her blev gravninger og optællinger foretaget i en natureng, hvor hverken afgrænsning eller kemisk bekæmpelse øvede indflydelse på larvebestanden. VOGEL angiver følgende resultater:

Juli 1948:	100—450 æg pr. m ²
September 1948:	Ca. 150 levende larver pr. m ²
Oktober 1948:	10—100 » » » »
August 1949:	4—20 » » » »
April 1951:	0—2 biller pr. m ² .

Tallene viser, at der allerede den første sommer sker en meget betydelig reduktion, og at der i dette tilfælde kun er ca. 4 pct. tilbage, når larverne er et år gamle. Det vil naturligvis være forkert at generalisere ud fra en enkelt undersøgelse, men mange iagttagelser går ud på, at en stigende populationstæthed medfører en forøget reduktion af bestanden. Således har undersøgelser af angrebne engarealer i Alsace i Frankrig (COUTURIER, 1952) vist følgende: I 1946 var der stærk flyvning, og der blev lagt en mængde æg. 1947 forøvede larverne store skader på plantebestanden, og om efteråret fandtes stedvis 70 larver pr. m². Det konstateredes imidlertid, at ca. 75 pct. af larverne var parasiterede af nematoder tilhørende slægten *Mermis*, og det følgende år var der næsten ingen larver tilbage. I flyveåret 1949 (3-årig udvikling) sås det da, at de steder, hvor der havde været mange larver, og hvor græsset havde været helt ødelagt i 1947, kom kun ganske få oldenborrer frem, medens der på steder med en spredt bestand, og hvor der ingen synlig

skade var iagttaget, kom et betydeligt antal imagines. COUTURIER gjorde lignende iagttagelser i 1950 i det sydlige Alsace. Allerede i 1892 nævner BOAS flere eksempler på lignende voldsomme reduktioner i larvernes antal. BOAS mener, at den mest sandsynlige årsag er angreb af snyltesvampe.

Omfanget af den naturlige reduktion vil sansynligvis variere stærkt, og årsagerne til den kan være mange. Først og fremmest må man anse oldenborrernes mikrobielle fjender for at være virksomme i de tætte populationer, men nematoder kan som nævnt også være af betydning. Iøvrigt vil disse parasitter blive omtalt nærmere i et afsnit om oldenborrernes naturlige fjender. En anden vigtig faktor er klimaet. Temperaturen vil sjældent medføre større reduktioner i larvebestanden, idet larverne som nævnt sikrer sig mod lave temperaturer ved at grave sig dybt ned. Derimod spiller jordens fugtighedsgrad en betydelig rolle, især i de første måneder af larvernes tilværelse, det vil sige august-september i flyveåret. De små larver tåler ikke udtørring og går i stort tal til grunde i tør jord.

De her omtalte forhold er af en ikke ringe betydning ved bedømmelse af mulighederne for en effektiv bekæmpelse, idet man må se i øjnene, at en udtynding af bestanden, det være sig blandt de voksne oldenborrer eller blandt larverne, giver de overlevende individer væsentligt forbedrede livsbetingelser. Det er derfor muligt, at man ved at dræbe 50-75 pct. af oldenborrerne før æglægningen, opnår at have en lige så stor, eller større larvebestand i et bestemt område to år efter flyveåret, som man ville have haft uden at foretage nogen bekæmpelse. Man kan således ikke regne med, at man formindsker antallet af larver med samme procentdel som den, hvormed man har formindsket antallet af biller. Dette faktum havde man ikke altid for øje under indsamlingen af oldenborrer, idet mange ræsonnerede som så, at lidt var bedre end intet. Ved den kemiske bekæmpelse må man af samme grund fordre en meget høj effektivitet for at få et tilfredsstillende resultat. Fra Tyskland (RUMP, 1954), hvor gennemførelse af omfangsrige bekæmpelsesaktioner har givet talrige erfaringer på dette område, siges, at 90 pct.s afdræbning af billerne må være mindste krav.

K. OLDENBORRERNES NATURLIGE FJENDER

Overfor mange skadedyr søger man at benytte dets naturlige fjender til begrænsning af populationerne. Oldenborrerne danner ingen undtagelse, og allerede i forrige århundrede blev der gjort forsøg på at foretage biologisk bekæmpelse med den parasitære svamp *Beauveria (Isaria) densa*. Denne svamp findes sandsynligvis overalt i vore dyrkede jorder, idet den er i stand til at udvikle sig på en lang række af vore almindelige insektarter. Hos oldenborrerne er det især de større larver, som angribes, men også billerne kan smittes. De angrebne larver bliver først let rødlige, efterhånden mere og mere inaktive, og efter dødens indtræden overvokses de ganske af en hvid belægning bestående af svampens konidier. Findes sådanne larver i jorden, vil de ofte minde om en klump kalk, og ved berøring spredes de porøse rester af larven meget let. BOAS tillagde som omtalt angrebene af denne svamp stor betydning, og det er også ved de nyere undersøgelser foretaget af Statens plantepatologiske Forsøg iagttaget, at en meget stor procentdel af larverne kan gå til grunde som følge af angrebene, men det må tilføjes, at forudsætningen herfor er en meget tæt bestand, hvor de enkelte individer vanskeligt undgår at komme i berøring med hverandre. Under sådanne forhold i naturen vil der være muligheder for spontan spredning af svampen, og en kunstig opformering og spredning vil derfor sjældent være til nogen nytte. Dette bekræftes da også af de talrige forsøg på biologisk bekæmpelse, der i en række lande har været udført i de forløbne år. I de sidste 20-25 år har der været gjort adskillige forsøg på at isolere patogene bakteriearter fra syge oldenborrelarver, for at undersøge mulighederne for deres anvendelse til biologisk bekæmpelse. I U.S.A. er der udført et stort arbejde for at muliggøre en bakteriel bekæmpelse af en torbist *Popillia japonica (The Japanese Beetle)* ved hjælp af sporedannende bakterier af slægten *Bacillus*. Interessen samler sig især om arten *B. popilliae*. Ved Statens plantepatologiske Forsøg er der foretaget undersøgelser af denne arts patogene egenskaber overfor vore oldenborrearter. En nærmere omtale følger i et senere afsnit. I Schweiz (KERN 1950) er der fundet en anden art af samme slægt, som viste større patogenitet overfor oldenborrelarver end *B. popilliae*.

I Tyskland er det påvist, at den såkaldte Lorcher Seuche skyldes angreb af *Rickettsia melolonthae*. Denne filtrerbare mikroorganisme ødelægger larvens fedtlegemer, og den optræder i sygdommens slutfase i stort tal i hæmolympfen (blodvæsken), hvilket giver angrebne larver et mælkeagtigt udseende. Karakteristisk for de syge larver er, at de søger op på jordens overflade.

Ligeledes i Tyskland er der fundet angreb af visse protozoer, og både i Frankrig og Tyskland er iagttaget en sygdom, som går under navnet Wassersucht, hvis årsag man endnu ikke kender. Som nævnt kan en art af slægten *Mermis* angribe oldenborrelarver. Disse nematoder kan blive over 30 cm lange, og de kan i udvokset tilstand ganske udfylde værtens kropshule, hvor de ligger sammenrullede som garn, og de bærer således ikke navnet trådorme med urette. I Frankrig og Tyskland er der fundet lokaliteter med betydelige angreb (ca. 75 pct.), men her i landet er der ikke iagttaget parasitering af betydning.

Hos oldenborrerne er der fundet endoparasitære snyltehvepse, (KERN, 1950), og der er i Rusland og Ungarn (GYÖRFI, 1956) fundet flere arter af hvepse tilhørende familierne *Thiphiidae* og *Scoliidae*, hvis larver lever som ektoparasitter bl.a. på *Melolontha*-arterne. I Danmark har man i flere tilfælde set larver af arten *Tiphia femorata* snylte på larver af st. hans-oldenborren, derimod er denne art ikke her i landet iagttaget som snylter på *Melolontha*-arterne. Larverne af en flueart *Dexia rustica* Fabr. optræder som endoparasit hos oldenborrelarver. Undersøgelser her i landet (BOAS 1893, BOVIEN og BOLWIG, 1939-40) har belyst mange sider af denne snylterens biologi og et stort antal undersøgte larver viste, at der stedvis kunne være op mod 50 pct. parasiterede, men oftest var der dog kun tale om få procent. Under de senere års arbejde med oldenborrerne er der kun undtagelsesvis iagttaget parasiterede larver. SCHUCH (1935) nævner et eksempel, hvor 34 af 43 larver var parasiterede af *D. rustica*, der fandtes endog 11 larver i en enkelt oldenborrelarve.

Blandt de højere dyr er der især grund til at beskæftige sig med fuglene, idet en del arter med stort begær fortærer oldenborrer og deres larver. I flyveperioden er det især *støre* (*Sturnus vulgaris*), *måger* (*Larus spp.*) og *råger* (*Corvus frugilegus*), der gør sig nyttige. Rågerens betydning for jordbruget har i tidens løb været stærkt diskuteret. BOAS publicerede i 1911 en beretning om deres op-

træden som nytte- og skadedyr. Et eksempel på, at de kan være begge dele, sås i 1949 i en roemark ved Søllested på Lolland, hvor roerne var stærkt angrebet af oldenborrelarver. Der trak rågerne de planter op, som stod med slappe blade for at få fat i larverne, og da der blev plantet efter, blev også disse planter trukket op, fordi de stod og »sov«.

Det er tillige ovennævnte arter, som er mest emsige, når det gælder om at samle larver under pløjning eller anden jordbehandling, men her hjælpes de dog af andre fugle, heriblandt vilde og undertiden tamme *hønsfugle*. I en bog om *storken* (*Ciconia alba*) skriver P. SKOVGAARD (1934), at denne fugl i udstrakt grad lever, eller rettere levede af oldenborrer, idet Skovgaard fremsætter den hypotese, at den stærke tilbagegang i storkenes antal falder sammen med og i høj grad skyldes den voldsomme reduktion i oldenborrerens antal, som fandt sted i begyndelsen af dette århundrede. Analyser af storkenes maveindhold har ganske vist vist, at de kan fortære en mængde oldenborrer såvel biller som larver, men det synes dog at være overdrevent at ville gøre disse til en livsbetingelse for storkene.

Ser vi endelig på pattedyrenes betydning som oldenborrejægere, er der kun få arter, som fortjener at bemærkes. *Flagermus* (*Chiroptera*) kan tage et stort antal, idet disses og oldenborrerens flyvetidspunkter i de sene aftentimer falder sammen. Flagermusen er i stand til med stor behændighed at fange oldenborrerne i flugten. Ligesom de fleste fugle fortærer den kun de bløde dele af billernes bagkrop og efterlader de sklerotiserede dele, hoved, bryst, ben og dækvinger. *Ræven* (*Canis vulpes*) er ikke sjældent på færde for at få sig nogle oldenborrer, når disse befinder sig i de øverste jordlag, og såvel *ræv* som *grævling* (*Meles taxus*) graver undertiden efter larver, hvor disse findes i større mængder. Endelig skal nævnes *muldvarpen* (*Talpa europaeus*), som utvivlsomt fortærer oldenborrelarver i jorden, men denne nyttevirkning opvejer næppe den skade, den forvolder.

Som konklusion kan det siges, at blandt oldenborrerens naturlige fjender må de omtalte mikroorganismer tillægges størst betydning, og de er uden tvivl medvirkende til at fremkalde de svingninger i populationerne, som finder sted over længere tidsrum. Derimod kan man ikke her i landet efter vore hidtidige erfaringer

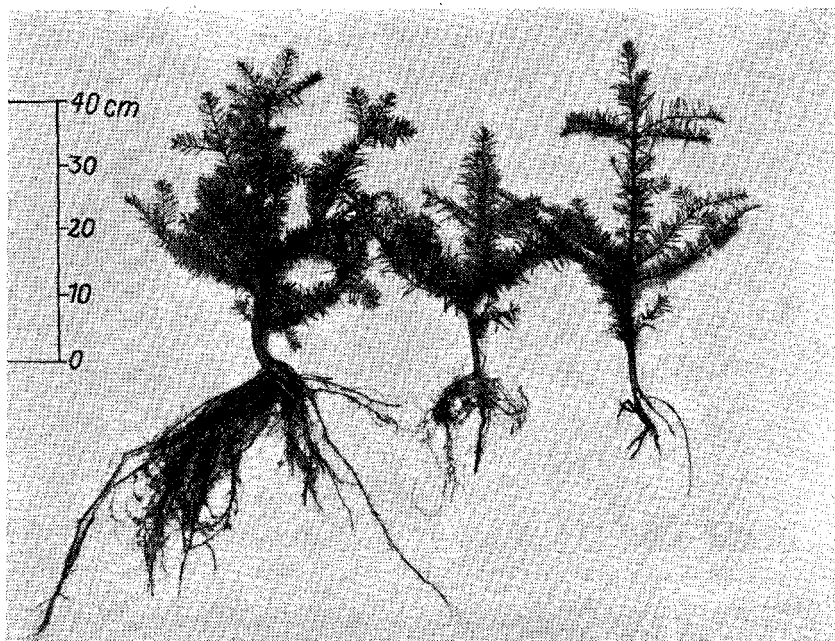


Fig. 12. Ædelgran (*Abies alba*) beskadiget af oldenborrelarver. Tv. en delvis regenereret rod. (Fot. Hertz).

regne med, at insekter eller hvirveldyr øver nogen afgørende indflydelse på oldenborrernes antal.

