

Materiały do poznania bioekologii Stonki ziemniaczanej
w Polsce

Materiaux pour servir à la connaissance bioécologique
du Leptinotarsa 10-lineata en Pologne

podał

M. MIKSIEWICZ

8 fig..

Obserwacje przeprowadzono w Budkowicach pow. Opole.

Charakterystyka klimatu

Przebieg pogody w roku 1947 charakteryzował się chłodną zimą. Silne obniżenie średniej miesięcznej zanotowano w styczniu (-7°C) i w lutym (-9°C). Średnie minimum dla I i II wyniosło 10°C a absolutne minimum dla I — $19,6^{\circ} \text{C}$, a dla II — 18°C .

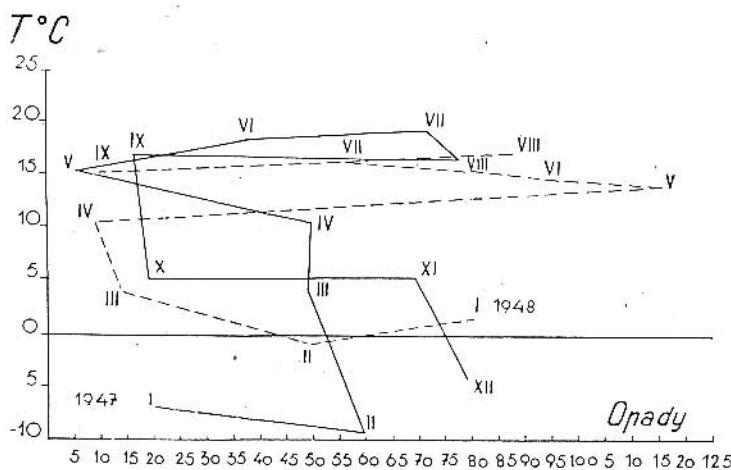


Fig. 1. Klimatogram za r. 1947 i 1948.

Roczną sumę opadów osiągnęła cyfrę 550 mm. Ilość dni z deszczem łącznie od V do końca IX — 59, ilość dni powyżej 15°C — 111, a powyżej 20°C — 40.

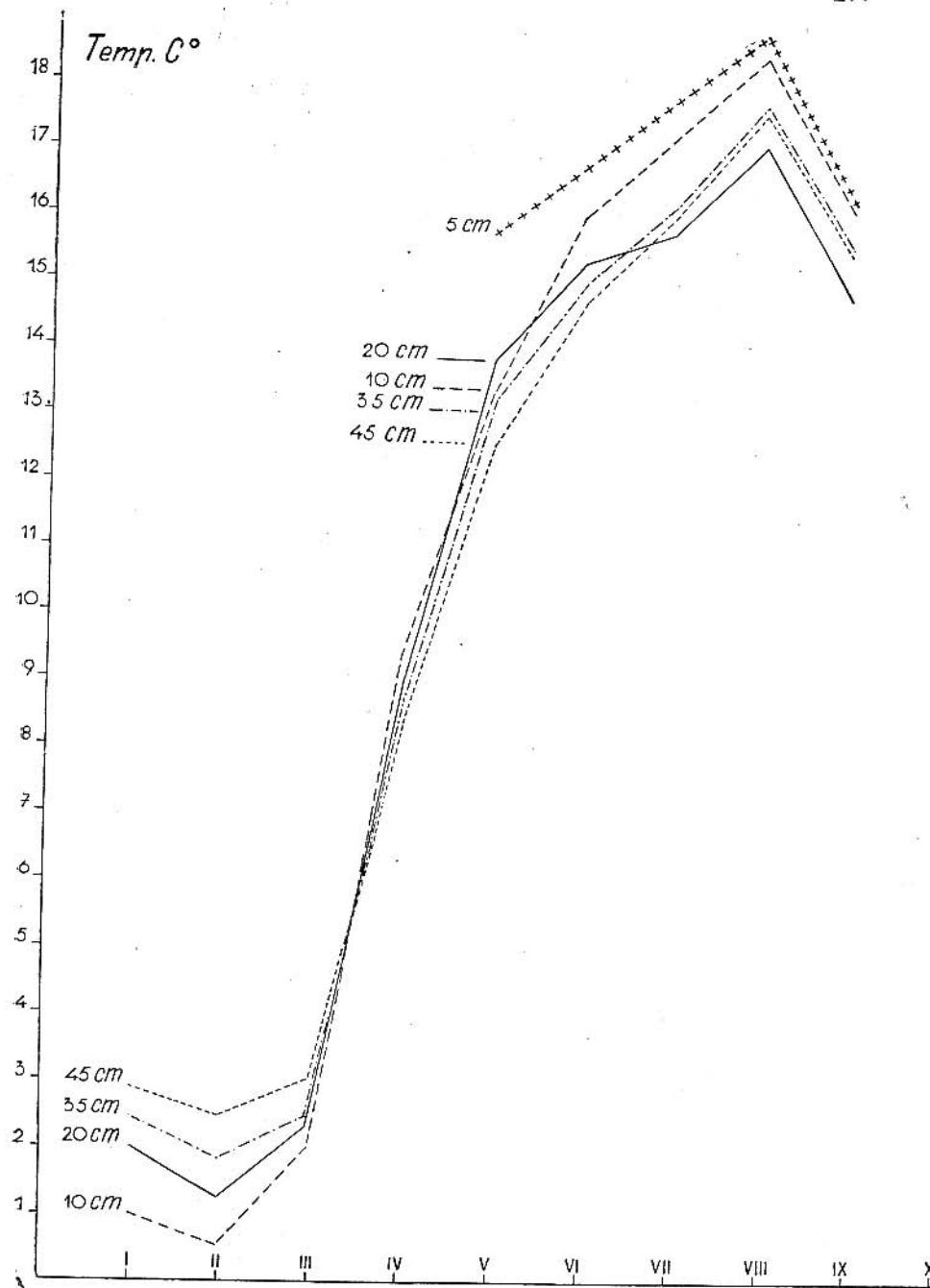


Fig. 2. Temperatura gleby w r. 1948 na głębokości 5, 10, 20, 35 i 45 cm.

Przebieg pogody w roku 1948. Zima tego roku należała do wyjątkowo ciepłych. Jedynie w lutym średnia miesięczna opadła poniżej 0° ($-1,2^{\circ} \text{ C}$). Średnia minimalna w styczniu wynosiła $-3,1^{\circ} \text{ C}$, a w lutym $-11,8^{\circ} \text{ C}$.

Ilość dni z deszczem za okres od V do końca IX — 52, dni powyżej 15° C — 87, a powyżej 20° C — 26.

Z porównania przebiegu pogody widać, że rok 1947 był sprzyjającym dla rozwoju stonki. Jak widać z klimatogramu

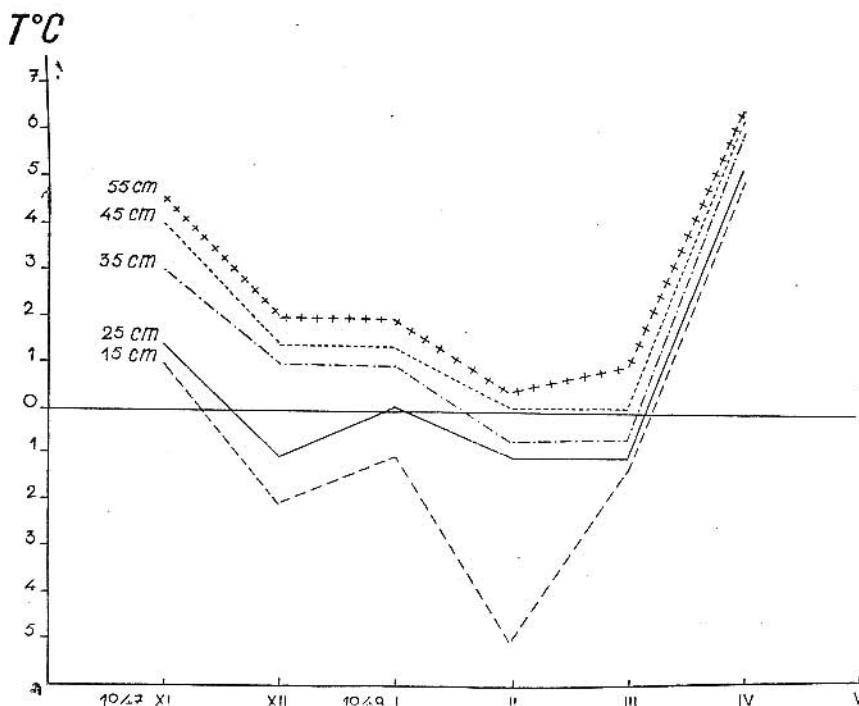


Fig. 3. Absolutne minimum gleby za czas od 1. XI - 1947 r. do 30. IV - 1949 r. na głębokościach 15, 25, 35, 45 i 55 cm.

(fig. 1) stonka ziemniaczana zimowała w ziemi zamarzniętej, co uchroniło ją w poważnym stopniu od zaatakowania przez grzybki pasożytnicze.

Rok 1948, jak wykazuje to krzywa przebiegu temp. gleby (fig. 2), posiadał średnią temperaturę na głębokościach od 15—55 cm powyżej 0° C . Wprawdzie absolutne minimum (fig. 3) na

głębokości 15 cm wynosiło 1 raz w styczniu -1° C, w lutym -5° C, a w marcu $-1,5^{\circ}$ C, ale na głębokości 35 cm, w pobliżu której stonka zimowała (25 — 35 cm) absolutne minimum równe było zaledwie 0° C. Jest rzeczą niezmiernie ciekawą, że na głębokości 15 cm absolutne maximum (fig. 4) w miesiącach I, II i III osiągnęło $+4^{\circ}$ C. Nic dziwnego, że oczekiwany

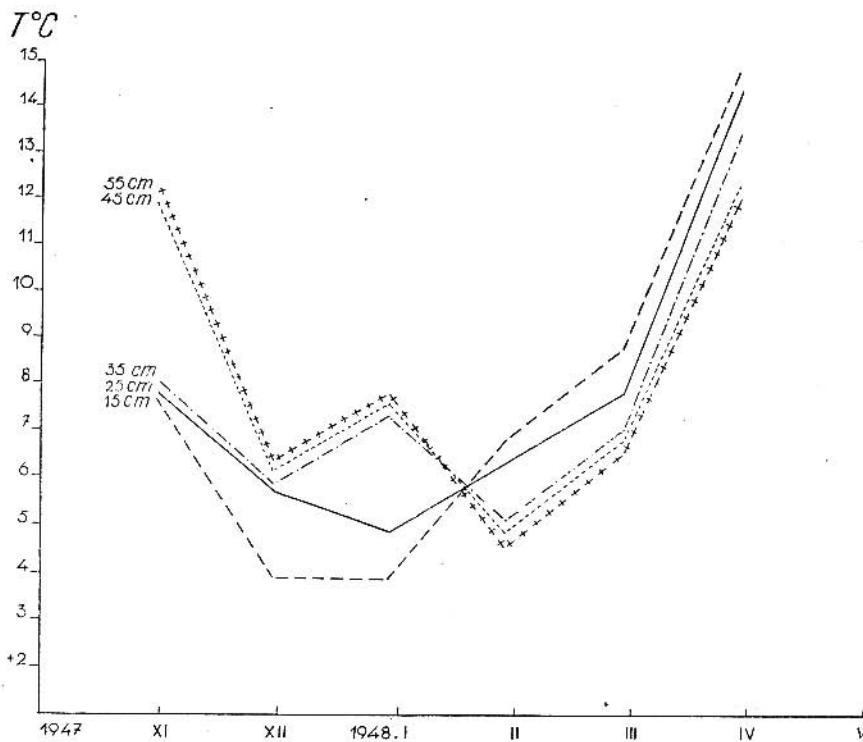


Fig. 4. Absolutne maksimum gleby za okres od 1. XI. 1947 r. do 30. IV. 1948 r. na głębokościach 15, 25, 35, 45 i 55 cm.

w bież. roku wylot stonki na koniec II dekady maja został przyspieszony prawdopodobnie o 14 — 18 dni w porównaniu z rokiem ubiegłym.

