

MAGYARORSZÁGI MEGFIGYELÉSEK A KOLORÁDÓBOGÁRON

JERMY TIBOR

Növényvédelmi Kutató Intézet

(Érkezett: 1950. VIII. 1.)

I. A KOLORÁDÓBOGÁR HAZÁNKBAN

A kolorádóbogarat (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) először 1876-ban hurcolták be Európába. Azóta ismételten felütötte a fejét a nyugati országok különböző pontjain, de egészen a huszas évekig minden esetben sikerült kiirtani. 1916 és 1920 közötti időben Bordeaux közelébe hurcolták be, itt észrevétlenül elszaporodott és a fertőzés felfedezésekor, 1922-ben már mintegy 250 km²-nyi területen volt elterjedve. (3.) Ettől az időtől kezdve rohamosan terjedt kelet felé és 25 év alatt elérte hazánkat.

Magyarországon az első fertőzési gócot a győrmezei Hédervár község határában fedezték fel 1947. július 19-én. A fertőzött terület közvetlenül a község szélső házai mellett feküdt és mintegy 40 kh-on szétszórt, összesen kb. 5 kh területű burgonyaparcellára terjedt ki. Ez a góc valószínűleg behurcolás következménye volt, mert megállapítást nyert, hogy 1945—46. telén a fertőzött területek mellett lévő raktárba ismeretlen nyugati országból származó sáros burgonyát raktároztak be. A sárrögök között néhány (talán csak 1—2) burgonyabogár is lehetett, melyek 1946. nyarán a rendkívüli száraz időjárás miatt nem tudtak annyira elszaporodni, hogy a lakosság figyelmét magukra vonták volna. A kötelező országos keresés ebben az időben még nem volt elrendelve, így érthető, hogy a gócot csak a következő évben fedezték fel. Hédervárott a fertőzés felszámolása során 1580 bogarat, 1651 lárvát, 337 bábót és 444 tojáscsomót gyűjtöttek össze.

1947-ben, a hédervári fertőzési góc felfedezését követő széleskörű kerestetés negatív eredménnyel zárult. Ebben az időben a legközelebbi fertőzött terület Alsóausztriában, Hédervártól légvonalban mintegy 300 km távolságra terült el.

1948-ban az országos kerestetés során három nyugati vármegyében, 12 helység határában találtak fertőzött burgonyatáblákat. Ezeknek a gócoknak az adatait az 1. sz. táblázat tartalmazza.

A kártevő különböző fejlődési stádiumaira vonatkozó fenti adatok csak a védekezés során begyűjtött állatok számát tartalmazzák és csak a gócok fertőzöttségi fokának egymáshoz való viszonyát fejezik ki, mert a lakosság a legtöbb esetben pontosan meg nem állapítható számú állatot pusztított el, mielőtt a védekezést irányító szakemberek és a Növényegészségügyi Szolgálat védekezőegységei a helyszínre érkeztek volna.

1. táblázat (Table 1.)

Helységnev	Fertőzés felfedezésének napja	Fertőzött burgonyatáblák		Tojás- csomók	Lárvák	Bábok	Bogarak
		száma	területe (□-öl)	s z á m a			
Name of community	Infection discovered at	Number	Area (in square fathoms)	N u m b e r o f			
		of infected fields		egg- clusters	larvae	pupae	imagos
1. Egyházasköte 2. Sajtoskál 3. Répeclak 4. Uraiújfalu 5. Nagypáli 6. Kispáli 7. Ságod 8. Zalaegerszeg 9. Kozmadombja 10. Csesztreg 11. Baglad 12. Zalacsány	VI. 15. VI. 18. VI. 9. VI. 13. V. 26. V. 26. V. 26. VI. 28. VI. 16. VI. 6. VI. 11. VI. 1.	7 5 6 1 4 4 4 1 1 8 1 6	1742 1710 12 518 300 1962 1766 1385 — 545 313 301 940	7 13 27 — 104 4 3 — — 93 10 38	1425 706 361 — 330 7 — — — 1652 — 65	122 63 — — — 1 — — — — — —	218 47 29 1 32 3 4 1 1 32 1 10

Az 1948. évi fertőzési gócek származását nem sikerült kideríteni. Lehetséges, hogy egy részük behurcolás következtében keletkezett. A gócek felfedezésekor talált lárvák fejlettsége alapján megállapítottam, hogy a bogarak az első tojásokat az összes góceken május 10—20. között rakták le. A zalaegerszegi meteorológiai megfigyelő adatai szerint május 2. és 12. közötti időben öt napon keresztül mérsékelt D, ill. DNy, egy napig mérsékelt Ny szél uralkodott. Lehetséges, hogy a kedvező irányú széllel kisebb rajok repültek be Jugoszlávia felől, ahol — magánértesülések szerint — ebben az időben már kiterjedt területek voltak kolorádóbogárral fertőzve. Az áttelelt bogarak tavaszi vándorlását Nyugateurópa fertőzött országaiban több ízben megfigyelték, így például 1947. május havában Jersey szigetét érte erősebb invázió Franciaország felől (10.).

1949-ben az országos burgonyabogárkeresetések során mindössze egy község (a zalamegyei Petrikeresztúr) határában fedeztek fel fertőzött burgonyatáblát, melyen összesen 3 tojáscsomót és 8 bogarat találtak.

Az államilag végrehajtott védekezés sikerességét bizonyítja egyrészt az, hogy három év alatt, mióta a kolorádóbogár megjelent hazánkban, észrevehető kárt még sehol sem tett, mert a kártevő a legtöbb esetben a fertőzés felfedezését követő egy-két napon belül ártalmatlanná volt téve; másrészt, hogy az

1948. és 1949. évi fertőzési gócok nem az előző évek közelében terültek el, jelölül annak, hogy a kártevő kiirtása tökéletes volt.

1950-ben a kerestetések az egész ország területén negatív eredménnyel zárultak.



A térkép a fertőzési gócok földrajzi fekvését mutatja. Az 1948. évi gócok számozása az 1. sz. táblázatban felsorolt községek sorszámát jelenti.

II. MEGFIGYELÉSEK ÉS KISÉRLETEK

1. Tojások

Az 1,6—1,8 mm hosszú és 0,7—0,8 mm átmérőjű tojásokat csaknem kizárólag a burgonyalevelek fonákán, kerekded csomókban egymás mellé ragasztva találtam, csak ritkán akadt olyan tojáscesomó, melyben a tojások egymáson, egy halomban helyezkedtek el. A szabadban gyűjtött tojáscesomók közül a legkisebb 8, a legnagyobb 73 tojást tartalmazott, 326 tojáscesomóban átlagban 32 tojás volt.

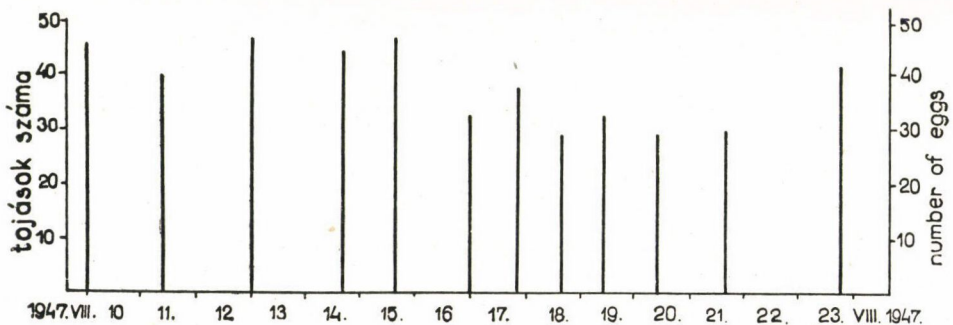
A tojások színe citromsárgától narancsvörösig változó árnyalatú lehet. Felületük ragadós és annak ellenére, hogy héjuk nem merev, hanem bőrnemű,

mechanikai behatásokkal szemben igen ellenállóak. Így például a levélről csipesszel levéve, vagy rongydarabbal egyik levélről a másikra átkelve, teljesen életképesek maradnak. Ez nem elhanyagolható körülmény a fertőzés terjedése szempontjából, mert a ragadós felületű tojások a fertőzött burgonyabokrok között járók ruházatára tapadva elhurcolhatók.

A tojáscsomókat az esetek túlnyomó többségében a burgonyabokrok középmagasságában lévő, tehát idősebb leveleink fonákján találtuk, ritkábban a legalsó, elszáradt leveleken, levéllyeleteken, száron, valamint a burgonyabokrok között nőtt egyéb növényeken is, pl. szulákon (*Convolvulus arvensis*) és fűszálon. Egy esetben a burgonyasorok közé ültetett egyes paradicsompalánták levelén is találtam tojáscsomót, de ez valószínűleg éppen olyan véletlen volt, mint a fűszálra vagy a szuláklevélre való letojás, mert a fertőzött burgonyaparcellák közé eső paradicsomparcellákon egyetlen tojáscsomó sem akadt.

A nőtényt a tojások elhelyezésénél nem a levelek árnyékhatása, hanem a földnehézségi erő irányának az érzékelése vezeti. Ezt bizonyítja a következő kísérlet: terhes nőtényeket alulról megvilágított, felülről fekete papírral letakart üvegedényben tartottam és burgonyalevél helyett szűrőpapírból készített »múlombot« tettem az edénybe úgy, hogy annak egész alsó felülete egyenletesen, erősen meg volt világítva. Az állatok minden esetben az alsó, erősen megvilágított felületre tojtak, különben pedig a felső, árnyékos felületen tartózkodtak.

A tojáscsomók lerakása általában egy óránál rövidebb időt vesz igénybe. Pl. egy 28—30 tojásból álló csomó lerakása mindössze 40 percig tart.



