

# Borov četnjak gnjezdar (*Cnethocampa pityocampa* Schiff.)

---

**Androić, Milan**

*Source / Izvornik:* **Glasnik za šumske pokuse: Annales pro experimentis foresticis, 1957, 13, 351 - 459**

**Journal article, Published version**

**Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:317564>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-10-20**



*Repository / Repozitorij:*

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



Dr. MILAN ANDROIĆ:

## BOROV ČETNJAK GNJEZDAR

(*Cnethocampa pityocampa Schiff.*)

*Biološko-ekološka studija*

### LA PROCESSIONNAIRE DU PIN

(*Cnethocampa pityocampa Schiff.*)

*Étude biologique et écologique*

#### SADRŽAJ — SOMMAIRE

##### Uvod — Introduction

Kratak osvrt na gospodarsko značenje borovih sastojina — *Bref aperçu sur l'importance économique des peuplements du Pin.*

##### Historijski dio — Historique

Sistematske i morfološko anatomske studije — *Études systématiques et morphologiques-anatomiques*

1. Mjesto u sistematici i morfologija — *Place dans la systématique et morphologie*
2. Genitalni organi — *Organs génitaux*
3. Varijeteti — *Variétés*
4. Jaja — *Oeufs*
5. Gusjenice — *Chenilles*
6. Kukuljice — *Chrysalides*

##### Biologija — Biologie

1. Općenito — *En général*
2. Vrste drveća koje napada borov četnjak — *Espèces attaquées par la Processionnaire du Pin*

##### Rasprostranjenje — Répartition

1. Općenito — *En général*
2. U Jugoslaviji — *En Yougoslavie*

##### Ekološka istraživanja — Recherches écologiques

1. Svrha istraživanja — *But des recherches*
2. Metode istraživanja. — *Méthodes des recherches*
  - a) Laboratorijska istraživanja — *Essais effectués en laboratoire*
  - b) Terenska istraživanja — *Essais dans la nature*
  - c) Kratak opis kultura — *Description brève des cultures*
3. Laboratorijska istraživanja — *Essais effectués en laboratoire*
  - a) Utjecaj konstantnih temperatura na razvoj gusjenica — *Influence des températures constantes sur le développement des chenilles*
  - b) Utjecaj sunčanog svjetla na razvoj gusjenica — *Influence de la lumière solaire sur le développement des chenilles*

- c) Utjecaj grupe na razvoj gusjenica — *Effet de groupe sur le développement des chenilles*
  - d) Gladovanje gusjenica — *Inanition des chenilles*
  - e) Utjecaj konstantnih temperatura na trajanje života leptira — *Influence des températures constantes sur la durée de la vie des papillons*
  - f) Protandrija ili protoginija? — *Protandrie ou protogynie?*
  - g) O sposobnosti leta leptira — *Capacité du vol des papillons*
  - h) Utjecaj konstantnih temperatura na jaja — *Influence des températures constantes sur les oeufs*
  - i) O razvoju kukuljica — *Sur le développement des chrysalides*
4. Terenska istraživanja — *Essais dans la nature*
- a) Odrđivanje gradološke krivulje — *Construction de la courbe gradologique*
  - b) Koincidencija u pojavi leptira muškog i ženskog spola — *Coincidence dans l'apparition des papillons mâles et femelles*
  - c) Uloga klime u postanku ekoloških rasa — *Rôle du climat dans la génèse des races écologiques*
  - d) Klima i gradacije — *Climat et gradations*
  - e) Utjecaj klime na razvoj gusjenica — *Influence du climat sur le développement des chenilles*
  - f) Patogeni mikroorganizmi — *Microorganismes pathogènes*
  - g) Paraziti i njihova uloga u masovnoj pojavi  etnjaka — *Parasites et leur rôle dans l'apparition en masse*
  - h) Sterilitet jaja — *Stérilité des oeufs*
  - i) Masovna pojava i tlo — *Apparition en masse et le sol*
  - j) Biotiĉki potencijal — *Potentiel biotique*

\*Zakljuĉci — *Conclusions*

\*Literatura — *Litt rature* — *R sum *

Radnja primljena na štampanje 21. VI. 1954.

## UVOD — INTRODUCTION

Kada je 1950. godine pokušano prvi puta suzbijanje borova četnjaka gnjezdara zamagljivanjem iz aviona u Hrvatskom Primorju na otoku Cresu, vršio sam entomološka opažanja i kontrolu uspjeha u borovim kulturama *Vrana* i *Niska*. Tom prilikom primijećeno je, da se i pored toga, što je borov četnjak veoma raširen na jadranskom području, veoma malo zna o njegovim biološkim karakteristikama i ekološkim faktorima, koji utjeĉu na njegov razvoj i masovnu pojavu.

Podaci strane literature, iako ne malobrojni, odnose se uglavnom na njegovu morfologiju i donekle biologiju, a podaci o njegovoj ekološkoj valenciji veoma su oskudni. Pa i u tim radovima bilo je mnogo podataka nejasnih i kontradiktornih, a u svakom sluĉaju malo primjenljivih za naše područje. Zato sam prihvatio savjet prof. dra. Kovaĉevića, koji je pratio moj rad na Cresu, da riješim pitanje biologije ovoga štetnika kod nas, a naroĉito da obradim najvaŹnije ekološke faktore, koji odreĉuju njegovu ekološku valenciju. Pritome smo imali u vidu, da bi rješenje ovoga problema pomoglo pronalaženju praktiĉnijih

mjera za suzbijanje ovoga štetnika od onih, koje su se do toga vremena upotrebljavale. Rad na ovome problemu donio mi je niz teškoća. Život ovoga insekta odvija se skriveno u svim fazama njegova razvoja. Leptiri letě noću, gusjenice žive u zajedničkim zaprecima, gdje borave danju, a izlaze na hranjenje samo noću. Zakukuljuju se u zemlji. Sa pravom je istaknuti francuski entomolog i istraživač Fabre rekao o ovome štetniku: »*Tout n'est pas rose dans la recherche de la vérité sur le dos de la Processionnaire*«. Mislio je pritome na neugodnosti pri radu, koje prouzrokuju »otrovne dlačice«, koje su vjerojatno odvratile mnoge naučne radnike, da se dublje pozabave proučavanjem toga štetnika.

Laboratorijske radove i užgoj štetnika vršio sam u Zavodu za entomologiju Polj. šumarskog fakulteta u Zagrebu: Terenska istraživanja vršio sam 1950.—1954. god. na otoku Cresu. Nekoje pokuse o uticaju konstantnih temperatura na razvoj gusjenica izvršio sam u Zavodu za primijenjenu entomologiju prof. P. Vayssièrea u Parizu za vrijeme moje jednogodišnje specijalizacije u Francuskoj.

Za cijelo vrijeme moga rada prof. dr. Kovačević živo se interesirao za sve probleme i davao mi pritome dragocjene savjete.

Prof. Vajda učinio je isto, naročito u obradi klimatskih utjecaja na pojavu ovoga štetnika.

Prof. Vayssièrea mi je veoma susretljivo stavio na raspolaganje uređaj i biblioteku svoga laboratorija i time omogućio izvršenje nekih laboratorijskih pokusa. Korisne savjete za prepariranje spolnih organa dao mi je P. Viette, asistent u Zavodu za entomologiju u Parizu. Determinaciju tahine *Sarcophaga haemorrhoidalis* Faller izvršio je prof. Seguy u Parizu. Parazita *Conomorium eremite* Forster, koji parazitira kukuljice odredio je M. Stefan asistent u Zavodu za entomologiju u Parizu (Entomologie agricole coloniale, Paris).

Na terenu mi je mnogo pomogao vrijedni suradnik Ivan Plišić, nadlugar na otoku Cresu, koji mi je pomogao kod fenoloških opažanja i pribiranja materijala.

Šumarski odjel Polj. šumarskog fakulteta u Zagrebu pokazao je veliko razumijevanje za moj rad i financijski omogućio izvođenje nekih pokusa. Materijalno su me pomogli u radu i bivša Glavna uprava za šumarstvo u Zagrebu, kao i bivše Šumsko gospodarstvo »Viševica« u Rijeci.

Kod izrade slika i grafikona pomogao mi je crtač Zavoda za entomologiju Budaj Vlado.

Svima onima, koji su me u radu pomogli, izričem ovdje duboku zahvalnost.

KRATAK OSVRT NA GOSPODARSKO ZNAČENJE  
BOROVIH SASTOJINA — BREF APERÇU SUR L'IM-  
PORTANCE ÉCONOMIQUE DES PEUPLEMENTS  
DU PIN

Uz sve novije pokušaje i metode ozelenjavanja golih kraških površina, pošumljavanje raznim vrstama borova, a naročito crnim i alepskim borom, daje još uvijek vrlo dobre rezultate.

Donosimo ovdje nekoliko podataka\* o borovim sastojinama u Jugoslaviji i NR Hrvatskoj, iz kojih se može vidjeti značenje ovih vrsta drveća, koje pored prednosti za pošumljavanje našega Krša zbog svojih šumsko-uzgojnih svojstava imaju i ekonomsko značenje.

Tabela br. 1 pokazuje nam površine, koje zapremaju razne vrste borova u pojedinim republikama.

*Površine, koje zapremaju razne vrste borova u pojedinim republikama*

*Superficies occupées par différentes espèces du Pin noir dans les Républiques yougoslaves*

Tab. 1

Républika République	Površina u ha — Superficie en ha			Ukupno Total ha
	Crni bor Pin noir	Bijeli bor Pin sylvestre	Alepski bor Pin d' Alep	
Srbija				20.000
Hrvatska	8.216	1.757	12.809	22.782
Slovenija	10.000	30.000		40.000
Bosna i Herc.				182.807
Crna Gora				17.020
Makedonija				14.665
Sveukupno — Total				297.274

Prema podacima iz 1951. god., u NR Hrvatskoj uključivši i teritorij Istre, iznosi broj borovih stabala iznad 30 cm pp:

Crni bor . . . . . 525.640 stab.

Bijeli bor . . . . . 94.807 „

Alepski bor . . . . . 332.800 „

Ukupno . . . . . 953.247 stab.

na površini od 11.581 ha.

\* Podaci dobiveni od biv. Min. šum. NRH 1952. g.

Tabela br. 2 daje nam pregled borovih stabala iznad 30 cm pp. u NR Hrvatskoj, po šumskim gospodarstvima.

*Nombre de tiges > 30 cm de diamètre à hauteur d'homme par entreprise forestière*

Tab. 2

Šum. gospodarstvo Entreprise forestière	Broj stabala iznad 30 cm pp. Nombre de tiges > 30 cm de diamètre à hauteur d'homme			Svega Total	Površina Superficie ha
	Crni bor Pin noir	Bijeli bor Pin sylvestre	Alepsi bor Pin d' Alep		
Š. G. Dalmacija	323.251		332.500	655.751	4.357
Š. G. Viševica	51.459	403	300	52.162	3.252
Š. G. Šamarica	58.640			58.640	690
K. N. O. Drniš	14.000			14.000	143
K. N. O. Rijeka	44.813			44.813	812
K. N. O. Delnice	190			190	21
Š. G. Kapela	30.666	70.985		101.651	1.922
Š. G. Garjevica	2.622	23.419		26.041	384
Svega - Total	525.641	94.807	332.800	953.248	11.581

Iz te tabele vidljivo je, da od ukupnog broja borovih stabala oko 80% otpada na područje Hrv. Primorja i Dalmacije.

Najveći dio iskazanih borovih šuma, dakle, nalazi se na krševitom i plitkom tlu, na strmim i često buri izloženim položajima. One tu služe kao zaštita tlu od stvaranja goleti, kao burobrani pojasevi ili za uljepšavanje mjesta i okolice. No u nekim slučajevima ne smijemo zanemariti i njihovo ekonomsko značenje. Znatni prihod iz borovih šuma daje smola. Samo u jednom periodu od 4 godine dobilo se u Hrvatskoj 24.808 kg smole, a odavle 2.893 kg terpentina i 19.168 kg kolofonija. No to je još daleko od toga, da podmiri potrebe, koje su prije rata iznosile za Jugoslaviju: 2 milijuna kg kolofonija i 400.000 kg terpentinskog ulja. Ovome treba još dodati nekoliko hiljada kila borova sjemena i milijunske brojeve borovih biljaka potrebnih za pošumljavanje.

Za pošumljavanje krša kod nas dolaze u obzir uglavnom crni i alepski bor.

CRNI BOR (*Pinus nigra* Arn. var. *austriaca* Hoess) od svih borova najbolje podnosi nepovoljne prilike, koje na kraškim terenima vladaju u pogledu klime i tla. Pošumljavanjem tih terena ovom vrsti postiže se relativno brzo obogaćivanje tla organskim supstancama i kompletna zaštita tla. Ipak, zbog relativno slabe kvalitete drva, zbog opasnosti od požara, kojoj su izvrgnute, kao i zbog opasnosti, koja im prijete od gljiva i štetnika, predstavljaju borove kulture tek prelazni oblik, pa se već prije 30. godine starosti (to vrijeme zavisi o prilikama) mora misliti na konverziju i, gdje je god to moguće, unositi na popravljeno tlo pogodne listače.

ALEPSKI BOR (*Pinus halepensis* Mill.) dolazi kod nas u mediteranskoj zoni prirodno (srednja Dalmacija), a u Hrv. Primorju je umjetno unesen (*Petračić*, 1925). U pogledu tla ima iste zahtjeve kao i crni bor. Slabije podnosi vjetar i posolicu. Bogatiji je smolom od crnoga bora. Kora mu se upotrebljava za bojenje ribarskih mreža.

Najrašireniji i najznačajniji štetnik svih vrsta borova jest borov četnjak gnjezdar, pa njegovo proučavanje s obzirom na prije navedene činjenice, ima za naše jadransko područje naročito značenje.

## HISTORIJSKI DIO — HISTORIQUE

Borov. četnjak gnjezdar (*Cnethocampa pityocampa* Schiff.) spominje se već u najstarija vremena, istina, ne kao šumski štetnik, već zbog svojih »otrovnih dlačica«, koje su zbog toga što izazivaju upalu sluznica i urtikariju na koži, predstavljale veliku neugodnost za ljude i stoku, koja bi u napadnutim šumama boravila. Tako 200 godina prije naše ere (*Lapie*, 1923) *Dioskorid*, a zatim 20 godina p. n. e. *Plinije* navode, da je taj štetnik raširen u borovim šumama mediteranskih krajeva.

Biologiju četnjaka gnjezdara proučavali su *Francuzi*: *Réaumur* i poslije *Fabre* (1922), koji je dao dosada najpotpuniji prikaz u tome pogledu. *Dufrenoy* (1921) je opisao bolesti, koje na gusjenicama ovoga leptira uzrokuju bakterije.

U Njemačkoj su ga opisali šumarski entomolozi: *Altum* (1851), *Ratzeburg* (1840), *Müller* (1887) i *Judeich-Nitsche* (1895). Opis i biologiju ovoga štetnika nalazimo također u udžbenicima šumarske entomologije od *Barbeya* (1925), *Cecconija* (1924), *Della Baffe* (1922) i dr. O otrovnosti dlačica četnjaka postoje značajni medicinski radovi *Weidnera* (1937) i *Lapiea* (1923). O broju jaja, o otrovnim dlakama i unutrašnjim spolnim organima ženki pisao je *Scheidter* (1934).

U novije vrijeme bave se u Francuskoj proučavanjem ekoloških faktora, koji djeluju na borova četnjaka gnjezdara *Grison* i *Biliotti* (posljednji proučava parazite). Virusnu bolest gusjenica opisao je u najnovije vrijeme *Vago* (1953).

Mnogo više od bioloških, odnosno ekoloških problema obrađeni su u literaturi problemi njegova suzbijanja. Na tome polju

istakli su se naročito Talijani: *Binaghi* (1947), *Antonigiovanni* (1947), *Furlani* (1946), *Tirelli* (1951), *Pepe* (1951) *Pavan* (1951) i *Tiraboschi* (1952), a od Francuza *Grison* i *Biliotti* (1952—1954.).

Naša literatura o borovu četnjaku gnjezdaru naročito je oskudna. U Šumarskom listu objavljen je jedan članak *Radčenka* (1927), u kome je autor donio opis ovoga štetnika i neka opažanja o biologiji i utjecaju klime na njegovu masovnu pojavu. Nešto više podataka o njegovoj pojavi u primorskim krajevima objavio je *Langhoffer* (1927). *Beltram* (1947) je pisao o posljedicama, koje svojim brštenjem prouzrokuju gusjenice na borovim stablima. *Kovačević* (1947) i (1949) je objavio u Šumarskom listu dva članka o značenju jajnih parazita za masovnu pojavu štetnika, i tom prilikom spominje neke jajne parazite i hiperparazite kod borova četnjaka gnjezdara. *Vajda* (1946) je u istom časopisu donio pregled borovih sastojina napadnutih te godine u NR Hrvatskoj od toga štetnika. U Sloveniji su pored *Beltrama* o njemu pisali *Barić* (1951) i *Kafol* (1951), a u Srbiji *Žvojinović* (1948).

#### SISTEMATSKE I MORFOLOŠKO-ANATOMSKE STUDIJE — ÉTUDES SYSTEMATIQUES ET MORPHOLOGIQUES-ANATOMIQUES

##### 1. Mjesto u sistematici i morfologija — Place dans la systématique et morphologie

Dugo vremena nije bilo jasno određeno mjesto leptira borova četnjaka gnjezdara u sistematici. *Ratzeburg* (1840) je uvrstio *Cnethocampa pityocampa* zajedno sa leptirima *C. processionea* i *C. pinivora* među noćne leptire roda *Phalaena* Linn., podrod *Bombyx* Linn. Klasifikacija unutar toga roda temeljila se više ili manje na nekim biološkim svjostvima. Tako je na pr. isti autor spomenuta tri leptira i *Gastropacha lanestris* i *neustria* uvrstio među leptire, kojih gusjenice imaju ove karakteristike: a) žive na lišću ili iglicama; b) imaju 14—16 nogu bez bradavica i zakukuljuju se u čvrstom kokonu; c) gusjenice žive u nepotpunim ili potpunim zajednicama.

Kasniji autori: *Altum*, *Judeich-Nitsche*, *Wolf-Krausse* i dr. svrstali su četnjake u familiju *Bombycidae*. Još prije toga vremena, sve vrste, koje danas ubrajamo u familiju *Thaumetopoeidae*, svrstao je *Hübner* (1822) u rod *Thaumetopoea*. *Stephens* (1828) — cit. *Agenjoa*, je te vrste ujedinio u rod *Cnethocampa* familije *Notodontidae*. Tek 1900. god. izdvojena je posebna familija *Thaumetopoeidae*: U tu familiju uvrstili su borova četnjaka gnjezdara *Strand* (1913), *Della Beffa* (1931) i dr., a ovu klasifikaciju prihvatili su i neki noviji autori (*Agenjo*, 1941). No



još uvijek toj porodici palearktičkih leptira, srodnih s jedne strane Lymantridama, a s druge strane Lasiocampidama, čini se, i danas nije nađeno sigurno mjesto u sistematici. Tako *Herbulot* (1948) izričito kaže, da nema karakteristika, koje bi dopuštale, da se odijeli porodica *Thaumetopoeidae* od porodice *Ceruridae*. On dijeli *Ceruridae* (= *Notodontidea*) u 18 rodova, od kojih je jedan *Thaumetopoea* Hb. (= *Cnethocampa* Steph.).

*Bourgogne* (1952) je postavio ovu klasifikaciju:

Red: *Lepidoptera*

Podred: *Heteroneura*

Odio: *Dytrisia*

Nadporodica: *Noctuoidea* Mosher

Porodica: *Notodontidae* Stephens, (*Ceruridae* Hamps)

Grupa: *Thaumetopoeinae* Aurivillius

Rod: *Thaumetopoea*

*Agenjo* (1941), autor odlične monografije o *Thaumetopoeidae* izdvojio je pod tim imenom posebnu porodicu, koju ćemo prema istome autoru ukratko opisati.

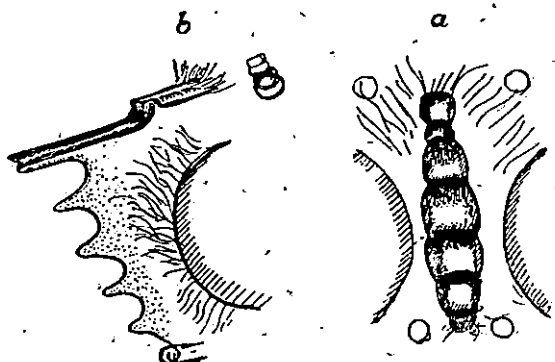
*Ticala* kratka, jedva dostižu polovinu ruba prednjih krila. Dvostruko su češljasta i kod ženke mnogo šira. Čelo snabdjeveno hitinskom krijestom, koja može biti nazubljena ili glatka (*cantus*). Oči bez ocela. Rilo atrofirano. Palpe karakteriziraju 2 članka, od kojih je prvi veći. Toraks je obrastao dlakama. Prednje noge imaju dobro razvijenu epifizu, koja je kod ženki jača nego kod mužjaka. Neke vrste imaju na unutrašnjoj prednjoj strani tibije zub, a neke su bez toga zuba (vidi sl. 3). Srednje noge sa 2, a stražnje samo sa 1 parom mamuza. Abdomen je kod mužjaka koničan i obrastao žutim dlačicama. Kod ženke je snabdjeven ljuskama, kojima oblaže jaja. Forma tih ljusaka je karakteristična za pojedine vrste.

Sistem žila sličan je onome kod *Notodontida*. Subkostalna žila prednjih krila izdvaja se iznad ostalih nešto iza baze i završava na kostalnom rubu u 2/3 njegove dužine. Radius se grana na ovaj način:  $R_1$  se odvaja nešto prije vrha medijalnog polja.  $R_5$  na jednakoj udaljenosti eksternog ruba i vrha medijalnog polja.  $R_2$  je bliži bazi  $R_3$  nego onoj od  $R_3$  i  $R_4$ . Ove posljednje završavaju na jednakoj udaljenosti iznad apeksa odnosno ispod njega.  $M_1$  nastaje na samom radijusu.  $M_2$  je jednako udaljena od  $M_1$  i  $M_3$ .  $Cu_1$  je bliža  $M_3$ , a više udaljena od  $Cu_2$ . Posteriorni cubitus se slabo opaža. Analne žile su blizu jedna drugoj i spajaju se na 1/3 dužine počevši od baze.

Kod stražnjih krila  $Sc$  se u prvoj trećini dužine približava medijalnom polju.  $R$  i  $M_1$  se odvajaju u 2/3 dužine računajući od svršetka medijalnog polja.  $M_2$  slabo markantna jednako je udaljena od  $M_1$  i  $M_3$ .  $Cu_1$  je također spojena sa granom dviju prednjih počevši od celule, no ipak više prema bazi. Analne žile su u polju slobodne.

Kao obično mužjaci su manji od ženki. Prednja krila mužjaka su sive boje ukrašena sa 3 poprečne linije i diskoidalnom mrljom. Boja krila kod ženke je nešto svjetlija, a poprečne linije i mrlja manje markantne. Stražnja krila su bijela i imaju analnu mrlju crne boje. Donja strana prednjih krila kod oba spola je jednoliko siva, kod stražnjih bijela.

Vanjski spolni organi mužjaka iz ove familije su veoma karakteristični. *Uncus* sa *subuncusima* nalazi se okomito na *tegumentu* ili formirajući sa njime oštri kut. *Tegument* je dobro razvijen a *saccus* bez nekih naročitih karakteristika. *Paramere* su bez *harpa* osim kod dviju vrsta, gdje su one rudimentarne. *Aedeagus* je tipičan za familiju, ali ne i za pojedine vrste. *Fultura* je različitog oblika i karakteristična za svaku vrstu, pa je uz *paramere* veoma važna za klasifikaciju.