III. Værtplanter og skadebilleder

Oldenborrernes værtplanteregister er overordentlig vidtspændende. Billernes forhold desangående er allerede omtalt i et tidligere afsnit. Larverne ernærer sig som små af fine rødder, og de er ifølge undersøgelser udført i Frankrig (HURPIN, 1955) ikke, som det undertiden ses anført, i stand til at leve af døde plantedele. HURPIN påviste endvidere, at det ikke var ligegyldigt, hvilke planterødder larverne ernærede sig af. Af de prøvede arter var *svine-mælk* (*Sonchus* spp.), *gulerod* (*Daucus carota*) og *hvidkløver* (*Trifolium repens*) de bedste, medens *rottehale* (*Phleum* spp.), *rapgræs* (*Poa* spp.) og *rajgræs* (*Lolium* spp.) var dårligt egnede.

De større larver kan angribe rødderne af næsten alle planter så-



Fig. 13. Bederøe beskadiget af store oldenborrelarver. (Fot. MHD).

vel urteagtige som træagtige, men set fra et økonomisk synspunkt forårsages de største ødelæggelser på de kulturplanter, som kræver mest plads og følgelig har færrest planter pr. arealenhed. For de træagtige planters vedkommende går det især ud over de unge træer i planteskolerne, specielt er mange forstplanteskoler udsat

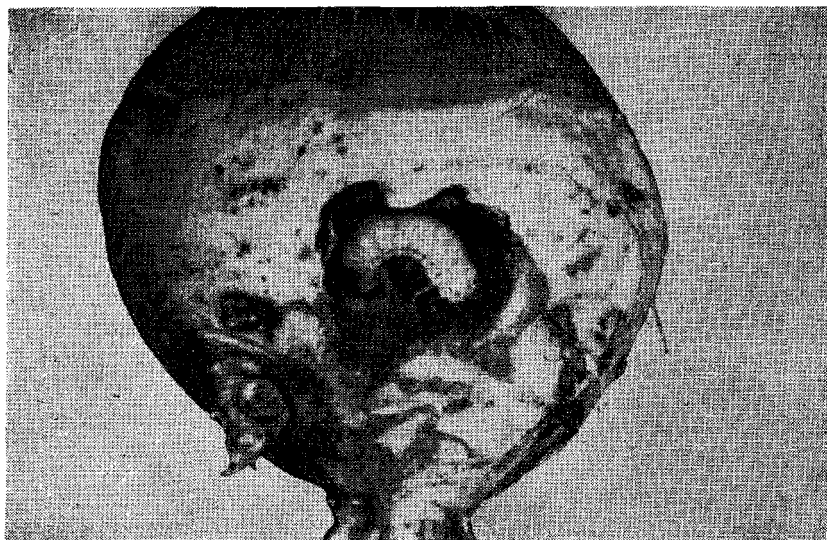


Fig. 14. Kålroe beskadiget af store oldenborrelarver. (Fot. MHD).

for store tab, men også unge frugttræer i frugtplantager kan beskadiges stærkt eller ødelægges helt, idet larverne ganske afskræller barken på den underjordiske del af stammen. Eksempler på beskadigede graner ses på fig. 12. Blandt frugtbuskene går det især ud over hindbær, og af andre særlig hjemsogte haveplanter kan nævnes jordbær, som begravnes lige under jordoverfladen, således at planterne sættes tilbage i vækst eller visner helt.

I landbruget er rodfrugterne de mest følsomme afgrøder, idet der for at volde betydelig skade i disse kun behøver at findes 2-3 store larver pr. m². Både bederoer og kålroer lider stærkest, hvis angrebet sætter ind straks efter udtyndingen, idet de unge planter da overgnaves helt, og en enkelt larve kan forårsage adskillige »spring« i rækkerne. Senere har roerne større modstandskraft, men bederoerne er dog stadig ret følsomme og sættes ofte stærkt tilbage i vækst som følge af en stærkt beskadiget hovedrod (se fig. 13). Kålroerne klarer sig bedre, idet de er i stand til at udsende et større antal siderødder (se fig. 14). Kartofflerne angribes også, og undertiden bliver knoldene næsten helt ædt (se fig. 15*), men ofte er beskadigelserne af mere moderat omfang, som dog kan ned-

* Findes overfor side 625.

sætte knoldenes kvalitet betydeligt. I beretningerne om oldenborrernes ødelæggelser i forrige århundrede (BERGSØE, 1862 m.fl.) omtales alvorlige skader på korn. Fra 1857 berettes bl.a.: »Det var først i Slutningen af Juli og Begyndelsen af August, da Regnbygerne kom, at Larverne nærmede sig Jordens Overflade og begyndte Sædens Ødelæggelse; de sildig saaede Afrøder lede meest derved, og navnlig 6-radet Byg, dog er baade den øvrige Vaarsæd og Hveden ingenlunde blevet forskaanet«. Det nævnes senere, at mange mejede kornet før modenhed for dog at redde noget. Andre steder er det omtalt, at kornet ved høstningen lod sig trække op som følge af det ødelagte rodsystem. Ødelæggelser på græsmarkerne omtales også. I dette århundrede har skader på korn og græs sjældent været rapporteret, men der er dog indenfor de sidste 10 år stedvis i de hjemsogte områder i Haderslev og Ribe Amter forekommet så alvorlige angreb i korn, at høstningen er vanskeliggjort som følge af de løststående strå, og der kan ikke herske tvivl om, at sådanne skader vil nedsætte udbyttet væsentligt.

IV. Bekæmpelse

Oldenborrernes hærgen i forrige århundrede gav anledning til mange spekulationer over, hvordan man kunne komme dem til livs, eller blot begrænse deres antal til et tåleligt niveau. Der blev gjort enkelte forsøg på at anvende kemiske midler, således anbefaler BERGSØE (1862) oversprøjtning af særligt værdifulde træer med kalkvand eller tobakssaft som beskyttende foranstaltning mod billernes gnav, og mod larverne anvendtes med noget held udstrøning af betydelige kalkmængder i planteskoler o.l.

A. INDSAMLING

Det blev dog indsamlingen, som kom til at indtage den dominerende plads i bekæmpelsesarbejdet overfor såvel imagines som larver, og denne foranstaltning har med støtte i loven af 1887 (revideret 1899) om indsamling af oldenborrer været praktiseret i større eller mindre udstrækning, indtil loven blev ophævet i 1957. Om de store indsamlinger i slutningen af forrige århundrede henvises til BOAS: »Oldenborrernes Opræden og Udbredelse i Danmark 1887-1903«. Her skal blot gives et par tal, som kan give indtryk af

indsamlingens omfang. I 1887, som var det største flyveår, samlede ialt 7.559.777 pund, hvilket vil sige ca. 5 milliarder individer. Det største antal samlede i Svendborg Amt og tæt efter følger Vejle, Odense og Århus Amter. At Sjælland ikke er gået fri, viser tallene fra Kongsted kommune i Præstø Amt, hvor der samme år indsamledes ca. 650 millioner oldenborrer. Vægttal for indsamling af larver viser, at også denne form for bekæmpelse har været ret omfattende.

Siden den voldsomme nedgang i oldenborrerne tal omkring århundredeskiftet har interessen for indsamling været ringe. Tal fra landbrugsministeriets regnskab over ydelserne for indsamlede oldenborrer viser dog, at der i perioden 1928-1956 er udbetalt ca. 35.000 kr. af offentlige midler, og det er forbavsende, at det største beløb ca. 6400 kr. er udbetalt så sent som i 1950. Dette viser, at indsamlingen har været praktiseret lige så længe, som loven bestod.

BOAS og BERGSØE, de to fremragende oldenborreforskere, var dybt uenige om indsamlingens værdi som bekæmpelsesforanstaltning. Boas betvivlede stærkt metodens tilstrækkelighed, medens Bergsøe agiterede stærkt for den, og de fandt hver især typiske eksempler på henholdsvis tiltagende og aftagende populationstæthed igennem den periode, hvor indsamlingen gennemførtes med størst intensitet. Uenigheden om dette problem eksisterer for så vidt stadig, men de fleste entomologer, som arbejder med oldenborrer, erkender dog, at indsamlingen ikke er tilstrækkelig, med mindre den gennemføres med en grundighed, der af økonomiske grunde vil gøre metoden ubrugelig.

B. KULTURTEKNISKE FORANSTALTNINGER

Som alternativ til indsamlingen eller som sideordnet faktor har man anvendt kulturtekniske foranstaltninger, og der er ingen tvivl om, at disse i mange tilfælde har formået at reducere antallet stærkt. Det er især overfor larverne, sådanne metoder bringes i anvendelse. I ældre tid ansås pløjning for at være det mest probate middel, idet larverne her blev lagt blot som bytte for fugle og andre dyr, som efterstræber oldenborrerne; det er således blot en modificeret form for indsamling. I nyere tid har man især interesseret sig for den forstyrrende virkning, en kraftig og hyppig jordbearbejd-

ning kan have. I Tyskland (LÜDERS, 1958) er der i årene 1952-1954 udført 330 markforsøg til belysning af den mekaniske jordbehandlings indflydelse på bestanden af oldenborrelarver. Forsøgene er meget omfattende, idet der er prøvet 12 moderne traktorredskaber, og der er endog draget sammenligninger mellem virkningen af en og flere behandlinger samt i nogle tilfælde mellem forskellige hastigheder under arbejdsgangen. Resultaterne er gjort op ved optælling af larver efter et stort antal prøvegravninger. Som konklusion fremdrages følgende: De unge larver befinder sig efter høst i flyveåret i de øverste jordlag, og er da meget ømfindtlige for enhver kraftig mekanisk jordbehandling. Den forøgede solbestråling af jorden får desuden larverne til at grave sig dybere ned, hvor egnet næring er mere sparsom. De større larver i 2. og 3. stadium er mere modstandsdygtige. Over for disse havde kun jordbehandlinger med tallerkenharver og fræsere tilfredsstillende virkning. For at dræbe de ældste larver var det nødvendigt at give 2 behandlinger i hver sin retning med disse redskaber.

Resultaterne viser, at der kan opnås en relativt god virkning ved en kraftig jordbehandling på steder, hvor små larver i august-september findes i de øverste jordlag.

C. Kemisk bekæmpelse

Ved bekæmpelse med kemiske midler skelnes mellem tre måder, hvorpå disse kan påvirke insekterne. Mavegiftvirkning forudsætter en optagelse af giftstoffet i tarmkanalen, kontaktvirkning en direkte indtrængen fra insektets ydre overflade, og åndedrætsvirkning, som kun forekommer, hvor der er tale om giftstoffer i dampform. Det kan f.eks. nævnes, at lindan har nogen dampvirkning i jorden.

1. Bekæmpelse af *imagines*

Her kan man kun regne med de to førstnævnte muligheder kontakt- og mavegiftvirkning. Det er derfor nødvendigt, at insecticidet spredes, enten hvor oldenborrerne er til stede, eller hvor de indtager deres næring. Sædvanligvis er disse steder identiske i en kort periode efter fremkomsten, men unormale klimaforhold, især lav temperatur, kan bringe forstyrrelser i denne for bekæmpelsen gun-

stige situation. I bestræbelserne for at finde egnede giftstoffer, er der gennem tiderne prøvet et stort antal kemiske forbindelser. Indtil 1940 var det først og fremmest arsenater og fluorforbindelsen Cryocid, der blev anvendt. Statens plantepatologiske Forsøg udførte i 1930 forsøg i Sydsjælland med disse midler. Her blev oldenborrerne pudret med calciumarsenat eller Cryocid eller sprøjtet med blyarsenat. Kun sidstnævnte behandling syntes at have nogen virkning, men med de forhåndenværende tekniske hjælpemidler var en tilfredsstillende spredning umulig.