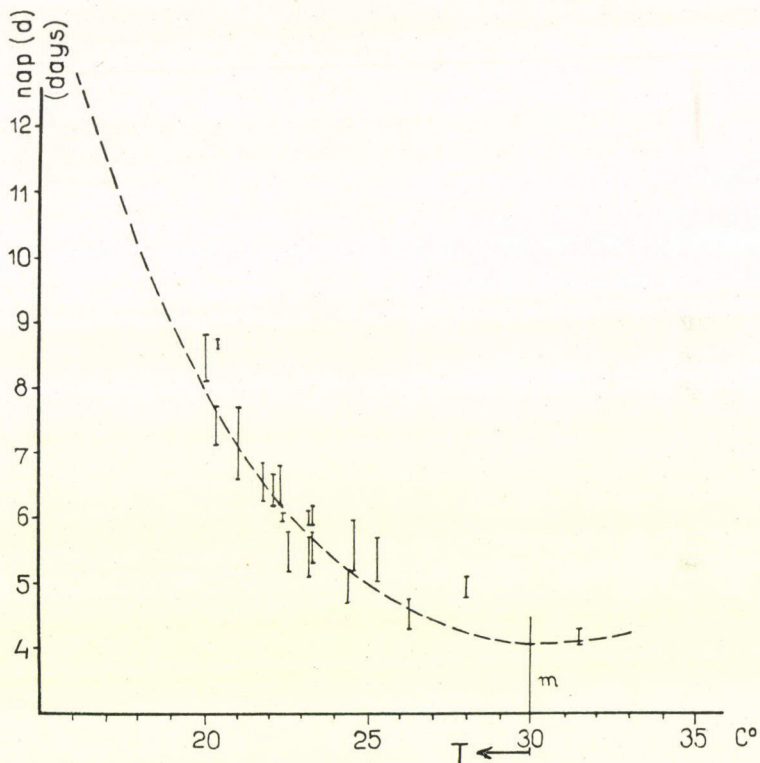
I. ábra.

A burgonyabogár szaporaságára jellemző, hogy az egyik nőtény a laboratóriumban 14 napos tojási periódus alatt 13 tojáscsomót, összesen 459 tojást rakott le (I. ábra). A legkisebb csomó 29, a legnagyobb 48 tojásból állt. A 459 tojásból 337 lárva kelt (73,4%).

Az embrionális fejlődés sebességének és a hőmérsékletnek az összefüggését a 2. ábrán bemutatott szimmetrikus láncgörbével fejezhetjük ki (6). A görbe egyenlete :

$$d = \frac{m}{2} (a^T + a^{-T})$$

ahol d = a napok száma, m a legrövidebb fejlődési idő (4 nap), T a legrövidebb



2. ábra.

fejlődési időhöz tartozó hőmérséklettől (30°) számított hőmérséklet fokokban. A görbét jellemző a állandó a következő egyenlet alapján számítható ki :

$$\log a = \frac{\log p}{T}$$

ahol

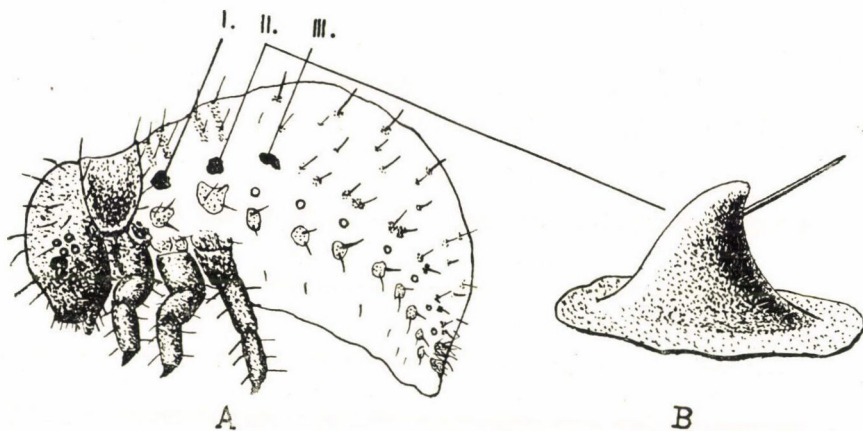
$$p = \frac{t}{m} \pm \sqrt{\left(\frac{t}{m}\right)^2 - 1}$$

A 20 °C-hoz tartozó fejlődési időt (8 nap) véve alapul, az állandó értéke :

$$a = 1,1408$$

A tojások héja tökéletesen átlátszó lévén, az embriók fejlődését mikroszkóppal könnyen megfigyelhetjük :

A frissen letojtt tojások belseje alig áttetsző, egynemű. A fejlődési idő hossza szerint a második, harmadik napon a tojások szabad vége víztiszta, átlátszó lesz. A fejlődési idő közepe táján éri el az átlátszó csúcsi rész a legnagyobb kiterjedését, kb. a tojás hosszának egyötöd részét, majd ismét zsugorodni kezd. A lárva kikelése előtti napon sötétbarna, fekete foltok jelennek meg az embrión. Először a 6—6 pontszem, majd a rágók, az 1. torszelvény két oldalán

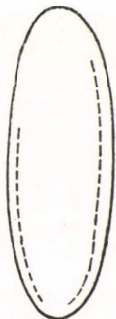


3. ábra.

egy-egy stigma, továbbá a 2. és 3. torszelvény, valamint az 1. potrohszelvény két oldalán egy-egy, szabad szemmel is látható, nagyobb fekete folt és a potroh két oldalán a stigmák sora látszik.

A kibújárásra érett lárva a szabad szemmel is látható 3—3 laterális fekete folton egy-egy horogszerű tojásfogat visel, melyeknek hegye hátrafelé mutat és csúcuk alatt a caudális oldalon hosszú serte van. (3. ábra, B.) A lárva a vastag, bőrnemű héjat ezeknek segítségével nyitja fel oly módon, hogy a tojásban egyik oldalra elfordulva, az ellenkező oldali tojásfogakat kb. tarkómagasságig hozza fel, úgy hogy közben ezek nem érintik a héj belső felületét. Ezután a tojásfogakat erősen nekifeszíti a tojáshéj belső felületének és lassan caudális irányban mozgatja. A fogak a nyomás következtében átszúrják a tojás héját és éles, ívelt részükkel végig hasítják. A hasítás közben az érzőserték le vannak görbülve. Ezt a mozdulatot mindkét oldalon 3—4-szer megismételve, a háti oldalon egymástól egyharmad tojáskerületnyi távolságban két hosszanti hasíték keletkezik, melyek a tarkótájékon nem érnek össze (4. ábra). A hasítékok többnyire nem egyenlő hosszúak. A kolorádóbogár lárvájának tojáshéját először

Wheeler (1) figyelte meg és írta le. Szerinte a hasítékok összefüggő nyílást alkotnak. *Bertrand* (2) szerint a hasítékok egyesülése nem tekinthető általános szabálynak. A hazai gócon gyűjtött és a laboratóriumban tenyésztett tojáscsomókon egyetlen esetben sem fordult elő, hogy a hasítékok a tarkótájakon egyesültek volna. *Lengerken* (7) szerint a tojásfogakon lévő hosszú serték egyes bogaraknál már a tojásfog tulajdonképpeni működése előtt átszúrják a tojás héját.



4. ábra.

Ez a kolorádóbogár esetében nem áll fenn, mert a serté a hasíték készítésekor legörbülve, a tojás héjának belső felületéhez símulva fekszik és csak a hasíték kinyílásakor egyenesedik ki és mered a szabadba. Valószínű, hogy a serték érzőszervek és a lárva ezek segítségével érzékeli, hogy a hasíték elkészült-e.

A hosszabbik hasítékon keresztül először a lárva torának elülső része, majd a feje, végül a potroha préselődik keresztül.

Érdekes, hogy míg egy tojáscsomó lerakása általában egy óránál rövidebb idő alatt megy végbe, addig az egy tojáscsomóból kikelő első és utolsó lárva kikelése között egy nap különbség is lehet.

2. Lárvák

A tojásból kibújó lárva az embriónál leírt barnásfekete pontoktól eltekintve, egyszínű, narancssárga. A chitin cuticula a fejen, előtoron és a lábakon is puha, bőrszerű. A lárva, mielőtt a feje kiszabadul a tojásból, levegőt kezd nyelni, nyilvánvalóan abból a célból, hogy a szöveteknek kellő feszültséget biztosítson arra az időre, amíg a fej, tor és a lábak chitin-páncélja meg nem keményedik. Ez a kibújástól számított 2—3 órán belül megy végbe.¹ A megkeményedéssel párhuzamosan ezek a részek meg is feketednek (3. ábra, A).

A tojásból kibújt és kiszíneződött lárvák kb. 1,5 mm hosszúak, a fej, az előtor pajzsa és a lábak feketék. Az embriónál leírt sötét pontokon kívül a 2. és 3. torsiáldarék hátoldalán paramediálisan 2—2 szürkésbarna harántvonal-

¹ Ez a jelenség a tojásból kikelő és a frissen vedlett rovarlárvánál általánosan elterjedt. (7.)

pár van, melyek a középvonalba nem érnek össze. A potroh szőrös hátoldalán ugyancsak egymással párhuzamosan futó, sötétbarna pontsorok vannak. A potroh peremének bütykei és a stigmák is feketék.

A lárvák rendszerint csak a kibújás utáni napon hagyják el a tojáscsomót. Addig csaknem teljesen elfogyasztják az üresen maradt tojáshéjakat, ritkábban a még embriókat tartalmazó tojásokat is és csak azután látnak neki a levélnek. Gyakran megtörténik, hogy egyrészt később ismét visszatér a tojáscsomóhoz és a még esetleg megmaradt tojásmaradványokat is elfogyasztják.

Ezzel magyarázható az, hogy szabadföldön csak ritkán található kikelt tojáscsomó. A frissen kikelt lárváknak úgylátszik feltétlenül szükségük van tojáshéjakban lévő valamilyen anyagra, mert a kibújás után a tojáscsomóról azonnal eltávolított lárvák a tojáshéjak hiányában elpusztulnak.

A lárvák közvetlenül a tojáscsomó mellett kezdik rágni a levelet, általában együttmaradnak, de egy részük már az első napon átvándorol a távolabbi levélkékre. Egy-két nap múlva felmásznak a hajtások végére és a legfiatalabb leveleken kezdik meg pusztító munkájukat. Napfényben mindig a levelek alsó, árnyékos felén tartózkodnak, szórt fényben és árnyékban a felsőn is. Az első napokon csak a levelek alsó felét hámozgatják úgy, hogy a felső epidermis épen marad, csak később rágnak apró lyukakat a levéllemezbe és csak az első, második vedlés után kezdik a levelek szélét karéjozni.