Sl. — Fig. 2. Cantus hrastova četnjaka: a) izgled jeda, b) izgled sa strane (poveć. 20X) — Cantus de la Processionnaire du Pin: a) vue d'avant, b) vue latérale (aggrand. 20X)



Sl. — Fig. 2. Cantus hrastova četnjaka: a) izgled sprijeda, b) izgled sa strane (poveć. 20X) — Cantus de la Processionnaire du Chêne: a) vue d'avant, b) vue latérale (aggrand. 20X)

Vanjski spolni organi ženki su bez naročitih karakteristika. Gledani izvana imaju oblik heksagona, koji formira IX tergiti i sterniti, koji variraju kod pojedinih vrsta, pa su uz analne ljuške veoma važni za determinaciju vrsta.

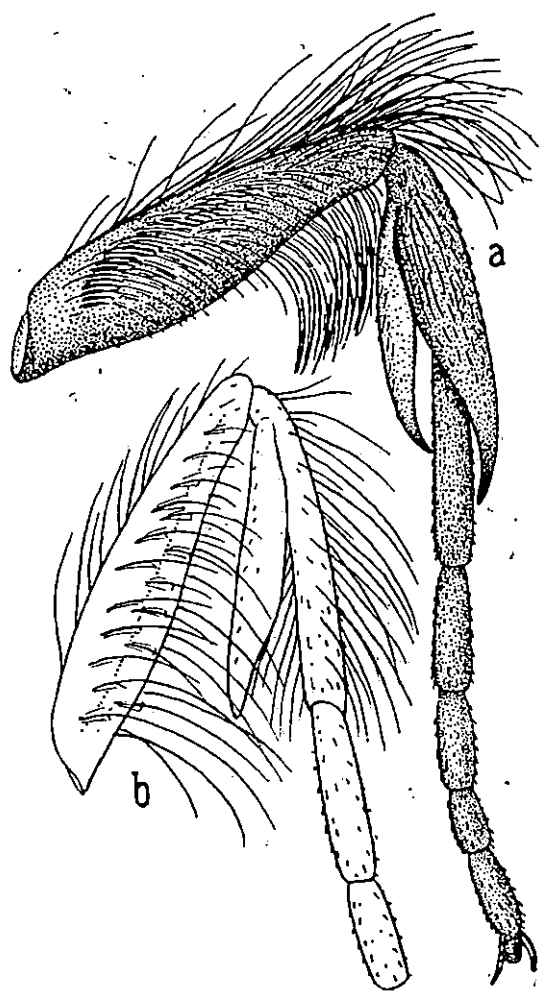
Agenjo je u familiju *Thaumetopoeidae* uključio samo jedan rod *Thaumetopoea* sa dva podroda: *Thaumetopoea* (tip *processionaria* L.) i *Traumatocampa* Wallengren (tip *pinivora* Tr.).

Podjela na podrodove izvršena je na temelju ovih karakteristika:

*Traumatocampa*: cantus nazubljen; prvi članak pipala mnogo širi i veći od idućega; prednja tibia sa jakim šiljkom.

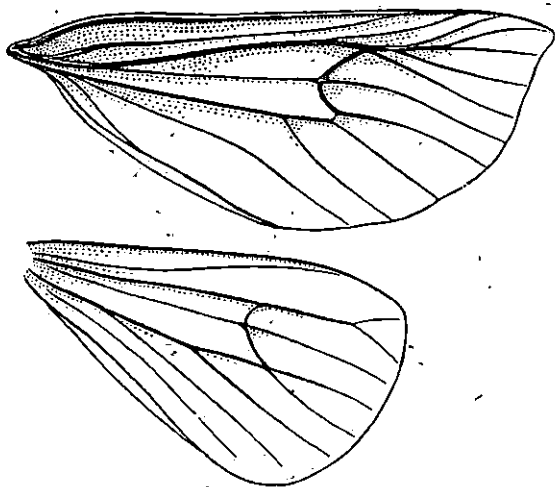
*Thaumetopoea*: cantus konveksan i gladak; prvi član pipala kraći od idućega; tibia prednje noge bez zupca.

Prema tome *Cnethocampa pityocampa* Schiff. išla bi u podrod *Traumatocampa*. Ona je prvi put opisana od *Schiffermüllera*



Sl. — Fig. 3. Prednja noga leptira mužjaka: a) borov četnjak gnjezdar, b) hrastov četnjak (poveć. 20X) — Patte antérieure du papillon mâle: a) Processionnaire du Pin, b) Processionnaire du Chêne (aggrand. 20X)

1876. god., koji je gornji tok rijeke Adidže u Italiji označio kao lokalitet za tipičnu formu te vrste. Najznačajnije karakteristike tipične forme jesu: tamnosiva boja prednjih krila, na kojima su vanjska i medijalna linija gotovo paralelne, t. j. jednako udaljene na gornjem i donjem rubu. Kod ženki su krila svjetlija.



Sl. — Fig. 4. Žilni sistem krila borova četnjaka. —  
Nervature des ailes de la Processionnaire du Pin

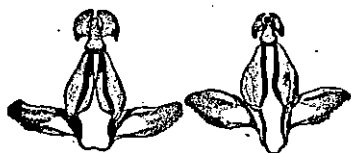
nego u mužjaka, a poprečne linije na prednjim krilima slabije izražene. Potpuni opis leptira dali su već prije mnogi autori, a naročito je iscrpan onaj, koji je donio Agenjo (1941) u spomenutoj monografiji, pa ovdje samo potpunosti radi donosimo neke najznačajnije karakteristike, komparirajući ih s onima hrastova četnjaka, jedinom vrstom iz familije *Thaumetopoeidae*, koja, koliko je nama poznato, pored borova četnjaka gnjezdara dolazi u Jugoslaviji.\* To je u prvome redu cantus, koji je za borova četnjaka gnjezdara naročito karakterističan, jer se iznad prvog i najduljeg zuba cantusa nalazi još jedna stepenica (sl. 1). Sam cantus je prema gornjem i donjem rubu uži nego u sredini. Kod hrastova četnjaka cantus je gladak, bez zubaca. Za razliku od *C. solitaria* Fr., koja u profilu ima jednostavnu konkavnu liniju, hrastov četnjak ima u sredini nešto ugnutu te podsjeća na brojku 3 (sl. 2). Sl. 3 prikazuje prve noge leptira mužjaka borova četnjaka i hrastova četnjaka, sa karakterističnim zubom kod četnjaka.

\* God. 1954 nađena je u Makedoniji *T. solitaria* v. *iranica* Rang-Haas.

Sistem krilnih žila borova četnjaka gnjezdara prikazan na sl. 4 ne razlikuje se mnogo od onoga hrastova četnjaka, osim što je kod ovoga posljednjega početak ramifikacije  $R_3$  i  $R_4$  mnogo bliži eksternom rubu.

## 2. Genitalni organi — *Organs génitaux*

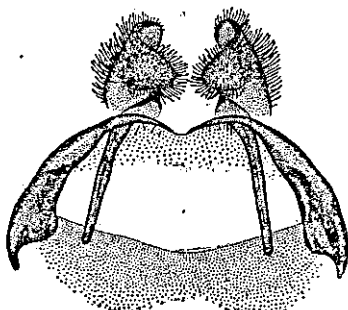
Vanjske genitalne organe muških i ženskih leptira preparirali smo na način, koji je opisao *Viette* (1952). Ona potpuno odgovara opisu, koji je dao *Agenjo* (1941). Ovdje ćemo samo izni-



Sl. — Fig. 5. Vanjski spolni organi mužjaka: lijevo borov četnjak, desno hrastov četnjak (poveć. 10X) — *Organs génitaux extérieurs du mâle: à gauche Processionnaire du Pin, à droite Processionnaire du Chêne (aggrand. 10X)*



Sl. — Fig. 6. Vanjski spolni organi mužjaka »in situ« postrance: lijevo borov četnjak, desno hrastov četnjak (poveć. 10X) — *Organs génitaux extérieurs du mâle »in situ« (vue latérale): à gauche Processionnaire du Pin, à droite Processionnaire du Chêne (aggrand. 10X)*



Sl. — Fig. 7. Vanjski spolni organ ženke borova četnjaka (poveć. 10X) — *Organ génital extérieur de la femelle de la Processionnaire du Pin (aggrand. 10X)*

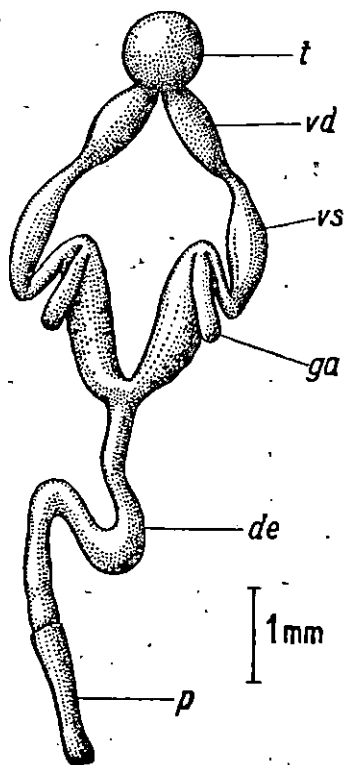
jeti neke razlike, koje postoje u građi tih organa između borova četnjaka i hrastova četnjaka. Svi hitinizirani dijelovi vanjskih genitalnih organa mnogo su veći kod borova četnjaka gnjezdara nego kod hrastova četnjaka. Naročito to vrijedi za *uncus*. Lateralni apendiksi *gnathosi* pokazuju jače diferencijacije. Kod hra-

stova četnjaka ovi su mnogo manji pored toga, što postoje male razlike i u formi (sl. 5). U *tegumentu* nema nekih znatnijih razlika osim u veličini. On se kod obje vrste znatno sužuje na dorzalnoj strani a manje u području *valvi*, kako je tó vidljivo iz slike 6, koja prikazuje izgled vanjskih spolnih organa sa strane i *in situ*. Valve su kod četnjaka konkavne sa donje i konveksne sa gornje strane. Kod hrastova četnjaka su konkavne s obje strane. Osim toga u bazalnom polju valvi hrastova četnjaka razabira se glatko polje u obliku romboida. *Fultura* borova četnjaka gnjezdara je ovalnih rubova, a ona hrastova četnjaka na lateralnim rubovima konveksno je udubljena. Kod obje vrste završava se sa dva divergentna šiljka; *Aedeagus*, osim veličine, bez značajnih razlika.

Genitalna armatura ženskih spolnih organa pokazuje još manje razlike od muških. Kako smo već prije spomenuli, postoje razlike u formi IX tergita i sternita. Sl. 7 prikazuje vanjski spolni organ ženke borova četnjaka gnjezdara.

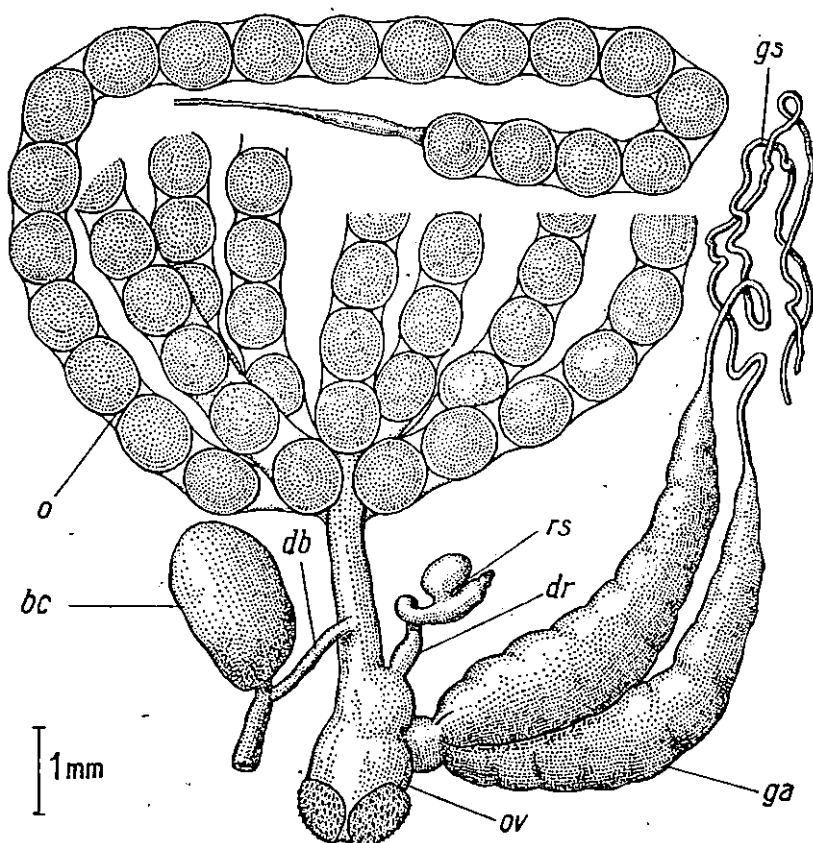
Unutarnji spolni organi mužjaka (sl. 8), koji dosada nisu bili opisani, karakterizira *testes* intenzivno žute boje, kuglastog oblika. Iz njega izlaze parni sjemenovodi — *vasa deferentia*, koje od sjemenih mjehura — *vesicula semini* dijeli kratki uski kanal. Na sjemenim mjehurima nalaze se prilično male dodatne žlijezde — *glandulae accessoriae*. Relativno veliki sjemeni mjehuri prelaze u sjemeni kanal — *ductus ejaculatorius*, koji je dug 3—4 mm.

Anatomska istraživanja ženskih spolnih organa proveo je *Scheidter* (1934). Prema tome autoru ovariji se sastoji od dva puta po četiri ovariole, koje sadržavaju samo zrela jaja. Broj ovih u ovariolama je jednak i rijetko varira za 1—2 komada. Zrela jaja slijede *corpora lutea*, koja su žute boje. Kod eklozije



Sl. — Fig. 8. Unutrašnji muški spolni organ borova četnjaka (poveć. 12×) — Organ génital intérieur du mâle de la Processionnaire du Pin (aggrand. 12×)

leptira iz kukuljice nije još nijedno jaje prodrlo u *oviductus communis*. Ovaj je kao i *o. duplex* kratak i ima dužinu najviše za tri jajeta. Bursa je mala i bez *lamina dentata*. *Ductus seminalis* je kratak, a *receptaculum seminis* je mali sa kratkom viljuška-

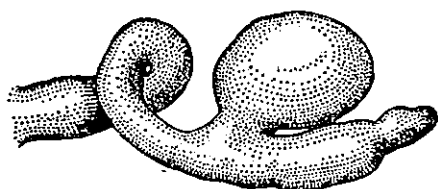


o - ovariola, ov - oviductus communis, bc - bursa copulatrix, db - ductus bursae, rs - receptaculum seminis, dr - ductus receptaculi, ga - glandulae accessoriae, gs - glandulae sebaceae

Sl. — Fig. 9. Unutrašnji spolni organ ženke borova četnjaka (poveć. 12X)  
— Organ génital intérieur de la femelle de la Processionnaire du Pin (aggrand. 12X)

stom dodatnom žlijezdom (*glandula receptaculi*). Veoma velike dodatne žlijezde završavaju tankim nitima (*glandulae sebaceae*). Nijedna vrsta četnjaka, koje je istraživao Scheidter, nije u imagama imala masna tjelešca, jer su ona već prije bila upotrebljena za izgradnju jaja.

Naša istraživanja unutrašnjih genitalnih organa pokazala su ovo: veoma duge *ovariole* ispunjavaju gotovo cijelu abdominalnu šupljinu. Svaka ovariola sadržava prosječno 20—35 zrelih jaja. Sva su jaja u ovariolama kod adultnih oblika zrela. U stadiju leptira, dakle, ne možemo odrediti, kojemu tipu ovariole pripadaju (panoistička, meroistička). Zanimljivo je, dakle, i karakteristično za četnjaka gnjezdara, da se svi procesi oogeneze zbivaju još u stadiju kukuljice. Stoga su ovariole kod imaga duge i do 5 cm. Parni *oviductusi* (*Oviductus lateralis*), veoma su kratki, a *oviductus communis* je proširen u svom bazalnom dijelu od genitalnog otvora do *vestibula*. *Corpus bursae* spojen je s *oviductusom* 1 mm dugom i tankom cijevi (*ductus bursae*). Za četnjaka gnjezdara naročito je karakterističan oblik *receptaculuma*



Sl. — Fig. 10. Receptaculum seminis borova četnjaka (pov. 50 X) — Receptaculum seminis de la Processionnaire du Pin (aggrand. 50 X)

*seminis*, koji ima na vrhu malu dodatnu žlijezdu (*glandula receptaculi*) prikazana na sl. 10. Dodatne žlijezde — *glandulae appendiculares* ističu se svojom veličinom, a završne niti (*glandulae sebaceae*) veoma su tanke i duge, gotovo dva puta dulje od dodatnih žlijezda (vidi sliku 9).

### 3. Varijeteti — Variétés

Već davno je bilo zapaženo, da borov četnjak gnjezdar ima više formi. To je čak neko vrijeme bio uzrok zabuni nekih entomologa, koji su smatrali *C. pityocampa* i *C. pinivora* za dva varijeteta jedne te iste vrste. Altum (1881) je opovrgao ovu tvrdnju. I Ratzeburg (1840) je, osvrćući se na navode Kluga i Ochsenheimera, da se *C. pityocampa* pojavila u sjevernoj Evropi, tvrdio, da se radi o očitj zabuni. Uistinu, do toga vremena samo su Hübner i Réaumur dali opis ovoga štetnika, no ovaj nije bio potpun. Ratzeburg je s pravom tvrdio, da *C. pityocampa* ne dolazi u Njemačkoj. Morfološke razlike između *C. pityocampa* i *C. pinivora*, koje je opisao Treitschke (cit. Ratzeburg) nisu bile sigurne. One su se bazirale na veličini leptira i boji ticala. Prema



*Ratzeburgu* te su karakteristike još manje sigurne nego udaljenost poprečnih linija na prednjim krilima mužjaka. Te su linije, kako smo već rekli, kod *C. pityocampa* paralelne, a kod *C. pini-vora* se na donjem rubu gotovo sastaju. No već tada je *Ratzeburg* (1840) opazio, da ima primjeraka četnjaka gnjezdara, kod kojih se ove linije također približavaju na donjem rubu prednjih krila. On je također uočio i razlike u formi tamnih pjega, koje se nalaze u gornjoj desnoj polovini prednjih krila. One nisu uvijek polumjesečastog oblika, već katkada imaju i oblik trokuta. To je uočio i *Müller* (1887). Ipak većina autora tvrdi, da su spomenute poprečne linije paralelne.

I *Strand* (1913) spominje, da je u Tessinu pored tipične forme našao tamniju formu, koju je nazvao *obscura* Vorbradt (= var. nigra Bang-Haas). U južnom Tirolu je leptir veoma varijabilan, kako u formi, tako i u građi linija na prednjim krilima mužjaka. Tako se kod forme, koju je opisao *Dannehl* (1925) — cit. Agenjoa, obje linije sastaju na donjem rubu prednjih krila formirajući na tome mjestu tamnu mrlju. To je var. *convergens* Dhl. Između ovoga varijeteta i tipične forme ima prelaznih oblika. U ove ide i prije spomenuti primjerak opisan od *Ratzeburga*. Većina varijeteta određena je prema mužjacima. Kod ženki su ove linije manje izražene. Forme, kod kojih nepotpuno izostaju, nazvana je var. *renegata* *Dannehl* (= illineata Schewarda).

Var. *insignipennis* opisao je Francuz *Millière* (1866), a kasnije *Strand* (1911). Dvije vanjske poprečne linije kod mužjaka mnogo su tamnije i šire no inače, a medialno polje je tamnije od obaju susjednih. Zadnja krila su potpuno bijela bez analne mrlje. Dolazi u Francuskoj.

Var. *nigrofasciatus* je opisao *Nitsche* (1933) prema holotipu iz Orebića na Pelješcu. Kao jedinu karakteristiku navodi autor, da je medialno polje prednjih krila obojeno nešto više crnkasto.

Var. *bicolor* opisao je *Reisser* (1928). Prednja krila su crna poput čade, a na njima se opažaju linije ipak nešto tamnije boje. Zadnja krila su bijela, i po tome se ovaj varijetet jasno razlikuje od var. *nigra*. Nalazište u Španiji.

*Staudinger* (cit. *Strand*, 1911) je opisao var. *orana*, koja dolazi u Alžiru. Prednja krila su blijedosive boje.

U svojoj monografiji *Agenjo* (1941) je opisao ove varijetete:

Var. *pujoli*. Karakteristike: ticala žućkasta, toraks bjelkast. Gornja strana prednjih krila bijela sa 3 poprečne linije, vanjski rub i vene obojene crno. Rese i donja strana krila također bijeli. Gornja strana zadnjih krila obojena je na vanjskom rubu slabocrnom bojom. Rese bijele. Analna mrlja slabo markantna. Dolazi u Španjolskoj.

Var. *cancioi* predstavlja prijelaz između var. *pujoli* i *convergens*. Prednja krila svijetlosive boje, no manje svijetla nego kod prijašnje forme. Srednja i vanjska poprečna linija sastaju se na donjem rubu prednjih krila. Zadnja krila potpuno bijela osim slabo markantne analne mrlje. Dolazi u Španjolskoj.

Var. *clara*. Raspon krila oscilira između 28—34 mm kod ♂♂ i 38—42 mm kod ♀♀. Gornja strana prednjih krila u mužjaka sivobjelkasta. Poprečne linije i vene crne. Donja strana svjetlija nego kod tipične forme. Gornja i donja strana zadnjih krila bijela. Vanjski rub i analna mrlja slabo izraženi.

Ženka mjeri 38—42 mm. Antene više crvenkaste nego kod mužjaka. Prednja krila vrlo svijetla, bjelkastosiva, sa poprečnim linijama sive boje. Linije slabo markantne. Donja strana krila jednoliko siva. Obje strane zadnjih krila i rese bijele. Analna mrlja slabo vidljiva. Dolazi u Španjolskoj.

*Var. vareii.* Mužjak 27—31 mm. Toraks sivkast sa dosta bijelih dlaka. Gornja strana prednjih krila i rese upadljivo svijetlosive boje sa crnkastim poprečnim linijama manje udaljenim međusobno nego u tipične forme. Diskoidalna točka dobro uočljiva. Donja strana prednjih krila sivkasta sa dobro izraženim graničnim rubom i prvom poprečnom linijom. Segmenti između žila također crnkasti. Stražnja krila s jedne i druge strane bijela, nešto malo naprašena sivo, a vanjski rub tek malo obojen istom bojom. Analna mrlja slabo izražena s jedne i druge strane krila. Nalazište: Španjolska.

*Var. ceballosi.* Širina krila u mužjaka 32—33 mm. Prednja krila podsjećaju na *var. orana*, no svjetlija su i imaju kestenasti ton. Odlikuje se blizinom poprečnih linija. Donja je strana prednjih krila sivkasta. Zadnja su krila s obje strane bijela, vanjski rub siv, a analna mrlja slabo markantna.