Med fremkomsten af de syntetiske, klorerede insektbekæmpelsesmidler under 2. verdenskrig åbnede der sig helt nye perspektiver i oldenborrebekæmpelsen, og da den tekniske udvikling indenfor sprøjteredskeer o.l. tog et vældigt opsving, blev der iværksat et forsøgsarbejde af hidtil ukendt omfang først i Schweiz og senere også i Frankrig og Tyskland. Det er især DDT og lindan (gamma-isomeren af hexaklorcyklohexan), som har fundet anvendelse.

Som et eksempel på en storstilet bekæmpelsesaktion, som vi fra Statens plantepatologiske Forsøg har haft lejlighed til at følge på nærmere hold, kan nævnes den, som gennemførtes i Rheinland-Pfalz i Tyskland 1953. Her blev i oldenborrerens flyveperiode sprøjtet eller pudret ca. 840 km skovrand, 1100 km hække og desuden ca. 1200 km anden vegetation. Hele aktionen blev meget grundigt tilrettelagt, idet man startede hermed ca. 9 måneder, før dens egentlige begyndelse. Selve bekæmpelsesarbejdet varede 2-3 uger og de fleste lokaliteter blev behandlet to gange. De samlede omkostninger var ca. 550.000 DM, hvoraf udgiften til kemikalier udgjorde de 350.000.

Baggrunden for så drastiske forholdsregler må naturligvis være en velbegrundet frygt for meget omfattende skader. Denne frygt grundede sig tildels på undersøgelser i 37 kommuner, hvor man ved prøvegravninger i 1951 og 1952 havde fundet gennemsnitligt 40 og 27 larver pr. m², og med de millioner af oldenborrer, som fandtes i området, må selv et så kostbart eksperiment siges at være på sin plads, ikke mindst i betragtning af den store økonomiske rolle, vinavlen spiller i det pågældende område. Tidligere erfaringer havde vist, hvilken skade en afløvning af de knap udsprungne vinstokke kunne forårsage. Fra ovennævnte og lignende bekæm-

pelsesforanstaltninger i udlandet foreligger der meget omfattende erfaringer, herunder bedømmelse af den umiddelbare virkning på oldenborrerne og på den øvrige fauna, som udsættes for at komme i berøring med insecticiderne. Det vil føre for vidt her at komme ind på enkeltheder i bedømmelsen af resultaterne, ikke mindst på grund af de afvigende opfattelser, der kommer til udtryk i litteraturen.

Allerede i 1946 blev der af Statens plantepatologiske Forsøg udført orienterende bekæmpelsesforsøg med DDT og hexaklor i områderne nord for Rødning og vest for Københoved i Haderslev Amt. Det må erkendes, at man på daværende tidspunkt i høj grad manglede kendskab til de krav, en sådan bekæmpelse stiller til planlægning og teknisk udstyr, men det skal tilføjes, at vi her i landet dog har ydet et lille bidrag til det bekostelige pionerarbejde, som i så stor målestok er udført i Frankrig, Schweiz og Tyskland.

I 1954 blev der på initiativ af Den nordslesviske Landboforening iværksat en forsøgs-mæssig bekæmpelse ved pudring fra flyvemaskine. Statens plantepatologiske Forsøg ydede assistance ved planlægningen og gennemførelsen af dette arrangement, og der blev i hele oldenborrerne flyveperiode gjort iagttagelser over forhold af betydning for bekæmpelsesarbejdet.

Indenfor det pågældende område, som er beliggende omkring Københoved, blev alle levende markhegn samt yderkanterne af Københoved Skov pudret med lindan. Bekæmpelsens virkning vil blive omtalt senere.

I 1958 blev bekæmpelsen udvidet til også at omfatte områder nord for Kongeåen (se kortet fig. 9). Initiativet blev taget af de stedlige landøkonomiske foreninger, og det praktiske arbejde med sprøjtning o.l. blev ledet af de pågældende landboforeningers planteavl-konsulenter. Fra Statens plantepatologiske Forsøg blev der, som i 1954, ydet assistance ved planlægningen og ved bedømmelsen af bekæmpelsesforanstaltningernes virkning.

Belært af erfaringerne fra 1954 blev lave markhegn, haver o.l. sprøjtet fra jorden, og kun hvor det jordgående sprøjtemateriels ydeevne ikke slog til, blev behandling fra flyvemaskine foretaget. Endvidere blev der i 1958 kun benyttet sprøjtning, idet man havde erfaring for, at det ved pudring er umuligt at undgå vinddrift selv i næsten stille vejr.



Fig. 16. Bekæmpelse i oldenborrernes flyvetid. Sprøjtning fra flyvemaskine. Skibeland Krat 1958. (Fot. JJ).

Oldenborrerne kom, som det ses på fig. 8, meget sent frem i 1958, og bekæmpelsen blev først sat i gang d. 27. maj, hvorefter der med enkelte korte afbrydelser på grund af storm eller regn blev sprøjtet indtil d. 4. juni. Fra luften blev sprøjtet d. 30. maj om morgenen fra kl. 4³⁰ til 7³⁰ og igen den 2. juni fra kl. 4³⁰ til 6³⁰. Vejret var ved begge lejligheder ideelt for denne form for bekæmpelse (se fig. 16).

Fra de jordgående sprøjter (se fig. 17) blev der i de fleste tilfælde brugt en blanding af DDT og lindan. Formålet med denne blanding er at kombinere lindans hurtige men kortvarige virkning med DDT's langsomme men langvarige virkning. Det var tydeligt at se, at lindan havde langt kraftigere virkning end DDT, og i et par hegn, hvor der overvejende var sprøjtet med DDT, synes oldenborrerne ikke at være påvirket af giftstofferne i en sådan grad, at de livsvigtige funktioner blev berørt deraf. Til hovedparten af sprøjtningen blev brugt lige dele lindan (20 pct.s) og DDT (25 pct.s), men i en del af området var blandingen 3 dele lindan til 1 del DDT beregnet efter indhold af aktivt stof. Endelig blev der i slutningen af flyveperioden sprøjtet med ren lindan, for at få en hurtig virkning



Fig. 17. Bekæmpelse i oldenborrernes flyvetid. Sprøjtning fra jorden. Københoved 1958. (Fot. JJ).

på de tilbageværende hunner før æglægningens begyndelse. Sprøjtevæskens koncentration var i de fleste tilfælde 0.2 pct. Den udsprøjtede væskemængde blev varieret efter vegetationens art, idet det blev tilstræbt dels at ramme tilstedeværende oldenborrer, dels at belægge deres fremtidige føde med dræbende doser af insekticiderne. Ved sprøjtningen fra luften var det kun meget små væskemængder, der blev brugt. På 1 km anvendtes således kun ca. 50 liter, og med en sprøjtebredde på 15 m svarer dette til 1.5 ha. Der blev udsprøjtet 1 og 0.65 kg aktivt stof pr. km ved henholdsvis 1. og 2. sprøjtning. Det er indlysende, at med så små væskemængder spiller vindforholdene under sprøjtningen en afgørende rolle.

Desværre er det ved gennemførelsen af sådanne bekæmpelsesaktioner umuligt at foretage en egentlig forsøgs-mæssig opgørelse af resultaterne. Fra udlandet foreligger en del opgørelser baseret på prøvegravninger med optælling af larver pr. arealenhed før og efter bekæmpelsen. Der blev således efter den omtalte aktion i Rheinland-Pfalz 1953 (RUMP, 1954) foretaget et stort antal optællinger af larver til sammenligning med de nævnte tal fra 1951. Re-

duktionen lå på 70-99 pct., og Rump anfører, at i gennemsnit er bestanden blevet formindsket med ca. 90 pct. Selv en så grundig og arbejdskrævende opgørelse har dog ikke mulighed for at give et eksakt billede af bekæmpelsens værdi i almindelighed, idet den naturlige populationsreduktion kan være stærkt varierende fra generation til generation og iøvrigt som tidligere omtalt er afhængig af mange faktorer.

Bedømmelsen af de danske bekæmpelsesforsøgs effektivitet er i første omgang sket ved en vurdering af den umiddelbare virkning på oldenborrerne. Den første reaktion fra oldenborrerne side er en stærkt forøget aktivitet, der bliver en livlig flyvning, som efterhånden bliver mere og mere ukontrolleret. Billerne falder til jorden, flyver op igen eller prøver på at flyve igen. I løbet af 4-5 timer drysser de paralyserede oldenborrer ned i stort tal; de fleste er dog indenfor 1-2 døgn endnu i stand til at kravle, og de søger ofte op i toppen af bundvegetationen f.eks. på strå o.l. Det skal bemærkes, at hannerne er betydeligt mere følsomme overfor giftstofferne end hunnerne (se fig. 18). Begge år, men især i 1958 med den mere intensive sprøjtning, blev der dræbt meget betydelige antal oldenborrer. Det kan uden overdrivelse siges, at tallet for 1958 må skrives med 6 cifre. Dermed er imidlertid intet sagt om, hvor stor en procentdel af de tilstedeværende individer, der blev dræbt, og en sådan angivelse vil nærmest være at betragte som gæteri, hvorfor det er bedre at undgå talangivelser. Man må her erindre sig, at en reduktion af populationen på 96 pct. i løbet af en generation ikke medfører en nedgang i antallet af imagines i forhold til foregående generation.

Søger man oplysninger om virkningen af bekæmpelsen 1954 bedømt ud fra larveangrebene i 1956 hos de praktiske landmænd i området, får man ikke et entydigt billede. De fleste hælder til den anskuelse, at der har været en tydelig nedgang i angrebene intensitet, men den modsatte opfattelse forfægtes dog også. Man må her tage i betragtning, at oldenborrerne opræden som helhed synes at have været aftagende i et større område omkring København, Skodborg og Jels i de senere år, og at der således også udenfor det behandlede areal har været svagere angreb. En endelig bedømmelse kan derfor kun foretages over en længere årrække.

Bekæmpelsesaktionerne i 1954 og 1958 i områderne omkring

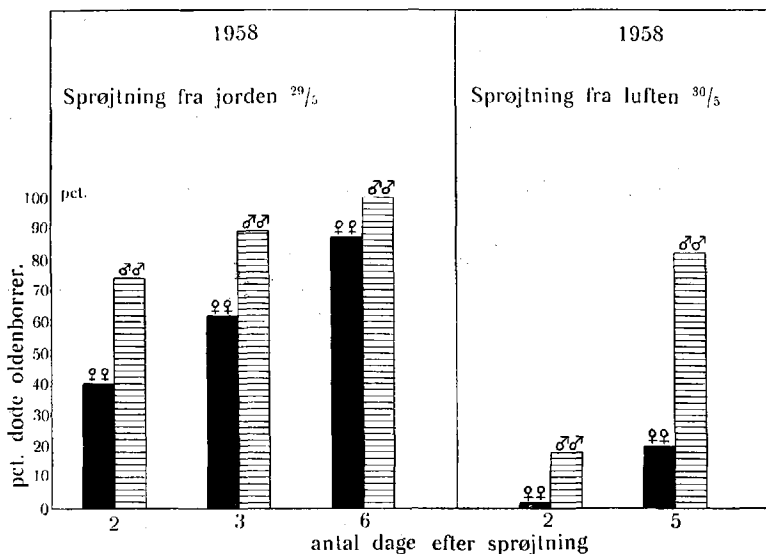


Fig. 18. Undersøgelser af insecticidernes virkning i forbindelse med bekæmpelsen i Kongeå-området 1958. Hannerne er væsentligt mere følsomme overfor DDT og lindan end hunnerne. Såvel ved sprøjtning fra jorden som fra luften var næsten alle de undersøgte oldenborrer døde 8 dage efter behandlingerne.

De i diagrammet angivne procenttal må således ikke tages som et udtryk for den endelige dræbningseffekt,

Kongeåen må betragtes som forsøgsmæssig orientering af almen interesse for oldenborrebekæmpelsen her i landet. Ud fra denne betragtning blev der efter ansøgning bevilget økonomisk støtte af offentlige midler til gennemførelsen. Der blev dog ved begge lejligheder ydet et ikke ringe økonomisk bidrag enten direkte af jordbrugerne (1954) eller af de landøkonomiske foreninger og kommunerne i de pågældende områder. Der er ikke, efter ophævelsen i 1957 af loven om foranstaltninger mod oldenborrer, nogen direkte lovhjemmel for offentlig støtte til bekæmpelsesarbejdet.