Háromszor vedlenek, tehát négy lárvastádium van. (L_1 — L_4 -ig). A vedlés előtt álló lárvák potrohának bőre feszülő fényes, általában vérpiros, vagy húsvörös. A vedlési folyamat kb. egy órát vesz igénybe. A frissen vedlett lárvá egy színű, világos narancsvörös, csak a rágók csúcsa, a szemek, valamint a toron és a potrohon a stigmák, a lábak harmadik ízületén 1—1 kis fekete pont, a karmok és a szőrök tövén 1—1 apró pont fekete. A fejpajzs, torpajzs, lábak chitin-páncélja, továbbá a tor és a potroh fekete pontsorai csak a vedlés kezdetétől számított $2\frac{1}{2}$ —3 órán belül feketednek meg.

A kiszíneződés ideje alatt a lárvá mozdulatlanul ül, majd elfogyasztja a lárváing lágy részeit és csak azután kezd levelet enni. A lárvá bőre most ráncos és sötétebb színű, mint vedlés előtt volt.

Az L_2 -k, L_3 -k és L_4 -k potrohán a stigmák körül és a peremen lévő púpokon 1—1, a második és harmadik torsiásevény peremén 1—1, a hátoldalon paramediálisan 2—2 fekete pont van. A potroh nem szőrös.

Watzl (12) szerint a burgonyabogár lárváira nem érvényes a Dyar-szabály, mert az egymást követő lárvastádiumok fejtoke szélességének viszonya nem állandó, hanem a következő értékeket mutatja:

$$\frac{L_2}{L_1} = 1.74, \quad \frac{L_3}{L_2} = 1.575, \quad \frac{L_4}{L_3} = 1.505.$$

A laboratóriumi tenyészetekből származó és a szabadföldön gyűjtött 100—100 lárván végzett mérések adatai a következő eredményeket adták:

$$\frac{L_2}{L_1} = 1.59, \frac{L_3}{L_2} = 1.52, \frac{L_4}{L_3} = 1.54.$$

(Az értékek pontossága $\pm 0,03$.)

Az egy tojáscsomóból származó állatokat, illetve 1—1 állatot a fejlődés folyamán minden stádiumban megmérve, a 2-es számú táblázatban felsorolt értékeket kaptam :

2. táblázat (Table 2.)

Lárvák száma Number of larvae	$\frac{L_2}{L_1}$	$\frac{L_3}{L_2}$	$\frac{L_4}{L_3}$	$\frac{L_2}{L_1} + \frac{L_3}{L_2} + \frac{L_4}{L_3}$
4	1,58	1,53	1,52	4,63
2	1,54	1,61	1,49	4,64
7	1,51	1,62	1,45	4,58
7	1,61	1,55	1,44	4,60
8	1,53	1,58	1,46	4,57
1	—	1,54	—	—
1	1,63	1,58	—	—
3	1,51	1,59	1,52	4,62
Átlagértékek — Average values	1,56	1,58	1,48	4,61

Mérési hiba :

Inaccuracy of measurement : $\pm 0,03$

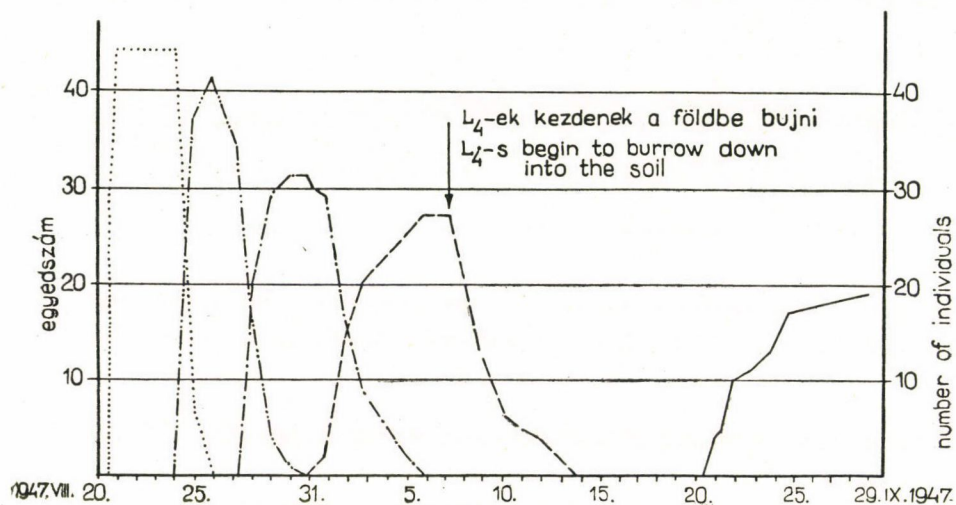
A legkisebb és a legnagyobb értékek (1,44, 1,63) közötti különbség az átlag (1,54) százalékában kifejezve $12 \pm 2\%$. Ez a szám elég kicsi ahhoz, hogy a növekedési indexet az egyes lárvastádiumok között állandónak tekintsük, főleg azért, mert az észlelt eltérések nem mutatnak semmi összefüggést a lárvastádiumok egymásutánjával. Feltűnő az indexek összegének állandósága, ahol a szélső értékek között mindössze 1,5% különbség van, amely érték a hibatáron belül fekszik.

A lárvák fejlődési ideje a laboratóriumi kísérletekben nagy egyéni eltéréseket mutatott. Ezek az eltérések — mint fentebb említettem — már a tojások kikelésénél jelentkeznek. Az eltolódás a vedlések folyamán egyre nő. Az 5. és 6. ábra egy-egy tojáscsomóból származó testvérállatok fejlődését mutatja. Jól megfigyelhető az egymást követő lárvastádiumok görbéinek fokozódó szélesedése. Az 5. ábrán bemutatott esetben volt olyan időpont, (VIII. 25.) amikor egyszerre L_2 , L_3 és L_4 stádiumú lárvák voltak a testvérek között.

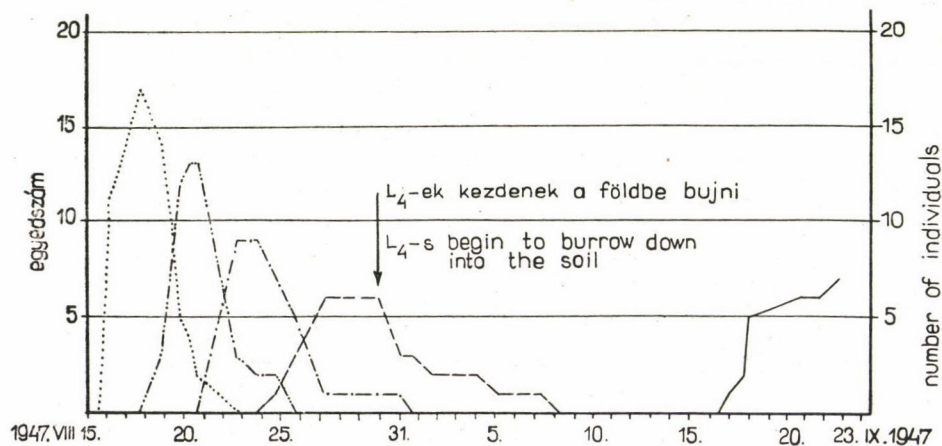
A lassabban fejlődő lárvák néha csökkent életképességűek, halandóságuk is nagyobb. Ez azonban nem magyarázza a görbék fokozódó szélesedését, mert

a bogarak sem bújnak elő a földből egyszerre, hanem kb. olyan ütemben, ahogy az utolsó lárvavedlés történt. (Lásd az 5. és 6. ábrát.)

Az L_3 és L_4 lárváknál egyes esetekben — mint azt már többen megfigyelték (5) — kannibalizmusra kerülhet sor. A frissen vedlett, kiszíneződött lárvák



5. ábra.



6. ábra.

a lárvaing elfogyasztása után megtámadják a fejlődésben visszamaradt, beteges lárvákat és ha azok nem tudnak elég gyorsan továbbhúzódní, átharapják potrohuk vékony bőrét és puha részeit elfogyasztják.

Az egyes stádiumok időtartama a laboratóriumi tenyészetekben a következő volt :

3. táblázat (Table 3.)

Lárvastádiumok <i>Instars</i>	Időtartam		Több tenyészet átlagértéke Averages of several breedings
	legrövidebb	leghosszabb	
	Duration of instars		
	shortest	longest	
L ₁	3,0 nap (days)	5,5 nap (days)	4,3 nap (days)
L ₂	2,5 nap (days)	6,0 nap (days)	4,0 nap (days)
L ₃	4,0 nap (days)	5,5 nap (days)	4,7 nap (days)
L ₄	9,5 nap (days)	12,0 nap (days)	11,0 nap (days)

Napi középhőmérséklet 19—24 C°

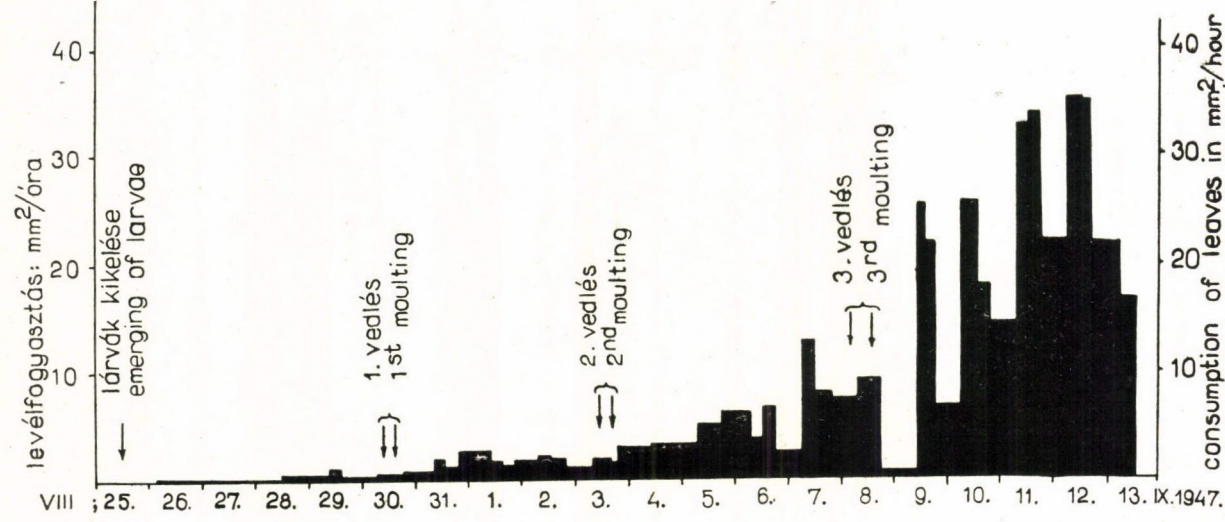
Daily mean temperature 19—24 C°

A 3. táblázat értékei a lárvák 50%-ának átalakulása között eltelt időket jelentik.