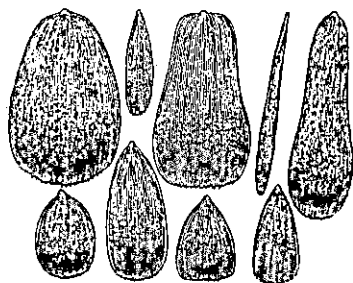
Ovako veliki broj varijeteta nije sigurno još definitivno, ukoliko se u tome pravcu nastave daljna istraživanja. U pariškom muzeju imali smo prilike vidjeti jedan primjerak iz Gironde, koji je na stražnjim krilima bijele boje pored analne mrlje imao još jednu mrlju tamne boje u sredini krilnoga polja, što ni u jednom slučaju dosada nije bilo spomenuto. U našim istraživanjima vanjskih genitalnih organa nismo našli nikakvih odstupanja koja bi bilo vrijedno spomenuti. Uzev u obzir morfološke osobine najčešće smo našli primjerke, koji čine prijelaz između tipične forme i *var. convergens*. Broj leptira tipične forme bio je mnogo manji. U jednom jedinom slučaju iz kukuljica dobivenih iz Slovenije dobili smo jedan primjerak *var. convergens*. *Var. nigrofasciatus*, koji je opisao *Nietsche* po holotipu iz *Orebića* na *Pelješcu*, nismo imali prilike vidjeti niti smo mogli doći do kotipova toga varijeteta. Dalja istraživanja trebala bi pokazati, da li postoje morfološke razlike leptira iz obalnih i kontinentalnih predjela, za koje smo utvrdili razlike u biološkim datumima (eklozija leptira i t. d.), o čemu ćemo poslije opširnije govoriti. Veličini leptira, t. j. rasponu raširenih krila ne dajemo neko veće značenje, jer ovaj veoma varira za leptire istoga varijeteta zavisno o uvjetima, pod kojima su živjele gusjenice. Uzgred spominjemo, da su i u tome pogledu podaci iz literature veoma različiti. Tako na pr. prema *Nietscheu* iznosi širina krila mužjaka 32 mm, a ženke 36 mm; prema *Mülleru* 30 i 49 mm. *Radčenko* je na 125 primjeraka ustanovio, da je širina krila mužjaka 30—35 mm, a našao je primjerke i sa 40 mm. Ženke su bile veće za 2—5 mm. Mjerenja, koja smo mi izvršili, dala su ove rezultate: mužjaci 32—37 mm, ženke 38—51 mm. Ne raspoložemo još sa dovoljno podataka, ali nam se čini, da ipak postoje

morfološke razlike između primjeraka iz nekih krajeva Slovenije i Hrvatske, što bi za sistematičare mogao predstavljati zanimljiv predmet istraživanja.

#### 4. Jaja — Oeufs

Već su mnogi autori (Fabre, Müller i dr.) dali opis i morfologiju jaja borova četnjaka gnjezdara, pa ga stoga ovdje izostavljamo. Leptirica odlaže jaja na iglicama, rjeđe na tankim grančicama. Jajna legla su pokrivena sivocrvenkastim ljuskama, koje ženka nosi na abdominalnoj pločici. Ljuske su karakteristične za determinaciju pojedinih vrsta iz familije *Thaumetopoeidae*, kako

je to utvrdio Agenjo (1914). Kod četnjaka gnjezdara te ljuske imaju tipični oblik kao na sl. 11 gore u sredini. Ipak, mi smo našli, da oblik ljusaka kod jedne te iste ženke znatno varira (sl. 11), pa stoga kod determinacije po ljuskama treba paziti na tipičnu formu najvećeg dijela ljusaka.



Sl. — Fig. 11. Oblik ljusaka sa abdomena ženki borova četnjaka gnjezdara. Ljuska u sredini gornjeg reda predstavlja tipičnu formu (poveć. 25×) — Forme des écailles d'abdomen de la femelle de la Processionnaire du Pin. Forme typique au milieu en haut (aggrand. 25×)

Jajno leglo naliči na neotvorenu resu lijeske i obvija jedan par iglica. Prema Grisonu (1951) leglo je dugačko do 5 cm. Prema našim podacima, koje smo dobili na 615 primjeraka, legla su duga najviše do 4 cm. Prosječna duljina iznosi 2,5—3 cm. Broj jaja također varira prema pojedinim biotopima i u raznim godinama. Della Beffa (1931) tvrdi, da broj jaja

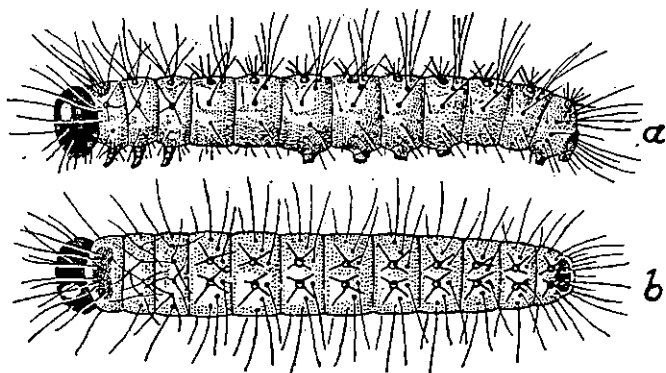
u leglu iznosi 100 do 150. Grison (1951), a još prije Müller (1887) daju realnije podatke: 150—300 u jednom leglu. Najveći broj jaja, koja smo na prednjem broju primjeraka našli, iznosi 304. Donju granicu teško je odrediti, jer ženke odlažu često i dva legla, od kojih je jedno dulje, a drugo kraće. Opazili smo to u laboratorijskom uzgoju, ali vrlo često našli smo takva legla na borovima jedno pokraj drugoga u neposrednoj blizini. Prosječni broj jaja, koji smo dobili za vrijeme naših trogodišnjih opažanja, iznosio je 217. Resekcijom abdomena ženki dobili smo približno isti broj. Scheidter (1933) je utvrdio, da je broj jaja u jednom leglu 95—251, ali on je za to uzeo veoma mali broj primjeraka (oko 17 ženki). Brojenjem jaja u ovarijima ustanovio je, da taj broj varira između 72 i 247. Prema istome autoru, neoplodene ženke, iako rijetko, odlažu jaja, no bez reda. Ljuske strše u vis, pa se po tome lako prepoznaju od normalnih legala.

Prema našim opažanjima neoplođene ženke ne odlažu jaja. Ipak moramo primijetiti, da smo u jednom slučaju našli na drvenom okviru insektarija jaja, koja su se razlikovala od normalnih po boji i sjaju, pa bismo mogli pretpostaviti, da potječu od neoplođene ženke.

Jaja su u leglu čvrsto slijepljena jedno uz drugo, tako da se čitavo leglo može s iglice skinuti, ali pojedino jaje nije moguće odvojiti. Jaja su oko iglice poređana u longitudinalnim ili nešto spiralno zavijenim redovima. Tih je redova 8—10, a najčešće 9.

### 5. Gusjenice — Chenilles

Gusjenice borova četnjaka gnjezdara bile su predmet istraživanja mnogih autora, naročito zbog njihovih otrovnih dlaka. Stoga su one u literaturi dovoljno opisane, a naročito sistem otrovnih dlačica, njihova toksičnost, mehanizam izbacivanja itd. (Scheidter, Weidner, Lapie, Fabre).



Sl. — Fig. 12. Gusjenica borova četnjaka prvoga stadija: a) izgled sa strane, b) izgled sa gornje strane (poveć. 25×) — Chenille de la Processionnaire du Pin au premier stade: a) vue latérale, b) vue d'en haut (aggrand. 25×)

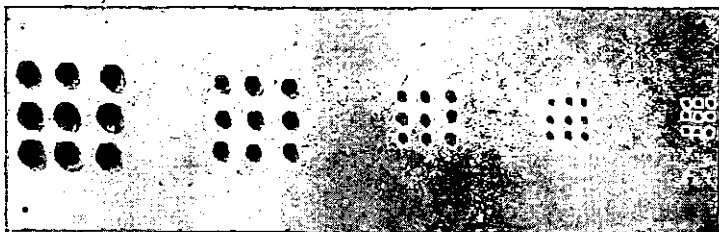
Nadopunjujemo dosada nepotpuni opis gusjenica 1. i 2. stadija.

1. stadij. Dužina 2,5—4 mm. Boja žuta do blijedozelena. Na 2—11 segmenta nalaze se sametastocrne bradavice. Na 2., 3. i posljednjem segmentu ove bradavice su dvostruko manje. Na prvom je segmentu iza glave veća hitinska pločica, koja je prvih dana iza eklozije svjetlije boje nego poslije (sl. 12). Mlade gusjenice imaju na dorzalnoj strani svakoga segmenta po jednu pigmentiranu mrlju, koje zajedno daju izgled tamnije ledne pruge. Slične, no nešto uže pruge nalaze se i postrance. Pored već spomenutih bradavica na svakome segmentu sa svake strane nalazi se još po 6 manjih bradavica. Bradavice na 2. i 3. segmentu nose duge bijele dlake, a počevši od 4. segmenta po 4 kraće poput trna čvrste dlake crne

boje. Na zadnjem segmentu nalazi se veća hitinska pločica, slična onoj na prvom segmentu. Velika crna glava obrasla je rijetkim dugim dlačicama žute boje.

2. stadij. Gusjenice duge do 6 mm. Boje blijedozelene. Pigmentirane dorzalne i lateralne pruge jače su izražene nego kod prethodnog stadija. Počevši od 4. segmenta sametastocrne bradavice 1. stadija vidimo sada kao crvenkastožute mesnate jastučiće obrasle crvenkastoriđim dlačicama, koje gusjenici daju izgled crvenkastoride boje. Torakalne noge su crvenkastosmeđe boje i mnogo svjetlije nego kod 1. stadija.

U 3. stadiju gusjenice već imaju toksičke dlačice. One se pojavljuju najprije na 4. i 11. segmentu, a zatim na ostalima. Na 1., 2., 3., 12. i 13. segmentu tih dlačica nema. U 4. i 5. stadiju bradavice sa dlačicama su velike, a same dlačice obilno guste. Postrane bradavice ne nose otrovne dlačice, što može biti slučaj kod hrastova četnjaka (Scheidter 1913). Prema Lapieu (1923) na mjestu jednom izbačenih dlačica javljaju se nove.



Sl. — Fig. 13. Veličina čahure glave gusjenice borova četnjaka u pojedinim stadijima — Dimensions de capsule de la tête d'une chenille de la Processionnaire du Pin aux différents stades

Dugo je vladalo mišljenje, da se gusjenice presvlače samo 3 puta. Scheidter (1927) je u svojoj radnji o otrovnim dlakama u pojedinim stadijima, koliko je nama poznato, bio prvi, koji je utvrdio, da četnjak ima 5 stadija, odnosno 4 presvlačenja, ne računajući posljednji svlak u kokonu.

Razlikovanje pojedinih stadija moguće je prema veličini craniuma (sl. 13), kao uostalom i kod drugih vrsta gusjenica. Gusjenice, iz kojih kasnije nastaju mužjaci, imaju čahure glave manje od onih, iz kojih nastaju ženke.

Na koncu smatramo za potrebno kazati nekoliko riječi o mišljenju Fabrea (1898), da gusjenice četnjaka posjeduju neki »meteorološki« uređaj za predviđanje nepovoljnog vremena, a zatim o virusnom porijeklu otrovnih dlačica. Spominjemo to s razloga, što se još uvijek u nekim novijim entomološkim djelima uzimaju ove pretpostavke ozbiljno u razmatranje (Portier, 1949. str. 110 i 242). Pripisivanje sposobnosti predviđanja nepovoljnog vremena gusjenicama četnjaka temelji se na opažanjima Fabrea i činjenici, da ima dana, kada gusjenice ne napuštaju gnijezda i ne hrane se kroz 1 ili više dana. On je to doveo u vezu sa hladnim danima, koji su neposredno poslije njegova opažanja nastupili.

Mi smo ustanovili, da gusjenice za vrijeme presvlačenja ne izlaze iz zapredaka i ne hrane se. Dalje smo utvrdili, da one bez obzira na vanjsko vrijeme kod povoljne temperature u laboratoriju izlaze na hranjenje. Prema tome nastup hladnih dana poslije pojave, koju je opazio Fabre, bio je slučajan. Izlazak gusjenica iz zapredaka radi hranjenja zavisao je o stvarnoj temperaturi, kako ćemo vidjeti poslije, ali ne i o meteorološkim prilikama, koje će tek nastupiti.

Također nije prihvatljivo mišljenje Fabrea, da su virusi uzrok djelovanja otrovnih dlaka. Poslije radova Weidnera, Lapiea i Scheidtera utvrđeno je, da uzrok toga djelovanja treba tražiti u kombiniranom djelovanju mravlje kiseline i mehaničkog podražaja, izazvanog prilikom zabadanja dlačica u kožu. Tako otpada i mišljenje, da ekskrementi imaju isto otrovno djelovanje kao i dlačice. Fabre je, naime, pravio pokuse s ekskrementima iz zapredaka, koji su bili pomiješani s toksičnim dlačicama.

## 6. Kukuljice — *Chrysalides*

Kao kod većine leptira, tako i kod četnjaka postoji mogućnost, da se već u stadiju kukuljice odredi spol. Općenito uzev, kukuljice mužjaka su manje od kukuljica ženki. Ipak, sigurna determinacija moguća je prema broju glatkih segmenata. Od 10 segmenata, koji se na kukuljici mogu izbrojiti, kod mužjaka je prvih osam glatkih, a oznaka spola nalazi se na 9. segmentu. Kod ženki se na 8. segmentu vidi longitudinalna brazda, koja prelazi i na 9. segment.

Što se tiče morfologije, kukuljice ne pokazuju neke naročite karakteristike. Boje su smeđe. Kokoni su nešto svjetlije boje.

## BIOLOGIJA — BIOLOGIE

### 1. Općenito — *En général*

Poslije Réaumira i Müllera, Fabre je dao najpotpuniji opis biologije ovoga leptira. Iz onoga, što nam je dosada poznato iz područja njegove biologije, možemo zaključiti, da postoji velika varijabilnost u biološkim datumima njegova razvoja, koja zavisi o klimatskim prilikama i biotopu. Ti datumi variraju u širokim granicama, pa je veoma teško dati vremenski točne podatke o trajanju pojedinih stadija njegova razvoja. Iznosimo, dakle, ovdje tok njegova razvoja prema onome, što smo zapazili kroz nekoliko godina na području NR Hrvatske i donekle Slovenije.

*Leptiri.* Kod nas se leptir pojavljuje u prvoj polovini srpnja od prve polovine kolovoza zavisno o biotopu i klimatskim uvjetima. *Langhoffer* (1927) navodi kao vrijeme leta leptira prvu polovinu mjeseca srpnja. Poznato nam je, da je taj autor dobio ove podatke sa područja Hrv. Primorja. *Grison* (1951) je dobio leptire u insektarijima i zaklonu 1. lipnja, a vani koncem lipnja. I ovaj autor pripisuje varijabilnost bioloških datuma klimatskim prilikama u raznim biotopima. *Müller* (1887) je opazio, a *Grison* potvrdio, da iz kukuljica, koje preleže jednu godinu dana u zemlji, izlaze leptiri već u mjesecu svibnju. Mi smo dobili leptire iz takvih kukuljica u prvoj polovini srpnja, tek nešto prije izlaska ostalih leptira.

Leptiri lete noću. Nakon kopulacije ženke odmah odlažu jaja, a zatim ugibaju. U insektarijima smo opazili, da ženke ostaju obično na mjestu eklozije, a mužjaci su veoma mobilni, i u insektarijima rijetko kopuliraju. Obično slabo pokretne ženke odlažu na iglicama bora 150—300 jaja, koja oblože ljuskama, kojih vrh je okrenut prema bazi iglice (kod *pinivore* obrnuto!). Najčešće odlažu jaja na nižim granama borovih stabala.

*Gusjenice.* Eklozija gusjenica događa se obično mjesec dana nakon odlaganja jaja. Nepovoljne vremenske prilike mogu odložiti datum piljenja. Gusjenice se obično ispile sve u jedan dan, no nije rijedak slučaj, da se piljenje protegne kroz 2—3 dana. Tek ispiljene gusjenice hrane se u blizini legla mladim ovogodišnjim iglicama. Centralnu žilu ostavljaju netaknutu. Kratko vrijeme poslije toga izbojak se osuši i vidljiv je na zelenim borovima već izdaleka. Obično na tome mjestu nađemo i jajno leglo, koje je prije toga prilično teško zamijetiti. U to vrijeme mlade gusjenice već se nalaze na drugome mjestu. One promijene mjesto nekoliko puta brsteći uvijek najmlađe izbojke. Kod toga seljenja imaju uvijek tendenciju da se postepeno približe gornjim višim dijelovima krošnje, a često se smjeste ispod samoga vrha. 8—10 dana nakon piljenja zbiva se prvo presvlačenje. Drugo presvlačenje zbiva se nakon 15—20 dana, što zavisi o vremenskim prilikama. Nakon drugog presvlačenja, kada se gusjenice nalaze već u 3. stadiju, sa nastupom hladnijeg vremena, gusjenice izaberu, kako smo rekli, na višim i suncu izloženim dijelovima stabla mjesto, gdje ispredu stalni zimski zapredak, u kome i prezime. Prije prezimljavanja presvuku se treći, a katkada i četvrti put, što zavisi o godišnjim klimatskim prilikama biotopa. U našim krajevima Hrv. Primorja i Dalmacije prezime one uglavnom u 4. ili 5., t. j. posljednjem stadiju. Ako u toku zime ne nastupe niske temperature, pa gusjenice imaju mogućnost kontinuirane ishrane, ne prelaze one uopće u stanje zimskog mirovanja ili anabioze.

Gusjenice iz više jajnih legala fuzioniraju se često u jednu koloniju i formiraju veliki zapredak. Događa se tako, da u jednom zapretku boravi i do 800 gusjenica. Rjeđe se događa, da se jedna grupa gusjenica izdvoji i formira koloniju, koja izgradi manji zapredak.

Počevši od 4. stadija gusjenice žderu cijele iglice do rukavca. Gusjenice 1. i 2. stadija brste katkada i po danu, naročito nakon nepovoljnog vremena u toku noći, pa to možemo smatrati redovnom pojavom. To nije slučaj sa gusjenicama 3.—5. stadija, koje se hrane isključivo noću. Ipak smo često imali priliku vidjeti i gusjenice ovih stadija danju u procesijama po deblu i granama bora. Ova pojava za gusjenice, koje su inače lucifugne, nije dosada protumačena.

Za lijepih sunčanih dana sakupljaju se gusjenice ispod tanke mreže gornjeg dijela zapretka i sunčaju se. Ova činjenica ima posebno značenje za razvoj gusjenica, o čemu ćemo poslije govoriti.

Posljednje presvlačenje gusjenica u hladnijim krajevima događa se u kasno proljeće.

*Kukuljice.* Gusjenice se zakukuljuju u zemlji u dubini od 10—20 cm. One biraju mjesto, gdje će se zakukuljiti. Obično to biva na mjestima bez travnoga pokrova ili mjestima izloženim suncu. Uglavnom su to mjesta na rubovima sastojina gušćega sklopa ili pod krošnjama borova u sastojini rijetkoga sklopa. Obično na mjestu, gdje su gusjenice ušle u zemlju, i koje se dugo vremena nakon ulaska gusjenica poznaje, nađemo veći broj kukuljica zajedno. Veoma je rijedak slučaj, da se nekoje gusjenice zakukulje u zaprecima. U tome su slučaju kokoni satkani od niti žlijezda predivica i bijele su boje.

Interesantno je spomenuti, da se kod ove vrste leptira događa često, da pojedine kukuljice ne daju leptire iste, već iduće godine, pa štoviše i nakon 2 godine, kako to navodi *Sorauer* (1939).

Stadij kukuljice je po vremenskom trajanju veoma varijabilan. Karakteristično je, da to vrijeme nije zavisno o ulasku gusjenica u zemlju. Tako se na primjer događa, da u nekim biotopima gusjenice odu ranije u zemlju nego u drugima, pa ipak leptiri izađu kasnije. Na tu činjenicu posebno ćemo se poslije osvrnuti.

## 2. Vrste drveća koje napada borov četnjak — *Espèces attaquées par la Processionnaire du Pin*

Do sada je bilo mišljenje, da je četnjak monofagan, jer napada u prvom redu četinjače roda *Pinus*. U pogledu glavne vrste borova, kojima se on hrani, nisu svi autori jedinstvenog mišlje-



nja. To dokazuje i činjenica, da ga *Nüsslin* (1905), *Judeich-Nietsche* (1921) i *Eckstein* (1897) naziva *Pinienprocessionsspinner*; *Müller* (1887) *Kiefernprocessionsspinner*; *Strand* (1913) i *Lampert* (1907) *Fichtenprocessionsspinner*. Većina autora slaže se, da mu je glavna biljka hraniteljica *crni bor* (*Pinus nigra* Arn). Prema *Nitscheu* napada ove vrste borova: *crni bor* (*Pinus laricio* Poir var. *austriaca* Loud), *primorski bor* (*Pinus maritima* Poir), *alepski bor* (*P. halepensis* Mill.) i *bijeli bor* (*P. silvestris* L.). *Radčenko* (1937) kaže, da kod nas napada u prvom redu *crni i bijeli bor*, a manje *primorski i alepski*. *Grison* (1953) je, istražujući razlike u stadijima gusjenica, koje se hrane različitom hranom, naveo, da napada *P. maritima*, *P. insignis* i *P. caribaea*. Napad na ovu posljednju vrstu imali smo priliku vidjeti južno od Bordoa, gdje je ova vrsta bora prenesena iz Amerike radi pokušaja aklimatizacije. *Barbey* (1913) tvrdi, da sve vrste borova osim moguće vajmutovca mogu biti napadnuti. Sve do novijega datuma bila je veoma čudna tvrdnja *Lamperta*, da četnjak napada smreku i jelu. I zaista 1952. objavljen je članak Talijana *Tiraboschija*, o jakom napadu četnjaka na jelovu sastojinu (*Abies pectinata* L.). *Agenjo* (1941) navodi kao biljke hraniteljice osim dosada nabrojanih vrsta borova još i *cedar* (*Cedrus atlantica* Mar., i druge vrste cedrova), *P. uncinata* Ramd. i *P. pinea* L. Isti autor iznosi još jedan veoma zanimljiv podatak. Pozivajući se na *Leonardiya*, on navodi još kao biljke hraniteljke: *jelu, ariš, kesten, jabuku i hrast* (*Quercus robur*).

Mi smo skloni vjerovati, da se u slučaju listača i ariša kao biljki hraniteljki četnjaka, radi o očitoj zabuni. Gusjenice borova četnjaka gnjezdara žive od rujna pa najdulje do svibnja, dakle u vrijeme, kada su listače bez lista. To isto vrijedi i za ariš. Osim toga ariš ne dolazi u arealu četnjaka.

U našem Zavodu pokušali smo uzgoj gusjenica na vajmutovcu (*Pinus strobus* L.), jeli (*Abies pectinata* L.), smreci (*Picea excelsa* Link) i duglaziji (*Pseudotsuga Douglasii* Carr.). Za kontrolu smo hranili gusjenice iglicama crnoga bora. Razvoj gusjenica na smreci bio je gotovo jednak onome na crnome boru, na duglaziji nešto, a na vajmutovcu više usporen. Gusjenice su se razvijale do 4. stadija, a onda uginule od poliedrije. Jednako su uginule i one hranjene crnim borom, pa stoga uzrok ovoj pojavi ne možemo tražiti u hrani, već u uzrocima, koji dovode do poliedrije. Možemo dakle tvrditi, da: *jela, smreka, vajmutovac i duglazija idu u listu onih vrsta, koje četnjak može napasti i na kojima može uspijevati.*

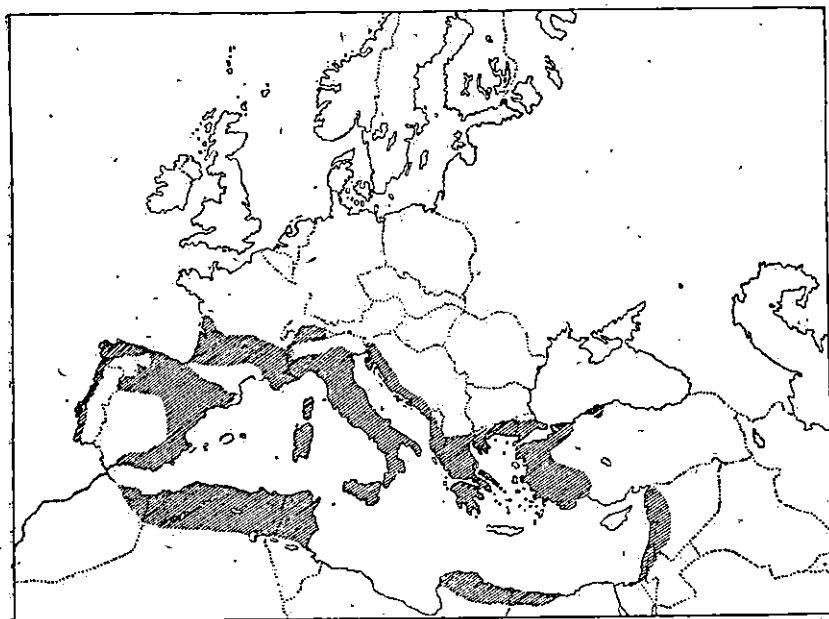
Na otoku Cresu izvršili smo pokus s namjerom, da ispitamo utjecaj hrane na razvoj četnjaka. Za hranu smo uzeli: *P. halepensis*, *P. brutia*, *P. maritima*, a od *P. nigra* ove varijetete: *P. nigra* Arn. var. *corsicana* Loud. i var. *calabrica* Loud. Na svim

tim vrstama gusjenice su se dobro razvijale. One su se dobro razvijale i na korzičkom boru, iako smo primijetili, da je u prirodi ovaj bor manje napadnut nego ostale vrste. Pokusi ipak nisu izvršeni do kraja, jer su sve gusjenice uginule od poliedrije, pa nismo mogli učiniti konačne zaključke o utjecaju hrane raznih vrsta borova na razvoj i brzinu razvoja gusjenica.