Jak to wykazuje analiza krzywej przebiegu temperatury na różnych głębokościach ziemi, w roku 1948 już w połowie III nastąpił początek przewarstwowania się temperatury przy średniej temperaturze około $+6^{\circ}$ C, a więc przy temperaturze

kiedy u stonki zaczyna się według wszelkiego prawdopodobieństwa czynny metabolizm. Być może, że temperatura ta leży nieco powyżej punktu uważanego za krytyczny tj. nieco powyżej $+6^{\circ}$ C. Pewnym jest jednak, że już z początkiem III dekady marca temperatura przekroczyła punkt krytyczny. Niewątpliwie położenie punktu krytycznego może odbiegać nieco od przyjętej normy, co może pozostawać w zależności od innych czynników klimatycznych niż temper., jak np. z ilością wilgoci zawartej w ziemi.

Krzywa średniej temperatury gleby wykazuje, że już z końcem III dekady marca, a więc już po przemieszczeniu się wzajemnym temperatur na różnych głębokościach i ustaleniu kierunku źródła ciepła od powierzchni ziemi, w jej głębszych warstwach temp. wynosiła około 7° C. Od tego mniej więcej terminu imago z dnia na dzień nagromadza w sobie określone ilości temperatur, iżby suma ich była dostateczna do spowodowania wyjścia imago z ziemi. Nie zostało stwierdzone, w jakim stopniu maksymalne temperatury wpływają na termin wyjścia imago z ziemi. Ważnym jest, że III i IV 1948 r. posiadały o wiele mniejsze opady niż w r. 1947, co niewątpliwie wpłynęło na przyśpieszenie wylotu imago w roku bieżącym.

Z porównania klimatogramów za rok 1947 i 1948 widać, że decydujące o populacji stonki miesiące V i VI miały w r. 1948 stosunkowo niską średnią temp. za oba miesiące, bo tylko $+14,5^{\circ}$ C, oraz w sumie za oba miesiące aż 28 dni z deszczem (średnio prawie co drugi dzień deszcz) przy 220 mm opadów, gdy w r. 1947 średnia za oba miesiące V i VI była wyższa o 3° C przy 22 dniach deszczowych i przy opadach o połowę mniejszych (102). Przedstawiony klimatogram (fig. 1) z dostateczną jasnością pozwala na zorientowanie się w osobliwościach klimatu w latach 1947 i 1948.

Przezimowanie z roku 1947/8. Śmiertelność imago w izolatorach wynosiła 28,96%. Około 16% imago było porażonych grzybkiem pasożytniczym prawdopodobnie z rodzaju *Spicaria* sp. Larwy, które (jako będące zaczątkiem drugiego pokolenia) zeszły do ziemi w r. 1947 w dn. od 14 IX do 28 IX, zginęły w ziemi w 100%, częściowo porażone grzybkiem. Kilka sztuk było przeobrażonych w poczwarkę. Wyjątek

stanowią larwy, które najwcześniej zeszły do ziemi, a mianowicie między 9 IX, a 13 IX. Te wyszły już 1 V 1948 r. jako normalnie rozwinięte owady, ale już po 3-ch dniach zginęły. Drugie zatem pokolenie nie miało szans na przezimowanie.

Dwukrotne zimowanie. W jednym przypadku samica złowiona 20 IV 47 r. złożyła do końca IX 1947 r. 875 jaj, a po drugim przezimowaniu (1947/8) dodatkowo jeszcze 183 jaj, czyli w sumie 1058 sztuk jaj. Należało by tu oczywiście dodać pewną ilość jaj złożonych niewątpliwie przez samicę przed złowieniem.

Fenologia rozwoju stonki ziemniaczanej

Wylot stonki w 1948 r. był stosunkowo regularny. Rozpoczął się 1 V, a skończył 14 V. Przy dużej ilości materiału doświadczalnego okres ten prawdopodobnie był by bardziej rozciagnięty i były by również większe szanse znalezienia okazów diapauzujących.

Wylot stonki przypadł na:

a. Początek kwitnienia późnych truskawek, lilaku lub inaczej bzu pospolitego (*Syringa vulgaris L.*), żarnowca miotlastego (*Sarothamnus scoparius L. Wim.*), bagna zwykłego (*Ledum palustre L.*), jarzębiny pospolitej (*Sorbus aucuparia L.*);

b. Pełne kwitnienie kasztanowca zwyczajnego (*Aesculus hippocastanum L.*), rabarbaru (rzewienia).

c. Sporadyczne przekwitanie mniszka pospolitego (*Taraxacum officinale Web.*), pojawienie się młodych pędów u świerka (*Picea excelsa Lk.*).

Kopalacja rozpoczęła się w 10 dni po wylocie imago i przypadła na okres przekwitania: lilaku, jarzębiny, kasztanowca oraz na kwitnienie męskich szyszek sosny (*Pinus sylvestris L.*), uwydatniające się wysypywaniem się pyłku.

Pierwsze jaja złożone zostały 13 V. W tym czasie przekwitały męskie szyszki sosny.

Pierwsze larwy stwierdzono 29 V; zaobserwowano pełnię kwitnienia bzu czarnego (*Sambucus nigra L.*) i grochodrzewu, zwanego popularnie akacją (*Robinia pseudoacacia L.*) oraz kwitnienie: pierwszych bławatków *Centaurea cyanus L.*,

świerzbnicy (*Knautia arvensis* L.) i przelotu (*Anthyllis polyphylla* Ser.).

Zejście pierwszych larw do ziemi (17 VI) zetknęło się z początkiem kwitnienia wiesiołka dwuletniego (*Oenothera biennis* L.), krwawnika pospolitego (*Achillea millefolium* L.), dziurawca zwyczajnego (*Hypericum perforatum* L.), dziewanny pospolitej (*Verbascum nigrum* L.).

Silne pierwsze natężenie wszystkich stadiów rozwojowych wypada w Polsce prawdopodobnie w okresie początku zakwitania lipy drobnolistnej (*Tilia cordata* Mill.). W tym czasie część larw IV stadium znajduje się już w ziemi. Obserwacje roku ubiegłego zostały potwierdzone tegorocznymi.

Najważniejsze wobec tego opryskiwania ziemniaków powinny wypaść na 7—10 dni przed początkiem kwitnienia lipy drobnolistnej. Najbezpieczniej jednak jest skończyć opryskiwanie w czasie pełnego kwitnienia lipy szerokolistnej *T. platyphyllos* Scop. Wcześniej zakończenie pierwszego opryskiwania znajduje również usprawiedliwienie odpornością sui generis larwy stadium IV-go na trucizny po zbliżeniu się do punktu kulminacyjnego żeru, co ma miejsce w 3 — 4 dni po III-ej wylince (fig. 5).

Wylot letniego pokolenia rozpoczął się 16 lipca i przypadł na kwitnienie krwawnicy pospolitej (*Lythrum salicaria* L.), więzówki błotnej (*Filipendula ulmaria* Max.), u której pierwsze kwiaty w podbaldachu już przekwitły, chabru nadrenijskiego (*Centaurea rhenana* Bor.), oraz sporadycznego żółknięcia pierwszych kwiatów wrótyczka pospolitego (*Tanacetum vulgare* L.), czerwienienia owoców jarzębiny pospolitej.

W tym czasie rozpoczął się w bieżącym roku sprzęt żyta. W r. 1947 wylot generacji letniej rozpoczął się 9 VII, a więc o tydzień wcześniej i przypadł również na okres kwitnienia wymienionych roślin.

Wylot imago pokolenia letniego trwał do 14 sierpnia.

Składanie jaj generacji letniej rozpoczęło się równocześnie z zakwitaniem wrzosu zwyczajnego (*Calluna vulgaris* L. Salisb.) co pokryło się z datą 20 VIII, a w roku ubiegłym z datą 11 VIII.

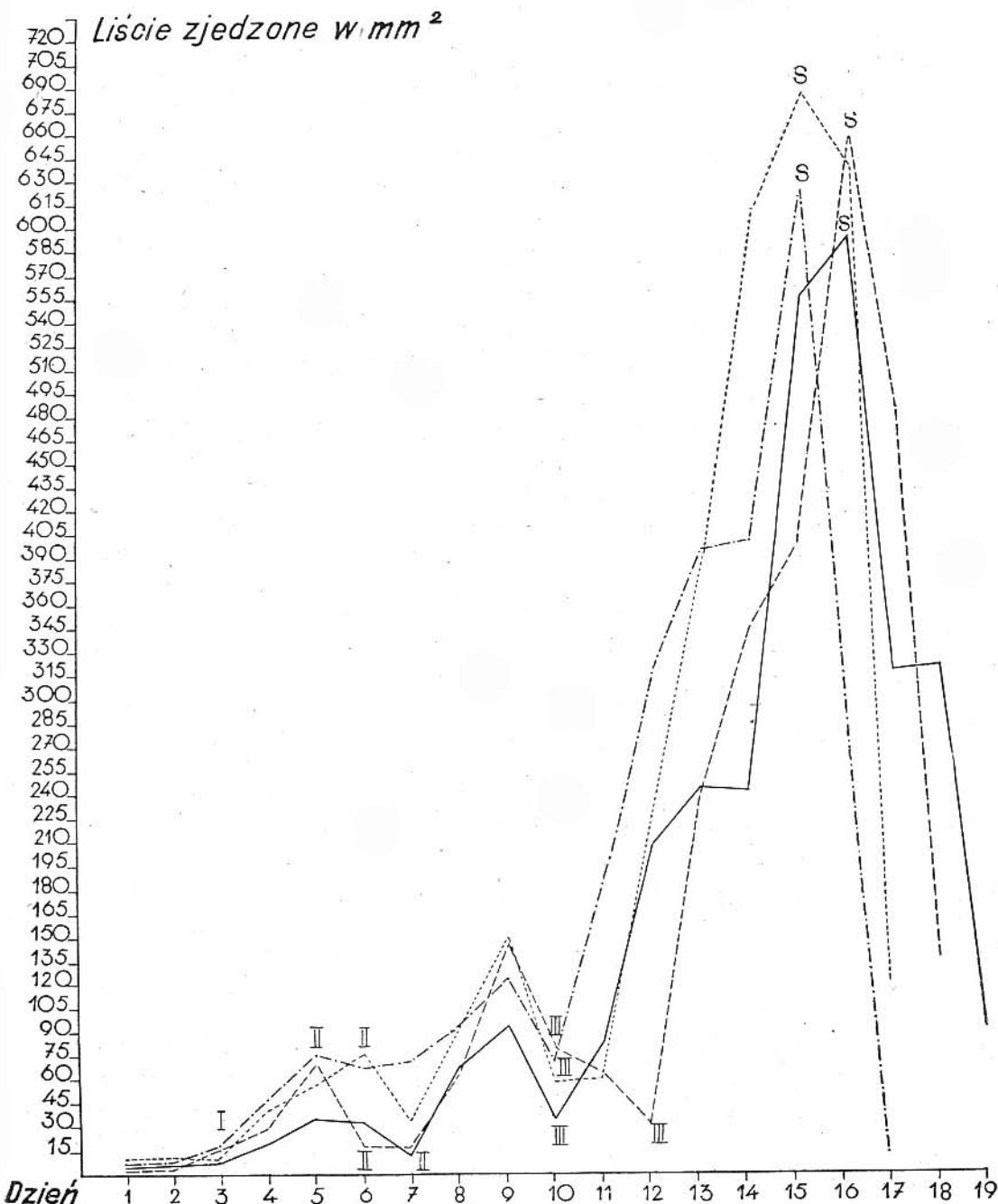


Fig. 5. Krzywa spożycia ilości przez larwy.