Vil man ud fra de foreliggende erfaringer søge at fremdrage de betingelser, hvorunder mulighederne for en tilfredsstillende bekæmpelse kan opnås, må man iagttagelse følgende: Planlægning af aktionen må være udført i så god tid, at alt er parat, når tiden er inde. Alle hegn, haver o.l., som skal sprøjtes, må være målt op, og en bedømmelse af, hvilket sprøjtemateriel, der er nødvendigt, fore-

taget. Der må foreligge en beregning over forbruget af kemikalier, og disse må være anbragt på let tilgængelige steder i området. Endvidere bør der være truffet aftale med egnens biavlere om beskyttelsesforanstaltninger overfor bierne (se herom senere). Hertil kommer, at det økonomiske grundlag må være klarlagt på forhånd. Fra det tidspunkt, hvor oldenborrerne begynder at komme frem, er det nødvendigt at følge udviklingen nøje, herunder ægmodningen i hunnerne, idet det bedste tidspunkt for bekæmpelsen er, når hovedparten af oldenborrerne er kommet, men dog inden noget væsentligt antal af hunnerne er begyndt at lægge æg. I denne forbindelse kan vejrforholdene være af afgørende betydning. Kølige eller fugtige perioder kan sprede fremkomsten over et langt tidsrum eller medføre standsninger i det allerede påbegyndte bekæmpelsesarbejde.

Spredning af insecticiderne må ske med største omhu, da enhver overlevende hun kan give anledning til et uforholdsmæssigt stort antal afkom (jævnfør betragtningerne om den naturlige populationsreduktion). Samtidig er det nødvendigt at følge giftens virkning på billerne samt eventuel tilflyvning, som kan betinge gentagne behandlinger.

2. Bekæmpelse af larverne

Medens bekæmpelse af imagines næsten altid må ske kollektivt og over større områder, kan en bekæmpelse af oldenborrelarver med fordel foretages på meget begrænsede arealer uafhængigt af naboernes indstilling.

Tidligere blev svovlkulstof undertiden anvendt i bekæmpelsen. Stoffet blev enten nedbragt i jorden ved hjælp af en injektor eller blot hældt i huller stukket med en stok. Metoden var dog både besværlig og dyr, og den betragtes nu som forældet.

Fra 1948 er der af Statens plantepatologiske Forsøg udført en række undersøgelser og forsøg vedrørende de nyere insecticiders anvendelighed. Forsøgene er lagt ud på arealer, hvor angreb i større stil forekom, og sideløbende hermed er der i insektariet eller på forsøgsarealet i Lyngby gjort iagttagelser af orienterende art angående dosering, behandlingsmåde etc.

Forsøgene har overvejende ligget i bederoer, jordbær og plante-

skolekulturer, og her skal gives en kort skildring af de opnåede resultater for hver af de tre grupper.

Da to forsøg i 1949 med bekæmpelse af store larver i *bederoer* gav meget små udslag for behandlingerne, blev der i efteråret 1954 og foråret 1955 anlagt forsøg, som tog sigte på at bekæmpe de helt unge larver i marker, hvor der skulle være *bederoer* i 1956. Denne fremgangsmåde viste sig i flere af forsøgene at være meget tilfredsstillende. Insecticiderne blev i alle tilfælde udstroet på markerne og derefter nedfældet ved jordbearbejdning (skrælplojning eller harvning). I de forsøg, hvor der forekom angreb af betydning, var der meget tydelige udslag. Der er dog en del spørgsmål vedrørende giftstoffernes optagelse i planterne og dermed sundhedsmæssige hensyn, som endnu ikke er klarlagt. Forsøgene er derfor fortsat i 1958, og en nærmere redegørelse vil fremkomme senere.

Forsøgene i jordbærkulturer. I 1948 blev anlagt et forsøg ved St. Dyrehave i Nordsjælland og samtidig et forsøg i Lyngby med 170 indsamlede larver. Forsøgene viste, at hexaklorcyklohexan (666) var DDT betydeligt overlegent. Et forsøg i Lyngby 1949, hvor hexaklor og klordan blev nedfældet i jorden, gav kun ringe virkning. I 1950 udlagdes et forsøg i Nyråd ved Vordingborg. Angrebene udeblev, men forsøget viste, at en dypning af jordbærplanters rødder i en lervælling tilsat hexaklor skadede væksten betydeligt. Dette bekræftedes ved karforsøg i Lyngby 1951, hvor sådanne behandlinger med lindan og klordan sammenlignedes med udvanding af insecticiderne kort efter udplantningen. Lindan skadede rodsystemet stærkt, medens klordan ikke medførte sådanne skader. Iøvrigt viser dette forsøg, at en opgørelse af larvernes tilstand mere end 3 måneder efter behandlingerne (fra august til november) ikke belyser bekæmpelsesmidlernes beskyttende virkning tilstrækkeligt. Der fandtes således også i de behandlede parceller levende larver, som dog alle lå unormalt overligt i jorden. Jordbærplanterne var ikke angrebne, medens de ubehandlede alle var gnavede, og 38 pct. var helt visne. Der kan ikke være tvivl om, at insecticiderne her har haft en frastødende virkning på larverne, og at disse var stærkt svækkede enten som følge af sult eller af giftpåvirkning. Endnu et karforsøg anlagt i Lyngby september 1951 viste, at en almindelig sprøjtning af jordbærplanternes overjordiske dele med et systemisk insecticid ingen virkning havde på angrebene. Ud-

strøning og nedfældning af hexaklor svarende til 3 kg aktivt stof pr. ha gav tilfredsstillende virkning.

Desværre er praktisk talt alle de klorerede insecticider så stabile i jorden, at man kan frygte en ophobning, som kan medføre skadelige virkninger, såfremt man anvender store doser eller gentager behandlingerne med korte mellemrum på samme areal. Hertil kommer, at såvel det tekniske hexaklor (666) som lindan i relativt små doser er i stand til at forårsage vækstforstyrrelser eller give afsmag i visse konsumprodukter (kartofler, gulerødder m.fl.). Det kan derfor ikke anbefales at bruge disse insecticider på steder, hvor sådanne kulturer dyrkes. Klordan kan i nogen grad optages f.eks. i gulerødder og muligvis i andre rodfrugter, hvorfor en almindelig anvendelse af dette stof heller ikke kan tilrådes. For tiden synes aldrin at være et af de mest lovende insecticider til bekæmpelse af oldenborrelarver. Danske forsøg 1954-56 viser, at 3.75 kg aktivt stof pr. ha nedfældet i jorden har været meget virksomt, og franske laboratorieforsøg (HURPIN, 1957) fastslår en tilfredsstillende virkning af 3 kg aktivt stof over for larver i såvel 2. som 3. stadium ved temperaturer på ca. 16°C.

Forsøg i planteskolekulturer er især udført i forstplanteskoler, som i mange tilfælde på grund af deres beliggenhed er stærkt udsatte for angreb. En del af forsøgene har ikke givet de ønskede oplysninger som følge af for svage angreb, men de har dog givet orientering om de anvendte insecticiders påvirkning af vækstforholdene. Et forsøg ved Grevindeskoven, Tureby, anlagt 1950 tyder på, at udvanding af 3 kg klordan pr. ha i oldenborrerens flyvetid kan modvirke æglægning i planteskolekulturer; der var således kun 20 pct. angrebne planter i de behandlede parceller mod 45 pct. i ubehandlede ved opgørelsen i foråret 1952.

Et forsøg i planteskolen ved Svansbjerg i Gl. Køgegårds skovdistrikt i 1950-52 gav en del interessante resultater, dels om metodernes og insecticidernes effektivitet, dels om planternes tolerance over for kemikalierne. Forsøget blev anlagt i august 1950 i 2 afdelinger i henholdsvis ædelgran og sitkagran. Træerne var da 3 år gamle, og forsøget omfattede ca. 2100 og ca. 2600 planter af de to arter. Planterne i led b og e blev omplantede ved anlæggelsen af forsøget.

Forsøgsplanen og doseringen er angivet i tabel 5, hvor også re-

Tabel 5. Forsøg med bekæmpelse af oldenborrelarver i Svansbjerg ved Køge 1950-52

Forsøgsplan:

- a. Ubehandlet.
- b. Hexaklor udstroet i rækkerne før plantningen.
- c. Hexaklor udvandet langs begge sider af rækkerne efter plantningen.
- d. Klordan udvandet som i c.
- e. Hexaklor. Rødderne dyppet i aktiveret lervælling før plantningen.

Forsøgs- led	Dosering aktivt stof pr. 100 m række	% planter ved forsøgets afslutning					
		ædelgran, <i>Abies alba</i>			sitkagran, <i>Picea sitkaensis</i>		
		sunde	døde ¹		sunde	døde ¹	
			+ angr.	÷ angr.		+ angr.	÷ angr.
a.....	0 g	87	11	2	77	16	7
b.....	ca. 60 g	95	1	4	95	0	5
c.....	ca. 90 g	97	1	2	97	1	2
d.....	ca. 105 g	96	1	3	92	2	6
e.....	ca. 20 g ²	88	1	11	72	0	28

1. De døde og stærkt beskadigede planter er delt op i 2 grupper. I kolonnen tv. er anført de planter, som menes at være dræbt som følge af oldenborrelarvernes angreb; i kolonnen th. sådanne, som er døde af andre årsager f.eks. toksisk virkning af insecticiderne.
2. Til dypning af 300—400 planter.

sultaterne af ialt 7 opgørelser er opført. Som det ses i tabellen har angrebene ikke været voldsomme, men der er dog en tydelig forskel på behandlede og ubehandlede. Endvidere ses på tallene over planter, som gik ud af andre årsager, at behandlingerne i b og e har skadet planterne betydeligt. Skaderne kan måske i nogen grad skyldes omplantningen, men der er dog ingen tvivl om, at dypningen af rødderne i hexaklor-lervælling har skadet rodsystemet, se fig. 19, og at sitkagran har været væsentlig følsommere herfor end ædelgran. Bedømmelser i juli, august og december 1951 viste aftagende tolerance i rækkefølgen d, c, b og e, det vil sige, at klordan gav færre og svagere vækstforstyrrelser end hexaklor.

Et lignende forsøg blev i august 1951 anlagt i store cementrør ved Statens plantepatologiske Forsøg. Til forsøget var indsamlet 210 1-årige og 40 2-årige larver, og som værtplanter benyttedes 150 3-årige rødgraner. De fire behandlinger bestod i dypning af granernes rødder i lervælling tilsat henholdsvis hexaklor og klordan, eller i vanding med disse insecticider dagen efter plantningen. Opgørel-

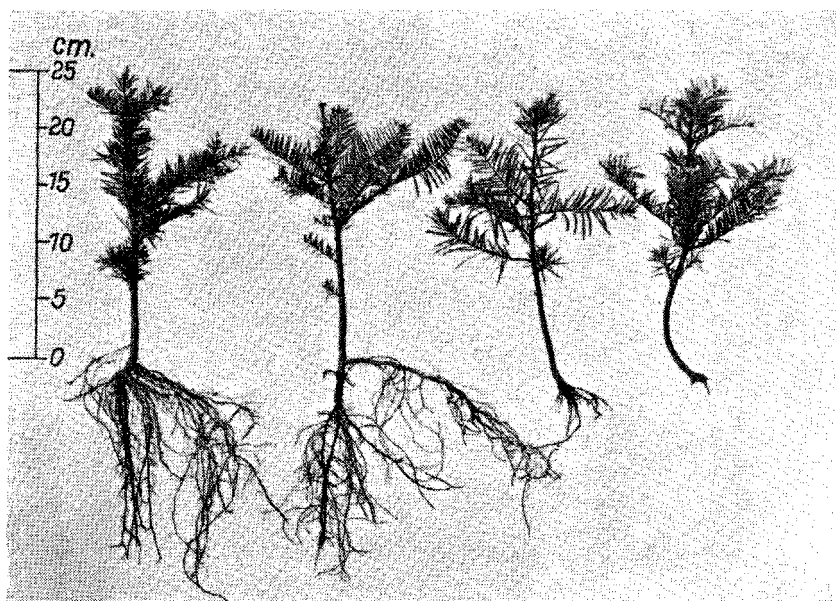


Fig. 19. Ædelgran (*Abies alba*). Rodsystemet stærkt beskadiget efter dykning i lervælling tilsat hexaklor, tv. Delvis regenereret rodsystem. (Fot. Hertz).

sen bestod i en bedømmelse af træerne hele den følgende vækstsæson (1952). I det ubehandlede led fik alle træerne et blegt, sygeligt udseende på grund af larvernes angreb. I forsøgsleddet, hvor rødderne var dyppet i hexaklor, blev de fleste klorotiske, og enkelte visnede helt. Det viste sig, at denne behandling havde ødelagt rodsystemet, og at træerne kun opretholdt livet ved at danne nye siderødder (se fig. 20). Granerne, som var dyppede i klordan, viste svage tegn på væksthæmning og havde en smule klorose, medens de to vandede led var fuldt normale af udseende. Der var ikke angreb af betydning i nogen af de behandlede led.