## RASPROSTRANJENJE — REPARTITION

### 1. Općenito — *En général*

Prema *Judeich-Nitscheu* domovina četnjaka je Francuska južno od linije Bordeaux-Lyon, kao i cijelo područje Mediterana. Na Korzici dolazi i do 1300 m visine. Ostala nalazišta: Italija, Dalmacija, Mala Azija i Alžir. Slijedeći doline rijeka, penje se od mora prilično visoko. Na južnim padinama Alpa, dolazi u dolini Rone do iznad Lyona. Kod Ženevskog jezera, u okolini Briga, ima ga na 1045 m nadmorske visine. Raširen je u Tessinu do sredine doline Leventina, u području rijeke Adde do Brusija, u Tirolu u dolini Adidže, u općini Klausen. kod Briksena do 800 m visine.



Sl. — Fig. 14. Rasprostranjenje borova četnjaka u svijetu — Carte mondiale de répartition de la Processionnaire du Pin

Prema *Altumu* (1881) i *Henschlu* (1895) sjeverna mu je granica na zapadu Evrope između 46° i 47° sjev. širine (Auvergne-Bern-Merano),

Veoma su zanimljivi podaci *Müllera* (1887), koji kaže, da se područje rasprostranjenja u Tirolu upadljivo podudara s arealom pitomoga kestena.

Prema *Strandu* ima ga u Južnoj Evropi (izuzev južnu Rusiju, mjestimice u Badenu, južnoj Švicarskoj, b. Austro-Ugarskoj, Maloj Aziji i Siriji).

*Agenjo* (1941) navodi ova nalazišta: Južna Evropa (izuzev Rusiju), južna Švicarska, Austrija, Mađarska(!), Italija, Bugarska, Grčka, Turska, Španija, Portugal, Sicilija, Korzika, Maroko, Alžir, Sirija i Mala Azija. Prema novijim podacima u Francuskoj dolazi na jugu od linije Brest-Tours-Chambéry (*Hubault*, 1948), a u Turskoj mu je поближе odredio areal *Schimitschek* (1941).

Opisujući rasprostranjenje četnjaka u Švicarskoj *Keller* (1903) tumači način njegova širenja u toj zemlji. On je mišljenja, da je leptir iz Sredozemlja, gdje mu je glavni areal, došao u Wallis dolinom Rhône. U Tessinu i Walisu penje se do 1.100 m. Podatke o arealu, koje je dao *Keller*, smatra *Hosli* (1937) nepotpunim. On kaže, da raspolaže podacima, prema kojima se četnjak penje kod Briga i do 1500 m. Još na 1340 m u šumama Vispertsminena čini on znatne štete.

Na temelju podataka, koji su nam bili dostupni, izradili smo kartu s arealom, na kome redovno dolazi borov četnjak gnjezdar, iz koje se vidi, da ova palearktička vrsta leptira dolazi na tri kontinenta uglavnom oko Sredozemnog mora.

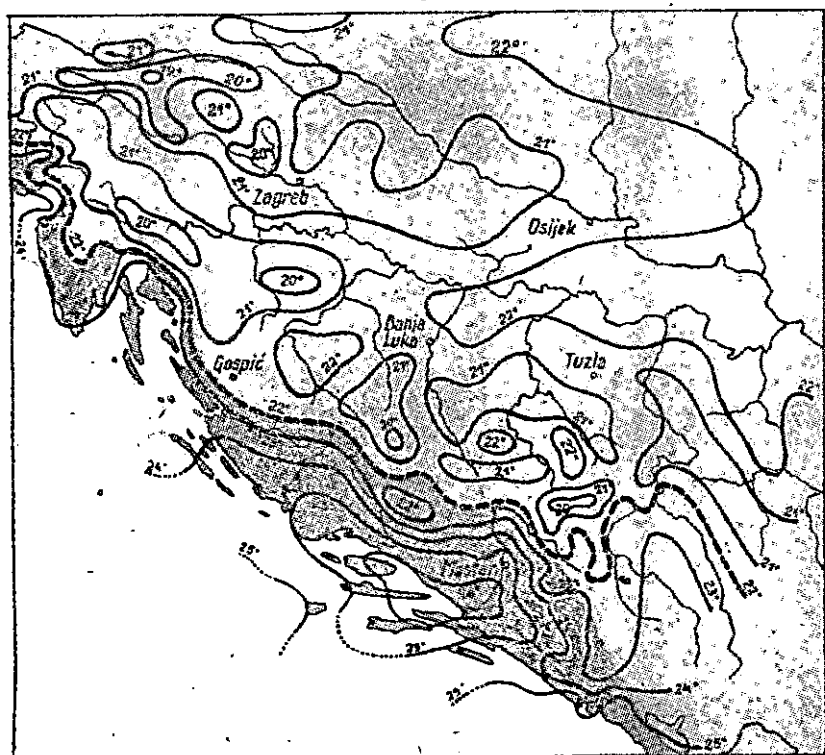
## 2. Rasprostranjenje u Jugoslaviji — Répartition en Yougoslavie

*Langhoffer* (1927) je prvi donio podatke o šumama u kojima se pojavljuje četnjak, kao i o intenzitetu pojave u pojedinim godinama. Razumljivo je, da su ti podaci zbog slabe evidencije samo orijentacionog karaktera. No već iz takvih podataka vidi se, da četnjak dolazi kod nas u mediteranskoj i submediteranskoj zoni. Sjeverna mu je granica određena udaljenošću od morske obale ili nadmorskom visinom. Postoje mjesta, u kojima se pojavljuje stalno, zatim takva, gdje dolazi od vremena na vrijeme, i konačno mjesta, gdje samo katkada dođe do napadaja.

Već 1889. godine spominje se jaki napadaj četnjaka na otoku Mljetu. Podaci bivšeg Inspektorata za pošumljavanje krša u Senju govore o navalama četnjaka na borove šume i kulture Hrv. Primorja od 1902.—1926. godine, sad slabijim, sad jačim intenzitetom. Ti podaci odnose uglavnom na kotareve: Sušak, Crikvenica, Novi i Senj. Pojava je zabilježena i na području Markarske, Novigrada, Zadra i Šibenika. Najudaljenije mjesto na

kontinentu kod nas, koje je *Langhoffer* spominje kao nalazište četnjaka, jest *Knin*. Prema podacima Langhoffera ne bi se moglo sa sigurnošću ustvrditi u kojim je godinama bio najintenzivniji napad.

Mi smo prikupili podatke o borovim šumama i kulturama, u kojima se javlja četnjak. Budući da je ta lista veoma velika,



Sl. — Fig. 15. Areal borova četnjaka u Jugoslaviji — Répartition de la Processionnaire du Pin en Yougoslavie

ograničujemo se na to, da iznesemo uglavnom granice njegova areala. Tu granicu na jugu čini obala i otoci Jadranskog mora. U Sloveniji dolazi u primorskoj zoni od Gorice crtom, koja se u blagom luku spušta do Trsta, zahvaća Istru, izuzev hrbat Učke. Od Rijeke prodire dublje u kopno duž željezničke pruge do Plasa. Od Rijeke prema jugu zahvaća ta zona primorsku obalu ispod Velebita u veoma uskom pojasu, koji se proširuje kod Novigrada. Rijekom Zrmanjom ide ta crta do Knina, a odatle se ispod Dinare spušta rijekom Cetinom do iznad Sinja. Od Sinja preko Imotskog izbija na Neretvu kod Mostara. Dolinom Neretve za-

dire duboko u kopno sve do Konjica i Prozora. Odavle se spušta nevesinjskim poljem do ispod Bjelašnice, zahvaća područje oko Trebinja te ispod Orjena ide uskim, obalnim pojasom crnogorskog primorja.

Iz NR Makedonije, gdje ga također ima, nemamo točnih podataka. No tu se na planinama (Jakupica) penje i do iznad 1000 m visine.

Izvan ove zone njegove redovne pojave dolazi još kod Srba u kotaru Gračac (NR Hrvatska) i kod Drvara u NR Bosni i Hercegovini. To su zasada ujedno najudaljenije točke od mora, gdje ta vrsta dolazi u našoj zemlji.

Vidimo, dakle, da se areal borova četnjaka ne podudara s arealom bora u Jugoslaviji, što dokazuje, da postoji neki drugi faktor, koji ograničuje njegov areal na užu obalni pojas. Leptiri lete u julu, kada je temperatura i u ostalim krajevima naše zemlje iznad biološke granice, koju smo ustanovili za ovaj stadij. Gusjenice starijih stadija veoma su otporne prema niskim temperaturama. Primjer iz Slovenije pokazuje, da temperatura od  $-29^{\circ}\text{C}$  ne može da ih u zaprecima uništi (Kafol, 1951.) Koji su dakle faktori odlučni za njegovo rasprostranjenje?

Dovoljno je, da pogledamo kartu izoterma, pa će nam odmah pasti u oči, da se areal četnjaka gotovo idealno poklapa sa 22 izotermom ili točnije između  $22^{\circ}$  i  $23^{\circ}\text{C}$  u mjesecu *srpnju*. Ta linija odgovara godišnjoj izotermi između  $13^{\circ}$  i  $14^{\circ}\text{C}$  (vidi sl. 15). Ali postoji još jedna zanimljiva činjenica. *Zona rasprostranjenja borova četnjaka gnjezdara kod nas poklapa se sa sjevernom granicom optimalne zone hrasta medunca. Ta crta predstavlja ujedno i južnu granicu areala bukve odnosno jele.* Nalazište oko Drvara i Srba nalazi se ipak unutar areala hrasta kitnjaka. No ta područja idu među ona, u kojima se četnjak javlja sporadično i ne čini veće štete.

Za njegovo rasprostranjenje igraju, dakle, klimatske prilike neobično važnu ulogu. *Pritome su temperaturni minimumi u onim mjesecima, kada se četnjak nalazi u stadiju jaja ili gusjenice 1. stadija, onaj redukcionni faktor, koji onemogućava njegovo dublje nadiranje u kopno.*

Iz prednje tabele vidimo, da samo ona mjesta, koja imaju temper. minimume u VIII. mjesecu iznad  $13^{\circ}\text{C}$ , a u IX. iznad  $9^{\circ}\text{C}$ , idu u areal borova četnjaka gnjezdara. Kako ćemo poslije vidjeti, laboratorijski pokusi pokazali su, da embrionalni razvoj izostaje na temperaturi ispod  $12^{\circ}\text{C}$ , a da se nultočka razvitka gusjenica 1. stadija nalazi kod  $11^{\circ}\text{C}$ . Tu, dakle, treba da tražimo uzroke njegova rasprostranjenja u užem obalnom pojasu, a u planinama samo do određene visinske granice. Njegovo mjestično prodiranje dublje u kopneno područje u vezi je s reljefom terena; svagdje tamo, gdje je reljef terena omogućio prodiranje

Temperaturni minimumi nekih mjesta za VII—X mjesec (koso štampana mjesta su ona u kojima dolazi četnjak) — Températures minima de quelques localités en mois VII—X. (Les endroits où apparait la Processionnaire du Pin sont en italiques).

Tab. 3.

Mjesto Localité	Mjesec — Mois			
	VII	VIII	IX	X
<i>Crikvenica</i>	13,2	13,0	9,4	4,6
<i>Hvar</i>	17,3	17,1	14,0	9,6
Ravna Gora	4,0	3,4	—0,5	—5,3
Zagreb-Grič	12,5	11,2	7,0	1,6
Sljeme	7,8	7,7	4,0	—1,6
Čakovec	12,5	11,7	5,5	—0,2
Požega	13,5	11,8	6,2	—0,1
Sarajevo	8,4	7,1	3,9	—0,1
<i>Mostar</i>	14,3	13,3	9,7	5,8

toplih zračnih struja, dajući klimi karakter mediterana ili submediterana, nalazimo i borova četnjaka gnjezdara. Ovaj primjer potvrđuje fitozoosociološku zakonitost, koja postoji između biljnog i životinjskog svijeta. Ali njegov areal proširit će se i tamo, gdje postoje uvjeti, da preživi kritični stadij, a ta je za četnjaka gnjezdara jaje i 1. stadij gusjenice. Time tumačimo njegovu pojavu u jelovim sastojinama u Italiji (Pepe, 1952), kao i kod nas u Bosni (Drvar) i Lici (područje hrasta kitnjaka).

Prema *Eidmannovoj* (1949) shemi, pripadao bi četnjak tipu, koji je on prikazao za *Epiblemu* tedellu, gdje masovna pojava unutar klimatskog optimuma pada unutar podudarne zone, koju čini areal biljke hraniteljice i zona mogućeg potencijalnog razmnožavanja štetnika. U toj shemi bi zona indiference bila veoma ograničena.

## EKOLOŠKA ISTRAŽIVANJA — RECHERCHES ÉCOLOGIQUES

### 1. Svrha istraživanja — But des recherches

Proučavanje štetnih insekata sa gledišta Zaštite šuma ima za cilj:

1. upoznati biologiju odnosno ekologiju štetnika, da bi u njegovu životnom ciklusu pronašli najslabiju točku s obzirom na mogućnost pronalazjenja najprikladnije metode za suzbijanje;

2. utvrditi uzroke masovne i periodičke pojave štetnika, otkriti eventualnu zakonitost tih pojava, što bi moglo omogućiti postavljanje prognoze i pravovremenu pripremu mehaničke, kemijske ili biološke metode suzbijanja.

Kod proučavanja masovne pojave štetnih insekata služe se u novije vrijeme autori komparativnom metodom (Vajda 1948, 1953), koja se bazira na historijsko-statističkim podacima. Razmatraju se klimatski faktori u onim godišnjim periodima, koji odgovaraju pojedinim fazama biološkog ciklusa štetnika: za vrijeme latence, progradacije, kulminacije i retrogradacije. Ovakva proučavanja temelje se na podacima meteoroloških stanica u području masovne pojave kroz dulji niz godina. Na taj način ustanovljuje se zavisnost razvoja i masovne pojave o klimatskim prilikama, procjenjuje se uloga abiotskih i biotskih faktora i postavlja mogućnost prognoze masovne pojave.

Kod tih proučavanja klimatologija kao nauka igra veoma važnu ulogu, jer klima kao promjenljivi i nezavisni faktor regulira razvoj, kako biljaka, tako i životinja u svakom kraju zemlje. Zato je (citiramo Silvestrija, 1952) polazna točka kod svih istraživanja u borbi protiv štetnih insekata, konstrukcija klimograma. Ovom metodom obilno su se služili mnogi primijenjeni entomolozi kao *Schwerdtfeger*, *Zwölfer*, *Bodenheimer*, *Schimitschek* i dr., koji su na taj način postigli vrlo dobre rezultate u otkrivanju uzroka masovne pojave štetnih insekata i mogućnosti njihova rasprostranjenja.

U nedostatku podataka prostornog i vremenskog rasprostranjenja i intenziteta napadaja štetnih insekata kroz dulji niz godina historijsko statistička metoda nadopunjuje se kauzalno-analitičkom metodom (*Zwölfer*, 1931), koja čak i sama za sebe daje vrlo dobre rezultate. Nema sumnje, da se obje spomenute metode odlično nadopunjuju.

U posljednje vrijeme u istraživanjima masovnih i periodičkih pojava insekata pošlo se još i dalje. Tako je *Franz* (1952) pokušao da nađe rješenje ovih pojava na temelju genetskih zakonitosti, a naročito na temelju genetske konstitucije cijelih populacija. Proučavanju endogenih faktora daje se sve veće značenje. Kod nas je *Kovačević* pokušao da dovede u vezu neka unutrašnja genetski određena svojstva s načinom ishrane. *Schmidtova* (1954) je dokazala, da samo one gusjenice gubara (*Lymantria dispar*), koje se hrane lišćem hrasta lužnjaka, daju potomstvo s takvim biotičkim potencijalom, koji dovodi do masovne pojave. Te gusjenice održavaju kontinuitet vrste, a sve druge ugibaju.

Mi ćemo se u toku ove rasprave još osvrnuti na ove činjenice, no već sada možemo reći, da bi pogrešno bilo postaviti problem na način, da se utvrdi prioritet egzogenih pred endogenim

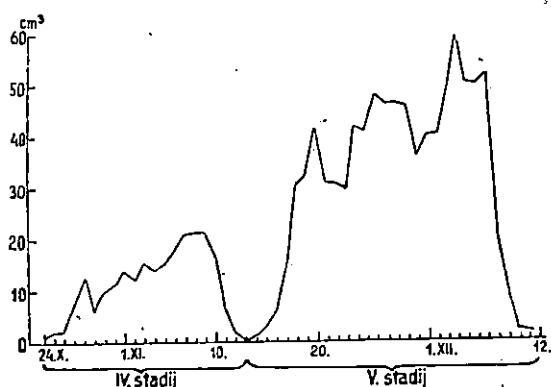
faktorima ili obrnuto. Egzogeni faktori selekcijom izdvajaju individuume takve genetske konstitucije, koji će biti najrezistentniji i koji će nadvladati faktore otpora okoline. Ti faktori su dakle u direktnoj zavisnosti, pa se često problem svodi slično jednadžbi sa dvije nepoznanice. Odredimo li jednu nepoznanicu, izračunavanje druge postaje jednostavna stvar.

U našim istraživanjima postavili smo sebi zadatak, da proučimo najvažnije vanjske, t. j. biotske i abiotske faktore, koji su djelovali posljednjih godina na pojavu borova četnjaka gnjezdara. Poznavanje tih faktora kod nekih dobro proučenih insekata (gubar, nona) omogućilo je, da se započne proučavanjem endogenih faktora, koje je često vezano s kompliciranom tehnikom naučno-istraživačkog rada. Proučavanje vanjskih faktora dakle mora biti prva stepenica za dalji rad. Bez rezultata tih istraživanja ne može se imati jasna i kompletna slika uvjeta, pod kojima živi i razvija se pojedina vrsta insekata. A upravo ti faktori za borova četnjaka gnjezdara nisu bili proučeni. Generalne konstatacije Müllera i Radčenka, da suhe i tople godine pogoduju njegovu razvoju, trebalo je dokazati, a upravo je to i bio zadatak, koji smo sebi postavili.

## 2. Metoda istraživanja — Méthodes des recherches

### a) Laboratorijska istraživanja — Essais effectués en laboratoire

Kroz tri godine naših istraživanja donosili smo svake godine jajna legla četnjaka iz borovih kultura s otoka Cresa, gdje smo vršili istodobno i terenska fenološka opažanja. Utjecaj



Sl. — Fig. 16. Određivanje datuma presvlačenja iz grafikona količine dnevnih ekskremenata — Détermination de la date de la mue au moyen de graphique montrant la quantité d'excréments journaliers



konstantnih temperatura na ekloziju gusjenica, na brzinu njihova razvoja i na dužinu života leptira vršili smo u serijskom termostatu Zavoda za zaštitu bilja u Zagrebu. Gusjenice 1. i 2. stadija hranili smo borovim iglicama (*Pinus nigra* Arn.), nastojeći, da imaju uvijek na raspolaganju svježije ovogodišnje izbojke onako, kako to same biraju u prirodi. Jedan dio pokusa, koji se



Sl. — Fig. 17. Borova stabalca u sanducima za uzgoj gusjenica — Plants du Pin en caisse pour l'élevage des chenilles de la Processionnaire du Pin

odnosi na utjecaj konstantnih temperatura na gusjenice starijih stadija, izveden je u Zavodu za primijenjenu entomologiju prof. Vayssièrea i u klimakomorama P. C. B.-a u Parizu.\* Temperaturna kolebanja serijskog termostata Zavoda za zaštitu bilja zabilježili smo kroz nekoliko dana. U periodu uzgoja gusjenica 1. stadija, kada su se ta kolebanja najviše mogla odraziti na rezultate, nisu iznosila više od  $\pm 1^{\circ}$  C. Ona su bila nešto veća za vrijeme pokusa, koje smo vršili s jajnim leglima, ali samo u prvom odjeljku, gdje je zbog kvara varirala kraće vrijeme između 8 i 12<sup>o</sup> C. Temperatura i vlaga u klimakomorama u Parizu

\* Physiologie, Chimie, Biologie

bila je uvijek konstantna. Vлага je bila kroz cijelo vrijeme pokusa u Parizu 80%, a u serijskom termostatu u Zagrebu varirala je između 60 i 80%.

Istraživanja s konstantnim temperaturama imala su cilj, da na temelju dobivenih rezultata možemo ocijeniti, kako ona utječe na brzinu i razvoj borova četnjaka u pojedinim fazama, zatim da u vremenu toga razvoja otkrijemo kritični period.

Četnjak živi u kolonijama i u zajedničkim zaprecima. Zbog toga nismo mogli pratiti neke pojave kao pojavu presvlačenja pojedinih individuuma, već cijele kolonije. Dovoljnom točnošću odredili smo datume presvlačenja gusjenica iz grafikona količine dnevnih ekskremenata, koji za vrijeme presvlačenja potpuno izostaju (sl. 16).

Za ostale biološke pokuse i radi praćenja razvitka četnjaka, uzgajali smo u laboratoriju gusjenice od prvih stadija do kukuljenja. Uzgoj smo vršili na borovim grančicama, koje smo dnevno mijenjali, ali i na borovim stabalcima visokim do 2 m, koje smo s busenom presadili u dovoljno velike drvene sanduke (sl. 17). Tu su se gusjenice slobodno kretale, mijenjale mjesto privremenih zapredaka u toku 1. i 2., a katkada i 3. stadija, dok konačno ne bi izgradile stalni zimski zapredak upravo onako, kako to čine u prirodi.

Jedan do dva dana, prije nego će se gusjenice zakukuljiti, prestaju one da se hrane. Tada smo ih stavljali na zemlju u glinene posude, gdje su se i zakukuljile. Na taj način smo u laboratoriju pratili izlazak leptira. Kratko vrijeme prije eklozije donosili smo s terena iz raznih krajeva kukuljice iskopane i pomiješane sa zemljom radi praćenja eklozije, parazita i bolesti.

#### b) Terenska istraživanja — *Essais dans la nature*

Za terenska istraživanja izabrali smo objekte na otoku Cresu. Nedaleko istoimenoga mjesta na tome otoku nalaze se dvije borove kulture: Sv. Bartolomej i Sv. Uršula. Nešto dalje uz cestu Cres-Lošinj odabrali smo za opažanja dvije borove kulture: Vrana i Batajna (sl. 18). U samom mjestu Cresu osnovali smo privremeno entomološku stanicu.