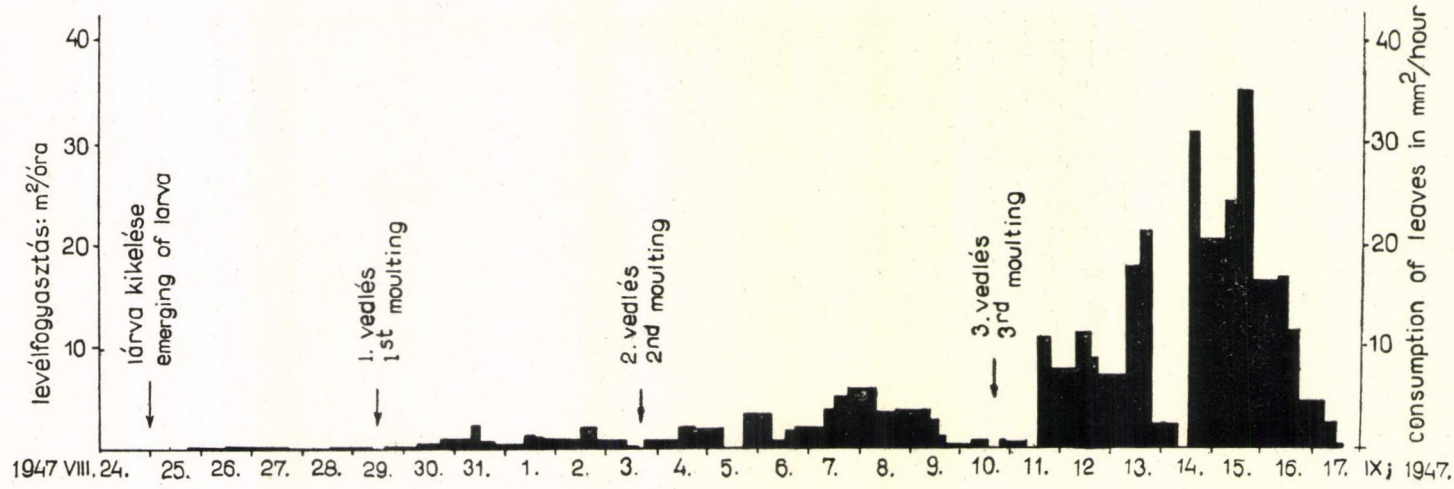
A táplálékfogyasztás mennyiségi viszonyainak megállapítása céljából két-féle mérési módszert alkalmaztam. Az első módszerrel naponta háromszor friss, lemért felületű levéldarabkákat adtam a lárváknak és minden levélcserénél eltávolítottam és megmértem a maradékot. A másik módszer abban állt, hogy a lárvák egyszerre több, előzőleg milliméterpapíron pontosan megmért felületű levelet kaptak, melyet vattadugóval vízzel telt fiolába erősítettem, hogy el ne hervadjon. A fogyasztás üteme szerint a lárvák 1—3 naponként friss levelet kaptak, a régi levelek maradványait ilyenkor kivettem és ugyancsak milliméterpapíron megmértem. Az első módszer pontosabb eredményeket ad, de hátránya, hogy a lárvákat gyakran kell zaklatni. Az ebből eredő hibák miatt ellenőrzésképpen alkalmaztam a másodikat. A kétféleképpen kapott adatok között nem volt eltérés. Táplálékul Ella-burgonyalevelek szolgáltak.

Az első módszer szolgáltatta értékek egy részét a 7. és 8. ábra tartalmazza. Az ordinata az egy lárvára eső óránkénti levélfogyasztás négyzetmilliméterekben, az abscissa az idő napokban kifejezve. Jellemző a görbének a fejlődés vége felé való hirtelen emelkedése, valamint — főleg a harmadik vedlés után — az éjszakai minimumok szabályossága.

A táplálékfelvétel természetesen szünetel a vedlések előtti és utáni órákban. Ez csak a 8. ábrán jut kifejezésre, mely egyetlen lárvadatait tartalmazza, míg a két lárvadataiból számított 7. ábra grafikonjában a fogyasztás sohasem 0, mert a két állat vedlése sohasem esett egybe. (Két nyíl.)



7. ábra.



8. ábra.

Az egyes lárvastádiumok levélfogyasztásának kerekszámú átlagértékeit a 4. táblázat mutatja.

4. táblázat (Table 4.)

Lárvastádiumok Instars	Levélfogyasztás Leafconsumption
L ₁	20 mm ² = 0,7%
L ₂	150 mm ² = 5,0%
L ₃	520 mm ² = 17,4%
L ₄	2 300 mm ² = 76,9%
	2 990 mm ² = 100,0%

Egy lárvá fejlődéséhez tehát átlag 30 cm²-nyi levélfelület szükséges. Itt is nagy egyéni eltérések mutatkoztak. Volt olyan lárvá, amelyik 35,4 cm²-t fogyasztott, a másik beérte 23,6 cm²-rel is.

A sejtfalak a lárvák ürülékében épek, tehát a lárvák nem képesek cellulózét emészteni. A lárvák a felszeletelt burgonyagumót is mohón fogyasztják, de hamarosan elpusztulnak. A burgonyagumóval etetett lárvák ürülékében a keményítőszemek épek, nem corrodtak, a lárvá emésztőnedvei tehát nem tartalmaznak diastasét.

A fiatal lárvák erőteljesen kapaszkodnak a levélzeten. Nehezen, vagy egyáltalában nem rázhatók le, s csak többszöri, erőteljes piszkálásra engedik el a levelet. Csak a kifejlett példányok hajlamosak arra, hogy már egyszeri érintésre ledobják magukat. Az erőteljes kapaszkodásnak nyilvánvalóan az a célja, hogy a lárvá lehetőleg ritkán essék le a talajra, mert ott esetenül mozog és a legkisebb laza, homokos, vagy poros emelkedés csaknem leküzdhetetlen akadályt jelent számára.

A lárvák fekete ürüléküket maguk mögé, a levélre ürítik, amiről a kártétel könnyen felismerhető.

A tojásból való kikeléstől számított 15—21. napon (nyári hőmérsékletet véve alapul) a lárvák, — melyeknek hossza ekkor kinyújtott állapotban 12—14 mm, színe világos narancssárga — beszüntetik a táplálkozást, néhány órá mulva lemásznak a földre és ásní kezdenek. A talajba való lebújásnál szívesen használják fel a talaj repedéseit és lyukait. Ez a magyarázata annak a jelenségnek, hogy a hédervári fertőzött burgonyabokrok alatt csaknem mindig egy kicsi, egy-két dm²-nyi területen találtuk a lárvák, illetve bábok zömét. Valószínű, hogy mind ugyanazon a talajrepedésen bújtak le. Az esetenül mozgó lárvák ügyesen ásnak. Döngölt, nedves homokban 10—15 perc alatt teljesen beássák magukat. Egy bizonyos mélységet elérve, kb. 1 cm átmérőjű bábkamrárt készítenek, első felületét kisimítják és hanyatfekve helyezkednek el benne.

A bábkamrák a hédervári fertőzött területen — vályogtalajon — az 5. táblázat szerinti mélységi eloszlást mutatták. A legkisebb mélység 1,5 cm, a legnagyobb 11 cm volt.

5. táblázat (Table 5.)

Mélység Depth	A bábkamrák százalékos eloszlása Percentual distribution of pupal chambers
0—1 cm	0%
1—2 cm	6,2%
2—3 cm	17,2%
3—4 cm	15,6%
4—5 cm	17,2%
5—6 cm	20,3%
6—7 cm	7,8%
7—8 cm	4,7%
8—9 cm	7,8%
9—10 cm	1,6%
10—11 cm	1,6%

Tehát a bábkamrák 70,3%-a 2—6 cm mélyen volt. Tekintettel arra, hogy a földbebújásnál a lárvák előszeretettel hatolnak be kész lyukakba, repedésekbe, mindig megvan a lehetősége annak, hogy néhány állat ilyen mélyebbre vezető lyukakon keresztül nagyobb mélységbe hatoljon le. Ez a talajfertőtlenítés sikeressége szempontjából nem elhanyagolható körülmény.

A bábkamráknak a fertőzött burgonyatövektől való távolsága a hédervári gócon maximálisan 35 cm volt. Feytaud (Balachovsky (1) után) szerint a lárvák alkalmas bábozódási hely keresése közben a fertőzött burgonyatőtől 11 m-re is e vándorolhatnak.

A lárvák a földbebújástól számított 5—6 nap múlva bábbá alakulnak át.

3. Bábok

A frissen vedlett bábok élénk narancsvörösek, egyszínűek. Néhány napon belül színük halvány narancssárga, vagy ritkábban csaknem okkersárga lesz. Néhány nap múlva fokozatosan sötétbarnás, majd ibolyásfekete pontok jelennek meg rajtuk: a szemek, mandibulák, a femur-tibia ízületek, a praetarsusok és a stigmák. Az előtoron a leendő fekete rajzolat helyén a subcuticula áttetsző, egyebütt sárga színanyagot tartalmaz. A bábállapot utolsó napján az előtoron megjelenik a fekete rajzolat. A bábing ekkor teljesen átlátszó, színtelen, vékony

hártyaként borítja az állat testét. A báb a vedlést megelőző órákban lábait mozgatni kezdi, a szárnykezdemények elállnak. A vedlés kb. egy óráig tart.

A bábok a bábkamrában mindig hanyattfekve helyezkednek el. Hasrafektetve, a potroh tölesérező mozgásával igyekeznek eredeti helyzetüket elfoglalni.

A bábállapot időtartama a laboratóriumi tenyészetekben 22—23,5 °C napi középhőmérséklet mellett 7—8, 25—27 °C mellett 5,5—6 nap volt.