Skønt man ikke i planteskoler behøver at tage samme hensyn til faren for afsmag som i spiselige kulturer, må konklusionen blive, at hexaklor og sikkert også lindan må anvendes med forsigtighed, da en direkte berøring med planternes rødder kan få fatale følger. Klordan har vist sig at være væsentligt mindre toksisk for planterne. Doseringen af klordan ved dykkingen er vanskelig at angive nøjagtig, men der er anvendt mindre end 0.5 g aktivt stof

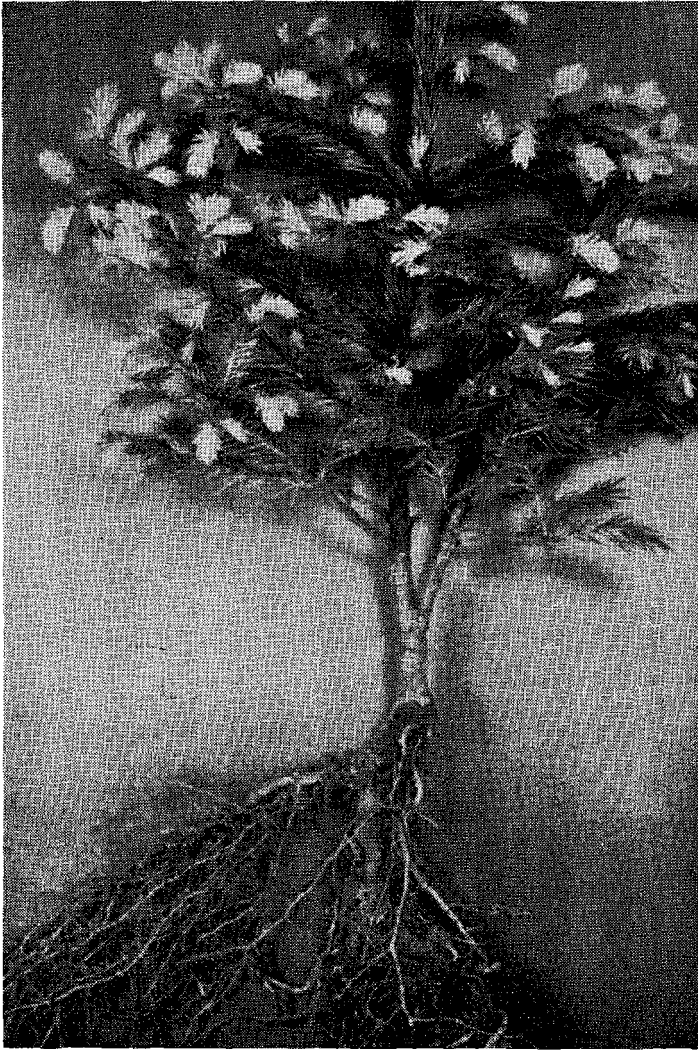


Fig. 20. Rødgran beskadiget ved dypning i lervælling tilsat hexaklor. Hovedroden er død. Rodsystemet delvis regenereret ved siderødder (tv.). De nye skud stærkt klorotiske. (Fot. MHD).

pr. træ. Til vandingerne er anvendt mængder svarende til 75 og 94 kg pr. ha af henholdsvis hexaklor og klordan. At det er vigtigt, at jorden gennemvædes grundigt, illustreres af et eksempel fra et

forsøg udlagt i en græsmark på Torbenfeldt 1949. Her blev hexaklor og klordan udvandet med 2.000 liter vand pr. ha d. 25. april. Efter 2 ugers forløb blev opgravet 35 larver fra de øverste og 122 larver fra dybere jordlag. Efter yderligere en uges forløb var 34 pct. af førstnævnte, men kun 4 pct. af sidstnævnte gruppe døde.

Vil man sammenfatte de vigtigste faktorer ved kemisk bekæmpelse af oldenborrelarverne må det være, at de skal bekæmpes, medens de endnu er små, det vil sige, allerede i august-september i flyveåret eller under forårsarbejdet det følgende forår. Dels er de i denne alder lettest at komme til livs, dels har de da endnu ikke nået at forvolde nævneværdig skade. Angående valg af insecticider må bemærkes, at DDT har for ringe virkning, og at hexaklor, lindan og klordan ikke kan anbefales, hvor der skal dyrkes kartofler, gulerødder eller andre følsomme plantearter de nærmeste år efter behandlingen. I planteskoler kan klordan anvendes i doser på ca. 3 kg aktivt stof pr. ha. Hexaklor og lindan giver let vækstforstyrrelser. Aldrin har vist meget lovende virkning mod de unge larver i doser på 2-4 kg aktivt stof pr. ha, men yderligere forsøgsmæssig undersøgelse må afgøre, i hvor stor udstrækning dette kan anvendes i praksis.

Det er i alle tilfælde påkrævet, at bekæmpelsesmidlerne nedfældes grundigt i jorden umiddelbart efter udbringningen.

3. *Bekæmpelsens virkning på den øvrige fauna*

Spørgsmålet om, hvordan en spredning af de til bekæmpelsen anvendte insecticider vil indvirke på faunaen i almindelighed, har interesseret biologer verden over stærkt. Frygten for afgørende forskydninger i det, man kalder naturens ligevægt, er iøvrigt ikke af ny dato. BERGSØE skriver således i 1891, at oldenborrerens tiltagende antal utvivlsomt skyldes de nye kulturmetoder i landbruget, dræning, ændrede tidspunkter og metoder for jordbehandlingen, fuglenes forringede livsvilkår o.s.v.

Det er dog ikke ubegrundet at vente, at insektgifte som de aktuelle, der ikke har en selektiv virkning, kan forvolde stor skade på nyttige insekter, og det er da også påvist, at sådanne skader opstår, hvis der ikke tages hensyn til disse insekters tilstedeværelse under bekæmpelsen.

Her tænkes først og fremmest på honningbierne, men det må ikke glemmes, at mange arter af vilde bier, såvel sociale som solitære, spiller en vigtig rolle ved bestøvning af kulturplanterne. Endvidere findes der en mængde nyttige rovinsekter, ådselædere o.l. og sidst, men ikke mindst, den store gruppe af indifferente insekter, som sædvanligvis ikke gør sig bemærkede som skade- eller nyttedyr.

Det er af særlig interesse at have kendskab til, hvilke træarter der blomstrer i oldenborrerens flyveperiode, og i hvilken grad disse træer opsøges af bier og andre nyttige insekter. Ved undersøgelser i bekæmpelsesområderne 1954 og 1958 var der i begyndelsen en del blomstrende *slåen* (*Prunus spinosa*) og *pil* (*Salix* spp.) og senere *ahorn* (*Acer pseudoplatanus*), *bøg* (*Fagus silvatica*) og *eg* (*Quercus robur*), og disse arter blev i større eller mindre udstrækning besøgt af honningbier, humler m.fl.

For at undgå en direkte besprøjtning af disse nyttige insekter blev behandlingerne fra flyvemaskine udført i de tidlige morgentimer, og ved sprøjtningerne fra jorden blev behandling af træer og buske, som i betydeligt omfang var genstand for bitræk, undladt. Det drejede sig i 1958 især om ahorn.

Der er ikke efter de her i landet gennemførte bekæmpelsesaktioner konstateret væsentlige skader på bifamilierne i de behandlede områder. Under den tidligere omtalte aktion i Rheinland-Pfalz i 1953 blev de fleste bistader flyttet uden for det pågældende område, medens bekæmpelsen stod på. Både i Schweiz og Frankrig er der foretaget vidtgående undersøgelser af insecticidernes indflydelse på bierne. Resultaterne heraf falder stort set sammen med de danske erfaringer, og konklusionen bliver, at en oldenborrebekæmpelse i flyvetiden kan gennemføres, uden at nævneværdig skade på honningbierne opstår, når der tages videst muligt hensyn til at undgå en direkte behandling af biernes trækplanter i det tidsrum, hvor bierne besøger disse.

Undersøgelser i Frankrig 1949 og i Schweiz 1950 vedrørende påvirkningen af den øvrige insektfauna har givet temmelig overensstemmende resultater. De viste, at der de første dage efter behandlingerne døde et stort antal insekter, men efter 5 dages forløb faldt der kun meget få insekter fra de behandlede træer, og antallet af levende insekter tiltog derefter i de nærmest følgende dage. Ana-

lyser af de dræbte insekter (eksklusive oldenborrerne) afslørede, at forskellige insektordner var ulige repræsenterede. Ved de franske undersøgelser fandtes 48 pct. dipterer (myg og fluer), 21 pct. hymenopterer (årevingede), 14 pct. coleopterer (biller), 15 pct. hemipterer (næbmunde) og 2 pct. lepidopterer (sommerfugle). Blandt de nyttige insekter er det især gået ud over løbebiller (*Carabidae*) og svævefluer (*Syrphidae*). Fra Schweiz nævnes et eksempel, hvor fordelingen var følgende: 700 (41 pct.) coleopterer, 450 (26 pct.) dipterer, 270 (16 pct.) lepidopterer, 240 (14 pct.) hymenopterer (heraf kun 3 honningbier og 5 vilde bier) og 40 (2 pct.) hemipterer. Blandt billerne er det især de bladædende arter tilhørende slægterne *Phyllobius*, *Polydrosus*, *Orchestes* og *Balaninus*, der dræbes, men også de blomstersøgende *Meligethes*- og *Anaspis*-arter fandtes hyppigt. Af sommerfuglelarver drejede det sig især om frostmålere (*Cheimatobia*). Det anslås, at 10-20 pct. af de dræbte insekter kan betegnes som nyttige.

Virkningen på insektfaunaen karakteriseres som et chok, der dog hurtigt overvindes. Varige eller dybtgående ændringer er ikke beskrevet.

Der er også i Frankrig og Schweiz gjort iagttagelser over de højere dyrs, specielt fuglenes, reaktioner på spredningen af insekticider. Der er set tilfælde, hvor rugende fugle definitivt har forladt rederne, men de fleste arter og især de mindre sangfugle lod sig kun i meget ringe grad påvirke af bekæmpelsen. Et andet spørgsmål er, i hvor stor udstrækning fuglene fortærer de paralyserede og døde insekter, og hvilke konsekvenser dette kan have. Fodringsforsøg i Frankrig viste, at der kun undtagelsesvis kunne konstateres giftvirkning på fuglene, og det er ved bekæmpelsen her i landet i 1958 set, at store fortærede døde og paralyserede oldenborrer i betydelige mængder, uden at der er iagttaget nogen giftvirkning.

Heller ikke tamt fjerkræ, høns og ænder, synes at tage skade af at æde oldenborrerne, men det må bemærkes, at de klorerede insekticider kan følge de dyriske fedtstoffer, og f.eks. gå over i æggene, hvor især lindan kan give anledning til afsmag. Af lignende grunde må det undgås, at mælkeproducerende dyr får adgang til nyligt behandlede planter.

4. Biologisk bekæmpelse

Ved biologisk bekæmpelse forstår man en aktivering af de levende organismer, som under naturlige forhold er i stand til at svække eller dræbe den art, man ønsker at bekæmpe. En sådan aktivering består sædvanligvis i en kunstig opformering og påfølgende spredning af artens naturlige fjender blandt mikroorganismene, men der kan dog også være tale om højere dyr, f.eks. har det tidligere i oldenborrebekæmpelsen været forsøgt at opformere størebstanden ved anbringelse af et stort antal redekasser i de truede områder.

Der er allerede i afsnittet om oldenborrernes naturlige fjender omtalt visse forhold vedrørende biologisk bekæmpelse.

I slutningen af forrige århundrede blev der i Schweiz udført et stort arbejde vedrørende mulighederne for biologisk bekæmpelse ved hjælp af den parasitære svamp *Beauveria densa* (arten kaldtes dengang *Botrytis tenella*). BOAS anbefalede i 1892 stærkt de danske landmænd at forsøge denne form for bekæmpelse, idet der i handlen fandtes svampekulturer til dette formål. Ser man på den konklusion, BERGSØE (1895) efter citater fra den schweiziske forsker DUFOUR anfører, må man erkende, at mulighederne for anvendelse i praksis er små. Det siges her: »I det praktiske Landbrug drejer det sig derimod (i modsætning til resultaterne i laboratoriet) om at kunne fremkalde en Epidemi, som, under de mest forskelligartede Forhold, udbreder sig af sig selv mellem de dyriske Kultur-fjender, og det førend disse har faaet Tid til at anrette deres store Ødelæggelser. Denne Opgave er foreløbig endnu et Problem.« Der er siden da gjort mange forsøg på biologisk bekæmpelse, men resultaterne har sjældent fået nævneværdig praktisk betydning. Her skal blot nævnes nogle danske forsøg på at udnytte de omfattende erfaringer, man i U.S.A. har fået ved arbejdet med bakteriel bekæmpelse af en oldenborreart.