Stanica je smještena kraj maloga borika u šumskom rasadniku u Cresu, gdje smo imali u jednoj obližnjoj zgradi i poljski laboratorij. Insektarije veličine 80 × 40 × 40 smjestili smo na otvorenom prostoru u šumskom rasadniku (sl. 19). U sredini rasadnika postavili smo meteorološke kućice s instrumentima za mjerenje minimalne i maksimalne temperature, suhi i vlažni termometar, ombrometar i vjetrokaz. Meteorološka opažanja vršena su po uputama i pod nadzorom Hidrometeorološke stanice u Zagrebu.



Sl. — Fig. 18. Pregled borovih kultura na kojima su vršena fenološka opažanja — Carte des cultures du Pin où l'on a fait des observations phénologiques

Sve navedene borove kulture, kao i mali borik u Cresu stalno je napadao borov četnjak gnjezdar za vrijeme naših istraživanja s većim ili manjim intenzitetom. Taj intenzitet odgovarao je uglavnom intenzitetu zaraze na svim borovim kulturama sjevernog Primorja pa i čitavog jadranskog područja. Komparativna opažanja provodili smo u šumskim kulturama Voljak kraj Crikvenice, jer smo za to mjesto imali dugogodišnje i kompletne meteorološke podatke, a zatim djelomice i na borovim kulturama Učke. Redovno smo dobivali podatke o napadnutim kulturama i o intenzitetu zaraze od Šumskog gospodarstva »Viševica« Rijeka i »Dalmacija« Split. Materijal (kukuljice) radi ustanovljenja datuma eklozije leptira dobivali smo redovno s otoka Brača, a za kontinentalno područje iz okolice Sinja, iz Labina i NR Slovenije (Komen). Podatke za NR Bosnu i Hercegovinu dostavio nam je ing. Fice, entomolog iz Sarajeva, a za područje Dalmacije ing. Piškorić, nastavnik Srednje šum. škole u Splitu.

Meteorološke podatke za Crikvenicu dobili smo od Zavoda za hidrometeorološku službu u Zagrebu, koji je također vršio obradu podataka za meteorološku stanicu u Cresu.

### c) Kratak opis kultura — Description brève des cultures

Suma Sv. Bartolomej i Sv. Uršula nalaze se na prijelazu iz sjevernoga na centralni dio otoka Cresa. Po svojim biljno-sociološkim karakteristikama nalaze se one na prijelazu submediteranskog u mediteransko područje. Na zapadnoj strani toga dijela otoka nestale su šume i tlo je izvrgnuto već decenijama postepenoj degradaciji, a naročito u višim re-

gijama. U donjim regijama nalaze se lijepi maslinovi nasadi. Umjetno podignute kulture crnoga bora stare su oko 55 godina. Nešto sjevernije od ovih objekata nalazimo područje hrasta medunca (*Quercus pubescens* Wild) i crnoga jasena (*Fraxinus ornus* L.), koje južnije prema Vranskom jezeru prelazi u područje zimzelenih listača: hrasta crnike ili česmine (*Quercetum ilicis* Br. Bl.).

Borova kultura Sv. Bartolomej ima površinu od 24 ha, a nadmorsku visinu 213—234 m. Na svojem donjem rubu izmiješana je s alepskim borom. Kod prvotnog pošumljavanja unesene su u kulturu i biljke kalabrijskog bora (*Pinus nigra*, Arn. ssp. *calabrica*). Na svojoj jugozapadnoj



Sl. — Fig. 19. Insektariji u kojima su uzgajane gusjenice na otoku Cresu. — Cages installées sur l'île de Crès pour l'élevage des chenilles

strani teren je strmiji i kamenitiji od nešto viših južnih ekspozicija. Za to su ovdje borova stabla mnogo niža i sklop rjeđi. Vapnenac svagdje izbija na površinu u većim ili manjim gromadama, između kojih se nalazi zemlja crljenica. Na ovoj strani uz sami rub kulture nalazi se mlada borova kultura, koja je vjerojatno nastala prirodnom putem, no nije isključeno popunjavanje sadnjom borovih biljaka. Sklop je mjestimice prekinut zbog sječe posušenih stabala. Na tlu se može naći elementa mediteranske i submediteranske zone: *Quercus pubescens*, *Q. ilex*, *Fraxinus ornus*, *Prunus mahaleb*, *Rosa canina*, *Phillyrea latifolia*, *Pistacea terebinthus*, *Juniperus oxycedrus*, *Lonicera implexa*. Od nižeg bilja: *Salvia officinalis*, *Helichrysum italicum*, *Clematis flammula*, *Rubus fruticosus*, *Rubia peregrina*, *Asparagus acutifolius*, *Smilax aspera*, *Ruscus aculeatus*.

Na nešto višem položaju, koji je ujedno i položitiiji, nalaze se stabla gušćeg sklopa, ljepša i ravnija.

Sv. Uršula (25 ha) nalazi se tek nekoliko stotina metara dalje prema jugu i po stanišnim prilikama ne razlikuje se mnogo od onih u Sv. Bartolomeju, osim što je sklop gušći i tlo donekle bolje popravljeno. Nešto deblji sloj humusa pokriva tlo. Ekspozicija južna. Nadmorska visina 334 m.

Obje borove kulture konstatno su napadane od 1945. god. pa dalje. U njima nije vršeno nikakvo suzbijanje četnjaka. Akcija veoma malog opsega izvršena je tek na jednoj maloj površini kulture Sv. Bartolomej, no ova akcija nije mogla nikako utjecati na prirodni tok gradacione krivulje.

*Šuma Batajna*, površine 392 ha nalazi se na jednom zaravanku s lijeve strane ceste Lošinj-Cres. To je mlada crnoborova kultura stara 15 godina. Nadmorska visina 240 m. Tlo potpuno degradirano bez ikakva znatnijeg biljnog pokrova. Ovu smo sastojinu izabrali kao pokusni objekt u prvom redu radi opažanja o štetnom utjecaju četnjakova bršćenja na mlađe borove sastojine, a zatim za gradološka opažanja. Zbog manjih visina, na kojima je bilo lako izbrojiti zapretke, bio je to naročito pogodan objekt za određivanje intenziteta napadaja u pojedinim godinama. U toj šumi izlučili smo površinu  $100 \times 50$  (0,5 ha), na kojoj smo za vrijeme od 3 godine brojili zapretke na svim borovima. Na taj način dobili smo podatke za konstrukciju gradološke krivulje. Iz te smo kulture uzimali najna legla za laboratorijske pokuse.

*Šuma Vrana*, koja se nalazi na visoravni centralnog dijela otoka Cresa pokraj Vranskoga jezera ima površinu 150 ha. Nadmorska vis. 270 m. Sastojina je stara oko 50 godina. Tlo veoma mršavo, mjestimice pod sklopom nešto popravljeno. Sastojina rijetkoga sklopa veoma slabog kvaliteta. Mnoga stabla, dostignuvši fizičku zrelost, koja rano nastupa na kraškom siromašnom tlu, suše se. Stalno izvrgnuta napadima četnjaka, stabla su sukcesivno kljaštrena. Mnoga su zbog toga ostala bez vrhova i cijela sastojina ima veoma loš izgled. Tomu je mnogo pridonio i napadaj borova savijača (*Evetria buoliana* Schiff.); godine 1949. i 1950. primijećen je u ovoj šumi jaki napadaj potkornjaka (*Pityogenes trepanatus* Noerdl.).

Sjeverni dio šume Vrana je mlađa kultura. Na njoj smo izabrali pokusnu površinu, sa koje smo svake godine uzimali kuljice radi kontrole njihova zdravstvenog stanja i radi konstrukcije gradološke krivulje.

*Šuma Voljak* nalazi se iznad mjesta Crikvenice. Nadmorska visina 180 m. Tlo pripada zoni vapnenca gornje krede sa mnogo škrapa i nešto malo zemlje crnice. Na mjestima ima potpuno ispranih i sterilnih površina. Pripada zadruzi *Carpinetum orientalis croaticum* H-ić. U ovoj smo šumi vršili opažanja naročito u pogledu intenziteta zaraze i fertiliteta ženki u pojedinim godinama.

### 3. Laboratorijska istraživanja — *Essais effectués en laboratoire*

#### a) Utjecaj konstantnih temperatura na razvoj gusjenica — *influence des températures constantes sur le développement des chenilles*

Poznavanje djelovanja temperature i vlage na razvoj insekata od velike je praktične vrijednosti. U vezi sa klimagramima pojedinih krajeva, ono nam u mnogo slučajeva pomaže kod postavljanja prognoze za masovnu pojavu i širenje insekata. Najbolji primjer za to dao je *Bodenheimer* (1930) iznoseći slučaj *Xenopsylla cheopis*, prenosioca jedne opasne bolesti (plućne kuge). *Buxton* je na temelju poznavanja klimatskih datuma i vitaliteta ovoga insekta lako utvrdio, u kojim krajevima Afrike može doći do epidemije, a u kojima ne može.

Krivulja brzine razvoja insekata u zavisnosti o temperaturi, za koju su teoretske postavke dali *Van t'Hoff* i *Krogh* (1914), usavršena je daljom razradom *Sandersona* (1913), *Pearsa* (1927), *Bodenheimera* (1927), *Bluncka* (1923), *Janischa* (1925) itd. Mnogi primijenjeni entomolozi konstruirali su za važnije vrste štetnika Blunckovu hiperbolu, koja predstavlja zavisnost brzine razvoja nekog insekta o temperaturi, dajući joj prednost ispred *Janischeve* teoretski ispravnije, ali za praksu manje primjenjive eksponencijalne krivulje.

Za četnjaka je ustanovljenje ove krivulje od naročite važnosti i zato, što on u našoj zemlji dolazi na golemoj površini i u krajevima sa naročitim klimatskim uvjetima. Razumije se, da njegov razvoj u zavisnosti od klime dotičnoga kraja mnogo varira. Poznavanje bioloških datuma u pojedinim godinama od praktične je važnosti za šumarstvo. Naročito je za suzbijanje važno pratiti razvoj gusjenica, odrediti stadije i približno predvidjeti vrijeme, kada će gusjenice ići u zemlju, da se zakukulje. U posljednjim stadijima svoga razvoja gusjenice su veoma otporne, pa se suzbijanje mora provoditi, dok su one u mlađim stadijima. No kako klimatske prilike variraju često za jedan te isti kraj u pojedinim godinama, to biološki datumi za četnjaka nisu ni približno konstantni. Razlike u vremenu odlaska gusjenica u zemlju iznose u pojedinim godinama 2—3 mjeseca.

Poznavanje zavisnosti razvoja četnjakovih gusjenica o temperaturi, tom najvažnijem ekološkom faktoru, pomoći će nam kod postavljanja prognoze, u kojem stadiju će gusjenice prezimiti i kada će odlaziti u zemlju, da se zakukulje. S druge strane ono nam daje mogućnost, da ocijenimo, u kojim krajevima može da živi četnjak i gdje treba očekivati njegovu masovnu pojavu.

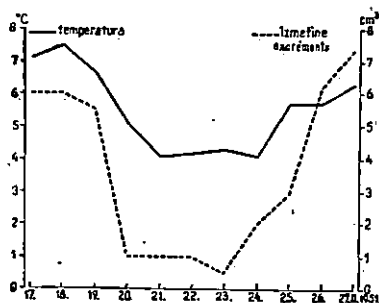
Pri izradi Blunckove krivulje služili smo se eksperimentalnim i računskim putem. U više su navrata eksperimenti pokazali njenu ispravnost. Razvoj gusjenica 5. stadija na temperaturi 18° C ( $t_1$ ) trajao je 30 dana ( $T_1$ ). Kod temperature od 24° C ( $t_2$ ) razvoj gusjenica istoga stadija trajao je 20 dana ( $T_2$ ). Ove podatke dobili smo uzgajajući gusjenice na tim temperaturama za vrijeme od 3 godine. Na temelju ovih dviju točaka, temperature i odgovarajuće duljine razvoja izračuna se termalna konstanta (*thermal constant*) iz formule:  $T(t - c) = k$ . Uvrštavajući u tu jednadžbu vrijednosti za  $t$  i  $T$ , dobili smo:

$$20 (24^{\circ} - c) = k$$

$$30 (18^{\circ} - c) = k$$

$$k = 360$$

Daljim uvrštavanjem veličine  $k$  u jednu od prednjih jednadžbi izračunali smo *nultu točku razvoja* (*Developmental zero* ili prema Schelfordu (1927), — cit. Chapman temperature thre-



Sl. — Fig. 20. Odnos dnevnih temperatura i količine ekskremenata — Rapport entre les températures journalières et les quantités d'excréments

shold)  $c = 6^{\circ}$  C. To bi značilo, da se ispod ove točke gusjenice ne hrane i da se ne mogu razvijati. To su potvrdili i neki autori (Müller, Grison), iako je puno i intenzivno žderanje tek nešto iznad 10° C. Događa se, da gusjenice izlaze noću i hrane se i kod nižih temperatura, ako su ove kratkotrajne i ako je pad temperature nastupio postepeno (sl. 20), no u ovom slučaju, kako se vidi iz grafikona, biološki procesi svedeni su na minimum. Uporedo s padom temperatura vidljivo je opala i količina ekskremenata u tim danima.

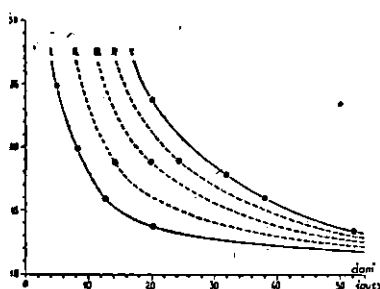
Pokus sa gusjenicama 1. stadija pokazao je, da je na temperaturi od 24° C razvoj trajao prosječno 5 dana; na 20° C pro-

sječno 8 dana, a na  $7,5^{\circ}\text{C}$  u pogledu hranjenja one nisu bile aktivne. Kod ove posljednje temperature pokazivale su one znakove života još nakon 20 dana, a kod  $11^{\circ}\text{C}$  nisu uspjele da se presvuku u drugi stadij usprkos slabom pokušaju uzimanja hrane. Iz ovako dobivenih podataka prema prednjoj jednadžbi izračunali smo termalnu konstantu. Ona je iznosila 53, a nultočka razvoja (c)  $11^{\circ}\text{C}$ , što je, kako smo naprijed vidjeli, uzgojem u termostatu i potvrđeno.

Na temelju prednjih podataka i točaka, koje smo dobili interpolacijom, konstruirali smo *Blunckovu hiperbolu* (sl. 21).

Napominjemo, da nam je konstrukcija *Blunckove krivulje* bila samo kao radna hipoteza za lakše tumačenje nekih klimatskih faktora. No u tome smislu potrebna su još dalja istraživanja. Bilo bi od velikog značenja odrediti interval između vitalnog optimuma i brzine razvoja pojedinih stadija. *Kozhantschikow* (1936) je mišljenja, da u problemu masovne pojave štetnika, kao i njegove periodičke pojave, termofilnost vrste, odnosno navedeni interval igra veliku ulogu. Mi nismo odredili vitalni optimum borova četnjaka. Ipak primjećujemo, da kod temperature od  $24^{\circ}\text{C}$  gusjenice 5. stadija prenesene iz zapretka na novu grančicu nisu pokušale praviti novi zapredak, pa zbog toga pretpostavljamo, da je to točka, koja se nalazi blizu gornje granice njegove vitalne zone t. j. zone, za koju još uvijek vrijedi *Blunckova krivulja*. *Mortalitet* gusjenica kod ove temperature bio je tek neznatan.

Uzmemo li kao teoretsku nultočku razvoja za gusjenice 1. stadija  $11^{\circ}\text{C}$ , a za one 5. stadija  $6^{\circ}\text{C}$ , vidimo, da razlika za ostale stadije nije znatna. Ipak bi bilo krivo pomisliti, da je ekološka valencija u stadiju gusjenica mala. Gusjenica 5. stadija preživjele su u prirodi temperaturu od  $-29^{\circ}\text{C}$ . U zaprecima izdržale su i 2 mjeseca bez hrane. Postavljene na  $-12^{\circ}\text{C}$  za vrijeme od 24 sata, a zatim donesene na temperaturu od  $20^{\circ}\text{C}$  postaju za nekoliko časaka veoma aktivne. Da su gusjenice veoma otporne, pokazuje ovaj pokus. 20. decembra 1953. donijeli smo iz Hrv. Primorja 10 zapredaka sa gusjenicama četnjaka i stavili ih na vanjsku temperaturu. Zbog niskih temperatura, koje su tih dana nastupile u Zagrebu, gusjenice su ostale u zaprecima i nisu



Sl. — Fig. 21. Razvoj četnjakovih gusjenica 1. — 5. stadija na raznim konstantnim temperaturama — Évolution des chenilles de la Processionnaire du Pin à des températures constantes



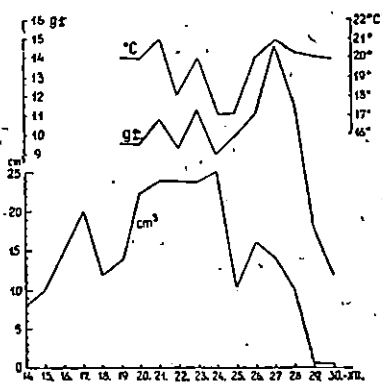
uzimale hranu sve do konca veljače 1954., t. j. više od 2 mjeseca. Nakon toga prenijeli smo ih na sobnu temperaturu (18—20° C), i one su odmah isti dan započele hranjenjem. Godine 1950. postavili smo ovaj pokus: Gusjenice 4. stadija postepeno smo privikivali na gladovanje, hraneći ih neredovito i s malom količinom hrane u vremenu od 24.—30. XI. Zatim smo ih prestali hraniti. 4. XII. presvukle su se u 5. stadij. Po veličini znatno su zaostale za onima, koje smo normalno hranili. 13. XII., t. j. nakon 18 dana, što djelomičnog, što potpunog gladovanja stavljene su ponovo na hranu kod sobne temperature (18—20° C). 31. XII. gusjenice su se zakukuljile. Gusjenice, koje su služile kao kontrola, t. j. koje smo redovito hranili, pošle su u zemlju 12. XII. t. j. 18 dana prije.

Još jedan primjer svjedoči o velikoj vitalnosti gusjenica četnjaka starijih stadija. Radilo se o gusjenicama, koje smo 2. III. 1953. primili iz Alësa u laboratorij za entomologiju u Parizu. Na temperaturi od 9—14° C gusjenice nisu uzimale hranu. To je bio period presvlačenja, koji je bio produžen zbog niskih temperatura. 10. III. otvorili smo zapretke i našli gusjenice 4. stadija *pred presvlačenjem*. Nekoliko blijedih gusjenica 5. stadija dokazuje, da su se gusjenice upravo presvukle. Neznatne količine ekskremenata, koje smo nalazili do 18. III., pokazivale se, da su gusjenice pokušavale uzimati hranu, no noćne temperature kretale su se upravo oko točke, kod koje je žderanje tek neznatno. 18. III. prenijeli smo gusjenice u komoru s konstantnom temperaturom od 25° C. Gusjenice su počele da uzimaju hranu u većim količinama, a i količina ekstremenata naglo je prerasla. 26. III. ostavljen je jedan dio gusjenica u klima-komori s konstantnom temperaturom, a druga polovina prenesena je na konstantnu temperaturu od 6,5° C. Tu su ostale 25 dana, t. j. do 20. aprila, kada su ponovo prenesene u klima-komoru na 25° C. 11. V. zabilježili smo prve kukuljice, a gusjenice, koje su ostavljene u klima-komori za kontrolu, zakukuljile su se između 3 i 8. aprila. Normalno je dakle razvoj gusjenica 5. stadija na temperaturi od 25° C trajao 18—23 dana. Gusjenice, koje su 25 dana bile bez hrane na temperaturi od 6,5° C, trebale su za razvoj, ne računajući vrijeme anabioze na temperaturi ispod nul-točke razvoja, 28 dana, t. j. 8 dana više nego u prvom slučaju. Mortalitet leptira, koji su izašli iz kukuljice, bio je neznatan (10%) i nije se razlikovao u jednom i drugom slučaju. Iz rezultata ovih pokusa možemo zaključiti još i to, da je temperaturu potrebna za presvlačenje uvijek veća od temperature nul-točke razvitka, i da gusjenice, koje se pred presvlačenje ili za vrijeme presvlačenja nađu na toj temperaturi, zaostaju u razvoju, no bez nekih većih štetnih posljedica. Nagli prijelaz iz nižih temperatura na

više ne aktivira gusjenice odmah, već je potrebno, da prođe neko vrijeme. Naprotiv prenesene, na niske temperature odmah prestaju da budu aktivne. Iako je ovakav nagli prijelaz u prirodi obično povezan sa štetnim posljedicama za zdravstveno stanje gusjenica, u laboratoriju to nismo primijetili.

Kolika je zavisnost svih fizioloških procesa unutar točaka biološke krivulje, pokazuje nam grafikon iskorišćenja hrane konstruiran nekoliko dana prije zakukuljenja za jednu grupu gusjenica 5. stadija. Iako je to iskorišćenje upravo proporcionalno sa starošću gusjenica, jasno se vide fluktuacije izazvane alternirajućom temperaturom (sl. 22).

Na koncu treba napomenuti, da se komplicirani biološki i fiziološki procesi ne dadu jednostavno svesti na matematske formule i prikazati grafikonima. Ipak vrijedno je spomenuti primjer *Bodenheimera* (1927), koji je za *Ceratis capitata* L. dao svjetsku kartu sa hipotetskim fenološkim datumima za razne krajeve. Te krivulje predstavljaju dragocjenu pomoć entomolozima i gruba odstupanja imaju uvijek svoj uzrok u nekim faktorima, koji su bili u mogućnosti da isključe zavisnosti o temperaturi (Friedriks 1930). Za matematska apliciranja u biologiji vrijedi konstatacija *Zwölfera*, koji kaže da su ona put, kojim idemo u našim istraživanjima, a nikako i njihov cilj.