4. Imágók

A bábíngból kibújt bogarak szárnyfedői, potroha, a tor hasoldala egyszínű, világos narancssárga. A fekete homlokfolt, valamint a tor és a potroh hasoldalának fekete foltjai, a szárnyfedők fekete csíkjai még hiányzanak, csak néhány óra múlva kezdenek halványbarna színeződés alakjában megjelenni, majd egyre sötétednek és a vedléstől számított 16—20 óra múlva teljesen kiszíneződnek.

A fiatal bogár egy napig még a bábkamrában tartózkodik és csak azután kezd a talajban felfelé hatolni. Döngölt homokban óránként 3—5 cm-t halad.

Az egy tojáscsomóból származó és együtt nevelt állatok fejlődési idejében mutatkozó eltolódás — amint azt már fentebb említettem — a bogaraknak a földből való kibújásánál is észlelhető. Így például az 5. ábrán bemutatott esetben az első és utolsó bogár kibújása között 6, a 6. ábra esetében 8 nap telt el. Előbbi esetben 16, utóbbiban 21%-kal volt hosszabb az utolsónak kibújt bogár fejlődési ideje az első fejlődési idejénél. A fejlődési idő különbözősége és a nemiség között nem találtam összefüggést.

A földből kibújt bogarak — megfigyelésem szerint — előbb egy ideig mászkálnak és csak azután kezdenek táplálkozni. Mohón esnek neki mindenféle nedvdús anyagnak, jeléül annak, hogy elsősorban vízre van szükségük. Chitinpáncéljuk még puha, gyenge nyomásra is behorpad. A szárnyfedők fekete csíkjainak közei még nem tartalmaznak sárga színanyagot, hanem átlátszók lévén, az alattuk lévő hártyás szárny narancsvörös színe miatt halvány vöröseknek látszanak. Erről a frissen kelt bogarak azonnal felismerhetők. A csíkközök sárga színének kialakulásához a táplálékban lévő valamilyen anyagra van szükség. A burgonya, paradicsom, *Solanum dulcamara* levelében megvan ez az anyag, de megvan a friss burgonyagumóban is, melyen a bogarakat hónapokig sikerült tartanom. A burgonyagumó keményítőszemeséi változatlanul haladnak át a bogár bélsatornáján, tehát az emésztőnedvek nem tartalmaznak diastaset. A bogarak sült burgonyagumót is szívesen fogyasztanak, de hamarosan elpusztulnak. A fekete csíkok közei ezeken a példányokon is legalább részben kiszíneződtek, tehát az ehhez szükséges anyag nem termolabilis, 120 °C alatt nem bomlik.

A külföldi irodalomban általában az a nézet uralkodik, hogy a frissen kibújt bogarak csak táplálék felvétele után tudnak repülni. *Mayné és Breny* (8)

szerint a bogarak azonnal röpképesek. Állításukat a következő megfigyeléssel indokolják :

Augusztus 16-án egy néhány négyzetméter kiterjedésű primer gócon a frissen kelt bogarak mozdulatlanul a talaj felszínén ültek. Az idő borús, esős, ködös volt. A bogarak csak röviddel a megfigyelés előtt bújhattak ki a talajból, mert a talaj felszínén a kibújási lyukak jól felismerhetők voltak. A bogarak estig mozdulatlanul maradtak, a burgonya levelén friss rágás egyáltalában nem mutatkozott. Másnap kiderült és a hőmérséklet délfelé 23°C -ig emelkedett. 14 órakor, amikor a fertőzési gócot ismét megvizsgálták, 20—30 m körzetben egyetlen bogarat sem találtak. Ebből a szerzők arra következtetnek, hogy a bogarak elrepültek anélkül, hogy táplálkoztak volna.

Hédervárott néhányszor megkíséreltem nyári verőfényben ($30\text{—}35^{\circ}\text{C}$ mellett) repülésre bírni a frissen kelt és igen élénken mozgó bogarakat, de sikertelenül. Az a tény, hogy a bogarak chitinpáncélja csak a táplálék felvétele után keményedik meg, nagyon valószínűvé teszi annak a felfogásnak a helyességét, hogy a bogarak nem képesek azonnal repülni. A repülőizmoknak ugyanis nincs kellő támasza az amúgyis nehézkesen repülő állat magasbaemeléséhez. *Mayné* és *Breny* fentidézett megfigyelése egyáltalában nem bizonyítja az azonnali röpképességet. Megfigyeléseim szerint ugyanis a frissen kelt bogarak már $20\text{—}25^{\circ}\text{C}$ mellett élénken szaladnak és például boronált szántáson, tehát számukra »nehéz terepen« 5 percenként 1,5—2 m utat képesek megtenni. A *Mayné* és *Breny*-féle megfigyelésben szereplő távolságot tehát 2 óra alatt könnyűszerrel megtehették, annál is inkább, mert a déli órákban napsütés és kellő magas hőmérséklet uralkodott. Viszont 23°C mellett egyáltalában nem valószínű az összes bogarak egyöntetű repülési hajlandósága.

A frissen kelt bogarak röpképességének hiánya fontos körülmény a védekezés sikeressége szempontjából, mert a földön mászkáló bogár huzamosabb ideig és biztosabban érintkezik a védőszerekkel. Minthogy pedig repülés előtt kénytelen táplálkozni, gazdanövényeink növényvédőszerekkel való kezelése révén biztosan kiirtható.

Watzl (12) szerint a hímek 5—6,5, a nőstények 3—5 nap múlva érik el ivarérettségüket és 9—12,5 nap múlva kezdenek tojni. Tenyészeteimben a hímek 5—6 nap múlva copuláltak, a nőstények egyes esetekben már 6 nap múlva tojni kezdtek.

A hímek és nőstények kellő gyakorlattal már szabadszemmel megkülönböztethetők (9). A nőstények pygidiumának caudális széle egyenletesen ívelt, felülete sík. A hímek pygidiumának caudális széle kissé levágott, felszínén pedig a caudális szélel párhuzamosan futó, harántirányú bemélyedés és ennek közepéből kiinduló, sagittális irányában körülbelül a pygidium közepéig terjedő, hosszanti bemélyedés van.

Wahl (11) szerint ez a megkülönböztető bélyeg nem állandó, néha a nőstényeken is fellép. *Watzl* (12) szerint egyáltalában nincs ivari dimorfizmus. A

magyarországi állatokon a fent leírt másodlagos ivari bélyeg minden esetben jól felismerhetően és egyértelműen megvolt.

A Magyarországon gyűjtött példányok közül igen soknál a szárnyfedőknek a középvonaltól számított II. és III. fekete csíkja középtájon harántvonallal van összekötve s így H-alakú rajzolat keletkezik. A rajzolat különösen a toron annyira variál, hogy nem lehet két teljesen egyforma, sőt teljesen szimmetrikus rajzolatú állatot találni, úgyhogy kellő gyakorlattal a tenyészetekben a bogarak egyénenként megismerhetők.

Érintésre a bogarak az egész chitinpáncélzaton elszórtan elhelyezett apró nyílásokon keresztül jellegzetes Chrysomelida-szagú váladékot bocsátanak ki. A legnagyobb cseppcsekék ilyenkor a szárnyfedők fekete csíkjainak középvonalában elhelyezkedő nyílások körül keletkeznek.

5. Diapausa

A kolorádóbogár csak kifejlett és kiszíneződött állapotban telet át, tehát a diapausa megkezdése előtt feltétlenül táplálkoznia kell. A diapausa megkezdésének időpontja külső feltételektől és egyéni tulajdonságoktól függ.

A kolorádóbogár diapausájának kérdésével a legutóbbi években Faber (4) foglalkozott. Nagyszámú állaton végzett igen alapos kísérletei során kiderült, hogy a diapausát a bogár szervezetében fellépő depresszió váltja ki. Ennek mibenlétét eddig nem sikerült megállapítani, de valószínű, hogy alapját anyagcsere vagy hormonális folyamatok képezik. A depresszió kialakulásának és feloldásának időpontja részben ezeknek a belső folyamatoknak a függvénye, melyek viszont szoros kapcsolatban vannak a generációs számmal (ez a szám azt fejezi ki, hogy a diapausától számított hányadik nemzedékbe tartozik az illető egyed), a szaporodási periódus tartamával (az állat korával), a beltenyésztéssel, de függvénye a külső tényezőknek (hőmérséklet, táplálék mennyisége és minősége, nedvesség, megvilágítás) is. A belső folyamatok külső behatásokkal csak részben és csak bizonyos határig befolyásolhatók, ezért a diapausa megkezdésének és befejezésének időpontját nem lehet tetszőlegesen megváltoztatni a külső tényezők megváltoztatásával. Így például semmilyen külső behatással sem sikerült a diapausa tartamát hat hétnél rövidebb időre leshorítani.

Hazánkban a külső tényezők közül valószínűleg elsősorban a nyári szárazság, másodsorban a burgonya lombozatának aránylag korai előregedése következtében a bogarak már a nyár második felében diapausába fognak vonulni. Laboratóriumi tenyészeinkben — kellő páratartalom és megfelelő hőmérséklet mellett is — a bogarak zöme augusztus első felében megkezdte a diapausát.

A telelési mélység és a bogarak tavaszi megjelenése időpontjának hozzávetőleges megállapítása céljából a következő kísérletet végeztük:

5 drb 50 cm átmérőjű és 80 cm magas, furnírlemezről készült hordót pereméig beástunk a földbe a csesztregi, nagypáli és egyházasfalusi fertőzési

gócokon, majd 1948. szeptember 10—20-án a hordókba a talaj felszínére 15—20 hím bogarat helyeztem le és a hordót rozsdamentes, sűrű fémhálójával kötöttem le. A bogarak azonnal beásták magukat. 1948. december 18-án az egyházasfalui gócon elhelyezett egyik hordó kiásásakor a bogarakat a felszíni 17 cm-es rétegben találtuk, zömük 12—15 cm mélyen volt. Tavasszal az első bogarak április 7-én jelentek meg a csesztregi gócon elhelyezett hordó felszínén. Nagypáliban április 15-ig a bogarak 60%-a búlt elő. A Meteorológiai Intézet adatai szerint ezen a területen március második felének átlaghőmérséklete $0,5^{\circ}\text{C}$ -kal a sokévi átlag alatt maradt, viszont április első felének hőmérséklete kb. 2°C -kal lépte túl az átlagot. Valószínű tehát, hogy hazánkban normális hőmérsékletű és csapadékú tavasz esetén április közepétől várhatjuk az áttelelt bogarak megjelenését. A fent leírt teleltetési kísérlet természetesen csak tájékoztató jellegűnek tekinthető egyrészt, mert a bogarak elhelyezése a diapausa megkezdésének valószínű időpontja után történt, másrészt, mert a kísérlethez — biztonsági okokból — csak hím bogarakat használtam.