S = punkt szczytowy, po osiągnięciu którego larwa może obejść się bez pokarmu.

Cyfry rzymskie oznaczają wylinki.

Ogólne uwagi o zachowaniu się owadów w bieżącym roku.

Pokolenie przemowane. Już od 15 V, a więc w 2 tygodnie po wylocie część imago wchodzi do ziemi, by w ciepłe i słoneczne dni wyjść na powierzchnię ziemi, złożyć jaja i następnie znów zagrzebać się w ziemi. Tak np. z końcem V aż 93% imago zeszło do ziemi. Przyczyną były bardzo częste zimne deszcze. Zanotowano w maju 2-krotnie silne obniżenie temperatury do +1 i +2° C. w porze nocnej.

Pokolenie letnie. Dnia 15 VIII w okresie kwitnienia wrotyczka pospolitego i początku kwitnienia wrzosu zwyczajnego, po dłuższej suszy i 3-ch dniach deszczu, z kolei 50% imago pokolenia letniego weszło do ziemi. U pokolenia letniego kopułowało 24% osobników. Do dnia 24 VIII tj. w czasie pełni kwitnienia wrzosu odbywała się stała wędrówka imago, które wchodziły i wychodziły z ziemi.

W rezultacie z końcem VIII niemal że wszystkie owady pokolenia letniego, które wyleciały w drugiej połowie lipca, weszły do ziemi. W III-ej dekadzie VIII były na powierzchni ziemi owady najmłodsze tj. z wylegu bieżącego.

Jest rzeczą ciekawą, że oprócz jednej samicy, uszkodzonej przez grzybek pasożytniczy, ani jedna samica nie zniszczała jaj. Innymi słowy tegoroczne letnie pokolenie nie dało początku II-ej generacji. Zachowanie się imago można ewentualnie tłumaczyć obniżeniem się temperatury i częstymi opadami.

Ilustracją panującej pogody w bieżącym roku w okresie rozwoju owadów jest następujące zestawienie: Ilość dni o temperaturze poniżej +5° C w porze nocnej — w maju 10 dni, czerwcu 7 dni, lipcu 4 dni, a w sierpniu pod koniec nastąpiło nawet obniżenie się temperatury do +1,5° C i -0,2° C.

Śmiertelność owadów w porze letniej. Złoża wszystkich samic okazały się w bież. roku jakby częściowo niezapłodnione, mimo iż większość samic odbyła kilkakrotną kopulację. Bezплодność jaj została niewątpliwie wywołana niepomyślnym przebiegiem pogody. Śmiertelność naturalna przedstawiała się następująco: w maju nierozwiniętych jaj było 41,2%, śmiertelność wśród larw wszystkich stadiów wynosiła 23%, a w okresie przepoczwarczania się 47,6%. Śmier-

telność ogólna w maju w warunkach odbiegających od normalnych bo w izolatorach, wyraziła się cyfrą 77,2%. W lipcu nie rozwinęło się 55% jaj, oraz zginęło 9,34% larw wszystkich stadiów. Ogólna śmiertelność, nie licząc cyklu podziemnego, osiągnęła cyfrę 64,54%,

Niektóre okazy przezimowane znosiły znaczny % jaj zdeformowanych, co uwidoczyli się zapadnięciem się niewielkich płaszczyzn powłoki jaj. Wśród jaj zdeformowanych stwierdzono nieznaczny % jaj rozlanych i to już w trakcie znoszenia ich przez samice. Co było tego przyczyną? Warunki zimowania z roku 1947/8 układały się następująco: w grudniu 1947 na głębokości 25 cm temperatura gleby opadła na -1° C tylko na trzy dni, w styczniu 1948 na jeden dzień, w lutym na 2, a w marcu na 7 dni. W sumie na głębokości 25 cm temperatura gleby opadła za cały okres zimowy 1947/48 tylko 13 razy do minus 1° C. W X, XI, XII 1947 r. oraz w I i II 1948 roku suma opadów, i to przeważnie w formie deszczów, osiągnęła 273 mm.

Zważywszy, że opady w zimie 1947/8 nie spływały do niżej położonych miejsc, jak to ma normalnie miejsce, tylko prawie w całości wsiąkały, nawet na terenach wyżej położonych, do nie zamarzniętej przez większość zimy gleby, dochodzimy do wniosku, że stonka zimowała wprawdzie w stosunkowo wysokiej temperaturze, ale niestety w warunkach nadmiernej wilgoci.

Stonka jest owadem mrozo-odpornym. Na głębokości około 20 — 25 cm, wytrzyma niewątpliwie najsrozsze zimy w Polsce. Przygotowanie u imago do zimowania objawia się utratą części własnego ciężaru ciała, a mówiąc ściślej wody (fig. 6). Widać z poniższego zestawienia (pierwszy poziom szeregu cyfr odnosi się do 3 sztuk imago pokolenia letniego, zważonych tuż po wylocie z ziemi, drugi szereg przedstawia ciężar każdego z trzech owadów doskonałych stwierdzony w 7 dniu po wylocie w okresie objawiającego się spadku w ilości pobieranego pokarmu, trzeci natomiast szereg oznacza ciężar imago w dniu zagrzebania się w ziemi), że intensywny żer imago generacji letniej po wylocie prowadzi do wzrostu ciężaru ciała o 20 — 31% wagi pierwotnej, a tuż przed wejściem do ziemi (3-ci szere-

reg cyfr) ciężar imago zbliżony jest do pierwotnego, gdyż nadwaga wynosi zaledwie 3,4 — 6,6% ciężaru pierwotnego. Zdarzają się jednak wypadki obniżenia wagi ciała imago poniżej ciężaru początkowego.

Tab. I.

Ciężar ciała imago letniego po wylocie i w momencie zagrzebania się jego do ziemi.

Poids de corps de l'imago, après sa sortie, et au moment où il s'enfouit dans le sol.

	Owad Nr 1 Individu No. 1	Przyb. na wagę w %/ Accroissance du poids	Owad Nr 2 Individu No. 2	Przyb. na wagę w %/ Accroissance du poids	Owad Nr 3 Individu No. 3	Przyb. na wagę w %/ Accroissance du poids
Szereg I po wyjściu z ziemi I rang après sortie du sol	125 mg		145 mg		132 mg	
Szereg II w pełni żeru II rang en pleine activité de ronger	150 mg	20	190 mg	31	170 mg	28,71
Szereg III wejście do ziemi III rang à la rentrée dans le sol	130 mg	4	150 mg	3,4	140 mg	6,6

Na tym jednak nie koniec. Owad po wejściu do ziemi traci dalej na wagę, o ile nie stracił dostatecznej ilości wody przed tym. I tak np. owad doskonali o ciężarze 158 mg w chwili wylotu z ziemi osiągnął po 8 dniach 207 mg tj. 23,6% na wagę, w chwili wejścia do ziemi ważył 170 mg (przyb. 7,6%), a w trzy dni po wejściu do ziemi ważył 160 mg, a więc miał tylko 1,2% przybytku w stosunku do wagi pierwotnej. Obserwacje tych samych chrząszczy w roku 1949 wykażą, jakie ilości wody utracą one przez zimę. Niewątpliwie wyparowywanie będzie szło dalej, jeżeli przede wszystkim w jesieni, a następnie w zimie, nie będzie nadmiaru wilgoci w ziemi. Warunki takie stwarza wczesne przemarznięcie powierzchniowych

warstw ziemi. Zima 1947/8 zmusiła owady do zimowania w nadmiarze wilgoci i w dodatku w temperaturze zbliżonej przez 2 dni w styczniu i 3 dni w lutym do +6° C.

Tego rodzaju warunki sprzyjały porażeniu owadów przez grzybki pasożytnicze i prawdopodobnie przyczyniły się do

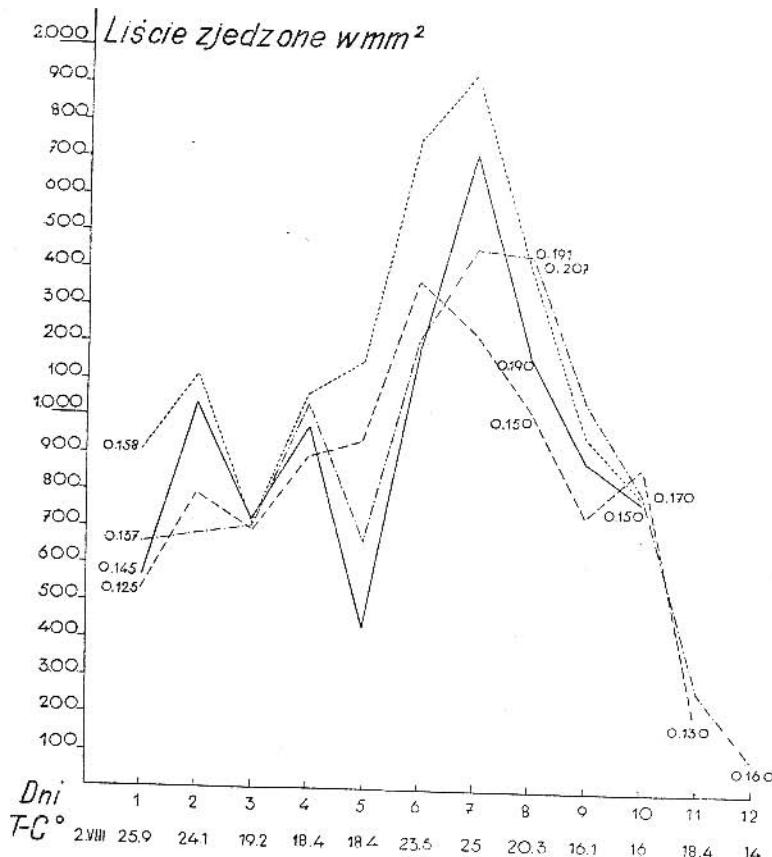


Fig. 6. Krzywa spożycia liści przez 4 chrząszcze od wylotu (2. VIII) do momentu zagrzebania się w ziemię (13 VIII - 1948 r.). Ciężar ciała po wylucie, po 9 dniach i przy wejściu do ziemi, podany w gramach.

schorzenia organów rozrodczych samic, czego dowodem były zniekształcone jaja znoszone w ciągu lata. Duży % jaj w bieżącym roku niewyległych trudno tłumaczyć bakteriozą, gdyż jaja tej samej samicy trzymane w korzystnych warunkach dla

rozwoju wykazały jedynie bardzo nieznaczną śmiertelność. Przyczyną zatem dużej śmiertelności, szczególnie jaj i larw, była niska temperatura w miesiącach letnich w porównaniu z rokiem ubiegłym, duże opady a przede wszystkim duże wahania temperatur między dniem i nocą. Te właśnie czynniki były głównie powodem zaburzeń w rozwoju embriona, a w konsekwencji jego śmierci. Bardzo nieznaczna śmiertelność jaj, trzymanych w warunkach korzystnych, wskazuje jako przyczynę schorzenia organów rozrodczych samic złe zimowanie.