Sl. — Fig. 22. Iskorišćenje hrane gusjenica 5. stadija na alternirajućim temperaturama; gr=iskorišćena hrana u gramima; cm<sup>3</sup>=ekskrementi u cm<sup>3</sup> — Utilisation de nourriture par des chenilles du 5ème stade à des températures variables; gr=nourriture en grammes; cm<sup>3</sup>=excréments en cm<sup>3</sup>

b) Utjecaj sunčanog svijetla na razvoj gusjenica — Influence de la lumière solaire sur le développement des chenilles

Kod mnogih insekata svijetlo igra važnu ulogu kao ekološki faktor. Malo je živih bića uopće, kojih se život ne bi odvijao bar u jednoj njegovoj fazi uz prisustvo svijetla (Chapman, 1931). Svijetlo igra ulogu, koja se ne smije zanemariti; kada se govori o razvoju insekata ili njihovoj aktivnosti (Vayssière, 1940). Efekt sunčanog svijetla na biološke procese, ekološke odnose, morfološke karakteristike, pa čak na mehanizam nasljeđivanja, bili su predmet proučavanja mnogih autora. Dobro je poznato,

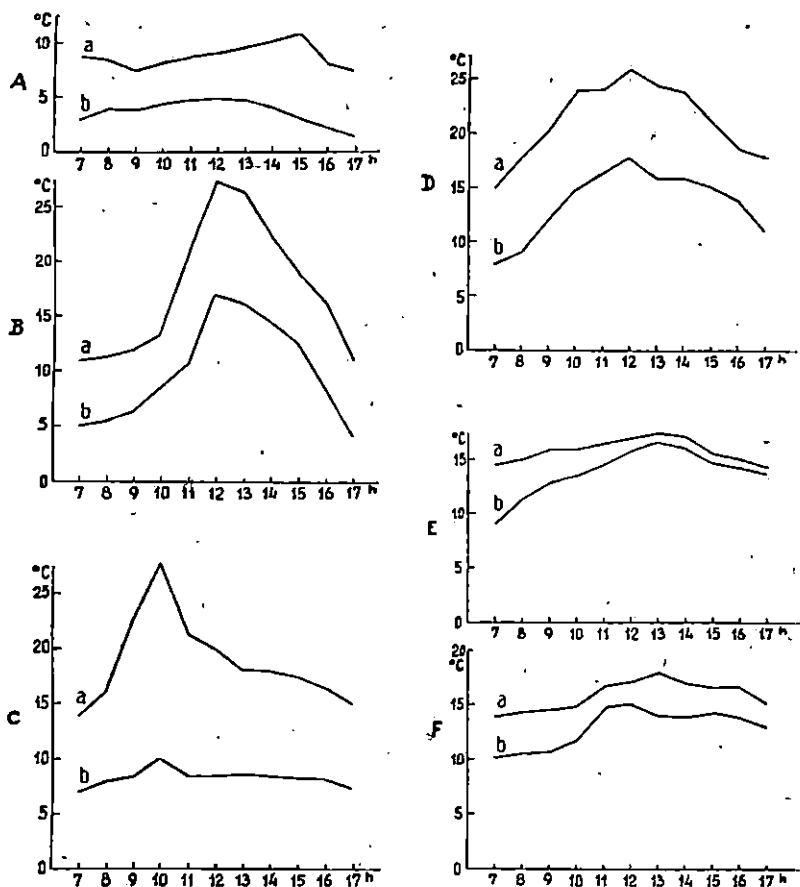
da insolacija skopčana sa povišenom temperaturom povećava aktivitet insekata i djeluje pozitivno na fiziološke procese, pa neki insekti nastoje iskoristiti sunčanu energiju. *Bodenheimer* je to utvrdio za skakavce:

Četnjak je lucifugan. Gusjenice, koje brste, osvijetljene naglo električnom svjetlošću vraćaju se hitro u zapredak. Ipak poslije noćnih kiša izglednije gusjenice 1. i 2. stadija možemo naći često i po danu na iglicama borā. To se događa naročito, kada traže mjesto za formiranje novog zapretka. Pa i odrasle gusjenice, iako je to rijetko, možemo naći u procesiji za lijepih sunčanih dana. *Fabre* je to smatrao higijenskom šetnjom ili ispitivanjem terena u potrazi za mjestom, gdje će se poslije zakućkultiti. No usprkos tim činjenicama gusjenice četnjaka ostaju tipično lucifugne životinje. One ipak iskorišćuju sunčano svijetlo na originalan način. *Grisson* (1951) je izvršio neka ispitivanja s osvijetljavanjem gusjenica. On je utvrdio, da je samo hranjenje uglavnom noćno, no da to ne vrijedi i za drugi aktivitet. Primijetio je, da se gusjenice kreću u kolonijama naročito za vedrih zimskih dana, kada je temperatura iznad 9°C. Ispod te temperature (do + 3°C) primijećeno je tek slabo kretanje pojedinih individua, a kretanje iznad 17°C veoma je intenzivno. Ako su gusjenice stalno osvijetljene na optimalnoj temperaturi od 18—20°C, ishrana im je reducirana na minimum. Ako ih stavimo 8 dana u tamu, modificira se nyctemeralni ritam u velikoj mjeri.

Naši pokusi, koje smo u laboratoriju izvršili u ovom pravcu, nisu nam dali rezultate, iz kojih bismo mogli povući sasvim određene zaključke. Gusjenice, koje smo postavili u totalni i kontinuirani mrak, razvijale su se jednako kao i one na svijetlu. Konstruirale su zapredak (zimski) u 3. stadiju, doživjele i treće prevlačenje (4. stadij), a onda su uginule od poliedrije upravo kao i one, koje su bile na svijetlu, nakon mjesec dana života.

Nas je zainteresirala jedna druga pojava, koju smo primijetili u šumi. Često smo imali priliku vidjeti na stablima ili veći broj zapredaka ili poneki golemi zapredak, a tragovi žderanja bili su jedva zamjetljivi. Drugih pak godina štete su unatoč manjem broju zapredaka bile znatnije. Koji je dakle uzrok toj činjenici? Budući da su uz povišenu temperaturu do određene granice pojačani svi parcijalni fiziološki procesi, došli smo na pomisao, da bi se i u tome slučaju mogao tražiti uzrok pojačanom aktivitetu i ubrzanom razvoju u povišenoj temperaturi, kako je to za *Schistocerca gregaria* dokazao *Bodenheimer*. Za vedrih zimskih dana iskorišćuju gusjenice sunčanu energiju na veoma zanimljiv način. Poznato je, da gusjenice borave danju u zaprecima, koje su satkale od niti pomoću žlijezda predivica. Mi

smo mjerili temperaturu unutar zapredaka i uspoređivali je s vanjskom temperaturom na istom mjestu i u isto vrijeme. Koristili smo se pritom sa 4 termometra, mjereći temperaturu na



Sl. — Fig. 23. Razlika između vanjske temperature i one u zapretku; a) temperatura u zapretku, b) vanjska temperatura; A) sjev. ekspoz., B) i D) juž. ekspoz., C) jugozap. ekspoz.; E) i F) oblačno vrijeme — Différence entre la température extérieure et intérieure de la bourse: a) température intérieure, b) température extérieure. A) exposition du nord, B) et D) exposition du sud, C) exposition sud-ouest; E) et F) ciel nuageux

dvjema raznim ekspozicijama (sjeverna i južna). Temperature smo mjerili od 7 sati ujutro do 17 sati svakog punog sata. Mjerenja su ponavljana kroz više dana, među kojima je bilo vedrih i oblačnih. Rezultati, koje smo dobili, prikazani su u tab. 4. Neke od njih prikazali smo i grafički (sl. 23). Iz tabele i grafikona

se vidi, da ta razlika za vedrih sunčanih dana može dostići i 18°C. Amplituda između vanjske temperature i one u zaprecima varira prema visini zapretka na stablu, dobi dana, intenzitetu insolacije, veličini zapretka i ekspoziciji. Za vrijeme oblačnih dana, ujutru i predvečer za vrijeme vedrih dana, kao i na sjevernim ekspozicijama te su razlike manje. Za vrijeme oblačnih dana one su gotovo neznatne (sl. 23, e, f). Lako je razumljivo, da je zbog danjih povišenja temperatura proces probave intenzivniji, a razvoj gusjenica ubrzan.

Iskorišćivanje sunčane energije preko zapredaka dobija još više na važnosti, što se ono zbiva zimi, kada su dani najkraći, a dnevne i noćne temperature najniže.

c) *Utjecaj grupe na razvoj gusjenica — Effet de groupe sur le développement des chenilles*

Gusjenice četnjaka žive socijalnim životom. Ta socijalnost ne očituje se u podjeli rada, kao što je to slučaj kod termita, mrava ili pčela. Njihova socijalnost u stadiju gusjenica nije djelomična, kao što je slučaj kod zlatokraja. *Eidmann* (1941) misli, da je ta socijalnost instinktivno udruživanje radi izgradnje zapredaka, koji ih štite od nepovoljnih vremenskih prilika.

Mi smo već spomenuli kakvu ulogu u iskorišćivanju sunčane energije imaju zajednički zapreci. Prema tome permanentne homotipske asocijacije imaju u slučaju četnjaka svrhu, da putem izgradnje zajedničkih zapredaka onemogućće iskorišćivanje te energije. No ove asocijacije imaju još jednu, za razvitak važnu konsekvencu. Već je *Grison* (1951) upozorio na »efekat grupe«. On je eksperimentalno ustanovio, da 20 izoliranih gusjenica pretposljednega stadija nakon 48-satnog gladovanja na +18°C konsumiraju količinu hrane, koja iznosi 70—103% njihove vlastite težine. Kod 20 drugih gusjenica, koje je hranio u grupi, količina konsumirane hrane iznosila je 126—165% njihove težine.

Izražavajući efekat grupe koeficijentom, koji se dobije dijeljenjem težine istoga broja gusjenica hranjenih u grupi i individualno, navedeni autor je ustanovio, da je porast težine oko 3 puta veći kod grupnog nego kod individualnog uzgoja.

Mi smo u više mahova pokušali hraniti individualno gusjenice 1. stadija, ali svi ti pokušaji ostali su bez uspjeha, jer su gusjenice u svim slučajevima ugibale. Postoji minimalni broj i za gusjenice 2. stadija. Taj broj se umanjuje za gusjenice starijih stadija. Već gusjenice 5. stadija mogu se individualno uzgojiti.

TEMPERATURE U ZAPRETKU I IZVAN NJEGA  
Températures intérieures et extérieures de la bourse

Tab. 4

Ekspozicija Exposition		N			S			SW						S																			
Zapredak br. Bourse No.		1			2			3			4			5			6		7			8		9		10			11			12	
Sati Heures	Vanjska Extérieure	U zapretku Intérieure	Razlika Différence	Vanjska Extérieure	U zapretku Intérieure	Razlika Différence	Vanjska Extérieure	U zapretku Intérieure	Razlika Différence	Vanjska Extérieure	U zapretku Intérieure	Razlika Différence	Vanjska Extérieure	U zapretku Intérieure	Razlika Différence	U zapretku Intérieure	Razlika Différence	Vanjska Extérieure	U zapretku Intérieure	Razlika Différence	U zapretku Intérieure	Razlika Différence	Vanjska Extérieure	U zapretku Intérieure	Razlika Différence	Vanjska Extérieure	U zapretku Intérieure	Razlika Différence	Vanjska Extérieure	U zapretku Intérieure	Razlika Différence		
7	3.0	8.5	+ 5.5	5.0	11.2	+ 6.2	7.1	14.0	+ 6.9	7.1	13.6	+ 6.5	8.0	15.0	+ 7.0	15.1	+ 7.1	9	14.6	+ 5.6	13.5	+ 4.5	12.5	+ 3.5	10.0	14.0	+ 4.0	10.0	14.0	+ 4.0	13.5	+ 3.5	
8	4.0	8.3	+ 4.3	5.5	11.4	+ 5.9	8.0	16.0	+ 8.0	8.0	15.5	+ 7.5	9.1	18.0	+ 8.9	17.5	+ 6.4	11.5	15.0	+ 3.5	14.5	+ 3.0	14.0	+ 3.5	10.5	14.5	+ 4.0	10.5	14.0	+ 3.5	13.5	+ 3.0	
9	4.0	7.5	+ 3.5	6.2	12.0	+ 5.8	8.5	22.5	+ 14.0	8.5	21.0	+ 12.5	12.5	20.5	+ 8.0	19.6	+ 7.1	11.0	16.0	+ 5.0	17.0	+ 6.0	13.0	+ 2.0	11.0	14.8	+ 3.8	11.0	15.0	+ 4.0	14.8	+ 3.8	
10	4.5	8.0	+ 3.5	8.5	13.5	+ 5.0	10.0	28	+ 18.0	10.0	28.2	+ 18.2	15.0	24.0	+ 9.0	22.5	+ 7.5	12.3	13.8	+ 1.5	16.5	+ 4.2	13.5	+ 1.2	12.0	15.0	+ 3.0	12.0	16.0	+ 4.0	15.5	+ 3.5	
11	4.7	8.7	+ 4.0	10.8	20.7	+ 9.9	9.1	21.3	+ 12.2	9.1	21.0	+ 11.9	16.5	23.5	+ 7.0	24.0	+ 7.5	13.5	14.5	+ 1.0	16.0	+ 2.5	14.5	+ 1.0	15.0	17.0	+ 2.0	15.0	15.0	+ 0.0	17.0	+ 2.0	
12	5.0	9.1	+ 4.1	17.1	27.5	+ 10.4	9.0	20.0	+ 11.0	9.0	19.5	+ 10.5	18.0	26.0	+ 8.0	27.5	+ 9.5	14.0	16.0	+ 2.0	17.0	+ 3.0	16.0	+ 2.0	15.1	17.5	+ 2.4	15.1	15.0	+ 0.1	18.0	+ 2.9	
13	4.9	9.8	+ 4.9	16.3	26.5	+ 10.2	9.2	18.0	+ 8.8	9.2	19.0	+ 9.8	16.0	24.5	+ 8.5	19.0	+ 3.0	14.6	14.5	- 0.1	17.5	+ 2.9	16.5	+ 1.9	14.0	18.0	+ 4.0	14.0	16.0	+ 2.0	17.0	+ 3.0	
14	4.1	10.2	+ 6.1	14.8	22.4	+ 7.6	9.0	18.0	+ 9.0	9.0	18.0	+ 9.0	16.0	19.0	+ 3.0	28.0	+ 12.0	15.0	17.0	+ 2.0	18.0	+ 3.0	16.0	+ 1.0	14.3	17.0	+ 2.7	14.3	15.0	+ 0.7	16.6	+ 2.3	
15	3.0	11.0	+ 8.0	12.5	19.0	+ 6.5	8.9	17.5	+ 8.6	8.9	16.5	+ 7.6	15.1	16.0	+ 0.9	26.5	+ 11.4	14.5	15.5	+ 1.0	18.0	+ 3.5	15.5	+ 1.0	14.5	16.8	+ 2.3	14.5	16.0	+ 1.5	16.0	+ 1.5	
16	2.5	8.3	+ 5.8	8.3	16.5	+ 8.2	8.7	16.5	+ 7.8	8.7	13.5	+ 4.8	14.0	13.5	- 0.5	25.0	+ 11.0	14.1	15.0	+ 0.9	18.2	+ 4.1	15.0	+ 0.9	14.0	17.0	+ 3.0	14.0	16.0	+ 2.0	16.2	+ 2.2	
17	1.6	8.1	+ 6.5	4.0	11.0	+ 7.0	7.5	15.0	+ 7.5	7.5	13.4	+ 5.9	11.0	13.0	+ 2.0	22.5	+ 11.5	13.5	14.0	+ 0.5	14.1	+ 0.6	14.0	+ 0.5	13.2	15.0	+ 1.8	13.2	15.0	+ 1.8	14.8	+ 1.6	
Temperature mjerene na 1,5 m iznad zemlje za vedrog vremena. Températures mesurées à 1,5 m au-dessus du sol et à ciel sans nuages.															Temperature mjerene na 1,5 m iznad zemlje, za vrijeme pune naoblake. Températures mesurées à 1,5 m au-dessus du sol et à ciel nuageux.																		

Odnos broja i težine gusjenica (efekt grupe) — Rapport entre le nombre des chenilles et leur poids (effet de groupe)

Tab. 5

	I. pokus — I <sup>er</sup> essai							II. pokus — II <sup>ème</sup> essai						
Br. gusjen. Nombre de chenilles	5	10	15	20	30	50	100	5	10	15	20	30	50	100
1. vaganje 1 <sup>a</sup> pesage	—	2.5	2.9	4.3	6.3	10.9	16.9	—	2.9	3.6	5.3	8.5	12.2	19.7
2. vaganje 2 <sup>e</sup> pesage	—	5.8	6.1	14.3	19.7	28.5	53.5	—	7.5	9.4	14.7	21.2	33.4	67.4
Kvocijent quotient	—	2.3	2.4	3.3	3.1	2.6	3.2	—	2.6	2.6	2.8	2.5	2.7	3.4

U tabeli 5 prikazani su rezultati vlastitih pokusa, u kojima smo hranili pod istim uvjetima razni broj gusjenica i mjerili njihovu težinu nakon 20 dana. U oba provedena pokusa grupa od 5 gusjenica nije se razvijala i gusjenice su uginule. U oba pokusa kvocijent između prvog i drugog vaganja pokazuje tendenciju porasta za grupe s većim brojem gusjenica. Tako je u prvom pokusu težina grupe od 10 gusjenica porasla za 20 dana 2,3 puta, a grupe od 100 gusjenica 3,2 puta ili za 30% više od prve grupe. Slični rezultat dobiven je i kod drugoga pokusa. Uzev u obzir podatke *Grisona*, možemo zaključiti, da broj gusjenica u zapretku također ima neko značenje za brzinu razvoja. Uistinu mi smo našli u borovim kulturama uz iste životne uvjete (ekspozicija, visina itd.), da gusjenice u manjim zaprecima, s manjim brojem gusjenica, odlaze kasnije u zemlju.

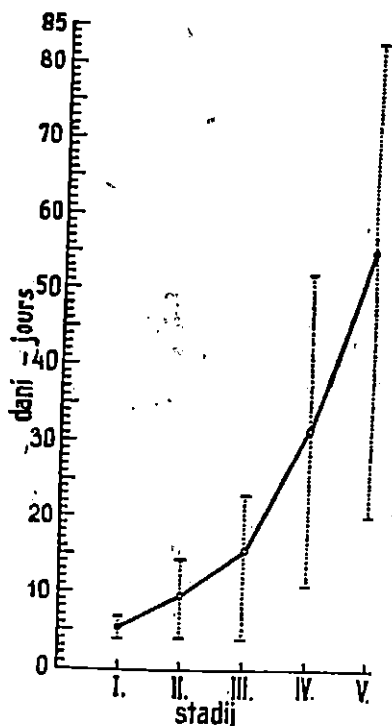
Udruživanje četnjakovih gusjenica nema dakle ekonomsko značenje (osiguranje hrane), sociološko (podjela rada), ni geneo-nomično (razmnožavanje), već upravo esencijelno udruživanje, t. j. biološko udruživanje, gdje svi homotipski individuumi imaju korist od zajednice, a ta je iskorišćivanje sunčane energije pravljjenjem zajedničkih zapredaka (koji im ujedno služe kao zaštita od nepovoljnih prilika i neprijatelja) i bolje iskorišćivanje hrane u većoj grupi.

U prirodi se gusjenice istoga legla rijetko podijele u dvije zasebne grupe, ali često dođe do udruživanja gusjenica iz više jajnih legala. Tako smo na jednom mladom boru našli 6 jajnih legala, a samo 1 zimski zapredak. U jednom slučaju našli smo u jednom zapretku 625 gusjenica 5. stadija. Uzmemo li u obzir parazitiranost i prirodni mortalitet, možemo pretpostaviti, da se radi o gusjenicama iz najmanje 4 jajna legla. Ovdje moramo

uzeti u obzir i okolnost, da parazit i ostali redukcionni faktori umanjujući broj gusjenica ujedno usporavaju razvitak preostalih gusjenica.

#### d) Gladovanje gusjenica — *Inanition des chenilles*

Pokuse s gladovanjem gusjenica proveli smo stoga, što u tome stadiju četnjak u većini slučajeva prezimi. Čak i u primorskim krajevima u pojedinim godinama prisiljene su one



Sl. — Fig. 24. Gladovanje četnjakovih gusjenica I.—5. stadija — *Durée d'inanition des chenilles de la Processionnaire du Pin du 1er au 5ème stade*

zbog niskih temperatura, vjetera i kiša da ostanu kraće ili dulje vrijeme u zaprecima bez hrane. U tim krajevima za vrijeme zimskog perioda padne najveći dio oborina. Dugotrajne oborine prisiljavaju gusjenice na gladovanje. Iako je općenito uzevši, važnije ispitati gladovanje gusjenica 4. i 5. stadija, jer se to u tim stadijima najčešće i događa, ipak to nije bez važnosti i za gusjenice 1. i 2. stadija, koje su na nestašicu hrane mnogo osjetljivije od starijih gusjenica. Unatoč tome, što smo za pokuse uzimali gusjenice iz istoga legla i što su sve bile pod istim uvjetima, pokazale su se prilično velike individualne razlike. Pritome je varijaciona širina mnogo veća za gusjenice starijih stadija. Za svaki stadij pokuse smo ponovili, odnosno postavljali smo nekoliko pokusa paralelno. Gusjenice prvoga stadija nismo hranili počevši od prvoga dana eklozije.

Sl. 24 prikazuje, kako srednji, tako minimalni i maksimalni broj dana, u kojima ugibaju gusjenice pojedinih stadija zbog

gladovanja. Kao što je bilo i očekivati, sa starošću gusjenica raste i njihova otpornost u tome pogledu. Nekoje gusjenice V. stadija izdržale su čak više od 80 dana. Moramo primijetiti, da je pokus gladovanja izvršen u zatvorenoj prostoriji na terenu na varijabilnim temperaturama i s gusjenicama izvan zapredaka, pa su



ovi rezultati samo orijentacionog karaktera. Oni nam ipak pokazuju, da će rijetko kada u prirodi nepovoljne prilike, koje dovede gusjenice do gladovanja; biti tako dugotrajne, da bi bile uzrok prestanku zaraze. To bi jedino donekle moglo doći u obzir za gusjenice 1. stadija, koje, kako vidimo, ne mogu izdržati gladovanje dulje od 6 dana, na prosječnoj dnevnoj temperaturi od 24° C. Kratkotrajno i često gladovaneje na povišenim temperaturama, što se događa ljeti, može biti nepovoljnije za gusjenice od dužega gladovanja na nižim zimskim temperaturama. U tome pogledu su česte kiše u vrijeme blagih zima štetnije od suhih zima sa niskim temperaturama. Ipak kišna zima 1952. g. nije mogla utjecati na intenzivniji napad 1953. g., kako ćemo vidjeti kasnije, što znači, da negdje drugdje moramo tražiti uzrok intenzitetu napada.

e) *Utjecaj konstantnih temperatura na trajanje života leptira*  
— *Influence des températures constantes sur la durée de la vie des papillons*

Trajanje života imaga ispitivali smo za ♀♀ i ♂♂, koji nisu kopulirali. Rezultati ovih pokusa prikazani su na sl. 25. Iz grafikona se može zaključiti ovo:

Razlike su u dužini života ♀♀ i ♂♂ na temperaturi između 22 i 28° C neznatne. Neoplođene ženke pokazuju ipak tendenciju dužeg života od mužjaka. Najdulje su živjeli ♂♂ i ♀♀ kod 22° C (4 dana), a najmanje kod 28° C (1 dan). Na temperaturi između 10 i 22° C ženke žive kraće od mužjaka. Ta razlika je to veća, što su temperature niže. Također su i individualne razlike kod nižih temperatura veće nego kod viših. Tako je kod 10° C srednja vrijednost trajanja života mužjaka iznosila 7 dana, a individualne varijacije kretale su se između 3—17 dana. Za ženke je kod iste temperature srednja vrijednost iznosila 3 dana, a individualne varijacije 2—9 dana.

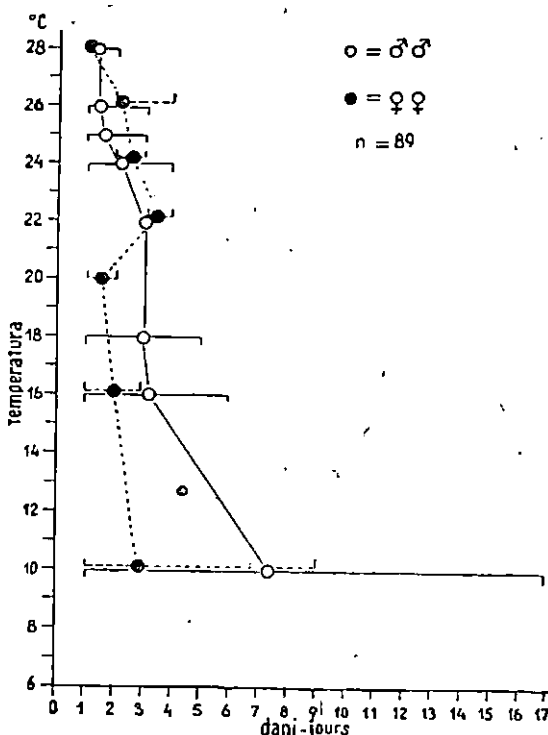
Bilo je zanimljivo komparirati rezultate, koje je dobio Zwölfer (1935) za *Lymantria monacha* sa rezultatima, koje smo dobili mi za četnjaka. Prema Zwölferu na temperaturi od 20° C ženke žive duže od mužjaka; iznad te točke je slučaj obrnut. Slično je Zwölfer pokazao i za *Panolis flammea* Schiff., no ovdje je prijelomna točka kod 18° C.