Faber (4) megállapította, hogy a diapausa befejezéséhez feltétlenül vízre van szükség. Megfelelő mennyiségű víz felvétele nélkül a bogarak nem aktíválódnak. Megállapította azt is, hogy a bogarak már akkor kezdenek a talajban felfelé hatolni, amikor telelési helyüknek hőmérséklete $+5^{\circ}\text{C}$ fölé emelkedik, de a talajt csak akkor hagyják el, amikor a levegő hőmérséklete 14°C fölé emelkedik. Tavasszal, hideg éjjeleken befurakodnak a talajba.

6. Gazdanövények

A kolorádóbogár csak a Solanaceákhoz tartozó növényeken képes fejlődni és elszaporodni. A hazánkban előforduló Solanaceák különböző mértékben alkalmasak a kártevő elszaporodására:

A tojásgyümölcsöt (*Solanum melongena* L.) Feytaud szerint (Bogdanov — Katkov (3) után) a bogarak még a burgonyánál is szívesebben keresik fel, a lárvák normálisan fejlődnek rajta. A hazai kísérletekben is teljesértékű tápnövénynek bizonyult.

A paradicsomra nézve eltérőek a vélemények, de a külföldi megfigyelések és kísérletek általában azt igazolták, hogy ezen a növényen a kártevő nem tud normálisan fejlődni és elszaporodni. Ennek ellenére Nyugateurópában egyes helyeken jelentékeny károkat okozott (1). A »Lucullus« paradicsomfajtaival végzett kísérleteimben a lárvák mortalitása igen nagy volt, de egy részüket sikerült felnevelni és a kizárólag paradicsomon fejlődött nőtények életképes tojásokat tojtak. Paradicsomon a fejlődési idő lényegesen hosszabb volt, mint burgonyán, a bogarak sokkal kisebbtermetűek lettek, tehát határozottan degeneráció lépett fel.

A paprika és a dohány levelén mind a lárvák, mind a frissen kelt bogarak hamarosan elpusztultak. A külföldi kísérletek hasonló eredménnyel jártak (3).

Az irodalmi adatok szerint az ördögcérna (*Lycium*) fajokon a kártevő nem tud teljesen kifejlődni (3). A hazai gypű ördögcérnán (*Lycium halimifolium* Mill.) Homonnay Ferenc kartársamnak sikerült a lárvákat teljesen normális bogarakká felnevelni, de a továbbiakban az ördögcérnán tartott bogarak elpusztultak.

A *Petunián* a lárvák és a bogarak elpusztultak. A külföldi megfigyelések ugyanezt mutatták (5).

A gyomnövények közül :

A zsidócserseszye (*Physalis alkekengi* L.) nem alkalmas tápnövénynek (1). Ezzel a növényvel csak egy kísérletet végeztem, de az is negatív eredménnyel végződött.

Az ebszőlő csucsor (*Solanum dulcamara* L.) mind a külföldi adatok (1, 3), mind a hazai kísérletek szerint a kolorádóbogár teljesértékű gazdanövényének tekinthető. A kísérletekben a lárvák fejlődésének sebessége megegyezett a burgonyán tartottakéval.

Nyugateurópai megfigyelések szerint (1) a lárvák normálisan fejlődnek a fekete csucsor (*Solanum nigrum* L.) levelén is. Kozlovsky (Ferrière (5) után) megállapította, hogy kizárólag fekete csucsor-levellel etetett lárvák nagyobbra nőnek, négyszer vedlenek és életciklusuk hosszabb lesz. Tenyésztési kísérleteimben a lárvák legfeljebb a 3. lárvastádiumot érték el, de elpusztultak azok is, amelyek 2., 3., vagy 4. stádiumban kerültek erre a növényre. Ugyancsak elpusztultak a frissen kelt bogarak is, ha csak *S. nigrumot* kaptak. Ezek szerint a hazai fekete csucsor a nyugateurópaival szemben olyan anyagot tartalmaz, mely gátolja a lárvák fejlődését és megakadályozza a frissen kelt bogarak érését.

A maszlag (*Datura stramonium* L.) az irodalmi adatok szerint gazdanövénynek tekinthető (1). Kísérleteimben az L_1 és L_2 lárvák elpusztultak, de az L_3 és L_4 lárvák, valamint a frissen kelt bogarak jól megélték rajta.

Kozlovskynak (Bogdanov—Katykov (3) után) sikerült a lárvákat a virágzó nadragulyán (*Atropa belladonna* L.) felnevelni, de a fiatal növényeken elpusztultak. Hazai megfigyelés ezen a növényen nincs.

Feytaud (Bogdanov—Katykov (3) után) a beléndeken (*Hyoscyamus niger* L.) nevelte sikerrel a lárvákat. Hazai megfigyelés nincs.

Tenyészetemben a kizárólag burgonyagumóval táplált bogarak is teljesen normális tojásokat tojtak.

Fentiek alapján megállapíthatjuk, hogy az eddigi megfigyelések szerint hazánkban a burgonyán kívül a tojásgyümölcs és az ebszőlő csucsor tekinthető teljesértékű gazdanövénynek. Átmenetileg táplálékul szolgálhat a paradicsom, az ördögcérna, a maszlag, esetleg a nadragulya és a beléndek. A paprika, dohány, a *Petunia* és a fekete csucsor nem veszélyes a kártevő elterjedése és elszaporodása szempontjából.

7. A nemzedékek száma

A tojások lerakásától a bogarak megjelenéséig terjedő idő a laboratóriumi tenyészetekben — 19—24 C° napi középhőmérséklet mellett — 36,5—45, átlagértékben 40 nap volt. Ha ehhez hozzáadjuk az ivarérettség eléréséig, illetve az intenzív tojásrakás megkezdéséig terjedő időt, akkor egy nemzedék fejlődéséhez a május második felétől szeptember elejéig terjedő időben átlag 50 nap szükséges. Ez azt jelenti, hogy hazánkban két nemzedékkel számolhatunk. 1948-ban az egyházasfalui gócon az első nyári nemzedék bogarainak zöme június első napjaiban bújt elő a talajból.

Külföldi adatok szerint (3) a júliusi, augusztusi és szeptemberi középhőmérsékletből számított 17—26 C°-os izotermák közé eső területeken két nemzedék fejlődik ki. Ez körülbelül a hazai éghajlati viszonyoknak felel meg.

Az egyes nemzedékek természetesen nem jelentkeznek élesen elkülönülve, mert a nőstények egész nyáron át — sőt 2—3 nyáron át is (5) — tojhatnak, tehát nyáron az összes fejlődési stádiumokat egyidőben megtalálhatjuk. Az egyes nemzedékek határa legfeljebb az egyes fejlődési stádiumok számarányában mutakozó ingadozások alapján állapítható meg. Így pl. *Watzl* (12) 1946-ban Felsőausztriában két imago-maximumot mutatott ki: az elsőt június első felében (áttelelt bogarak), a másodikat július második felében (nyári nemzedék).

8. Természetes ellenségek

A világon eddig a kolorádóbogárnak 58 különböző rovarellenségét (élősködők és ragadozók) mutatták ki (3).

A hédervári fertőzött területen két természetes ellenséget figyelhettem meg. Az egyik a hazánkban gyakori *Nabis* (*Reduviolus*) *rugosus* L. nevű rablópoloska, a másik a fátyolka (*Chrysopa vulgaris* Schneid.) lárvája. Mindkét állatot a kolorádóbogár tojáscsomóin, táplálkozás közben találtam. Több tojáscsomó mellett fátyolkatojást figyeltem meg.

A fogságban — és valószínűleg a szabadban is — a rablópoloska és a fátyolka lárvája nemcsak a kártevő tojásait, hanem a fiatal lárváit is elfogyasztotta. A rablópoloska tojáspusztító munkájának mértékére fényt vet az a megfigyelés, hogy naponta átlag 80—90 darab káposztalepketojást fogyaszt el. Gyakorisága és falánksága miatt hazánkban valószínűleg egyik fontos ellensége lesz a kolorádóbogárnak. Ez a rablópoloskafaj nem szerepel a kártevő eddig ismeretessé vált ellenségei között.

9. A védekezőszerek alkalmazása

A Növényegészségügyi Szolgálat Védekező Egységei a kártevő talajfeletti irtásához DDT és HCH tartalmú porozószereket, talajfertőtlenítésre szénkéneget használtak.

A kolorádóbogár tojásaiban az embrionális fejlődés a DDT-s vagy HCH-s készítményekkel való megporozás ellenére is tovább tart, de a lárvák nem tudnak kikelni, mert a tojás héjának felnyitása után elpusztulnak. Az idegmérgek (DDT és HCH) tehát nem diffundálnak át a tojás héján, de a lárvák elpusztításához elegendő az, ha a tojás héján készített hasítékon keresztül kinyúló tojásfogak és érzőserték érintkezésbe kerülnek a tojás külső felületén lévő idegmérreaggel. Érdekes, hogy az ilyen mérgezett tojásokban rekedt lárvák chitinpáncélja ugyanúgy kiszíneződik, mint a normálisan kikelt lárváké.

A lárvák igen érzékenyek az érintő idegmérgekkel szemben. A megporozott levélfelületen való 5 perces tartózkodás után 1 órán belül elvesztik kapaszkodóképességüket és 20 órán belül elpusztulnak. A szerek gyors és biztos hatása azzal magyarázható, hogy a hatóanyag nemcsak a végtagokon, hanem az egész hasi felület vékony chitin cuticuláján és a potroh végén lévő toló lábakon keresztül is felszívódhat.

A frissen kelt bogarak szintén igen érzékenyek, de az idősebbek már nagyon egyénien viselkednek az érintő idegmérgekkel szemben. Ugyanolyan korú és nemű bogarak, azonos dózissal mérgezve, egészen különböző idő alatt pusztultak el. Voltak olyan egyedek, melyek hetekig életben maradtak, de sem lábraállni, sem táplálkozni nem tudtak, mások néhány nap alatt elpusztultak. Különösen lassan hatottak a DDT szerek télen, a telelésből kiemelt bogarakra. Ezek a bogarak általában 10—15 nap múlva pusztultak el.