I flere af de østlige stater i U.S.A. optræder en 1-årig torbist *Popillia japonica* Newm. (*The Japanese Beetle*) som et alvorligt skadedyr. Denne art står vor hjemlige gåsebille *Phyllopertha horticola* L. nær.

I bestræbelserne for at finde frem til biologiske bekæmpelsesmetoder er det i U.S.A. lykkedes at finde to sporedannende bakteriearter *Bacillus popilliae* Dutky og *B. lentimorbus* Dutky tilhørende

familien *Bacillaceae*. Begge arter har vist sig at kunne optræde som endoparasitter i en række torbister (*Scarabaeidae*), hvor de fremkalder »milky disease«, et navn som hentyder til de angrebne larvers mælkehvide bagkrop.

I Moorestown i New Jersey er der oprettet et laboratorium specielt med det formål at opformere de nævnte bakterier (dog især *B. popilliae*) i et sådant omfang, at en bekæmpelse over større arealer kunne praktiseres. Der blev i årene 1939-49 anvendt ialt ca. 66.400 kg sporepulver, hvoraf størstedelen var en standardvare indeholdende 100 millioner sporer pr. gram. Den ovennævnte mængde er blevet fordelt på ca. 33.000 ha.

5. Danske forsøg med biologisk bekæmpelse

Da der undertiden blev opnået meget lovende resultater af den nævnte bekæmpelsesmåde i U.S.A. var det naturligt, at vi her i landet forsøgte, om vore hjemlige oldenborrearter (disse forekommer ikke i Amerika) kunne angribes af *B. popilliae*, og om der var nogen mulighed for, at en biologisk bekæmpelse med denne bakterieart som basis kunne gennemføres. Der blev derfor i 1950 fra laboratoriet i New Jersey rekvireret sporekulturer, og der blev i juli-september 1950 anlagt forsøg på friland ved Statens plantepatologiske Forsøg. Resultaterne af disse forsøg vil blive omtalt senere, idet her først skal meddeles resultaterne af injektionsforsøg udført i laboratoriet i vinteren 1950-51.

a. Laboratorieforsøg

Disse undersøgelser blev først og fremmest gennemført for at fastslå, om vore skadelige torbistarter overhovedet er modtagelige for angreb af *B. popilliae*. Larver af såvel den almindelige oldenborre, *Melolontha melolontha*, st. hans-oldenborren, *Rhizotrogus solstitialis*, som af gåsebilleren, *Phyllopertha horticola*, blev ved hjælp af en mikroinjektor inficerede med sporesuspension.

Injektionen blev foretaget subcutant ved et stik mellem 6. og 7. bagkropled, hvor nålen førtes ind tæt ved og parallelt med det store dorsale blodkar. Den injicerede dosis var 3-4 mm³. Forsøg på at bestemme sporetætheden i den anvendte suspension faldt noget forskelligt ud på grund af mangel på tilstrækkelig fine måle-

apparater, men de laveste talværdier i forsøg C og D ligger på en størrelsesorden af ca. 200.000 sporer pr. injektion, medens de højeste talværdier svarer til 5-6 gange så mange sporer, altså ca. 1-1.2 millioner pr. injektion. På laboratoriet i New Jersey gives et volumen på 3-6 mm³ med et indhold af 1-2 millioner sporer pr. larve.

Melolontha melolontha

Forsøgene blev udført på 2-årige larver (3. stadium) fra 1948. Larverne opbevarede indtil forsøgenes begyndelse i væksthuset ved temperaturer mellem 10 og 20° C.

Forsøg A var en orientering om injektionens rent fysiske virkning på larverne, og der anvendtes hertil kun destilleret vand. Iagttagelserne strakte sig fra d. 9. november til d. 18. december. Kun 1 af de injicerede 8 larver døde i denne periode.

Forsøg B og C var næsten ens. Begge bestod af 3 led:

- I. ubehandlede
- II. injektion med sterilt destilleret vand.
- III. » » sporesuspension.

De til forsøgene anvendte larver blev holdt under observation i laboratoriet ca. 1 uge før injektionerne udførtes for at syge larver kunne udskydes. Som yderligere sikkerhed er forsøgsled II medtaget for at konstatere, om såringen ved injektionen og tilførsel af den pågældende væskemængde kunne medføre sygdom og død blandt larverne.

Hvert led omfattede 21 larver, og det var nødvendigt at isolere larverne enkeltvis for at undgå kanibalisme. Hver larve blev lagt i en metalbeholder indeholdende 190 cm³ jord.

Forsøg B strakte sig over perioden 28. november til 22. december 1950, og *forsøg C* fra 15. januar til 2. februar 1951. Begge hold holdtes i forsøgsperioden ved konstant temperatur i termostat (B 25° C og C 30° C). Resultaterne af de foretagne undersøgelser ses i tabel 6.

Det fremgår af tallene, at de indpodede bakteriesporer i alle tilfælde har fremkaldt infektion i løbet af en halv snes dage, og det ses tillige, at injektioner med destilleret vand i B ikke har bevirket

Tabel 6. Laboratorieforsøg. *Melolontha melolontha*
Injektion med sporesuspension af *Bacillus popilliae*

Undersøgellesplan. Forsøg B+C:

- I. Ubehandlede.
- II. Injektion med sterilt, destilleret vand.
- III. Injektion med sporesuspension.

Forsøg F:

- I. Ubehandlede.
- II. Sunde larver i jord smittet med syge larver.
- III. Injektion med sporesuspension.
- IV. Sunde larver i jord smittet med sporepulver.

Forsøg	Forsøgs-l.	Larvernes tilstand								
		antal			antal			antal		
		sunde	syge	døde	sunde	syge	døde	sunde	syge	døde
B (25°)		efter 11 dage			efter 18 dage			efter 24 dage		
	I	19	1	1	16	1	4	15	2	4
	II	20	0	1	17	1	3	14	0	7
	III	0	18	3	0	11	10	0	6	15
C (30°)		efter 10 dage			efter 15 dage			efter 18 dage		
	I	19	2	0	19	1	1	19	0	2
	II	21	0	0	21	0	0	21	0	0
	III	0	18	3	0	5	16	0	0	21
F (25°)		efter 9 dage			efter 18 dage			efter 27 dage		
	I	19	1	1	17	1	3	17	0	4
	II	19	0	2	17	0	4	15	0	6
	III	17	0	4	0	7	14	0	1	20
	IV	18	1	2	14	0	7	14	0	7

I forsøg F var der den 25. maj (50 dage efter forsøgets begyndelse) endnu 16, 14 og 13 sunde individer i henholdsvis I, II og IV. En del havde da forpuppet sig.

nævneværdig større dødelighed end blandt de ubehandlede, og i C overlevede alle larverne denne behandling.

Forsøg F var en fortsættelse af forsøg B og C, idet mulighederne for en spontan infektion i smittet jord blev undersøgt. Der var i dette forsøg 4 led:

- I. Ubehandlede larver i usmittet jord.
- II. Ubehandlede larver i jord smittet med knuste, syge larver.
- III. Larver injicerede med sporesuspension af *B. popilliae*.
- IV. Ubehandlede larver i jord smittet med sporepulver.
(21 g pulver til 4.5 kg jord eller 1 g til hver beholder).

Larverne af årgang 1948, som vinteren over havde opholdt sig i væksthuset, var nu udvoksede, og en del havde allerede forpuppet sig. Endvidere var en del angrebet af svampe (*Beauveria densa*), således at der af egnede larver kun kunne blive 13 til hvert forsøgsled. Disse suppleredes med 8 i hvert led af 1 år yngre (1949) larver.

Forsøget løb fra 5. april til 2. maj 1951, og larverne opholdt sig i denne periode i termostat ved 25°C. Resultatet ses i tabel 6, hvoraf det fremgår, at infektionen kun er slået an i forsøgsled III, hvor bakteriesporerne er injiceret i larverne. Infektion gennem den sporeholdige jord forekom ikke. Dette forhold omtales udførligere i afsnittet om mikroskopiske undersøgelser.

Rhizotrogus solstitialis

Forsøg D blev gennemført med larver af st. hans-oldenborren i perioden 10. februar til 3. april 1951. Larverne var samlet i efteråret 1950 og havde i den mellemliggende tid opholdt sig i væksthuset ved 10-20°C. Den unaturligt høje temperatur, de på denne måde blev udsat for i vintermånederne, medførte, at en stor del forpuppede sig i forsøgsperioden. Den normale tid for forpupningen er maj måned.

Injektionerne blev udført på den allerede omtalte måde, og forsøget havde samme 3 led som i forsøg B og C. Her var dog 42 larver i hvert forsøgsled. Ekstraordinært blev 10 larver injiceret med sporeopslemning. Disse anvendtes til forskellige mikroskopiske undersøgelser i forsøgsperioden. Larverne blev efter injektionen henstillet i termostat ved 25°C.

Opgørelsen blev vanskeliggjort som følge af forpupningen, idet såvel præpuppen som den egentlige puppe er meget inaktive, således at det i disse stadier er vanskeligt at skelne sunde og syge larver fra hverandre. Endvidere er individerne i disse inaktive stadier væsentligt mere følsomme overfor forstyrrelser og mekanisk påvirkning end i larvestadierne. Dødeligheden var da også stor i alle 3 hold, men det var dog tydeligt, at infektionen slog an, idet antallet af normalt udseende pupper var 22, 26 og 6, og antallet af udviklede biller 5, 12 og 0 i henholdsvis I, II og III. Mikroskopiske undersøgelser, som omtales senere, bekræftede dette. En

meget stor del af de med *B. popilliae* injicerede larver forvandlede sig til forkrøblede pupper, som døde i løbet af få dage.

Forsøg G. I omtrent samme tidsrum gennemførtes et forsøg i væksthuset med 156 st. hans-oldenborrelarver. Halvdelen af larverne blev lagt i jord tilsat bakteriesporeholdigt pulver, medens den anden halvdel kom i usmittet jord. 48 dage efter forsøgets begyndelse var der kun meget lidt forskel på de 2 hold, idet ca. halvdelen var døde i begge. Mikroskopiske undersøgelser af et mindre antal larver viste, at der ikke i disse var sket infektion.

Phyllopertha horticola (Forsøg E)

Ved undersøgelsernes begyndelse d. 10. februar 1951 var der kun 18 larver af gåsebillen til rådighed. Heraf blev halvdelen injiceret med sporer af *B. popilliae*. Kun i et tilfælde blev det med sikkerhed påvist, at infektionen var lykkedes.

b. *Forsøg med infektion gennem smittet jord*

Hvor interessante laboratorieforsøgene end er, måtte kriteriet for sporepulverets anvendelse til biologisk bekæmpelse i praksis dog være, om bakterierne var i stand til at inficere larverne under naturlige temperaturforhold i jorden, hvor den sandsynligste infektionsvej er optagelse gennem munden med påfølgende infektion fra tarmkanalen.

Til belysning af dette spørgsmål blev der allerede i juli-september 1950 (før laboratorieforsøgene udførtes) anlagt forsøg i insektariet og på friland ved Statens plantepatologiske Forsøg.

Infektion er søgt tilvejebragt ved spredning af sporeholdigt materiale i de jordlag, hvor larverne befandt sig, enten ved indblanding i tør tilstand eller ved vanding med opslemninger.

Med larver af den almindelige oldenborre blev der udført 4 forsøg (ialt 300 larver), men der kunne ikke påvises nogen infektion ej heller nogen sikker nedgang i antallet af sunde individer i forhold til de ubehandlede forsøgsled.

Med larver af st. hans-oldenborren blev der dels i væksthuset, dels på friland udført 4 forsøg (ialt 305 larver), og endelig blev der i væksthuset udført 1 forsøg med larver af gåsebillen (ialt 70), men heller ikke i disse forsøg kunne der iagttages nogen virkning. Det

kan heraf slutes, at der i overensstemmelse med resultaterne fra forsøg F i laboratoriet ikke er sket nogen infektion gennem tarmkanalen, selv om sandsynligheden for, at bakteriesporer er optaget i denne, må siges at være meget stor.

Da denne infektionsvej imidlertid er forudsætningen for bakteriernes anvendelse til en praktisk biologisk bekæmpelse, må det erkendes, at der i hvert fald ikke under de nævnte forhold er mulighed for at reducere populationerne ad denne vej.

c. Mikroskopiske undersøgelser

Til støtte for bedømmelsen af infektionsforsøgenes virkning blev der fremstillet og mikroskopert et stort antal udstrygningspræparater.

Ganske vist kunne infektionen i mange tilfælde tydeligt erkendes blot ved larvernes mælkede udseende, men præparaterne gav dog et langt sikrere billede heraf.