Ne upuštajući se u pitanje, zašto kod borova četnjaka gnjezdara ženke kod nižih temperatura imaju kraći život od mužjaka, karakteristično je u sva tri slučaja odnosno za sve tri vrste:

1. Temperatura ne djeluje kod oba spola u istome smislu; kod sve tri vrste leptira postoji prijelomna točka, ispod koje

mužjaci i ženke reagiraju u obrnutom smislu nego iznad te točke.

2. Razlike u trajanju života jače se ističu na temperaturama ispod te prijelomne točke nego iznad nje.



Sl. — Fig. 25. Utjecaj konstantnih temperatura na leptire — Effet des températures constantes sur les papillons

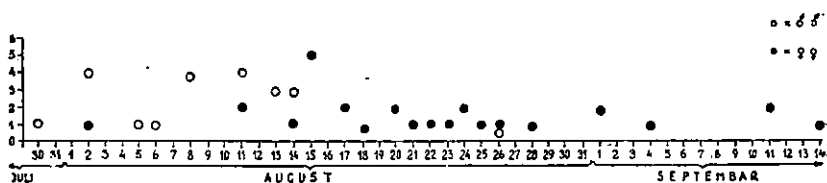
Po našem mišljenju, to bi moglo biti u vezi sa biološkim optimumom vrste, te može imati praktično značenje u epidemiološkom smislu, naročito u godinama jače izražene protandrije, jer bi tada život mužjaka bio na nižim temperaturama produžen, a mogućnost kopulacije povećana.

Na temelju podataka, koje smo dobili pokusima u serijskom termostatu, mogli bismo trajanje života mužjaka izraziti formulom  $T(t - 10) = 18$ , a ženki  $T(t - 4) = 24$ , što s obzirom na ono, što smo prije rekli, ima više teoretsko značenje.

f) Protandrija ili protoginija? — Protandrie ou protogynie?

Da bismo ustanovili, kojemu od ova dva tipa pripada borov četnjak gnjezdar, odabrali smo gusjenice iz istoga legla, hranjene i uzgajane pod istim uvjetima. Odabiranje gusjenica istoga legla u ovome su slučaju od velike važnosti, jer smo na taj način približno odabrali individuumne jednake ekološke valencije i bar donekle izbjegli genetsku nejednoličnost pokusnog materijala. U protivnom slučaju mogli bismo dobiti veoma nepouzdanu podatke.

Za naše pokuse odabrali smo 100 gusjenica 5. stadija. U ovome stadiju jasno su diferencirane gusjenice, koje će dati mužjake od onih, koje će dati ženke prema veličini čahura glave. Izdvojili smo one manjih dimenzija od onih većih dimenzija i



Sl. — Fig. 26. Izlazak leptira, koji pokazuje protandriju borova četnjaka — Ecllosion des papillons qui met en évidence la protandrie de la Processionnaire du Pin

zasebno ih stavili u lonce napunjene zemljom. To smo učinili u vrijeme, kada su gusjenice prestale da uzimaju hranu i kada su pošle u zemlju. Jedan od rezultata ovih pokusa prikazan je na sl. 26. Od gusjenica s manjom čahurom glave dobili smo same mužjake, a od onih s većom čahurom ženke. Pokus je pokazao, da je kod četnjaka jasno izražena protandrija, kad se radi o gusjenicama iz istoga legla, koje su uzgojene uz iste uvjete hrane i klime. No iz sl. 26 vidi se još, da unatoč činjenici, da su kukučice, nastale od gusjenica iz istoga legla, koje su odgajane pod istim uvjetima, dale leptire, kojih datumi eklozije padaju u jedan relativno dugi vremenski interval. Za ♂♂ taj interval u našem slučaju iznosi 21 dan, a za ♀♀ čak i 33 dana. Ukupni vremenski interval izlaska leptira oba spola iznosi 44 dana. Pritome je vremenski interval, u kome se može konstatirati koincidencija (vrijeme u kome je zabilježen izlazak mužjaka i ženki) bio veoma mali, svega 4 dana. Uzmemo li u obzir rezultate dobivene pokusima o trajanju života imaga, koji nisu kopulirali, možemo pretpostaviti, da je mogućnost incesta veoma mala, to više, što živahni mužjaci odleću s mjesta eklozije i kopuliraju sa ženka-  
ma iz drugog legla. To se u prirodi zbiva ipak na drugi način,

jer imamo primjera, da protandrija u prirodi uopće nije izražena, kako ćemo poslije vidjeti. Ove pojave nisu dovoljno proučene, a one su od velikoga značenja za genetsku konstituciju, pa prema tome i za epidemiologiju štetnika.

g) O sposobnosti leta leptira — *Capacité du vol des papillons*

*Fabre* je u vezi zaštite borovih kultura od četnjaka preporučivao rezanje donjih nižih grana. On je to tumačio činjenicom, da su ženke četnjaka trome, da ne mogu letjeti te da odlažu jaja uglavnom na niže grane borova. Mi smo uistinu našli, da se 25% legala nalazi na granama visine do 2 m, 60% između 2—4 m, a ostalo na višim granama.

Poznato je, da ženke nekih prelaca kao na pr. gubara ne lete, pa štoviše ima i takvih, kod kojih su krila zakržljala (*Orgia antiqua*). Zanimalo nas je, kako to pitanje stoji kod četnjaka.

*Mognan i Planio* (1933) — cit. *Portier* — proučavali su moć leta kod insekata. Naročito je jasno diferenciran let kod raznih vrsta leptira. Ne ćemo se ovdje upuštati u teoriju leta leptira, kojom se bavio *Portier* i dr. Dovoljno je samo reći, da neki predmet, koji se kreće u zraku, nailazi na veći zračni otpor, ako se brzina povećava. Otpor je zavisao o površini, brzini u m/sek i kutu ( $i = \sinus$  toga kuta), koji čini ta površina s horizontalom i o koeficijentu, koji zavisi o sredini kretanja, a koji za zrak iznosi 0,08. Izostavljajući komplicirani izvod, konačna formula za minimalnu brzinu potrebnu da se leptir može održati u zraku (vol plané) glasi:

$$v = 100 \times \frac{P}{S} \dots \dots \dots (1)$$

gdje P znači zračni pritisak na površinu, a S površinu krila u m<sup>2</sup>. Zračna presija na površinu izračuna se prema formuli

$$P = 0,08 \times S \times v^2 \times i \dots \dots \dots (2)$$

*Portier* je dao vrijednosti veličine  $\frac{P}{S}$  za veliki broj leptira.

Da bi leptir mogao lebdjeti u zraku, brzina izračunata prema formuli (1) mora biti veličina između 5,5 i 14,7, t. j. između 3 i 4 m na sekundu.

Donosimo ovdje podatke za borova četnjaka gnjezdara.

Srednja težina 60 ženki, koje smo točno izvagali na torzionoj vagi iznosila je 0,21 g. Ženke su vagane dulje vrijeme poslije prepariranja, pa je sigurno njihova težina nešto manja, nego što

je stvarno težina poslije eklozije. No u našem primjeru to može samo ići u prilog dokaza o negativnoj sposobnosti ženki za let (vol plané). Za površinu krila uzeli smo onu od najveće ženke iz naše zbirke (raspon krila 51 mm) pa smo i time postavili najpovoljnije uvjete za njen let. No i pored tih povoljnih uvjeta (manja težina, veća površina krila), dobiveni rezultati pokazali su, da se ženke ne mogu bez zračnog strujanja održati u zraku.

Površina krila određena je planimetrom. Iznosila je 5,74 cm<sup>2</sup>. Težina po jedinici površine (u kg na m<sup>2</sup>) iznosi 362 g. Iz tabele, koju je dao Portier, izlazi, da je kod *Rhopalocera* težina po jedinici površine između 55—147 g/m<sup>2</sup>. *Cnethocampa pityocampa* bi dakle išla u grupu Bombyces (težina po jedinici površine 150 do 1089 g/m<sup>2</sup>) u kojoj ženke nemaju sposobnost lebdenja u letu.

Naša opažanja pokazala su, da veoma mobilni mužjaci imaju dobru sposobnost za let, a ženke su veoma tromе, no ipak sposobne za efektivni pokret i bez zračnih strujanja. Ta sposobnost uvjetovana je muskulaturom krila, koja ipak nije ni izdaleka onako razvijena kao kod *Sphingida*, koji su unatoč velikoj težini i relativno maloj površini krila veoma dobri letači. Za četnjaka to može biti od praktične vrijednosti u gradološkom pogledu. Ženke uglavnom ostaju na mjestu eklozije ili na ograničenom prostoru i čekaju mužjake za kopulaciju. Protandrični mužjaci odlijeću s mjesta eklozije, pa je mogućnost incesta svedena na minimum. Ipak jače zračno strujanje i vjetrovi mogu da ponesu ženke i na veće udaljenosti, što prirodno izlazi iz rasprostranjenja i pojave četnjaka na novonastalim borovim kulturama unutar njegova areala. Podaci iz Slovenije (Kafol, 1951), koji nažalost nisu potpuni, govore o tome, da su zapadni vjetrovi bili odlučni za pravac sukcesivnog širenja štetnika u Sloveniji.

#### *h) Utjecaj konstantnih temperatura na jaja — Influence des températures constantes sur les œufs*

Velika teškoća kod svih proučavanja četnjaka u stadiju jaja predstavlja činjenica, da leptiri u zarobljeništvu nikako ili veoma rijetko kopuliraju. Mi nismo uspjeli ni umjetnom kopulacijom po metodi Lorkovića (1953). Zbog toga nismo nikada mogli imati pri ruci jajna legla, za koja bismo znali točno datume odlaganja u onolikom broju, koliko bi bilo potrebno za naše proučavanje. Pa i pronalaženje jajnih legala u prirodi nije jednostavno. Svatko, tko je sakupljao takva legla, znade, koliko je teško pronaći ih na borovim granama, pogotovo ako su stabla viša. Najlakše se legla nalaze poslije eklozije gusjenica, koje se hrane u blizini legla, pa osušene iglice otkrivaju mjesto, gdje

se one nalaze. No tada su gusjenice već izašle, pa iz takvih legala možemo dobiti podatke o broju jaja, parazitiranosti i sterilitetu.

Za naša proučavanja odabrali smo legla, koja smo našli na borovima prije eklozije, a kojih datumi odlaganja nisu bili poznati. Prema podacima iz literature i prema našim opažanjima, koja smo izvršili u laboratoriju s najnim leglima, za koje smo znali datume odlaganja, izlazi, da embrionalni razvoj kod prosječne ljetne temperature od  $22^{\circ}\text{C}$  u mjesecu kolovozu iznosi 30 dana. Za naše pokuse odabrali smo 34 potpuno zdrava legla prije izlaska gusjenica. Legla smo sabrali na pokusnim objektima otoka Cresá. Svako leglo raspolovili smo na dva dijela i dali im odgovarajuće oznake. Prvu seriju raspolovljenih legala stavili smo 11. VIII. u serijski termostat na razne temperature, a drugu seriju ostavili smo u laboratoriju na sobnoj temperaturi. Raspored legala u serijskom termostatu i dobiveni rezultati prikazani su u tabeli br. 6. Ti rezultati pokazuju nam ovo:

1. *Embrionalni razvoj* potpuno je izostao u onom odjeljku termostata, gdje su temperature bile između  $8-12^{\circ}\text{C}$ . Pokus je pokazao, da je taj izostanak definitivn, ako su jaja bila izvrgnuta toj temperaturi 20 dana i ako su na tu temperaturu stavljena 10 dana prije eklozije gusjenica (toliki je naime bio interval od stavljanja jaja prve serije do prve eklozije gusjenica odgovarajućih dijelova legala na sobnoj temperaturi). Nakon 32 dana, t. j. 13. IX. stavili smo jajna legla, iz kojih nisu izašle gusjenice, na temperaturu od  $32^{\circ}\text{C}$  i ostavili ih na toj temperaturi daljnjih 20 dana. Na leglu označenom brojem 5, iz čijeg su odgovarajućeg dijela na sobnoj temperaturi izašle gusjenice 21. VIII. (i koje je stavljeno 10 dana prije eklozije u termostat), pojavile su se odmah prvoga dana po stavljanju na temperaturu od  $32^{\circ}\text{C}$ , t. j. 13. IX., 4 gusjenice, koje su odmah uginule nakon eklozije. Iz legla br. 2, koje je stavljeno u termostat 11 dana prije eklozije, izašle su 29. IX. 2 gusjenice, koje su također uginule. Iz ostalih legala gusjenice nisu izašle. Iz svih legala primijetili smo izlazak parazita *Ooencyrtus pityocampae*, što dokazuje, da su paraziti otporniji na niže temperature od gusjenica. Napominjemo, da je u prvom odjeljku termostata neko kraće vrijeme varirala temperatura od  $8-12^{\circ}\text{C}$ , pa uzrok pojavi izostanka embrionalnog razvoja moramo tražiti u najnižim temperaturama.

2. *Jajna legla* na temperaturi od 14, 18 i  $22^{\circ}\text{C}$  pokazuju u embrionalnom razvoju neku retardaciju, koja produžuje datum eklozije. Retardacija je, što je i prirodno, relativno najduža kod  $14^{\circ}\text{C}$ , a najkraća kod  $22^{\circ}\text{C}$ . Unutar ovih temperatura ona je manja kod onih legala, koja su stavljena u termostat kraće vrijeme prije eklozije. Tako jajna legla stavljena na temperaturu



od 14<sup>o</sup> C. 13 dana prije eklozije pokazuju retardaciju od 5 dana, a ona, koja su stavljena 18 dana prije eklozije, 7—10 dana. Na temperaturi od 18<sup>o</sup> C retardacije su još kraće: one iznose za legla stavljena u termostat 9—12 dana prije eklozije, 1 dan, a za ona legla, koja su stavljena u termostat 14 dana prije eklozije, 2 dana. Legla stavljena na istu temperaturu 18 dana prije eklozije imala su retardaciju od 6—10 dana. Kod 22<sup>o</sup> C retardacija je minimalna, ona iznosi 1—2 dana čak za ona jaja, koja su stavljena u termostat 23 dana prije eklozije. Kod temperature od 25—28<sup>o</sup> C nema retardacije. Iz svih jajnih legala (izuzev jedno) gusjenice su izašle isti dan u termostatu i u laboratoriju.

Kod viših temperatura sigurno bi nastupilo ubrzanje embrionalnog razvoja, kako je to dokazano u mnogim slučajevima (Zwölfer za smrekovog prelca, 1935). Ali to ubrzanje ide do određenih temperatura, a onda na još višim temperaturama nastaje ponovo retardacija, pa i mortalitet jaja.

Naše pokuse vršili smo kod vlage, koja se kretala od 60 do 80<sup>o</sup> C. Nažalost nismo imali uvjete, da ispitamo i zavisnost embrionalnog razvitka o stupnju vlage, odnosno o vlazi i temperaturi zajedno. Na tome području značajna su istraživanja Zwölfera za nonu i borovu sovicu. On je utvrdio, za nonu da je uz istu temperaturu brzina razvoja jaja kraća, ako je vlaga veća. Za četnjaka bi moguće bilo od većeg značenja ispitati, da li sterilitet jaja zavisi o stupnju temperature i vlage, i kakva je ta zavisnost.

Kratkotrajne niske temperature mogu povoljno djelovati na embrionalni razvoj gusjenica (Portier 1948). Niske temperature u kombinaciji s visokim postotkom zračne vlage izazivaju retardaciju eklozije. To spominjemo s razloga, što parcijalni sterilitet jaja u četnjakovim leglima nije rijedak slučaj, a uzroci toj pojavi još nisu poznati, pa bi trebalo istražiti, da li je to moguće u vezi s temperaturom i vlagom, kako je to Zwölfer utvrdio za borovu sovicu.

#### i) O razvoju kukuljica — *Le développement des chrysalides*

Sanderson i Peairs (cit. Bodenheimer, 1931) istraživali su utjecaj konstantnih temperatura na razvoj jaja i kukuljica bez obzira na vlagu. Dobiveni rezultati su i u ovom slučaju pokazali, da je brzina njihova razvoja uz iste ostale prilike funkcija vanjske temperature. Povišene temperature djeluju pozitivno, t. j. skraćuju trajanje razvitka do određene granice. Unutar bioloških temperaturnih granica daje se i ovaj razvitak prikazati hiperbolom.



Nama nedostaju detaljni podaci o utjecaju konstantnih temperatura na kukuljice borova četnjaka. Na sobnoj temperaturi (cca 20° C) gusjenice naprave kokon prosječno za 8 dana, a u daljih 10 dana metamorfoziraju se u kukuljicu odbacivši posljednji svlak. Poslije toga nastaje *diapauza*, u kojoj su svi ži-

*Gubitak težine kukuljica borova četnjaka u toku razvoja —  
Perte de poids des cocons de la Processionnaire du Pin au cours  
de développement*

Tab. 7.

Težina gusjenice na dan nimfoze Poids des chenilles au jour de nymphose.	Težina kukuljice, svlaka i kokona dana Poids des chrysalides y compris le cocon au jour de		
	30. IV.	15. VI.	30. VII.
0,65	0,36	0,29	0,28
0,77	0,48	0,48	0,40
0,54	0,50	0,36	0,34
0,50	0,45	0,35	0,28
0,98	0,80	0,52	0,45
0,50	0,45	0,45	0,22
0,72	0,60	0,58	0,55
0,65	0,60	0,56	0,54
0,72	0,67	0,60	0,60
0,76	0,70	0,67	0,45
0,71	0,67	0,65	0,64
0,65	0,56	0,47	0,34
0,57	0,49	0,47	0,39
0,45	0,39	0,37	0,35
0,72	0,71	0,67	0,60
0,67	0,65	0,62	0,60
0,72	0,66	0,62	0,44
0,60	0,51	0,42	0,30

votni procesi svedeni na minimum, bez obzira na vanjsku temperaturu. Tek nakon nekog duljeg ili kraćeg perioda mirovanja nastupa buđenje, formiranje leptira i eklozija. U našim pokusima mjerili smo gubitak težine kukuljica od prvoga dana ulaska u zemlju te nakon 30, 45 i 50 dana. Iako je ovaj postupak bio vezan sa teškoćama, iako je on dovodio kukuljice u neprirodno stanje (višekratna manipulacija s kukuljicama, koje smo držali u bočicama napunjenim zemljom, nije na njih povoljno djelovala), ipak nam dobiveni podaci, vidljivi iz tabele br. 7, daju

moćnost da zaključimo: gubitak težine relativno je najveći neposredno nakon zakukuljenja, a onda neko vrijeme postaje gotovo neznatan, da se neposredno pred ekloziju ponovo pojača. Treba uzeti u obzir, da je u veličinama pod datumom 30. IV. na dalje sadržana težina kukuljice, svlaka i kokona. Neosporno je, da je gubitak težine u vezi sa disanjem, procesom potrošnje kisika i oslobađanjem ugljičnog dioksida putem stigmi.

Poslužiti ćemo se ovdje preciznim rezultatima, koje je dobio Heller (cit. Portier 1949) sa *Deilephila euphorbiae*, kojih kukuljica prezimljuju. On je dao formule za potrošnju kisika kukuljica kod raznih temperatura a kojih vrijednost je eksperimentalno dokazana. On zaključuje, da na temperaturi između 7 i 9°C kukuljica sačuva neku vrstu minimuma života uz svako odsustvo razvojnog procesa. Iznad + 9° C počinju da se razvijaju organi leptira, a tek iznad + 20° C (optimum od 31—33° C) nastaje brzi razvoj bez prekida. Iz grafikona, koji je Heller dao za potrošnju kisika kukuljice *Deilephila euphorbiae*, vidljivo je, da je taj potrošak za prvih 600 sati intenzivan, poslije pada i ostaje konstantan 6.000 sati do 600 sati prije eklozije, kada ponovo naglo raste. U razvoju kukuljice jasno se dakle vide 3 faze.

Prema našim rezultatima, koji imaju samo orijentacioni karakter, u ovaj tip kukuljica mogli bismo ubrojiti i one borova četnjaka. Ukupni gubitak na težini iznosi za borova četnjaka 20—30% od težine gusjenica prije zakukuljenja.

Zanimljiva je činjenica, da kukuljice sa latentnom drugom fazom stavljene na višu temperaturu, pojačavaju životne procese, gube na težini, ali konačno ugibaju i leptiri se ne razvijaju, što dokazuje da je za potpuni razvoj potrebno da one provedu neko vrijeme pod niskom temperaturom. Prema Süffertu (cit. Portier) postoje vrste leptira sa 2 različita tipa gusjenica; jedne daju kukuljice sa brzim, a druge s usporenim razvojem. Kod kukuljica prvoga tipa brzina razvoja zavisi o temperaturi (unutar bioloških granica), a kod drugoga je tipa razvoj zaustavljen u jednom dužem ili kraćem periodu, životni procesi svedeni su na minimum, a utjecaj vanjske temperature u tome stadiju veoma neznatan. Williams (1942) je dokazao, da je samo kod onih kukuljica, koje su bile izvrgnute nižim temperaturama, mozak sposoban da djeluje na protorakalne žlijezde, koje izlučuju hormone sposobne da izazovu prekid diapauze.

Vrijedno bi bilo u slučaju borova četnjaka ispitati, da li kukuljice, koje ostaju u zemlji preko godinu dana, t. j. ne daju leptire iste godine, potječu od gusjenica, koje su kasnije završile svoj razvoj, ili je to uvjetovano genetskom konstitucijom.

Nije još razjašnjeno, da li kod toga igra ulogu datum ulaženja gusjenica u zemlju ili temperatura za vrijeme i poslije kuku-  
lejnja. Ovaj problem je za borova četnjaka od naročite važnosti.  
Bez obzira na uzroke ove činjenice, to može biti uzrok modifi-  
kacijama gradološke krivulje kod četnjaka. *Biliotti* (1953) je  
mišljenja, da kod hrastova četnjaka odavle rezultiraju dva mak-  
simuma gradacije, što je s tim neugodnije, jer je za vrijeme  
latence spriječeno razmnožavanje parazita. Mi dodajemo k tomu

*Vrijeme trajanja stadija kukuljice*  
*Durée du stade de chrysalide*

Tab. 8

Red. br. No. ord.	Gusjenice ušle u zemlju Enfocement des chenilles dans le sol	Izašli leptiri Sortie des papillons	Broj kukuljica Nombre de chrysalides	Broj leptira Nombre de papillons		Provenijencija kukuljica Provenance des chry- salides	Trajanje stadija Durée de stade
				♂♂	♀♀		
1	15. I. 1951.	17. VII — 23. VIII — 51	23	6	5	Cres	6 mj. 2 d.
2	12. XII. 1951,	3. VIII. — 6. VIII.	32	5	4	„	7 „ 15 „
3	9. IV. 1951.	20. VII — 7. VIII.	41	20	15	Cres (Vrana)	3 „ 11 „
4		7. VII — 21. VII.	35	—	4	Cres	—
5	8. XII. 1951.	7. VII — 19. VII.	10	1	5	„	7 mj. 1 d.
6	2. I. 1951.	31. VII — 2. VIII.	30	12	13	Cres	6 mj.

još i to, da ta činjenica može igrati važnu ulogu utječući na ge-  
netska svojstva populacije u smislu popravljivanja tih svojstava,  
isključujući mogućnost incesta. Istina je, da su kukuljice u zem-  
lji izvrgnute opasnosti od napadaja gljiva, mikroorganizama  
ili drugih za njih nepovoljnih faktora kroz jedan dulji vremen-  
ski period, no s druge strane preživjeli individuumi održavaju  
vrstu u godinama, koje su za njih bile nepovoljne. U gradolo-  
škom pogledu ovi leptiri povećavaju početni broj individuumu  
i pozitivno utječu na stupanj gustoće populacije. Kod ispitiva-  
nja gradoloških faktora ispuštanje iz vida ove činjenice ili njeno

nepoznavanje može svakoga entomologa dovesti do pogrešnih zaključaka o eventualnoj prognozi pojave štetnika, naročito u slučajevima, ako iz bilo kakva razloga ne raspolažemo s podacima o kukuljicama koje preleže. *Elisecu* (cit. *Göswald*, 1936) dovodi ovu pojavu u vezu sa suhoćom zraka u slučaju *Diprion pini*. Relativna vlaga u ovom slučaju nije imala nikakvo značenje. *Göswald* (1936) je mišljenja, da je to neka vrsta obrane vrste od izumiranja zbog vremenskih katastrofa, no dodaje, da nisu isključeni pored vanjskih i unutarnji faktori, u kojima treba tražiti uzroke ovoj činjenici.