P r z e b i e g r o z w o j u w m a j u. Okres inkubacji wynosił 14 dni. Bakteriozę stwierdzono tylko u kilkunastodniowych jaj, nierozwiniętych na skutek zimna. Stadium I trwało 3—9 dni, II od 3—7, III od 3—7, IV od 6—10, rozwój pod ziemią 23—29 dni. Rozwój owada od jaja do wejścia w ziemię trwał 29—35 dni, średnio 32 dni. Średnia temperatura efektywna dla poszczególnych stadiów wynosiła: dla okresu inkubacji $197,2^{\circ}\text{C}$, I stadium 79°C , II stadium $74,3^{\circ}\text{C}$, III stadium $71,2^{\circ}\text{C}$ i IV-te stadium $109,4^{\circ}\text{C}$, w ziemi $437,7^{\circ}\text{C}$. Całkowita średnia temperatura efektywna od złożenia jaja do wylotu imago wyniosła $960,1^{\circ}\text{C}$, przy średniej temperaturze tego okresu równej $15,8^{\circ}\text{C}$.

P r z e b i e g r o z w o j u w c z e r w c u. Odnosi się do jaj złożonych z początkiem czerwca. Inkubacja trwała 12 dni, I stadium 4 dni, II stad. 7, III stadium 10, IV stadium 9, a pod ziemią 18 dni. Rozwój owada od chwili złożenia jaj do wejścia w ziemię trwał 31 dni. Całkowity rozwój od złożenia jaj do wylotu imago trwał 60 dni. Temperatura efektywna dla okresu inkubacji osiągnęła sumę $221,5^{\circ}\text{C}$ dla I stadium 60°C , dla II stad. $94,5^{\circ}\text{C}$, dla III stad. $137,5^{\circ}\text{C}$, dla IV stad. $144,1^{\circ}\text{C}$, a w ziemi 365°C . Temperatura efektywna od złożenia jaj do wejścia larwy w ziemię wynosiła $657,1^{\circ}\text{C}$. Całkowita temperatura efektywna od złożenia jaj do wylotu imago z ziemi wynosiła $1028,5^{\circ}\text{C}$, przy średniej temperaturze tego okresu $17,1^{\circ}\text{C}$.

P r z e b i e g r o z w o j u w l i p c u. Inkubacja mieściła się w granicach 7—10 dni, I stadium trwało 3 dni, II stadium 3—4 dni, III stadium 3—4 dni, IV stadium 4—5 dni. Cykl pod ziemią trwał 28—34 dni, rozwój nad ziemią 20—25 dni. Całkowity rozwój trwał 48—59 dni. Średnia temperatura

efektywna w okresie inkubacji wyraziła się sumą 182°C , I stad. $67,5^{\circ}\text{C}$, II stadium 75°C , III stadium $83,3^{\circ}\text{C}$, IV stadium $85,1^{\circ}\text{C}$, cykl pod ziemią 352°C . Całkowita temperatura efektywna za cały okres rozwoju, to jest od złożenia jaj do wylotu imago wynosiła $844,9^{\circ}\text{C}$.

Przebieg rozwoju w sierpniu. Odnosi się do jaj złożonych z początkiem sierpnia. Inkubacja trwała 6 dni, I stadium 4 dni, II stadium 3 dni, III stadium 8 dni, IV stadium 7 dni, a pod ziemią 30 dni. Rozwój owada od chwili złożenia jaj do wylotu imago trwał 58 dni. Temperatura efektywna dla okresu inkubacji osiągnęła sumę 129°C , dla I stadium $77,4^{\circ}\text{C}$, dla II stadium $45,2^{\circ}\text{C}$, dla III stadium $131,1^{\circ}\text{C}$, dla IV stadium $107,4^{\circ}\text{C}$, a w ziemi $436,5^{\circ}\text{C}$. Całkowita temperatura efektywna od złożenia jaj do wylotu imago z ziemi wynosiła $926,5^{\circ}\text{C}$, przy średniej temperaturze tego okresu $16,9^{\circ}\text{C}$.

Jak z zestawień powyższych wynika, znając temperaturę efektywną danego okresu, określonego terenu, można z łatwością obliczyć, ile dni trwał rozwój stonki ziemniaczanej.

Z obliczeń łatwo stwierdzić, że ewentualna pomyłka nie przekroczyła by w danym przypadku 4 dni. Znając temperaturę efektywną owada oraz temperaturę powietrza i gleby dla jakiegoś obszaru od chwili złożenia pierwszych jaj przez stonkę, można z bardzo dużym prawdopodobieństwem ustalić, czy istniały szanse dla rozwoju drugiego pokolenia. Równocześnie z przebiegiem pogody można zorientować się o możliwościach populacyjnych owadów.

Specjalne doświadczenia nad ustaleniem temperatury efektywnej przeprowadzono dla okresu od wejścia larw w ziemię do wylotu imago dla potomstwa owadów przezimowanych.

Chrząszcze były umieszczone w specjalnych izolatorach na różnych głębokościach gleby. Larwy, okazujące tendencję do zagrzebania się w ziemię umieszczone na głębokościach 5, 10, 20, 35 i 45 cm. Pewne wyniki uzyskano jedynie w głębokości 5, 20 i 35 cm. Średnia temperatura dla 4 powtórzeń za cały okres przebywania owada w ziemi wynosiła na głębokości 5 cm. $16,5^{\circ}\text{C}$, na 20 cm. 15°C , na 35 cm. $14,7^{\circ}\text{C}$.

Średni czas dla cyklu podziemnego na głębokości 5 cm. wynosił 28,5 dni, na głębokości 20 cm. 32 dni, a na głębokości 35 cm. wynosił 35 dni. Temperatura efektywna dla wymienionych głębokości wynosiła 458°C , 478°C i $513,4^{\circ}\text{C}$.

Marsz imago do góry z głębokości 10 cm. trwał 3 godziny, z głębokości 20 cm. 3 godziny 50 minut, a z głębokości 35 cm. od 5 — 17 godzin. Ustalenie czasu, potrzebnego do wykonania marszu, było potrzebne przy obliczaniu temperatury efektywnej, ponieważ czas stracony na marsz winien być odjęty od niej.

Czasokres przebywania owada w ziemi pod powierzchnią piasku wynosił przy średniej temperaturze gleby $16,5^{\circ}\text{C}$ 26 dni (temperatura efektywna 380°C), przy temperaturze 17°C 21 dni (temp. efekt. 358°C), przy temperaturze 19°C 17 dni (temp. efekt. $323,7^{\circ}\text{C}$). Na ogół średnia temperatura efekt. dla danego okresu jest tym niższa im wyższa jest średnia temperatura tego okresu.

Zdarzają się jednak niekiedy odstępstwa od tej zasady, czego przyczyną są skrajności w przebiegu pogody, indywidualna reakcja osobników, a także szczupłość materiału doświadczalnego, skutkiem czego uzyskane średnie odbiegają niekiedy nieznacznie od przytoczonej zasady.

Z tablicy wykazującej zależność tempa rozwojowego od sumy ciepła i parowania powietrza, łatwo obliczyć, że w 1948 roku mieliśmy tylko jedno pełne pokolenie i częściowo drugie, ale bez osiągnięcia stadium imago.

Przyjmując 62 dni jako średnią całkowitego rozwoju owada w decydujących miesiącach V i VI oraz datę 15 V dla pierwszego złoża jaj w bieżącym roku, otrzymamy datę 17 VII jako dzień wylotu imago pokolenia letniego. Składanie jaj może rozpocząć się ewentualnie już po 15 dniach od chwili wylotu czyli mogło by to mieć miejsce teoretycznie około 31 VII. Jeżeli byśmy dodali do tej daty nawet najmniejszą ilość dni, jaką stwierdzono w rozwoju owada w b. r. w cyklu nadziemnym tj. 21, otrzymali byśmy datę 21 VIII, jako najwcześniejsi termin zejścia larw do ziemi. Cykl rozwojowy owada pod ziemią nie został ukończony nawet po 36 dniach (25 IX). Ponieważ dnia 24 IX nastąpiło obniżenie się temperatury

Tab. II.

Zależność tempa rozwojowego owada od sumy temperatur i siły parowania powietrza.
 Dépendance de la durée du développement de l'insecte de la somme de températures
 et de la force d'évaporation de l'air.

Czasokres rozwoju owada (daty): Durée du développement (dates):	Ilość dni Nombre de jours		Calkowity rozwój w dniach Durée totale du dévelo- pement en jours	Suma temperatury po- wietrza Somme de la température de l'air	Średnia temperatura ziemi Temperatura moyenne du sol	Calkowita temper. efek- tywna Le total de la tempéra- ture effective	Evaporometr Evaporimètre	Średnia temperatu- ry w cyklu Température mo- yenue en cycle	
	na ziemniakach aux pommes de terre	w ziemi dans le sol						nadziemnym au dessus du sol	podziemnym souterrain
15. V — 17. VII	35	29	64	509.8	443.3	953.1	3081.—	15.7	15.2
25. V — 27. VII	41	23	64	613.6	399.6	10 3.2	3513.—	15.6	17.3
28. V — 24. VII	31	27	58	475.2	440.8	9 6.9	3155.9	15.3	16.3
4. VI — 2. VIII	42	18	60	663.1	365.4	1028.5	3586.—	15.6	20.3
13. VII — 1. IX	25	24	51	541.5	420.—	961.5	3517.—	21.8	18.3
19. VII — 8. IX	23	29	52	498.3	439.2	937.5	3805.—	22.3	17.6
23. VII — 7. IX	21	26	47	431.8	381.5	812.3	3682.—	21.1	17.2
2. VIII — 29. IX	29	30	59	490.—	436.5	926.5	3690.—	16.9	14.5
8. VIII — ?	32	—	—	521.9	—	—	3561.—	16.4	—
12. VIII — ?	33	—	—	546.7	—	—	3897.—	14.5	—

do -4°C , zatem nie istniały teoretyczne szanse dla pełnego rozwoju owadów w ziemi. Ponieważ temperatura gleby w początkach X zaczęła szybko opadać, nie ulega wątpliwości, że larwy te nie mogły by dać początku owadom doskonałym, jak to miało miejsce w roku 1947 w znikomym procencie.