Præparaterne fremstilledes sædvanligvis af blodvæske fra syge larver. Efter udstrykning og fiksering farvedes med enten gramfarvning, krystalviolet eller neutralrødt. Alle 3 farvningsmetoder var anvendelige, men neutralrødt viste sig at være bedst, hvor det drejede sig om sporefärvning, medens gramfarvning eller metylviolet gav de klareste præparater af de vegetative stav-celler.

Neutralrødt farver sporangiet, som omgiver sporen, intensivt rødt, medens selve sporen fremtræder som et lysere parti. Sporen er centralt beliggende i det elipsoformede sporangium (se fig. 21*).

Fra laboratorieforsøgene med *M. melolontha* blev der lavet præparater af 31 injicerede larver, heraf indeholdt 28 sporer og/eller vegetative celler, medens der i 3 ikke kunne påvises sådanne. I 13 larver fra de øvrige forsøgsled fandtes ingen *B. popilliae*.

Fra laboratorieforsøgene med *R. solstitialis* blev der lavet præparater af 42 injicerede larver, heraf var 30 inficerede med *B. popilliae*. I de resterende 12 kunne infektion ikke påvises. Fra de øvrige forsøgsled fremstilledes præparater af 23 larver. Ingen af disse var inficerede med *B. popilliae*.

Af larverne fra forsøgene med inficeret jord blev der kun lavet et mindre antal præparater til mikroskopi. Det blev i intet tilfælde påvist, at infektionen var slået an.

* I indes overfor side 625.

V. SAMMENDRAG

De egentlige oldenborrer er her i landet repræsenteret ved to arter, Den almindelige oldenborre (*Melolontha melolontha*) og Den sortrandede oldenborre (*M. hippocastani*).

Morfologisk er de to arter meget ens, kun haletappens udformning er afvigende. Visse farveforskelle er af betydning ved artsbestemmelsen. Larverne er c-formede, hvidgrå med mørkere bagkrop. Hoved og ben er gullige.

Udviklingen varer for den almindelige oldenborres vedkommende 4 år, hvoraf larvestadierne optager de 3. Den sortrandede har i Nordjylland en 5-årig udvikling. I landets sydligere egne udvikler den sig muligvis på 4 år.

Der findes 4 stammer af *M. melolontha* her i landet. Disse benævnes i relation til skudårene henholdsvis: S, S+1, S±2, og S÷1. I slutningen af forrige århundrede var det især S÷1, som gjorde sig bemærket; i dette århundrede er det S±2, der har domineret. De 2 øvrige stammer har kun ganske lokalt haft betydning. Det ser ikke ud til, at forskydninger fra en stamme til en anden som følge af forkortet eller forlænget udviklingstid forekommer under danske klimaforhold.

I flyveåret kommer oldenborrerne frem i løbet af maj. Tidspunktet varierer med temperaturforholdene. Efter en ernæringsperiode på 10-20 dage, hvorunder ægudviklingen foregår, lægger hunnerne deres æg i jorden. Hver hun lægger i reglen 25-40 æg. Efter 40-50 dages forløb klækkes æggene. Larverne gennemløber tre larvestadier i de ca. tre år, larvelivet varer. Den største skade forvoldes i slutningen af 2. og begyndelsen af 3. stadium, det vil sige to år efter flyveåret.

I tætte populationer af unge larver sker der en meget betydelig reduktion allerede i klækningsåret. Årsagerne hertil kan være mange, men oftest er angreb af mikroorganismer den betydeligste.

Såvel de voksne oldenborrer som larverne er i stand til at ernære sig af en lang række forskellige plantearter. Larverne angriber rødderne af både urteagtige og træagtige planter. Størst skade forøves på afgrøder, hvor der er et ringe antal planter pr. arealenhed.

I ældre tid blev indsamling i stor stil praktiseret som bekæmpelsesforanstaltning. Efter fremkomsten af de syntetiske, klorerede insecticider er der sket en hastig udvikling i den kemiske bekæm-

pelse. Der er i Frankrig, Schweiz og Tyskland udført et meget stort forskningsarbejde vedrørende bekæmpelsen af såvel larver som imagines. Her i landet er der i 1954 og 1958 udført forsøgs-mæssig bekæmpelse mod oldenborrerne i flyvetiden. Erfaringerne herfra er, at en kollektiv bekæmpelse med klorerede insecticider kan udrydde en meget stor del af oldenborrerne, når der rådes over tilstrækkeligt egnet sprøjtemateriel, og bekæmpelse udføres efter en vel tilrettelagt plan.

Forsøg med bekæmpelse af larverne viser, at det er vigtigt, at larverne uskadeliggøres, medens de endnu er små. Nedfældes insecticiderne i jorden, hvor larverne er til stede, om efteråret i flyveåret eller det følgende forår, kan doser på 2-4 kg aktivt stof pr. ha af lindan, klordan eller aldrin give tilfredsstillende virkning. Mod de store larver er større doser nødvendige, og en omhyggelig nedfældning er af stor betydning. Det må ved enhver anvendelse af større doser tilrådes at søge oplysninger om forsvarligheden heraf med hensyn til fare for forgiftninger, afsmag o.l. forhold.

Forsøg på biologisk bekæmpelse med en sporedannende bakterieart gav udmærkede resultater i laboratoriet, men infektionen lykkedes ikke i frilandsundersøgelser, hvorfor fremgangsmåden ikke synes at have praktisk anvendelsesmuligheder.

SUMMARY

The cockchafers Melolontha melolontha L and M. hippocastani Fabr. in Denmark

Cockchafers of the genus *Melolontha* are represented in Denmark by the two species *M. melolontha* L (= *vulgaris* Fabr.) and *M. hippocastani* Fabr.

In Denmark *M. melolontha* has a 4-year generation; a systematically arranged survey of their development may be seen in Fig. 4. *M. hippocastani* has at any rate in Northern Jutland a 5-year generation. In the southern part of the country it cannot be stated with certainty whether the generation changes after four or five years.

Under Danish climatic conditions the chances of a reduction or prolongation of the development are not great if the threshold value of 9°C for the yearly average temperature, as given by ZWEIGELT (1928) is correct; the chances are even slighter if 12,6°C (RICHTER 1958) is right. In Fig. 5 the temperature for the years 1949-1958 are given, as recorded by various Danish weather stations whose positions may be seen in Fig. 6. It will be seen that the average temperature for the year seldom reaches 9°C. Fig. 5 also shows the average temperature for the

months April-October inclusive. SCHMIDT (1928) writes that an average temperature of 12.5°C during this period is optimal for cockchafer larvae. In Denmark this average is not reached every year.

As a result of the 4-year generation in Denmark there are four flight-strains of *M. melolontha*. In relation to leap year they are termed S (flight year in leap year) S+1 (flight year coming one year after leap year), S±2 (flight year two years after (before) leap year), and S-1 (flight year one year before leap year). S and S+1 occur only locally and are of slight importance. S±2 was numerous on the Island of Lolland and in southern Zealand during the 1890's and at the beginning of the present century; since 1938 it has definitely been the predominant flight strain in the southern part of Jutland and of some localities of Zealand, Funen and Lolland. S-1 was undoubtedly the most predominant flight-strain during the latter half of the 19th century. The great collections of 1887-1903 (BOAS 1904) were aimed, almost entirely, at the destruction of this strain. Since 1903 S-1 has occurred in significant numbers only as a local infestation on Zealand and in north Jutland.

The map in Fig. 6 shows where imagines of *M. melolontha* have been found during the years 1938-1958. The most numerous occurrences are in the southern part of Jutland.

M. hippocastani was found in great numbers during the 1850's in the north-westerly part of Zealand. During the last twenty years it has definitely been found in northern Jutland and several localities of southern Jutland.

As a rule imagines of both species emerge from the soil in the middle of May, but their appearance is subject to rather wide variations, depending upon the temperature. Fig. 7 shows their emergence based on an estimation at a locality in South Jutland in 1954, together with a graph of maximum and minimum temperatures. In Table 1 may be seen a series of temperature readings from the same place. To the left is shown air-temperature measured 2 m's above the ground. To the right soil-temperature measured 12 cm's below the soil surface.

The spring of 1958 was very cold and cockchafers did not appear until the end of May, as shown in Fig. 8. The temperature at that time was 8°-15°C. The temperature is measured at Askov (See Fig. 6).

In 1954 investigations in the southern part of Jutland showed that *M. hippocastani* flies earlier in the evening than *M. melolontha*. From Table 2 it appears that whilst *M. hippocastani* predominates before 9 p.m. the situation is reversed after that hour. Similar ratios are mentioned by NEU (1940) and RIGGERT (1939 and 1940). Furthermore it is noted that among the beetles caught in flight there were no females of *M. hippocastani*, which suggests that they are not active fliers at this particular point of their development.

For the purpose of comparison beetles were shaken from the trees at the same place and the composition of the population may be seen at the bottom of Table 2.

The numerical relation between males and females at various times and in various localities has been investigated by means of a long series of analyses of beetles shaken from the trees. The figures in Table 3 show how great are the variations.

In 1958 eggs were fully developed 2-3 weeks after the emergence of the females. Dissection of 23 females in 1950 revealed the presence of 13-36 eggs in each, an average of 28; in 1958 an examination of 28 females revealed 9-37 eggs in each, an average of 27. For the most part the figures range around 36 and 24, corresponding to 3 and 2 per ovariole.

Twenty-five females were isolated separately; twenty-four of them laid eggs, the numbers varying from 13-35. Some of the females laid twice. The figures are given in Table 4. The first oviposition continued from June 10th-20th; the second from about June 20th-July 2nd. It should be noted that this is unusually late for Denmark.

Of the 750 eggs laid by the above-mentioned females 80 per cent were hatched, the egg-stage lasting for 40-50 days at an average temperature of 17°C. Under the conditions prevailing in Denmark the small larvae do but little damage throughout the hatching year. In 1958, however, surface gnawing of sugar-beet was observed (See Fig. 11). The first hibernation takes place in the first stage, the second in the second stage and the third in the third stage. It has not been established with certainty when the moultings take place.

By far the greatest damage is done by larvae two years after the flight year. Sugar-beet, swede, potatoes and strawberries suffer most during these attacks, but woody plants such as raspberry, young fruit trees and - by no means least - young forest nursery cultures, which are often placed in exposed positions at the edge of a forest, are not exempt from unwelcome attention.

During July and August of the 3rd year after the flying year the larvae pupate and after a short pupa stage the imagines are to be found in the soil, where they normally spend the winter. With exceptionally high autumn temperatures the beetles sometimes emerge in considerable numbers as early as the end of August or in September. Such individuals probably succumb during the winter.

Parasites

In the course of earlier investigations (BOVIEN and BOLWIG, 1939 and 1940) considerable parasitism by *Dexia rustica* was found, the larvae of which live endoparasitically in cockchafer larvae. These parasites have not been numerous during recent years.

The most important parasite among microorganisms is *Beauveria densa*. In the experiments, where the density of the population has often been great, presence of this fungus has sometimes proved a nuisance, but under natural conditions with a thinner population the fungus does not appear to be particularly active.

Laboratory experiments with a bacteria - *Bacillus popilliae* Dutky - is dealt with later under the heading Biological Control.

Certain kinds of birds, for example starlings (*Sturnus vulgaris*), gulls (*Larus spp.*) and rooks (*Corvus frugilegus*) are extremely partial to cockchafers, taking both the larvae and the beetles; bats, also, devour a number during the flying period. On the whole, however, the usefulness of these animals is extremely limited for all practical purposes.

Control

The most important control measure up till about 1945 was the collection of both larvae and beetles. A law concerning collection was only rescinded in 1957. Collection was practised especially at the end of the last century (Boas, 1904), but as recently as 1950 local collections accounted for many beetles during the flying season.

When the new chlorinated insecticides made their appearance experimental control with these preparations was practised against both larvae and beetles.

DDT and BHC was tried on imagines for the first time in 1946, but experience in the control of cockchafers during their flight season comes chiefly from 1954 and 1958. During both these years control was practised in a district in the southern part of Jutland (See Fig. 9). In 1954 hedges and the fringes of forests in the southern part of the district in question were dusted from the air with lindane, and in 1958 hedges and the gardens of the whole district were sprayed from the ground (See Fig. 17), while the edges of forests were sprayed by plane (See Fig. 16). Spraying from the ground was performed with a mixture of DDT and lindane, lindane alone being used from the air. From the air 1 and 0.65 kilos active substance per kilometre (ca. 1.5 hectares) were used in the 1st and 2nd sprayings respectively. The immediate effects was remarkable, the cockchafers dying by the thousand, but it is impossible to judge how great a percentage of the entire population was destroyed and only their future development can reveal the efficacy of this control.