A négyzetméterenként 600—800 g szénkénnel fertőtlenített talajban a fertőtlenítés végrehajtása után 1 órával 10 cm mélyre beásott bogarak 4 órán belül pusztultak el.

IRODALOM — LITERATURE CITED

1. Balachowsky, A. et Mesnil, L.: Les Insectes nuisibles aux Plantes cultivées. Paris, 1936, pp. I—XVI. 1—1921.
2. Bertrand, H.: Écllosion de l'Oeuf chez quelques Chrysomélides (Col.) Bullet. Soc. Ent. France, 1924, p. 54—57.
3. Богданов-Катьков Н. Н. Колорадский картофельный жук. — Москва—Ленинград, 1947. pp. 1—200. — 1067 ref.
4. Faber, W.: Biologische Untersuchungen zur Diapause des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Pflanzenschutzberichte, III. Bd. 1949, Heft 5/6, p. 65—94, ref. 38.
5. Ferrière, Ch., Défago, G. et Roos, K.: Lutte contre le Doryphore de 1923 à 1943. Berne, 1943, pp. 1—148, 63 ref.
6. Janish, E. et Maercks, H.: Über die Berechnung der Kettenlinie als Ausdruck für die Temperaturabhängigkeit von Lebenserscheinungen. Arb. aus d. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. Bd. 20, 1933, p. 259—268, 7 ref.
7. Lengerken, H. v.: Coleoptera in Schulze; P.: Biologie der Tiere Deutschlands. Lfg. 24, T. 40. Berlin, 1927.
8. Mayné, R. et Breny, R.: Notes sur la Biologie du Doryphore (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Parasitica, Bd. 3, 1947, No. 3, p. 107—115.
9. Patay, R.: Quelques Observations anatomiques et physiologiques sur le Doryphore (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Bull. Soc. Sci. Bretagne, Vol. XIV, 1937, p. 94—102.
10. Small, T.: Colorado beetle in Jersey, 1947. Agriculture, Vol. LIV, 1948, p. 569—574.
11. Wahl, dr. Bruno: Der Colorado-Käfer oder Kartoffelkäfer. Neuheiten auf dem Gebiete des Pflanzenschutzes 1937. Wien.
12. Watzl, O.: Vorstudien und Beobachtungen über die Entwicklung des Kartoffelkäfers in Österreich. Pflanzenschutzberichte, Bd. I, 1947, p. 33—48.

НАБЛЮДЕНИЯ НАД КАРТОФЕЛЬНЫМ ЖУКОМ (КОЛОРАДСКИМ ЖУКОМ)

(*Leptinotarsa decemlineata* Say.)

в Венгрии.

Т. Ерми.

(Резюме)

В Венгрии картофельный жук был впервые обнаружен 19-го июля 1947-го года в окрестностях Хедервара, комитат Дьэр. В этом месте нападению подвергалось приблизительно 5 кадастральных хольдов посевов картофеля, зараженные участки были разбросаны по территории величиной около 40 кат. хл. В Хедерваре было собрано 1580 экземпляров картофельного жука, 1651 его личинок, 337 куколок и 444 групповых отложений яиц. Этот очаг заразы возник очевидно вследствие занесения вредителя.

В 1948 году в окрестностях 12 населенных пунктов трех западных комитатов было обнаружено появление вредителя. Таблица 1 содержит данные местонахождений. Было установлено, что жуки во всех очагах откладывали яйца между 10—12 мая. Появление части очагов можно отнести к небольшим роям, прилетевшим вероятно в первой половине мая из Югославии.

В 1949 году только в окрестностях Петриккерестура, в комитате Зала, были найдены 3 группы яиц и 8 взрослых экземпляров вредителя. Географическое распространение очагов заразы до этого времени показывает приложенная карта.

В 1950 году в Венгрии не был обнаружен картофельный жук.

Среди обнаруженных групповых отложений яиц, самое большое число яиц в группе было 73, а самое меньшее 8, в 326 группах было в среднем по 32 яйца. На участках с посевами помидоров, которые находились между зараженными участками картофеля, не было обнаружено отложений яиц, а также не замечено вредительство.

Самки картофельного жука, при отложении яиц, были ведомы притяжения земли. Наибольшая продукция яиц одной самкой, наблюдаемой в лаборатории, была 13 групп (459 яиц) в течение 14 дней. На рисунке 1 показаны величина групп и время отложений.

Зависимость эмбрионального развития от температуры выражается следующим уравнением:

$$d = \frac{m}{2} (a^t - a^{-t})$$

где d обозначает число дней эмбрионального развития, m — кратчайшее время развития (4 дня), t — разница температуры во время развития от температуры, отвечающей кратчайшему времени развития (30°C), a — постоянная величина: 1,1408, характерная для кривой эмбрионального развития (2 рис.).

Щетинки, которые находятся на зубчиках яиц (рис. 3) очевидно являются чувствительными органами и не принимают участие в образовании бороздок. Эти бороздки не одинаковые и не соприкасаются (рис. 4).

Только что вылупившиеся личинки поедают скорлупу яйца. Если же препятствовать им в этом, они погибают.

Для развития личинок действительно правило Дюара (см. таблицу 2). На основании данных, полученных при измерении 100 личинок, выведенных в лаборатории и 100 личинок, собранных в очагах заражения, получены следующие индексы оболочки головы:

$$\frac{L_2}{L_1} 1,59 \quad \frac{L_3}{L_2} 1,52; \quad \frac{L_4}{L_3} 1,54$$

Время продолжительности отдельных стадий в лаборатории, приведено в таблице 3. Скорость развития отдельных индивидуумов из одной и той же группы яиц весьма варьирует. Эти отклонения от нормального времени развития, могут достигнуть 16—25% времени полного цикла развития (рис. 5 и 6).

Личинки, которых кормили листьями картофеля сорта Элла, в среднем поедали около 30 см² на одну личинку. Самое меньшее количество листьев, которое одна личинка съела, было 23,6, а самое большое количество 35,4 см². Величина поверхности листьев, которую личинки поедали во время отдельных стадий, представлена в таблице 4. Данные поедаемости листьев личинками обрзотаны на графиках 7 и 8 рисунков. Рисунок 7 содержит данные, высчитанные из затраты корма для двух личинок, а рисунок 8 для

одной личинки. Личинки жадно поедают также и разрезанные картофелины, но вскоре погибают на них. Зерна крахмала и стенки клеток целлюлозы проходят без изменений через кишечный канал личинки, значит, в ее пищеварительных соках нет ни диастазы, ни целлюлозы.

В очаге заражения в Гедерваре, в глинистой почве, глубина на которой помещались куколки в земле, приведено в таблице 5. Максимальное расстояние куколок от клубней картофеля, было 35 см. Время сплodia куколки продолжалось в лаборатории, при средней дневной температуре 22—23,5°C, 7—8 дней, а при температуре 25—27°C, 5,5—6 дней.

Имаго приобретает окраски во времени от 16—20 часов. Было определено, что для окончательного отвердевания хитиновой оболочки (покрова) имаго, и в связи с этим для достижения способности летания, необходимо какое-то вещество в составе пищи. Это вещество находится в листьях картофеля, помидоров, *Solanum dulcamara*, а также в клубнях картофеля. Это неизвестное вещество не разлагается до температуры 20°C.

Самцы, при лабораторном выращивании, 5—6 дней после выхода из земли, начинают оплодотворение и самки самое ранее через 6 дней начинают откладывать яйца. Жуки, которых кормили исключительно картофельными клубнями, также откладывали нормальные яйца. В их кишечном канале нет диастазы, крахмальные зерна проходят через него без коррозии.

Среди причин, вызывающих промежуточную паузу в развитии, одной из самых важных является то, что листва стареет и делается менее пригодной для пищи. При опытах зимовки на открытой почве, жуки забирались в землю максимально до 17 см. глубины (в глинистой почве), большинство их оставалось на глубине 12—15 см. Весной первые жуки вылезали из земли в Честреге (на карте деревня № 10) 7-го апреля. В Надьпали (на карте деревня № 5—8) до 15-го апреля 60% жуков вышло на поверхность. Температура во второй половине марта и первой половине апреля, на этой территории, не отклонялась в значительной степени от многолетней средней температуры.

В Венгрии, кроме картофеля, полноценными растительными хозяевами для этого паразита являются баклажаны и *Solanum dulcamara* L. В виде временной пищи могут служить помидоры, *Lycium halimifolium* Mill., *Datura stramonium* L. а при случае *Atropa belladonna* L. и *Hyoscyamus niger* L. На перце, табаке и *Petunia* и *Solanum nigrum* L. вредитель не встраивается.

При средней дневной температуре от 19—24°C, время развития одной генерации, в среднем, 50 дней. В условиях Венгрии нужно считаться с двумя генерациями.

Природными врагами жука, известные до сих пор, являются: личинки *Nabis* (*Reduviolus*) *rugosus* L. и *Chrysopa vulgaris* Schneid.

При помощи порошкообразных средств для дезинсекции на основе DDT и HCN и с дезинсекцией почвы угольным сульфидом, полевые отряды Венгерской службы здравоохранения растений, под научным руководством Института для защиты растений, получили отличные результаты в борьбе с вредителем, о чем свидетельствует то обстоятельство, что вблизи старых очагов заразы никогда больше не появлялись новые очаги и что значительное вредительство нигде не было обнаружено.

BEOBACHTUNGEN ÜBER DEN KOLORADOKÄFER IN UNGARN

T. Jermy

Zusammenfassung

In Ungarn wurde der Koloradokäfer (*Leptinotarsa decemlineata* SAY) zum ersten Male am 19. Juli 1947 in der Nähe der Ortschaft Hédervár im Komitate Győr gefunden. Hier waren ungefähr 5 kat. Joch Kartoffeln (1 kat. Joch = 0,575 ha) infiziert, wobei die infizierten Felder auf ein Gebiet von insgesamt 40 kat. Joch versprengt waren. Bei Hédervár wurden 1580 Käfer, 1651 Larven, 337 Puppen und 444 Eigelege gesammelt. Dieser Infektionsherd war wahrscheinlich als die Folge einer Einschleppung entstanden.