Prace toksykologiczne

Doświadczenia toksykologiczne przeprowadzono z preparatami fabryki „Azot“, a to: 1. Azotoxem płynnym Nr 6/M/N/, 2. arsenianem wapnia o zawartości As —24% i 3. gazem „BF“.

Szczególne uwagi o Azotoxie płynnym: preparat działa przez krótki czas jako repellent. Po wyschnięciu oprysku i zniknięciu charakterystycznego zapachu roszpuszczalnika, liście zatrute były jedzone tak przez imago jako też larwy. Zatruty pokarm był pobierany od 1-ej do 20 godzin po wykonanym oprysku. Preparat, mimo wolnego działania, (1 — 9 dni) okazał się pewniejszy od arsenianu wapnia, zwłaszcza w odniesieniu do stadium krytycznego tj. do tego momentu dla larw IV stadium, w którym krzywa spożycia pokarmu osiągnęła punkt szczytowy „s“ (fig. 5). Po osiągnięciu maksimum dziennego spożycia larwa spożywa najczęściej tylko znikomą ilość pokarmu zatrutego, by następnie zareagować zupełnym wstrzymaniem się od pokarmu. Głódówka może trwać 2 do 4 dni, po czym larwa uchodzi do ziemi i przy sprzyjających warunkach przechodzi normalnie podziemny cykl rozwojowy, z tą jedynie różnicą, że wyłatuje imago mniejszy od normalnych, zwykle o wadze około 80 mg, gdy ciężar normalnych, tuż po wylocie, wynosi zwykle znacznie powyżej 100 mg (od 100 — 160 mg).

Z dokonanych obserwacji wynikało by, że ilość spożytego pokarmu, zatrutego Azotoxem, w stadium krytycznym była większa niż przy arsenianie wapnia. Obserwacje te wymagają jednak jeszcze potwierdzenia.

Wyniki doświadczeń z gazem „B. F.“ Nr 68: Do doświadczeń użyto larw, które weszły do ziemi 16 VIII. Larwy pomieszczono w specjalnych izolatorach a te z kolei w rurach blaszanych z otworkami. Izolatory z larwami pomieszczono w ziemi na głębokości 10, 20 i 30 cm. Gaz wstrzyk-

nięto do ziemi dopiero 21 VIII tj. w czasie, kiedy larwy osiągnęły stadium poczwarki. Jest to stadium rozwojowe najbardziej odporne na gaz. Zastrzyki dawano w środki kwadratu o siatce 40×40 , którego wierzchołki stanowiły izolatory umieszczone w ziemi w różnych głębokościach. Ziemia była piaszczysta, a wilgotność jej wynosiła około 9%.

W dniu 22. VIII gaz stwierdzono w odległ. 8 cm. od p. injekcyj.

"	23.	"	"	"	10	"	"	"
"	24.	"	"	"	11	"	"	"
"	26.	"	"	"	15	"	"	"
"	28.	"	"	"	20	"	"	"

Innymi słowy dnia 28 VIII ślady gazu doszły do izolatora z zamkniętą w nim larwą, czyli po 6 dniach.

Dnia 1 IX tj. po 10 dniach przeprowadzono kontrolę izolatorów z następującym wynikiem:

na głębokości 30 cm. — 3 nieżywe poczwarki,
" " " — 3 " "
" " " — 3 " imago,
" " 20 " — 3 " poczwarki,
" " " — 3 zywe imago,
" " " — 3 " "
" " 10 " — 3 nieżywe "
" " " — 3 " "
" " " — 3 " poczwarki.

Celem przekonania się, czy gaz wstrzyknięty do zagazowanej w dniu 21 VIII ziemi działa w dalszym ciągu, włożono do starych otworów w ziemi nowe izolatory, w których znajdowały się po 3 sztuki imago. Izolatory z imago umieszczono podobnie jak w doświadczeniu poprzednim na głębokości 10, 20 i 30 cm. Doświadczenie wykonano z trzykrotnym powtórzeniem, a kontrolę przeprowadzono 16 IX. W wyniku stwierdzono śmierć imago na głębokości 20 i 30 cm. i w 2-ch wypadkach na głębokości 10 cm. W 1 wypadku na głębokości 10 cm. chrząszcze żyły (3 szt.) prawdopodobnie dlatego, że podeszły w izolatorze pod samą prawie powierzchnię ziemi. Chrząszcze te włożono tego samego dnia z powrotem do zagazowanej ziemi na głębokości 10 cm., zginęły one dnia 25 IX.

Średnia temperatura gleby za okres doświadczeń wynosiła w III-ej dekadzie sierpnia na głębokości 10 cm. $16,1^{\circ}$ C, na 20 cm $14,8^{\circ}$ C, a na 30 cm. $15,5^{\circ}$ C. W I-ej dekadzie września t° wynosiła na głębokości 10 cm. $17,5^{\circ}$ C, na 20 cm $15,8^{\circ}$ C, a na 30 cm $16,5^{\circ}$ C.

Z wykonanych prób wynika, że gaz posiada małą szybkość parowania z powodu wysoko leżącego punktu wrzenia, małą dyfuzję, wynikłą prawdopodobnie przez adsorbcję jego przez cząsteczki gleby. Ponieważ jednak w odległości 15 cm. od punktu iniekcji stwierdzono wyraźne ilości gazu, należałoby wykonać jeszcze dodatkowe próby z gazem przy bardziej zagnieszczonej siatce, a mianowicie 30×30 .

*

Czy jest rzeczą słuszną synchronizować poszczególne etapy rozwojowe stonki ziemniaczanej ze zjawiskami, zachodzącymi w świecie roślinnym? Długość życia, względnie pewien okres rozwoju istot żywych, nauczyliśmy się mierzyć niektórymi rytmicznymi zjawiskami, zachodzącymi w przyrodzie. Pomiary czasu, jakimi posługujemy się w badaniach biologicznych, oparte są na jednostkach czasu słonecznego.

Nauki biologiczne zrobiły by znaczy krok naprzód, gdyby biolog w pracach swych na żywym organizmie mógł posługiwać się miarą, którą medycyna nazywa czasem fizjologicznym, złożonym z serii wszystkich procesów i zmian organicznych istoty żywnej. Rytm tych procesów w zakresie jednego tylko gatunku będzie bardzo zbliżony do siebie, choć nie identyczny, gdyż należy się liczyć z odstępstwami od tak zwanej zasady w zakresie jednostek tego samego gatunku.

Jest rzeczą wiadoma, że wyleg z jaj, zwłaszcza przy obniżonej temperaturze, nigdy nie przebiega równo, że dojrzałość płciowa czy starzenie się osobników, pochodzących z tego samego złożą, nie zawsze ujawnia się w tym samym czasie. Jest rzeczą jasną, że wiek chronologiczny nie odpowiada wiekowi prawdziwemu. Wiek rzeczywisty bowiem to ściśle określony stan organiczny i winno go się mierzyć rytmem zmian tego stanu. Rytm ten będzie się mało różnił u owadów tego

samego gatunku, chociaż u niewielkiej ilości osobników stwierdzić można będzie zawsze pewne odstępstwa od rytmu ogólnego.

Stonka ziemniaczana normalnie zimuje tylko jeden raz, ale zdarzają się niekiedy osobniki zimujące dwukrotnie. Dla osiągnięcia pewnego stanu rozwojowego owad spotrzebowuje określone ilości pokarmu, które asymiluje w określonych temperaturach, zamkniętych granicami optimum i minimum. W pewnych wypadkach jednak owad może zrezygnować z pobierania pokarmu i zakończyć swój cykl rozwojowy, o ile tylko będzie dysponował wymaganą sumą ciepła, niezbędnego dla zamknięcia cyklu. Przykładem może być larwa IV stadium rozwojowego stonki ziemniaczanej, która po osiągnięciu maximum w spożyciu liści, względnie po zbliżeniu się do tego maximum, co ma miejsce około 4 dni po trzeciej wylince, może nie pobierać pokarmu (jak to ma miejsce przy podaniu jej liści zatrutych) i mimo wszystko w określonym terminie zagrzebuje się w ziemię (fig. 5). W rezultacie wylatuje imago mniejsze od normalnych.

Ponieważ potrzebne do całkowitego rozwoju owada ilości ciepła znajdują się w stanie fluktuacji, stąd też i procesy organiczne, zachodzące u owadów, doznają pewnych wahań. Zupełnie podobne zjawisko obserwuje się u roślin, gdyż rozwój ich podobnie jak owadów, zależy, między innymi, od pewnej sumy ciepła. Rytm życia owadów nie jest stały, tak jak nie jest stały u roślin. Krzywa wyrażająca stopniowe przyśpieszenie lub zwolnienie tempa życia u owadów i roślin nie jest regularna (fig. 7 i 8). Nieregularność ta jest przede wszystkim ściśle zależna od zmian temperatury i w pewnym stopniu również od przebiegu niektórych procesów fizjologicznych.

Wprawdzie życie owadów i roślin regulowane jest stałym i niezmiennym rytmem ruchu słońca, złożonym z matematycznie równych odcinków, wprawdzie odstępy biegu życia owadów i roślin wykazują pewien rytm, ale nie są one zsynchronizowane z rytem czasu słonecznego.

W niezbyt regularnym rytmie owadów, w skali pór roku można stwierdzić w niektórych momentach ich życia, zamkniętego w granicach kilku czy kilkunastu dni również pew-

ną nieregularność, objawiającą się wstrzymywaniem lub przyspieszaniem tempa życia. Wykazuje to u larw stonki ziemniaczanej krzywa wzrostu, będąca funkcją wieku chronologicznego (fig. 8 i 5).

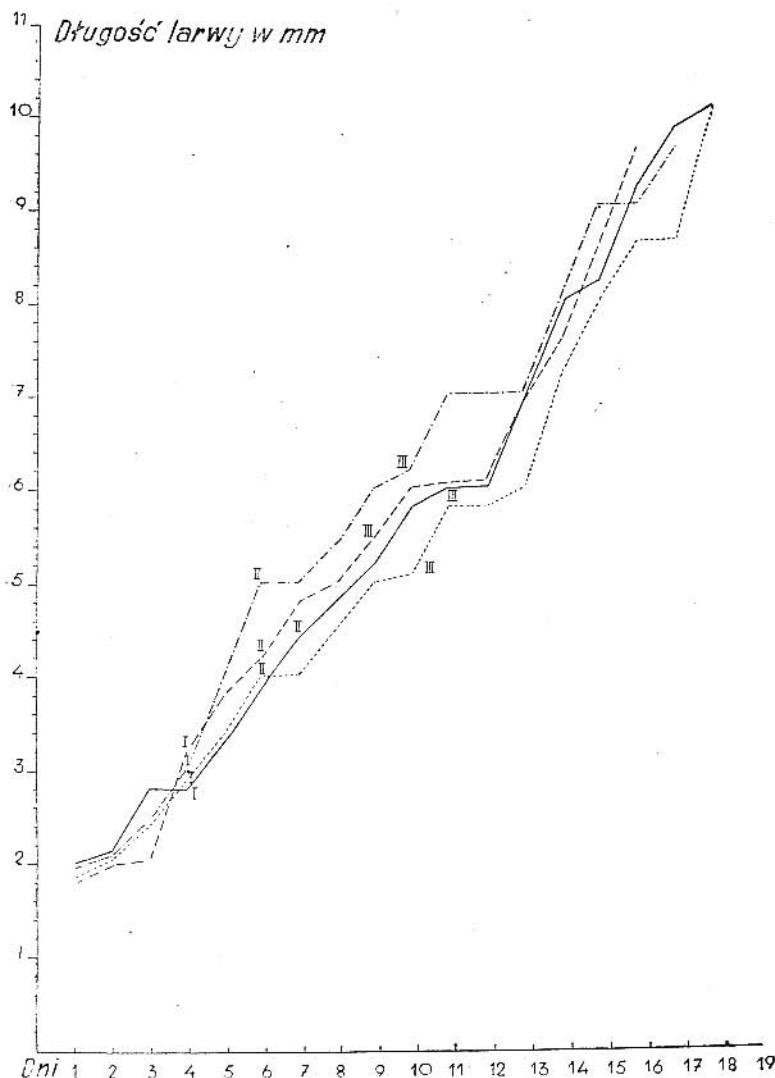


Fig. 7. Krzywa wzrostu 4 larw.
Cyfry rzymskie oznaczają wylinki.