Fig. 18 shows the percentages imagines killed 2, 3 and 6 days after treatment from the ground (left) and from the air (right) 2 and 5 days after treatment. Practically all the beetles were killed within one week after treatment from the air.

Experiments with the control of larvae show that the big larvae are difficult to deal with.

In the autumn of 1954 and the spring of 1955 experiments with the control of young larvae from 1954 were begun, the effect being judged by cultivating either sugar-beet or swedes in the treated fields in 1956 and then assessing the damage when the crop was lifted in the autumn.

It was seen that aldrin and chlordane in doses of 4 and 5 kilos active substance respectively per hectare was very effective when spread in the soil during September or the following April. Lindane in doses of 1 kilo active substance per hectare was less effective, but 2.5 kilos seemed to be sufficient.

In order to protect strawberry plants and young conifers their roots were dipped, experimentally, in a thin mixture of clay with insecticide added. BHC and lindane were definitely injurious to the root system. In Fig. 19 damage by treatment with BHC to *Abies alba*, and in Fig. 20 damage to *Picea abies* are to be seen. The chlorosis of the young needles are due to severely damaged roots.

Chlordane was only mildly phytotoxic. The results of an experiment with young silver fir (*Abies alba*) and *Picea sitkaensis* are seen in Table 5. There are two columns for dead plants (plants destroyed by larvae (+ angr.); plants dead from other causes (- angr.), chiefly phytotoxic effects). Although the attacks were

Table 6. Laboratory experiments with injections of *Bacillus popilliae* in *Melolontha melolontha*-larvae.

Treatments. Experiments B+C:

- I. Untreated
- II. injection with sterile, distilled water
- III. injection with spore-suspension

Experiment F:

- I. Untreated
- II. healthy larvae in soil infected by diseased larvae
- III. injection with spore-suspension
- IV. healthy larvae in soil infected by spore-dust.

Experiment	Treatment	Condition of the larvae								
		number			number			number		
		healthy	diseased	dead	healthy	diseased	dead	healthy	diseased	dead
B (25°C)		after 11 days			after 18 days			after 24 days		
	I	19	1	1	16	1	4	15	2	4
	II	20	0	1	17	1	3	14	0	7
	III	0	18	3	0	11	10	0	6	15
C (30°C)		after 10 days			after 15 days			after 18 days		
	I	19	2	0	19	1	1	19	0	2
	II	21	0	0	21	0	0	21	0	0
	III	0	18	3	0	5	16	0	0	21
F (25°C)		after 9 days			after 18 days			after 27 days		
	I	19	1	1	17	1	3	17	0	4
	II	19	0	2	17	0	4	15	0	6
	III	17	0	4	0	7	14	0	1	20
	IV	18	1	2	14	0	7	14	0	7

After 50 days 16, 14 and 13 larvae in I, II and IV respectively were healthy in experiment F.

Some had pupated.

not severe a clear result was obtained for the treatments in sections b, c and d of the experiment.

Biological control

In 1950 and 1951 investigations into the possibilities of using *Bacillus popilliae* Dutky in the biological control of Danish cockchafers were made at the State Experimental Station for Plant Diseases and Pests. This species of bacteria has been used for many years in the U.S.A. in the control of the Japanese Beetle (*Popillia japonica*). We are indebted to dr. E. STEINHAUS, Berkeley University, California for giving advise and to dr. C. H. HADLEY from the Laboratory for Japanese Beetle Investigations at Moorestown, New Jersey, who was kind enough to send us spore material of *B. popilliae*.

In Denmark laboratory experiments have been made with injections of spore suspensions in the larvae of *M. melolontha* and *Rhizotrogus (Amphimallus) solstitialis* and a few *Phyllopertha horticola*. The injections were made in the body cavity dorsally between the 6th and 7th abdominal segment. The dose was 3-4 mm³, containing from 200.000 to 1.2 million spores. The larvae were kept in a thermostat during the incubation period.

The results of three experiments with *M. melolontha* are recorded in Table 6. It will be seen that in almost every case the injections killed the larvae in the course of 18-27 days. Microscopic examination showed that infection had occurred. On the other hand attempts at peroral infection were not successful. (F II and IV in Table 6). Similar results were obtained with *R. solstitialis*.

In a series of experiments performed under natural temperature conditions during July and August 1950, wherein the larvae of *M. melolontha* and *R. solstitialis* were infected by placing them in soil infected by *B. popilliae*, success was not achieved, neither when the spores were introduced as a powder nor by watering with a spore suspension.

The foregoing results seem to show that peroral infection seldom occurs in larvae of *M. melolontha* and *R. solstitialis*; on the other hand it is easy to induce infection by means of injections of spore suspensions in the haemolymph.

LITTERATURHENVISNINGER

- Bergsøe, V.*, 1862: Oldenborrens Naturhistorie, dens Udbredelse i Danmark og Midlerne til dens Formindskelse.
- Bergsøe, V.*, 1891: Oldenborrens Udryddelse. Iagttagelser og Resultater fra en i Flyveåret 1887 foretaget Studierejse.
- Bergsøe, V.*, 1895: Resultaterne af Oldenborreindsamlingen i Aarene 1887 og 1891.
- Blunck, H.*, 1938: Über die Ursachen des Massenwechsels von *Melolontha melolontha* L. VII Int. Kongress f. Ent. 2175-2189.
- Boas, J. E. V.*, 1892: Oldenborrerne. Tidsskr. f. Landøkonomi, 289-315.
- Boas, J. E. V.*, 1893-94: Om en Fluelarve, der snylter i Oldenborrelarver. Ent. Medd. 4. 130-136.
- Boas, J. E. V.*, 1904: Oldenborrerne Optræden og Udbredelse i Danmark 1887-1903.
- Boas, J. E. V.*, 1911: Raagerne og Raageskade i Danmark. Tidsskrift for Landbrugets Planteavl 18, 109-137.
- Boas, J. E. V. og Thomsen, Math.*, 1922: Oldenborrerne Optræden i Danmark i Aarene 1904-1919. Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskoles Aarsskrift. 56-65.
- Bovien, P. og Bolwig, N.*, 1939: *Dexia rustica* Fabr., Oldenborrelarvens vigtigste Snylteflue. Tidsskrift for Planteavl 43, 801-818.
- Bovien, P. og Bolwig, N.*, 1940: Fortsatte Iagttagelser over *Dexia rustica* og dens Biologi. Tidsskrift for Planteavl 44, 499-503.
- Bovien, P. og Thomsen, Math.*, 1950: Haveplanternes Skadedyr og deres Bekæmpelse. 109-118.

- Couturier, A. et Robert, P., 1952: Observations préliminaire sur le déterminisme de l'orientation des vols crepusculaires du *M. melolontha*. Transact. 9. int. Congr. Ent. I, 641-645.
- Couturier, A., 1952: Caractères des pullulations du Hanneton commun (*M. melolontha*) dans l'est de la France. Transact. 9. int. Congr. Ent. I, 627-630.
- Couturier, A. et Robert P., 1956: Observations sur *M. hippocastani*. Ann. Epiphyties 3, 431-450.
- Decoppet, M., 1920: Le Hanneton, Biologie, apparition, destruction. Un siècle de lutte organisée dans le Canton de Zürich. Expériences récentes.
- Györfi, J., 1956: Die in den Maikäfer- und anderen Blatthornkäferlarven schmarotzenden Wespen. Zeitschr. f. angew. Ent. 38, 468-474.
- Heer, O., 1841: Über geographische Verbreitung und periodisches Auftreten der Maikäfer. Verh. allg. Schweiz. Gesellsch. f. d. ges. Naturwiss.
- Hurpin, B., 1955: Influence de l'alimentation sur la croissance du premier stade larvaire de *M. melolontha* L. C. R. séances Soc. Biol. CXLIX, 2107.
- Hurpin, B., 1955: Etudes sur le déterminisme des sorties pré-alimentaires du hanneton. Rev. Zool. agric. 54: 7-9, 85-87.
- Hurpin, B., 1956: Influence des conditions atmosphériques sur les sorties pré-alimentaires du hanneton commun (*M. melolontha* L.) Ann. Epiphyt. 7:2, 333-361.
- Hurpin, B. et Maillard, J., 1957: Détermination au laboratoire des doses d'emploi du chlordane, de l'heptachlore et du parathion pour la lutte contre les vers blancs. Phytatrie Phytopharmacie 6:1, 31-34.
- Institut National de la Recherche Agronomique, Serie C. Nr. 1, 1954: La lutte chimique contre les Hannetons et les Vers blancs (Samleværk af mange forfattere, 159 sider).
- Kern, F., 1950: Untersuchungen an *Amphimallus solstitialis* L. mit Versuchen zur bakteriologischen Bekämpfung von Engerlingen. Promotionsarbeit. Eidg. techn. Hochschule. Zürich.
- Lüders, Wolfgang, 1958: Engerlingsbekämpfung mit betriebseigenen Mitteln. Zeitschr. f. angew. Ent. 42, 1-88.
- Neu, W., 1940: Der zeitliche Unterschied im Schwärmen von *M. hippocastani* F. und *M. melolontha* L. Zoologischer Anzeiger 129: 7/8, 177-184.
- Regnier, R., 1941: Contribution à l'étude de la biologie du hanneton commun (*M. melolontha* L.) C. R. Acad. Sci. 212.
- Richter, G., 1958: Die Maikäferpopulationen im Gebiete der Deutschen Demokratischen Republik. Nachr. bl. Deutsch. Pflanzensch. dienst. Berlin. 38:2, 21-35.
- Riggert, E., 1939-1940: Beobachtungen und Untersuchungen über den Maikäferflug 1938 in Ostholstein. Arb. physiol. angew. Ent. 6, 367-378 und 7, 59-67.
- Rostrup, Sofie, 1940: Vort Landbrugs Skadedyr. 5. rev. udg. v. P. Bovien og Math. Thomsen, 112-125.
- Rump, L., 1954: Ergebnisse der Maikäfer-Bekämpfungsaktion 1953 in Rheinland-Pfalz. Gesunde Pflanzen 6:5, 105-107.
- Schmidt, M., 1926: Die Maikäfer in Deutschland. Mitteilungen über Flugjahre und Entwicklungsdauer von *M. melolontha* L. und *M. hippocastani* F. Arb. Biol. Reichsanstalt f. Land- u. Forstwirtschaft, 14:1, 1-76.
- Schneider, F., 1952: Untersuchungen über die optische Orientierung der Maikäfer (*M.*

- vulgaris* F. und *M. hippocastani* F.) sowie über die Entstehung von Schwärmbahnen und Befallskonzentrationen. Mitt. Schweiz. Ent. Gesellsch. XXV:4, 269-340.
- Schneider, F., 1958: Sinnesphysiologische Untersuchungen im Dienste der landwirtschaftlichen Entomologie. Mitt. Schweiz. Ent. Gesellschaft XXXI: 2, 146-154.
- Schuch, K., 1935: Beobachtungen über die Biologie des Maikäfers. Arb. physiol. angew. Ent. Berl. 2, 157-174.
- Schuch, K., 1938: Laboratoriumsuntersuchungen über den Lebensablauf des Maikäfers (*M. melolontha* L.) Arb. physiol. angew. Ent. Berl. 5, 166-177.
- Schwerdtfeger, F., 1939: Über den Einfluss der Winterkälte auf den Maikäferengerling. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten 49:2, 95-106.
- Schwerdtfeger, F., 1939: Untersuchungen über die Wanderungen des Maikäfer-Engerlings (*M. melolontha* L. und *M. hippocastani* F.) Zeitschr. f. angew. Ent. 26:2, 215-253.
- Sorauer, P. (ved K. Frederichs), 1954: Handbuch der Pflanzenkrankheiten V:2, 148-158.
- Subklew, W., 1937: Zur Kenntnis der Larven der *Melolonthinae*. Zeitschr. f. Pfl. krankh. u. Pfl. schutz. 47:1, 18-34.
- Subklew, W., 1938: Zur Morphologie der Larve von *M. hippocastani* Fabr. Archiv f. Naturgeschichte N. F. 7:2, 270-304.
- Vogel, W., 1950: Eibildung und Embryonalentwicklung von *M. vulgaris* F. und ihre Auswertung für die chemische Maikäferbekämpfung. Promotionsarbeit. Eidg. techn. Hochschule, Zürich.
- Vogel, W., 1955: Der Einfluss der Witterung auf den Ausflug und die Ovarialentwicklung des Maikäfers (*M. vulgaris* = *M. melolontha*). Landw. Jahrb. der Schweiz 4, 971-1000.
- Zweigelt, F., 1928: Der Maikäfer. Studien zur Biologie und zum Vorkommen in südlichen Mitteleuropa. Zeitschr. angew. Ent. Beiheft zu Band XIII, 1-453.