Im Jahre 1948 trat der Schädling in drei westlichen Komitaten Ungarns, in der Nähe von 12 Ortschaften auf. Die Daten der Fundorte sind aus Tabelle 1 ersichtlich. Es wurde festgestellt, dass die Käfer ihre ersten Eier an sämtlichen Herden zwischen dem 10. und 20. Mai abgelegt hatten. Ein Teil der Herde darf wahrscheinlich auf kleinere, in der ersten Hälfte des Monats Mai aus Jugoslawien eingeflogene Schwärme zurückgeführt werden.

Im Jahre 1949 wurden alles in allem nur an einem einzigen Ort, in der Nähe der Ortschaft Petrikeresztúr im Komitate Zala, 3 Eigelege und 8 Käfer gefunden. Die geographische Lage der bisherigen Fundorte des Koloradokäfers in Ungarn ist auf beiliegender Landkarte eingezeichnet.

Im Jahre 1950 wurden in Ungarn keine Koloradokäfer beobachtet.

Bei den im Freien gesammelten Eigelegen bestand das kleinste aus 8, das grösste aus 73 Eiern, der Durchschnitt von 326 Eigelegen betrug 32 Eier. Auf zwischen infizierten Kartoffelfeldern gelegenen Tomatenparzellen waren keine Eier vorhanden und es zeigten sich auch keine Schäden.

Die Weibchen werden bei der Eiablage vom Gefühl für die Gravitation geleitet. Die im Laboratorium beobachtete grösste Eierproduktion betrug bei einem Weibchen 13 Eigelege (459 Eier) während 14 Tage. Abbildung 1 zeigt die Grösse der Eigelege und den Zeitpunkt des Ablegens.

Die Abhängigkeit der embryonalen Entwicklung von der Temperatur wird durch die Gleichung

$$d = \frac{m}{2} (a^T + a^{-T})$$

ausgedrückt, wobei d die Zahl der Tage, m die kürzeste Entwicklungszeit (4 Tage), T die Temperatur in Graden der zur kürzesten Entwicklungszeit gehörenden Temperatur (30°C) darstellt. Der Wert der die Kurve charakterisierenden Konstante a beträgt 1,1408. (Abb. 2.)

Die auf den Eierzähnen sich befindlichen Borsten (Abb. 3) sind wahrscheinlich Fühlorgane, die am Durchstossen und Aufreissen der Eierschale nicht teilnehmen. Die in der Eierschale entstandenen Risse sind nicht gleich lang und stehen miteinander nicht in Verbindung. (Abb. 4.)

Die ausgekrochenen Larven essen die Eierschalen auf. Werden sie daran gehindert, so gehen sie zugrunde.

Die Dyar-Regel hat für die Entwicklung der Larven Geltung. (Tabelle 2.) Bei der Messung von je 100 aus der Zucht im Laboratorium bzw. von im Freien gesammelten Larven ergaben sich auf Grund der erhaltenen Daten für die Entwicklung der Kopfkapsel folgende Indexzahlen:

$$\frac{L_2}{L_1} = 1,59, \quad \frac{L_3}{L_2} = 1,52, \quad \frac{L_4}{L_3} = 1,54.$$

Die im Laboratorium beobachtete Zeitdauer der einzelnen Larvenstadien ist aus Tabelle 3 ersichtlich. Die Entwicklungsgeschwindigkeit der aus einem Eigelege sich entwickelnden Tiere kann sehr verschieden sein. Die Abweichung bei dem Erscheinen der Käfer kann bis zu 16–25% der Gesamtentwicklungszeit betragen. (Abbildungen 5 und 6.)

Die mit Blättern von Ella-Kartoffeln gefütterten Larven verzehrten im Durchschnitt rund 30 cm^2 Blattfläche. Der kleinste Wert betrug $23,6$, der grösste war $33,4 \text{ cm}^2$. Über die Grösse der in den einzelnen Stadien verzehrten Blattfläche gibt Tabelle 4 Auskunft. Die Daten des auf eine Larve entfallenden Blattverbrauches pro Stunde sind in den Abbildungen 7 und 8 aufgearbeitet. Abbildung 7 enthält die aus dem Futterverbrauch von zwei Larven, Abbildung 8 die aus dem von einer Larve berechneten Daten. Die Larven verzehren auch gierig die in Scheiben geschnittenen Kartoffelknollen, doch gehen sie bald ein. Die Stärkekörnchen und die Zellulose-Zellwände gehen unverändert durch den Darmkanal der Larve hindurch, es ist also in ihren Verdauungssäften weder eine Diastase noch eine Zellulase vorhanden.

Im Infektionsherd bei Hédervár — auf Lehm Boden — zeigten die Puppenkammern eine Tiefe, deren Verteilung aus Tabelle 5 ersichtlich ist. Die Puppenkammern befanden sich im Maximum 35 cm weit von den infizierten Kartoffelstauden entfernt. Die Dauer des Puppenstadiums betrug bei der Zucht im Laboratorium bei einer mittleren Tagestemperatur von $22\text{--}23,5^\circ \text{C}$ 7–8 Tage, bei $25\text{--}27^\circ \text{C}$ hingegen 5,5–6 Tage.

Die Ausfärbung der Imagines geht während 16–20 Stunden vor sich. Es wurde festgestellt, dass zum völligen Festwerden des Chitinpanzers der Imagines und — im Zusammenhang damit — zum Erreichen der Flugfähigkeit es eines bestimmten Stoffes im Futter bedarf. Dieser Stoff ist im Blatte der Kartoffel, der Tomate, des Bittersüss (*Solanum dulcamara* L.) und im Knollen der Kartoffel enthalten. Der unbekannte Stoff bleibt auch bei einer Temperatur von 120°C wirksam.

Bei Zuchtversuchen im Laboratorium kopulierten die Männchen 5–6 Tage nach ihrem Hervorkriechen aus der Erde, die Weibchen begannen frühestens nach 6 Tagen Eier zu legen. Auch die ausschliesslich mit Kartoffelknollen genährten Käfer legten normale Eier. In ihrem

Darmkanal ist keine Diastase vorhanden, die Stärkekörnchen passierten den Darmkanal ohne jegliche Korrosion.

Unter den die Diapause hervorrufenden Gründen spielt das Altern der Kartoffelblätter eine sehr wichtige Rolle. Bei Überwinterungsversuchen im Freien verzogen sich die Käfer in eine Tiefe von maximal 17 cm (in Lehm Boden), ihr grösster Teil befand sich 12—15 cm tief. Im Frühling tauchten die ersten Käfer in Csesztreg (s. Landkarte Ortschaft No. 10) am 7. April auf. In Nagypáli (s. Landkarte Ortschaft No. 5—8) gelangte bis zum 15. April 60% der Käfer an die Oberfläche. Die Temperatur in der zweiten Hälfte März und der ersten Hälfte April wich in diesen Gebieten nicht wesentlich vom langjährigen Durchschnitt ab.

In Ungarn kann ausser der Kartoffel auch *Solanum melongena* L. und *Solanum dulcamara* L. als vollwertige Wirtspflanze betrachtet werden. Als vorübergehende Nahrung kann die Tomate, *Lycium halifolium* Mill., *Datura stramonium* L., eventuell auch *Atropa belladonna* L. und *Hyoscyamus niger* L. dienen. Auf Paprika, Tabak, auf der Petunie und auf *Solanum nigrum* L. kann sich der Schädling nicht entwickeln.

Bei einer Tagestemperatur von durchschnittlich 19—24 °C beträgt die Entwicklungsdauer einer Generation im Durchschnitt 50 Tage. In Ungarn muss mit zwei Generationen im Jahr gerechnet werden.

Als natürliche Feinde wurden beobachtet: die Larven von *Nabis* (*Reduviolus*) *rugosus* L. und *Chrysopa vulgaris* SCHNEID.

Die Schutzabteilungen des Ungarischen Pflanzengesundheitsdienstes verrichteten unter der wissenschaftlichen Leitung des Forschungsinstitutes für Pflanzenschutz durch Anwendung von DDT und HCH enthaltenden Insektiziden und durch Desinfektion des Bodens mit Schwefelkohlenstoff hervorragende Arbeit, was auch dadurch bewiesen wird, dass die neuen Herde nie in der Nähe der vorjährigen entstanden und dass nirgends wesentliche Schäden auftraten.

OBSERVATIONS ON THE COLORADO BEETLE IN HUNGARY

T. Jermy

Summary

The Colorado beetle was found for the first time in Hungary in the environment of Hédervár in the vicinity of the Western boundary in 1947, on the 19th of July. An infested area of about 5 cadastral acres was scattered about on 40 cadastral acres (1 acre = 0.575 ha) and 1580 adults, 1651 larvae, 337 pupae and 444 clusters of eggs were found on it.

In 1948 the pest appeared in 12 communes of the South-Western part of the country. In 1949 it was found in an insignificant number in a single place only, and in 1950 no beetles at all were found.

The number of eggs in the egg-clusters varied from 8 to 73. The average was 32. The females were led when depositing their eggs by the perception of gravitation.

The bristles located on the egg-teeth are presumably tactile organs which play no role in the piercing or slitting of the egg-shell.

The Dyar rule referring to the development of larvae is valid. (T. 2.)

Data referring to duration of larval instars are recorded on Table 3.

The leaf consumption of larvae is shown in figs. 4, 7, 8. Table 5. presents data referring to depths of pupal case locations.

A definite substance ingested with food is needed for hardening the chitins shell; this substance is to be found in the leaves of potatoes, tomatoes, of the *Solanum dulcamara* L. and in potato tubercles. This substance remains efficacious even after heating at 120° C.

Males in the laboratory mated 5—6 days after their development, and females deposited eggs earliest 6 days after hatching. Insects fed on potato tubercles laid also normal eggs.

Hibernating depths are 12—15 cm deep on the average (clayey soil).

The natural parasites of this pest as observed in Hungary are: the larvae of the *Nabis* (*Reduviolus*) *rugosus* L. and of the *Chrysopa vulgaris* Schneid.

The Hungarian Service for Plant Protection under the scientific direction of the Hungarian Research Institute for Plant Protection achieved, by means of insecticides containing DDT and HCH, satisfactory results in the control of the Colorado beetle. Carbon disulphide was used for disinfecting the soil.