Rozwój mierzony czasem fizycznym czy też fizjologicznym jest nieodwracalny, chociaż może być częściowo zawieszony u owadów i roślin pod wpływem niskiej temperatury. Czas fizjologiczny owada i rośliny zmienia swoją wartość, gdy temperatura otoczenia wzrośnie, np. z 15° C do 28° C, ponie-

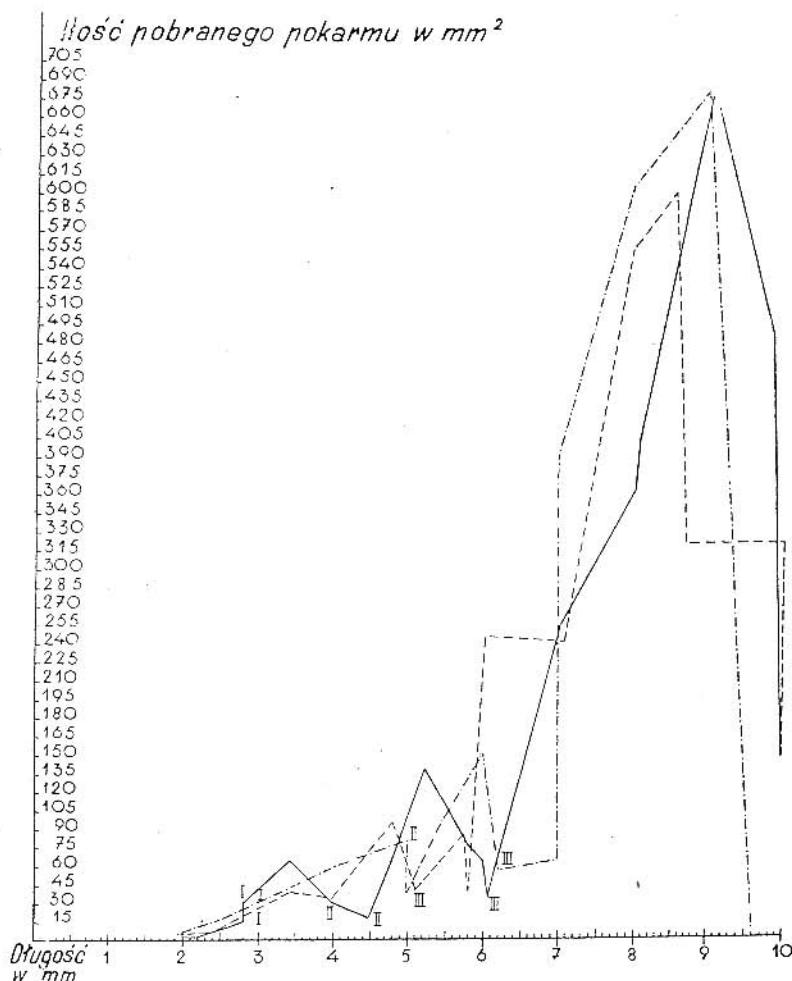


Fig. 8. Krzywa, wyrażająca nieregularność rytmu rozwojowego 4 larw wynikłe z korelacji między wzrostem larwy a ilością pobranego przez nią pokarmu. Cyfry rzymskie oznaczają wylinki.

waż przyśpieszenie lub zwolnienie rytmu fizjologicznego owadów i roślin zależy przede wszystkim od temperatury i wilgotności. Ponieważ oba te czynniki dawane są jednym i drugim w jednakowej ilości, nic dziwnego, że w rozwoju ich daje się uchwycić bardzo ścisłą korelację.

U zwierząt ciepłokrwistych nie podobna bez następstw opóźnić biegu wieku fizjologicznego. Możliwe to jest tylko u gatunków zapadających w sen zimowy, u owadów natomiast i roślin ich wiek fizjologiczny można regulować, dawkując odpowiednio ciepło i wilgoć. Istnieje koncepcja zapożyczona u botaników, według której u owadów nagromadzone są średnie i dzienne temperatury powyżej punktu krytycznego danego gatunku, tj. powyżej temperatury, która powoduje obudzenie się owada ze snu zimowego, metamorfozę itp.

Można dokładnie oznaczyć temperaturę efektywną potrzebną dla rozwoju wszystkich gatunków owadów, która oczywiście będzie nieco się różniła u owadów, posiadających więcej niż 1 pokolenie w roku. Inna będzie ona dla pokolenia, rozwijającego się w lecie, a inna dla jesiennego. Jednej rzeczy nie da się tu ustalić, a mianowicie fazy rozwoju owada w określonym terminie kalendarzowym, gdyż oceniamy czas na podstawie ruchu ziemi, czyli zmuszeni jesteśmy mierzyć czas zegarem.

Przez wprowadzenie czasu fizjologicznego będzie można z bardzo dużym prawdopodobieństwem ustalić pewną współzależność w rozwoju owadów, a w szczególności stonki ziemniaczanej, a ścisiej mówiąc ich wieku fizjologicznego przez odniesienie go do wieku fizjologicznego tych istot żywych, których wiek fizjologiczny zależny jest podobnie jak u owadów w najsilniejszym stopniu od temperatury i wilgotności, a przede wszystkim od wieku fizjologicznego określonych gatunków roślin, żyjących dziko na danym obszarze, nie wyłączając nawet roślin wieloletnich.

Na powyższym rozumowaniu opracowano biografię stonki ziemniaczanej w korelacji z fenologią rozwoju roślin dziko rosnących. Korelacja ta została częściowo uchwycona i potwierdzona drugim rokiem obserwacji, wymaga ona jednak jeszcze przepracowania. Po ścisłym ustaleniu wspomnianej

korelacji należało by wykonać najważniejszą i najtrudniejszą, ze względu na połączone z rozwiązaniem tego zagadnienia wysokie koszty, pracę a mianowicie opracować krzywą zagęszczenia występowania jaj, larw i imago w stosunku do powierzchni, przyjmując jako terminarz fenologię rozwoju roślin rosnących dziko. Praca ta może być wykonana w sprzyjających okolicznościach za 2 do 3 lat.

Zdaniem specjalistów wspomniana krzywa zagęszczenia (oczywiście oparta na kalendarzu posiadającym regularność matematyczną), będzie inna dla każdego roku zależnie od przebiegu warunków klimatycznych, wobec czego proponują oni ustalenie pewnej krzywej przeciętnej na podstawie wieloletnich obserwacji, podobnie jak ustala się średnią krzywą temperatury za szereg lat. I tak np. podaje się, że w Ahun (Francja) według obserwacji tamtejszej stacji polowej, pierwszy miesiąc składania jaj tj. czerwiec odznacza się słabą liczebnością i larw prawie nie ma. Tego rodzaju określenie terminu miało by dużą wartość, gdyby chodziło o okres znacznie krótszy od miesiąca. Żonglowanie terminami, gdy chodzi o bardzo kosztowne prace praktyczne w granicach chociażby tylko 14 — 20 dniowych, nie jest ułatwieniem dla prac terenowych.

Porównanie np. roku 1947 z rokiem 1948 wykazuje w okresie wiosennym różnicę na 14 dni w przebiegu rozwoju stonki ziemniaczanej (w r. 1948 wylot o 14 dni wcześniejszy).

Wynikała by z tego konieczność utrzymywania bez przerwy w różnych dzielnicach państwa, różniących się nieznacznie pod względem klimatycznym, stacyj polowych jako punktów sygnalizacyjnych.

W całym dotychczasowym założeniu i rozumowaniu należało by zrobić pewne przedstawienie, a umożliwi to wykonanie prac praktycznych w granicach błędu, nie przekraczającego kilku dni. Jednym słowem należało by sporządzić krzywą zagęszczenia wszystkich stadiów rozwojowych stonki ziemniaczanej, przyjmując za podstawę korelację wieku fizjologicznego stonki ziemniaczanej z wiekiem fizjologicznym roślin dziko rosnących jako nie podlegających zaburzeniom wynikłym z planowej gospodarki człowieka. Opierając rozwój stonki

ziemniaczanej na fenologii rozwoju roślin umożliwimy praktyce ekonomiczne wykonywanie zabiegów.

Na koniec chciał bym zwrócić uwagę na konieczność ciągłości badań i postawienia pracy nad stonką ziemniaczaną na szerokiej podstawie oraz nie zacieśniania się wyłącznie do tematów praktycznych. Ze takie stawianie sprawy jest słusze, przekonywują nas o tym liczne przykłady, chociażby mający do niedawna teoretyczne znaczenie problem poliploidów, który znalazł ostatnio zastosowanie w nowoczesnej hodowli roślin.

Materiału po poznania bioekologii stonki ziemniaczanej na Opolszczyźnie dostarczyli pracownicy Stacji polowej dla badania stonki ziemniaczanej w Starych Budkowicach, a to: M i k s i e w i c z Maria — obserwacje biologiczne, inż. S t a - c h e r s k a Bogumiła — prace toksylogiczne, ustalenie temperatur efektywnych dla niektórych stadiów rozwojowych stonki ziemniaczanej, O s u c h o w s k a Stefania — meteorologia i obliczenia.

Résumé

La caractéristique du climat.

Les conditions atmosphériques de l'année 1947 furent caractérisées par un hiver froid. La moyenne mensuelle baissa au mois de janvier jusqu'à -7° C., celle du mois de février à -9° C. Le minimum moyen pour janvier et février -10° C., le minimum absolu pour janvier $-19,6^{\circ}$ C., celui pour février -18° C.

La chute d'eau annuelle attint 550 mm. Le nombre de jours pluvieux depuis mai jusqu'à fin septembre = 59, le nombre de jours ayant une température au dessus de 15° C. = 111, et celui de jours à température au dessus 20° C. = 40.

Les conditions atmosphériques de l'année 1948. L'hiver de cette année comptait parmi le plus doux. Février seul eut une température moyenne au dessous du 0° C.— $1,2^{\circ}$ C. La température moyenne minimale du janvier était $3,1^{\circ}$ C. celle du février $-11,8^{\circ}$ C.

Le nombre de jours pluvieux depuis mai jusqu'à fin septembre = 52, celui de jours à température au dessus de 15° C. = 87, celui de jours à température au dessus de 20° C. = 26.

En comparant les conditions atmosphériques de ces deux années on voit que l'année 1947 était favorable au développement du *Leptinotarsa*. Le climatogramme de la figure 1 fait voir que le *Leptinotarsa* passait l'hiver en sol congélé, en évitant par là en grande mesure le danger d'être attaqué par des champignons parasites.

L'année 1948, ainsi que le fait voir le courbe de la température du sol (fig. 2) eut, à la profondeur de 15 — 55 cm. une température moyenne s'élevant au dessus de 0° C. Le minimum (fig. 3) absolument fut bien une fois à la profondeur de 15 cm en janvier —1° C., en février —5° C., en mars —1,5° C., mais à la profondeur de 35 cm. — couche rapprochée de celle où le *leptinotarsa* passait l'hiver (25 — 35 cm.), le minimum absolue n'était que 0° C.

Chose très intéressante — le maximum absolu à la profondeur de 15 cm. (fig. 4) aux mois I, II et III atteint +4° C. Rien d'étonnant que le vol du *leptinotarsa* espéré cette année pour la fin de la seconde décade du mois de mai, fut accéléré d'environ 14 — 18 jours en comparaison avec l'année précédente.

Ainsi que le fait voir l'analyse du courbe de températures dans les différentes profondeurs du sol, en 1948 le commencement de translocation de températures eut lieu à une température moyenne d'environ +6° C., déjà vers la moitié du mois de mars — température à laquelle commence chez le *leptinotarsa*, en toute vraisemblance un métabolisme actif.

Il est possible que cette température n'est pas loin du point dit critique, soit un peu au dessus de +6° C. Ce qui est certain c'est que le point critique de la température a été dépassé déjà au commencement de la III. décade du mois de mars. Le point critique sans aucun doute peut changer de place sensiblement par rapport à ce qu'on regarde comme point critique normal, lequel d'ailleurs peut être déterminé par des facteurs climatologiques autres que la température p. ex. le degré d'humidité du sol.

Le courbe de températures moyennes du sol montre que déjà à la fin de la III décade du mois de mars, soit après que les températures variées se fussent pénétrées mutuellement dans les différentes profondeurs, et après que la direction de la chaleur allant de la surface de la terre se fut établie — les couches plus profondes du sol avaient une température environ 7° C. C'est à partir de ce moment que l'imago accumule de jour en jour des quantités définies de chaleur, dont la somme, finalement, lui permet de sortir du sol. La question dans quel degré les maxima de température déterminent la date où l'imago quitte le sol n'est pas résolue. Important à noter que les mois mars et avril 1948 avaient beaucoup moins de pluie que les mêmes mois en 1947, ce qui a certainement contribué à accélérer le vol des imagos en 1948.

Les climatogrammes des années 1947 et 1948 font voir que la chaleur moyenne des deux mois décisifs pour la population du Leptinotarse — mai et juin, était en 1948 relativement basse: $+14,5^{\circ}$ C. Les deux mois avaient en outre 28 jours pluvieux (en moyenne pluie chaque second jour) et 220 mm. de chute d'eau, alors qu'en 1947 les mois mai et juin avaient une chaleur moyenne de 3° C., supérieure à celle de l'année 1948, 22 jours pluvieux, et une chute d'eau 102 mm., soit la moitié de celle de l'année courante. La figure 1 permet de voir assez clairement les particularités du climat en 1947 et 1948.

Hivernage en 1947/8. La mortalité des imagos en isolateurs était 28,96%. Environ 16% d'imagos étaient infestés de champignons parasites, appartenant probablement au genre *Spicaria*. Les larves, lesquelles représentent le genre de la seconde génération descendirent dans le sol — périrent en 100%, entre 14 IX et 28 IX tuées en partie par des bactéries. Quelques individus ont été trouvés transformés en chrysalides. Les larves lesquelles descendirent dans le sol avant cette date c'est-à-dire entre le 9 IX et le 13 IX sont sorties le 1 V 1948 ayant fait toutes un développement normal, pour — périr au bout de trois jours. La seconde génération n'avait donc aucune chance d'hivernage.

Deux hivernages. Il y avait un cas où une fe-

melle prise le 20 IV 1947 a pondu jusqu'à fin septembre 1947. 875 oeufs, et après un second hivernage (47/8) encore 183 oeufs, soit total 1028 oeufs. A ce chiffre on doit ajouter une certaine quantité d'oeufs sûrement pondus par cette femelle avant sa capture.

Données phénologiques du développement du Lepinotarse

Eclosion du Leptinotarse en 1948. était plus ou moins régulière, commençant le 1 V pour finir le 14 de ce mois. Si nous avions disposé dans notre expérience d'un grand nombre d'individus, la période d'éclosion aurait été probablement plus étendue, et la possibilité de trouver des individus diapausants aurait été plus grande.

Le vol du Leptinotarse coïncida avec :

a. Le commencement de floraison des fraises de jardin (tardives), du lilas (*Syringa vulgaris* L.), du *Sorothamnus scoparius* L. Wim., du *Ledum palustre* L., du sorbier (*Sorbus aucuparia* L.);

b. Pleine floraison du châtaignier *Aesculus hippocastanum* L., et du rhubarbe.

c. Efflorescence sporadique du *Taraxacum officinale* Web., et l'apparition de nouveaux pousses chez *Picea excelsa* Lk.

La copulation commença 10 jours après le vol des imagos et coïncida avec la fin de floraison du *Syringa vulgaris*, *Sorbus aucuparia*, *Aesculus hippocastanum* et avec la floraison des pommes de pin mâles du *Pinus silvestris* L., signalée par l'apparition du pollen.

Les premiers oeufs furent déposés le 13 V à la fin de la période de floraison des pommes de pin mâles.

Les premières larves ont été observées le 29 V contemporaines de pleine florescence du *Sambucus nigra* L., de l'*Acacia* (*Robinia pseudoacacia* L.), et de floraison de premiers bluets (*Centaurea cyanus* L.), de *Knautia arvensis* L., et d'*Anthyllis polyphylla* Sér.

La descente en terre de premières larves, le 17 VI coïncida avec la date de première floraison du *Oenothera biennis* L., *Achillea millefolium* L., *Hypericum perforatum* L., *Verbascum nigrum* L.

Le développement du *Leptinotarsa* s'intensifie en Pologne dans tous ses stades, vers le commencement de floraison du tilleul (*Tilia cordata* Mill.). A ce moment une partie de larves appartenant au IV stade se trouve déjà dans le sol. Les observations faites en 1947 ont été confirmées par celles de l'année 1948.

Par conséquent il est évident que l'aspersion de pommes de terre doit se faire surtout 7 — 10 jours avant que les tilleuls se mettent en fleurs. Pour plus de sûreté il est recommandable cependant de finir la première aspersion en pleine floraison du *Tilia platyphyllos* Scop. — ce qui est justifié d'ailleurs par le fait que les larves du IV stade résistent mieux à l'action du poison à mesure qu'elles s'approchent du point culminant de leur voracité, soit 3 — 4 jours après la troisième mue. (fig. 5).

Le vol de la génération estivale commença en 1948 le 16 juillet, en même temps que la floraison du *Lythrum salicaria* L., de *Filipendula ulmaria* Max., espèce où les premières fleurs de sous-ombelle sont déjà passées, de *Centaurea rhenana* Bor., et du *Tanacetum vulgare* L., dont les premières fleurs jaunissent déjà sporadiquement, et au moment où les fruits du sorbier (*Sorbus aucuparia* L.), se colorent au rouge.

A cette date aussi commença en 1948 la rentrée du seigle. Le vol estival de 1947 commença le 9 VIII, soit une semaine plus tôt mais coïncida avec la floraison des plantes que nous venons de nommer.

Le vol des imagos appartenant à la génération estivale dura jusqu'au 14 août.

Le commencement de ponte chez la génération estivale coïncida avec la floraison de bruyère (*Calluna vulgaris* L. Salisb.), soit la date du 20 VIII, et en 1947 avec celle du 11 VIII.

Remarques générales sur le comportement des insectes en 1948.

Génération ayant passé l'hivernage déjà depuis le 15 mai, soit deux semaines après le vol, une partie d'imagos rentra dans le sol, pour en sortir déposer leurs oeufs pendant des journées chaudes et ensoleillées et rentrer de nouveau. Vers la fin du mois de mai pas moins de 93% d'imagos se sont enfouis dans le sol ce qui eut pour cause les pluies très fréquentes et froides de cette année. La température au cours du mois de mai tomba deux fois jusqu'à +1° et +2° C. la nuit.

Génération estivale le 15 VIII, au moment de floraison du *Tanacetum vulgare* L., et au commencement de floraison du bruyère, après une longue période de sécheresse et 3 jours de pluie, 50% d'imagos sont rentrés dans le sol. La copulation de la génération estivale comprenait 24% d'individus. Le mouvement discontinu des imagos, rentrants et sortants du sol dura jusqu'au 24 VIII, c'est-à-dire en pleine floraison de bruyère.

Le résultat fut qu'à la fin du VIII presque tous les insectes de la génération estivale, sortis dans la seconde moitié du mois de juillet se sont enfouis dans le sol. A la troisième décade du VIII il n'y avait à la surface que des insectes les plus jeunes de la dernière génération.

Chose intéressante, à l'exception d'une femelle attaquée par le champignon parasitaire, les autres femelles n'ont pas déposé d'oeufs. Autrement dit la génération estivale de cette année n'a pas donné naissance à une seconde génération. Ce peu d'activité chez les imagos peut s'expliquer par la basse température et la fréquence de pluies.

Les conditions atmosphériques en 1948, pendant la période du développement des insectes sont illustrées par le nombre de jours ayant une température de nuit au dessous de +5° C., — 10 jours en mai, 7 jours en juin, 4 jours en juillet. Vers la fin d'août, la température a baissé jusqu'à +1,5° et —0,2° C.

Mortalité des insectes en été. Les oeufs pondus par toutes les femelles en 1948 semblaient infecondés, bien que la plupart des femelles ont copulé plusieurs fois. L'infructuosité

des oeufs était certainement la conséquence des conditions atmosphériques peu favorables de cette année. La mortalité naturelle au mois de mai comprenait 41,2% d'oeufs arrêtés dans leur développement, 23% de larves appartenant à tous les stades, 47,6% de larves à l'époque de changer en nymphe. La mortalité générale en mai, dans des conditions peu normales, en isolateur s'éléva à 77,2%. En juillet 55% d'oeufs n'ont pas atteint leur développement final, et 9,34% de larves de tous les stades ont péri. La mortalité générale sans y compter le cycle souterrain s'éléva à 64,54%. Les oeufs de quelques individus femelles ayant passé l'hivernage étaient en grand % déformées (surface légèrement enfoncée par endroits). Un petit % de ces oeufs de déformés était „diffus“ déjà au moment de ponte. Quelle en pouvait être la cause? Les conditions d'hivernage en 1947/8 étaient les suivantes: en décembre 1947 la température du sol à la profondeur de 25 cm baissa pendant trois jours à —1° C. En janvier 1948 cette température se maintint pendant un jour seulement, en février pendant deux, en mars pendant 7 jours. En somme la température du sol, mesurée à la profondeur de 25 cm baissa pendant tout l'hiver 1947/8 13 fois jusqu'à —1° C. La somme de chutes, surtout en forme de pluie, pendant les mois X — XII 1947 et I — II 1948 s'éléva à 273 mm.

En considérant le fait qu'en hiver 1947/8 l'eau de pluie, contrairement aux conditions normales, au lieu de descendre aux endroits plus bas du terrain, fut presque entièrement absorbée même aux terrains plus élevés par le sol non congelé — nous devons conclure que le Leptinotarse eut à passer l'hiver dans une température plutôt élevée, mais dans des conditions d'extrême humidité.

Le Leptinotarse n'est pas sensible au froid et peut certainement à une profondeur de 20—25 cm endurer les hivers le plus rigoureux de Pologne. L'imago s'adapte à l'hivernage par une perte de son poids, proprement dit de l'eau. (fig. 6). La table ci-bas fait voir que l'intensité avec laquelle, après leur sortie du sol, les imagos de la génération estivale s'attaquent à la nourriture, amène une accroissance du poids de corps, allant jusqu'à 20—31% de leur poids initial, alors qu'au contraire avant la rentrée dans le sol (chiffres du III rang) le poids des

imagos est proche du poids initial, le surplus faisant à peine 3,4—6,6% du poids initial. Il faut noter cependant qu'il existe des cas où le poids du corps est après même plus bas que le poids initial. Dans la table qui suit les chiffres du premier rang horizontal se rapportent aux 3 imagos de la génération estivale, pesés aussitôt après leur sortie, les chiffres du second rang donnent le poids de trois spécimens adultes 7 jours après leur sortie, au moment où leur voracité commence à baisser, et les chiffres du troisième rang montrent le poids des imagos au moment où ils s'enfouissent dans le sol.

L'histoire cependant n'en finit pas là. Après la rentrée dans le sol, l'insecte continue à perdre de son poids, à moins qu'il n'ait déjà perdu l'eau avant en quantité suffisante. Ainsi un individu adulte ayant un poids de 158 mg au bout de 8 jours, au moment où il quittait le sol, avait 207 mg, soit 23,6% — au moment de rentrer dans le sol 170 mg (accroissance 7,6%), et trois jours après sa rentrée 160 mg, c'est-à-dire à peine 1,2% plus que son poids initial. Les observations sur les mêmes individus que nous pensons faire en 1949 pourront préciser la quantité d'eau, que ces individus auront perdu pendant l'hiver. L'évaporation continuera sans doute pourvu qu'il n'y ait pas trop d'humidité dans le sol en hiver et surtout en automne. Ces conditions favorables sont assurées alors quand les couches superficielles du sol deviennent congelées de bonne heure. Pendant l'hiver 1947/8 les insectes durent hiverner dans un excès d'humidité et en plus dans une température, laquelle pendant 2 jours en février s'approcha de +6° C.

Ces conditions ont particulièrement favorisé chez les insectes, l'attaque par les champignons parasites et ont, probablement aussi contribué à débiliter les organes reproductifs des femelles ce qui eut pour conséquence comme nous l'avons vu, un nombre d'oeufs déformés trouvés dans les pontes estivales. Le grand pourcentage d'oeufs non éclos de cette année ne peut toutefois s'expliquer par l'existence d'une bactériose, les oeufs pondus par les mêmes individus femelles et tenus dans des conditions favorables à leur développement ayant montré une mortalité tout-à-fait insignifiante. La haute mortalité de 1948 surtout des oeufs et des larves est certainement due aux

basses températures régnant en été, contrairement à l'année 1947, aux pluies abondantes et surtout aux fortes oscillations de température entre le jour et la nuit de cette année. Ces trois facteurs sont surtout responsables de perturbations dans le développement des embryons et par conséquent de leur mort. La très faible mortalité d'oeufs tenus dans des conditions favorables indique que les anomalies des organes reproductifs chez les femelles trouvent leur origine dans les mauvaises conditions d'hivernage.

Développement en mai. Période d'incubation = 14 jours. La bactériose n'apparaît que sur les oeufs ayant 10 jours environ, arrêtés dans leur développement à cause de froid. Premier stade = 3 — 9 jours, II stade = 3 — 7, III stade = 3 — 7, IV stade = 6 — 10, développement souterrain = 23 — 29 jours. La durée de développement total de l'insecte depuis l'oeuf jusqu'au moment de s'enfouir dans le sol = 29 — 35 jours, en moyenne 32 jours. Température effective moyenne pour la période d'incubation 197,2° C., I stade 79° C., II stade 74,3° C., III stade 71,2° C., IV stade 109,4° C., dans le sol 437,7° C. La température effective moyenne au total, depuis la ponte jusqu'au vol des imagos = 960,1° C., la température moyenne de cette période 15,8° C.

Développement en juin. Durée d'incubation des oeufs pondus au commencement de juin — 12 jours. I stade = 4 jours, II stade = 7 jours, III stade = 10 jours, IV stade = 9 jours, développement souterrain = 18 jours. Développement de l'insecte depuis la ponte jusqu'au moment de s'enfouir dans le sol = 31 jours. Développement total depuis la ponte jusqu'au jour du vol de l'imago = 60 jours. Température effective de la période d'incubation 221° C., celle du I stade 60° C., celle du II stade — 94,5° C., celle du III stade 137,5° C., celle du IV stade 144,1° C., température du développement souterrain 365° C. Température effective depuis la ponte jusqu'à sortie du sol 1028,5° C., température moyenne de cette période 17,1° C.

Développement en juillet. Incubation 7 — 10 jours. I stade 3 jours, II stade 3 — 4 jours, III stade 3 — 4 jours, IV stade 4 — 5 jours, cycle souterrain 28 — 34 jours, développement hors du sol 20 — 25 jours. Développement to-

tal 48 — 59 jours. Température effective de la période d'incubation 182° C., celle du I stade 67,5° C., celle du II stade 75° C., celle du III stade 83,3° C., celle du IV stade 85,1° C. Cycle souterrain 352° C. Le total de températures effectives de toute la durée du développement depuis la ponte jusqu'à la sortie des imagos 844,9° C.

Développement en août. Les données concernent les œufs déposés au commencement d'août. Incubation 6 jours, I stade 4 jours, II stade 3 jours, III stade 8 jours, IV stade 7 jours. Développement souterrain 30 jours. Durée de développement depuis la ponte jusqu'au moment de sortie 58 jours. Température effective de la période d'incubation 129° C, celle du I stade 77,4° C., celle du II stade 45,2° C., celle du III stade 131,1° C., celle du IV stade 107,4° C. Température du stade souterrain 436,5° C. Le total des températures effectives depuis la ponte jusqu'au moment de la sortie du sol 926,5° C. La température moyenne de cette période 16,9° C.

Ce qui résulte de faits présentés plus haut c'est que la connaissance des températures effectives d'une période donnée dans un terrain défini nous permet de calculer aisément, le nombre de jours nécessaires au Leptinotarsa pour faire son développement.

Ce calcul nous permet aussi de constater qu'une erreur eventuelle ne dépasserait 4 jours. Les données sur la température effective de l'insecte, sur la température de l'air et celle du sol, depuis le moment de la première ponte nous permettent de répondre avec une très grande probabilité à la question si la seconde génération du Leptinotarsa avait quelque chance de développement ou non. Par l'étude des conditions météorologiques nous pouvons nous rendre compte des possibilités qu'a eu l'insecte à former une population.

Afin de déterminer les températures effectives de la période entre la rentrée des larves dans le sol et la sortie des imagos appartenant à une génération ayant déjà hiverné, nous exécutons quelques expériences spéciales.

A ce but les insectes étaient placés en isolateurs spéciaux aux différentes profondeurs du sol. Les larves montrant tendance à s'enfoncer étaient placées à des profondeurs de 5, 10, 20,

35, et 45 cm. Les résultats certains ont été obtenus seulement aux profondeurs de 5, 20, et 35 cm. La température moyenne pour 4 expériences répétées, et pour toute la durée pendant laquelle l'insecte restait enfoui dans le sol, était à la profondeur de 5 cm $16,5^{\circ}$ C, à celle de 20 cm 15° C, et à celle de 35 cm $14,7^{\circ}$ C. La durée de développement pour le cycle souterrain était à la profondeur de 5 cm 28,5 jours, à la profondeur de 20 cm 32 jours, et à la profondeur de 35 cm 35 jours. La température effectivite aux trois profondeurs nommées s'élévait à 458° C, 478° C, et $513,4^{\circ}$ C.

Le temps nécessaire à l'imago pour faire sa marche de l'intérieur à la surface du sol se présente comme suit:

profondeur 10 cm. — temps	3.00	heures
" 20 "	3.50	"
" 35 "	5	— 17 heures

Les chiffres représentant le temps perdu à faire la marche sont indispensables au calcul de la température effective dont ils doivent être déduits.

L'insecte restait enfoui dans le sol sous la couche superficielle de sable pendant

26 jours à la température moyenne du sol $16,5^{\circ}$ C (température effective 380° C),

21 jours à la température moyenne du sol 17° C. (température effective 358° C).

17 jours à la température moyenne du sol 19° C. (température effective $323,7^{\circ}$ C).

En général, plus basse est la température effective moyenne d'une période donnée — plus haute est la température moyenne de cette période.

Cette règle toutefois, n'est pas sans exceptions causées par des extrêmes conditions atmosphériques, la variété de réagir individuelle des insectes et le défaut d'un plus vaste matériel experimental. En conséquence les données moyennes se montrent quelquefois en désaccord avec la règle.

La table ci-dessus en présentant la durée de développement comme dépendant de la chaleur et de l'évaporation de l'air nous permet de calculer aisément qu'en 1948 le Leptino-

tarse n'apparaît chez nous qu'en une seule génération complète et une autre incomplète (n'arrivant pas au stade d'imagos).

En partant du nombre de 62 jours comme moyenne du développement complet, pour les mois décisifs V et VI et déterminant la première ponte de l'année 1948 à la date 15 mai, nous aurions le jour du premier vol des imagos de la génération estivale fixé à la date du 17 juillet. Une nouvelle ponte peut s'effectuer eventuellement déjà 15 jours après le moment de sortie, c'est-à-dire théoriquement le 31 juillet environ. Ajoutant à cette date le minimum de jours constaté cette année comme nécessaires à l'insecte pour faire son développement à la surface, soit, 21 jours, nous recevons la date 21. VIII. qui signifierait la première date à la laquelle la rentrée des larves dans le sol fut possible. Le cycle de dévolopement pou terrain de l'insecte me fut même pas terminé après 36 jours. Vu que le 24. IX. de cette année la température baissa jusqu'à -4° C, pris théoriquement il n'existeit point de channes pour le déve- loppement total de l'insecte dans le sol. Au debut d'octobre la température du sol commença à baisser rapidement et il ne souffre point de doute que les larves n'ont pu donner de commencement à une génération d'insectes adultes, alors qu'en 1947 cette génération avait pu se former, quoique dans un pourcentage insignifiant.