Mi smo jednako kao i *Grisson* (1953) kontsatirali, da je stadij kukuljice onaj, čiju dužinu trajanja možemo označiti obrnutom funkcijom od dužine trajanja stadija gusjenice.

Na kraju donosimo nekoliko podataka o odlasku gusjenica u zemlju i izlasku leptira, odnosno o vremenskom trajanju stadija kukuljice borova četnjaka gnjezdara, koje smo dobili u laboratorijskom uzgoju 1951. god. Iz tabele 8 je vidljivo, da datum izlaska leptira ne zavise uvijek o datumu odlaska gusjenica u zemlju, kao i to, da stadij kukuljice može trajati od 3 do 7 mjeseci.

#### 4. Terenska istraživanja — *Essais dans la nature*

##### a) *Određivanje gradološke krivulje — Construction de la courbe gradologique*

Za naša istraživanja bilo je od neobične važnosti ustanoviti gradacionu krivulju. S obzirom na sigurne podatke, kojima smo raspolagali, mi smo to učinili za posljednjih 5 godina. Za određivanje intenziteta gustoće populacije u pojedinim godinama poslužili smo se metodom primjernih ploha, koja se u šumarskim taksacionim istraživanjima često upotrebljava. Ne tvrdimo, da primjerne pruge ne bi također dale zadovoljavajuće rezultate, no u našem slučaju smatrali smo, da primjerna ploha ima prednosti ispred primjernih pruga, jer je rad i obilježavanje na jednoj plohi lakše provesti nego na više pruga. No ima jedan važniji razlog, zašto smo mi insistirali na tome, da svake godine vršimo mjerenje upravo na istoj plohi. To izlazi iz bioloških, odnosno ekoloških karakteristika borova četnjaka. Opaženo je naime, da se on konstantno pojavljuje na određenim predjelima šume ili kulture intenzivnije nego na drugim. Ta specifičnost dovodi se u vezu sa povoljnijim ekološkim ili točnije mikroklimatskim uvjetima (svijetlo, sklop u vezi sa tlom, tlo i t. d.). Upravo smo s toga i odabrali takvu površinu, na kojoj smo ustanovili, da postoje povoljni uvjeti za razvoj borova

četnjaka, te na kojoj možemo vršiti naša mjerenja bez većih teškoća (pristupačnost, visina stabla i t. d.). Takve smo uvjete našli u sastojini crnoga bora u kulturi Batajna. Ta površina obrasla je stablima crnoga bora. Sastojina je veoma rijetkog sklopa. Tlo pokriveno mršavim pokrivačem zemlje bez ikakva biljnog pokrova veoma je povoljno za razvoj kukuljica. Izbranjavanje zapredaka nije bilo teško zbog relativno male visine stabala (do 8 met.). Ploha, koju smo izabrali, velika je 0,5 ha i obrasla sa 369 stabala.

Gustoća populacije može se odrediti na temelju broja leptira, jajnih legala, gusjenica i kukuljica, koje dolaze na određenoj površini ili na određenom broju stabala (*Schwerdtfeger, Wellenstein*). Izabira se onaj način, koji je najprikladniji za pojednog štetnika. Kulminacija štetnika u entomološkom smislu ne podudara se u svim slučajevima sa gradološkom kulminacijom, t. j. sa stvarnim maksimalnim intenzitetom gustoće populacije. Također gradološka i epidemiološka krivulja ne koincidiraju uvijek. Kulminacija u entomološkom smislu ne znači najveći broj individuuma, već najmanji ukupni otpor svih redukcionih faktora. Najveći broj individuuma dolazi često onda, kada su redukциони faktori postali već toliko znatni, da idućih godina sigurno možemo očekivati smanjenje intenziteta epidemije.\* Kulminacija epidemije dakle nastupa obično godinu ili dvije nakon entomološke kulminacije. Takav slučaj imamo kod gubara. Određivanje redukcionih faktora mora se izvršiti za sve razvojne faze štetnika i taj veoma složeni posao predstavlja prilične teškoće. Ovo je to teži problem, što faktori, koji uvjetuju gradaciju neke vrste, t. j. faktori, koji karakterišu gradocen, uključuju pored poznavanja egzogenih i endogene faktore (genetska konstitucija, fiziološka degradacija nekih organa i t. d.) o kojima zavisi biotički potencijal, a čije rješavanje zahtijeva strpljivi rad kroz dugi niz godina primjenjujući sve više komplicirane eksperimentalne i naučne metode rada (*Escherich*).

Polazeći od definicije, koju je dao *Zwölfer* (ZAE XVII), da je gustoća populacije rezultat dvaju faktora: biotičkog potencijala s jedne i otpora okoline s druge strane, mi smo ovu veličinu određivali na temelju broja zapredaka na primjernoj plohi, jer je taj broj rezultat djelovanja obaju navedenih faktora. Da je rješenje toga pitanja veoma složeno, dokazuje činjenica, da početni broj leptira i odloženi broj jaja može biti znatan (entomološka kulminacija), a pritome ne mora doći do intenzivne pojave, ako je broj gusjenica u velikom postotku reduciran u 1. stadiju, koji možemo smatrati kritičnim stadijem. Kalamitet

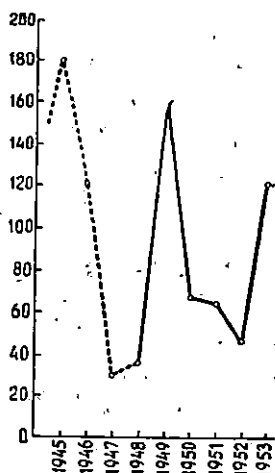
---

\* Epidemijom sa stanovišta zaštite šuma smatramo takvu masovnu pojavu insekata, koja je vezana sa kalamitetom u šumi.

u borovim kulturama zavisi u prvome redu o broju gusjenica 4 i 5. stadija. Šteta, koju naprave gusjenice do 4. stadija, u većini slučajeva nisu znatne. U vremenu razvitka četnjaka u 4. i 5. stadiju došli su do izražaja svi redukcionni faktori, koji su djelovali na prethodne stadije, uključivši stadij leptira, jaja i kukuljice. Prema tome broj zapredaka, u kojima se nalaze gusjenice 4. i 5. stadija, jeste izraz biotičkog potencijala s jedne i otpora okoline s druge strane. Određivanje gustoće populacije prema broju zapredaka na ovaj je način veoma lako i jednostavno, a u svakom slučaju lakše je i jednostavnije nego prema broju kukuljica. Mi smo ipak paralelno sa pokusnom plohom za izbrajanje zapredaka izabrali i pokusnu plohu, na kojoj smo izbjavali sve u zemlji nađene kukuljice. Broj i zdravstveno stanje kukuljica bili su u pojedinim godinama veoma varijabilni. Tako smo 1952. god. našli u šumi Vrana veoma veliki broj kukuljica, od kojih je tek jedan mali postotak (1—2%) bio dobrog zdravstvenog stanja. Broj zdravih kukuljica uglavnom je odgovarao intenzitetu zaraze u toj godini određenom prema broju zapredaka.

Izbrajanje zapredaka vršili smo obično u veljači, ožujku, a nekada i kasnije. Tada nije bilo više sumnje, da bi se mogli formirati novi zapreci. Na temelju tako dobivenih podataka konstruirali smo gradacionu krivulju (sl. 27). Provjeravanje i kontrolu vršili smo okularno na kulturama Sv. Bartolomej, Sv. Uršula, Vrana, Niska i Vodice na otoku Cresu i na kulturama Voljak kraj Crikvenice, Sisol i Kremenjak na Učki. O ostalim sastojinama dobivali smo izvještaje od šumskih gospodarstava Rijeke i Split. Prema tim izvještajima uzeti su i podaci za 1945. god. Iz svih izvještaja šumarija sa područja navedenih gospodarstava, koji su nam stavljeni na uvid, vidljivo je, da je pojava borova četnjaka u god. 1945. bila veoma intenzivna. Ona je dostigla i prošla inače jaki intenzitet u god. 1949.

Razvoj jedne generacije četnjaka proteže se kroz dvije uzastopne godine, jer gusjenice prezimljuju, pa stadij kukuljice, leptira, jaja i djelomično gusjenice padaju u jednoj od dviju godina. Stoga se podaci, koje mi upotrebljavamo, na pr. za 1949. godinu odnose zapravo na 1948/49 g.



Sl. — Fig. 27. Gradaciona krivulja borova četnjaka od 1945—1953 g. — Courbe gradologique de la Processionnaire du Pin de 1945—1953

Iz grafikona gradacione krivulje vidi se, da četnjak pripada tipu, koji se znatno razlikuje od onoga za gubara. Krivulja ne pokazuje karakteristične stadije latence, progradacije i retrogradacije kao što je to slučaj kod gubara, što nam daje naslutiti, da se presudni faktori (endogeni i egzogeni), koji uzrokuju nastajanje i prestanak masovne pojave, u ovome slučaju bitno razlikuju od istih faktora za gubara.

Gradaciona krivulja, koju donosimo, prikazuje stanje zaraze u pojedinim godinama na kulturama otoka Cresa. Okularna procjena, kao i podaci dobiveni od šumskih gospodarstava, potpuno i sigurno dokazuju, da općenito uzev ova gradaciona krivulja vrijedi za cijelo područje masovne pojave četnjaka u Hrv. Primorju i Dalmaciji, štoviše podaci prikupljeni iz Slovenije i Bosne i Hercegovine govore, da je takav tok intenziteta napadaja bio i u tim republikama, pa *gradaciona krivulja vrijedi uglavnom za cijeli areal pojave borova četnjaka.*

*b) Koincidencija u pojavi leptira muškog i ženskog spola —  
Coincidence dans l'apparition des papillons mâles et femelles*

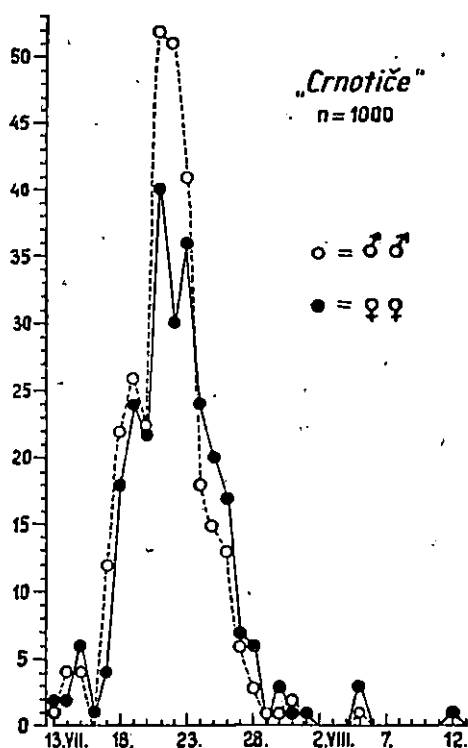
Razmotrit ćemo sada neke ekološke faktore, koji kod pojave četnjaka mogu biti značajni kao gradološki faktori. Poslužit ćemo se ovdje terminom »*koincidencija*«, koju je *Thalenhurst* (1950) upotrebio u istom smislu kao gradološki faktor za odnos između parazita i njegova domaćina, koji dolaze na određenom mjestu i pojavljuju se u određenom vremenskom periodu. Pod tim izrazom dakle razumijevat ćemo odnos u pojavi mužjaka i ženki borova četnjaka u prostoru i vremenu.

Nema sumnje, da koincidencija igra naročito važnu ulogu, kako za vrijeme latence, tako i za vrijeme kulminacije nekoga štetnika. O kvantitativnoj vrijednosti ovoga faktora za vrijeme latence zavisit će početni broj individuuma (*Solomon the initial number of abundance*), a o tome dalje gustoća populacije u budućem vremenskom periodu: Lako je shvatljivo, da za vrijeme kulminacije možemo govoriti gotovo o totalnoj koincidenciji za razliku od parcijalne koincidencije za vrijeme latence, odnosno progradacije. Koincidencija također igra važnu ulogu ne samo zbog masovnog broja individuuma, koji o njoj zavisi, već i u genetskom smislu, zbog veće mogućnosti incesta zbog totalne koincidencije, slabljenja genetske konstitucije populacije sa svim negativnim svojstvima, koja nastaju zbog incesta, a koja mogu dovesti do bržeg ili sporijeg opadanja masovne pojave.

Rekli smo, da koincidenciju karakteriziraju dva faktora, prostor i vrijeme, pa ćemo svaki od ovih faktora razmotriti posebno.

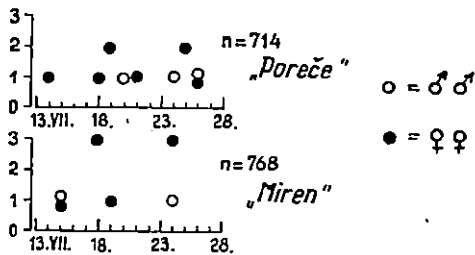
*Protsorna disperzija.* Za četnjaka kao i za mnoge druge šumske štetnike (gubar, zlatokraj) karakteristično je, da se u jednoj istoj šumi ne pojavljuje svagdje jednolično. Rubni dijelovi šume uvijek su više napadnuti od unutrašnjosti. Pa i na rubovima njegova pojava stalno je vezana na pojedina mjesta. Razumljivo je, da je to evidentnije u godinama, kada je zaraza manjeg intenziteta. Možemo dakle

kazati, da je njegova pojava u jednoj šumi *diskontinuirana* i da postoje pojedini »otoci«, gdje se on konstantno pojavljuje. Disperzija se u pojedinim fazama gradacije mijenja. Tako za vrijeme kulminacije prodire dublje u sastojine, »otoci« postaju sve veći slijevajući se u veće ili manje površine, pa možemo reći, da je u toj fazi disperzija *semikontinuirana*. No disperzija se mijenja ne samo u jednoj kulturi ili šumi, već i na širokim prostranstvima: od morske obale prema unutrašnjosti i od mjesta nižih nadmorskih visina k višim nadmorskim visinama. Gusjenice četnjaka u toku svoga razvoja mijenjaju nekoliko puta mjesto na stablu i stoga je on tipično »*allaxoroph*«. Legla odlaže na najdonje grane, pa gusjenice uglavnom imaju tendenciju migracije s ovih grana prema višim ili prema vrhu krošnje. One se smještaju većinom na perifernim dijelovima stabla, radi što boljeg iskorišćenja sunčane energije za vrijeme zime. Kukuljice četnjaka su također diskontinuirano razmještene. Njihov razvoj odvija se u zemlji, pa je četnjak stoga »*pleroroph*«, t. j. njegov razvoj u raznim stadijima odvija se na raznim mjestima (gusjenice na stablu, kukuljice u zemlji).



Sl. — Fig. 28. Izlazak leptira u šumi Crnotiče 1950 godine — Éclosion des papillons dans la forêt de Crnotiče en 1950



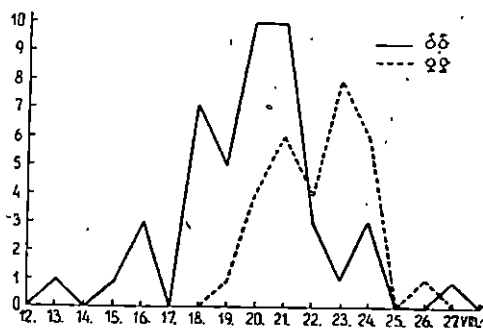


Sl. — Fig. 29. — Izlazak leptira u šumama Poreče i Miren 1950 g. — Éclosion des papillons dans les forêts de Poreče et de Miren en 1950

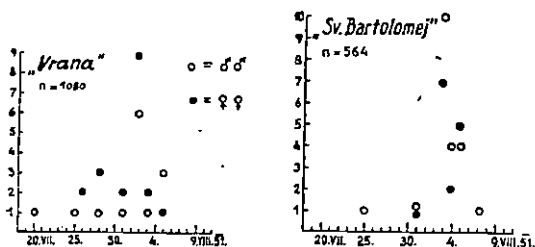
Konačno ekspozicija i reljef terena igraju veoma važnu ulogu kod pojave četnjaka. Čak i u predjelima svog vitalnog optimuma, najviše ga nalazimo na južnim ekspozicijama izloženim suncu, a preferira mjesto zaštićeno od vjetrova. Podaci, koje smo dobili opažanjima na Marijanu kod Splita na nadm. visini 170 met. i

na Mosoru na nadm. visini 840—880 metara, pokazuju, da i broj gusjenica varira prema nadmorskoj visini. Tako je prosječni broj gusjenica po zapretku u predjelu Marjana iznosio u 1. stadiju 151, u 2. stadiju 127, a u 3. stadiju 153, dok je na Mosoru taj prosjek iznosio za 2. stadij 60, a za 3. stadij 100 gusjenica. Bršćenje gusjenica na Marjanu bilo je intenzivnije nego na Mosoru.

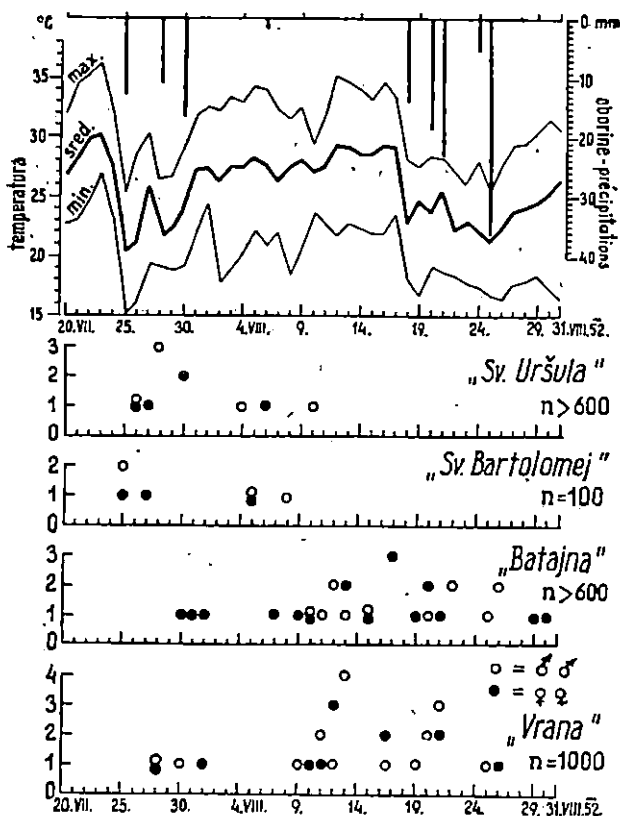
**Vremenska koincidencija.** Naša opažanja dala su nam neke zanimljive podatke o vremenskoj koincidenciji u pojavi mužjaka i ženki. Već u laboratoriju ustanovili smo protandriju i velike razlike u trajanju stadija kukuljica, koje potječu od gusjenica iste kolonije. Iako su se te gusjenice zakukuljile isti dan, vremenska razlika u pojavi prvog i posljednjeg leptira iznosila je 44 dana. U prirodi vremenski period izlaska leptira varira u pojedinim godinama. On varira čak i u istoj godini za pojedini lokalitet. To isto vrijedi ne samo za duljinu vremenskog perioda izlaska leptira, već su i krivulje, koje prikazuju tok toga izlaska za mužjake i ženke veoma različite, što pokazuje, da koincidencija u pojavi raznih spolova leptira varira u vremenu i prostoru. To se najbolje vidi iz priloženih grafikonu. Tako je na pr. u Sloveniji u šumi Crnotiče 1950. god. izašlo 53% leptira, a krivulje izlaska mužjaka i ženki



Sl. — Fig. 30. Izlazak leptira iz jedne kulture na otoku Braču 1952. g. — Éclosion des papillons dans un peuplement du Pin sur l'île de Brač en 1952



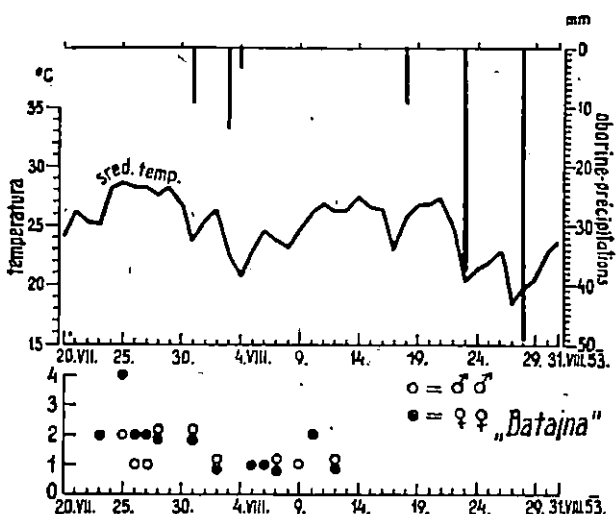
Sl. — Fig. 31. Izlazak leptira iz šume sv. Bartolomej i Cres 1951 g. — Éclosion des papillons dans la forêt de St. Bartholomé et de Crès en 1951



Sl. — Fig. 32. Izlazak leptira u šumama otoka Cres 1952. godine — Éclosion des papillons dans les forêts sur l'île de Crès en 1952

gotovo potpuno koincidiraju (slika 28). Iste godine u šumi Miren i Poreče bio je postotak izašlih leptira veoma malen, svega 3%, a krivulja izlaska mužjaka i ženki pokazuje protandriju (sl. 29).

Velike razlike u tome pogledu pokazuju se u raznim lokalitetima. Godine 1952. dobili smo kukuljice s otoka Brača, a tok izlaska leptira pokazuje također protandriju (sl. 30) dok iste godine u svim šumama otoka Cresa izlazak leptira mužjaka i



Sl. — Fig. 33. Izlazak leptira iz šume Batajna 1953 god.  
— Éclosion des papillons dans la forêt de Batajna en 1953

ženki pokazuje veliku nepravilnost (sl. 32). Ne opaža se izrazita kulminacija ni koincidencija. Za sve šume otoka Cresa, u kojima smo vršili istraživanja, karakteristično je, da je postotak izašlih leptira veoma malen. Ne može se dakle u ovom slučaju govoriti o mogućnostima statističke obrade. *Schwerdtfeger* (1935) je također mišljenja, da za vrijeme latence nije moguće aplicirati ovakve metode. Ipak se može kazati, da je u god. 1951. prema slici br. 30, koja prikazuje izlazak mužjaka i ženki u šumi Sv. Bartolomej i Vrana vidljiva kulminacija, koja je u prvoj šumi nastupila 3. i 4. IX., a u drugoj 3. IX. jednako za mužjake kao i za ženke. Od 6 dana, u kojima je zabilježen izlazak leptira u šumi Sv. Bartolomej, 5 dana je sa koincidencijom mužjaka i ženki.

Godine 1952. u kulturama Sv. Uršula i Sv. Bartolomej izlazak leptira počinje nešto ranije nego u kulturama Batajna i Vrana (sl. 32). Iako je ta razlika tek 3—7 dana, ipak je karak-

teristično, da se prve dvije kulture nalaze nešto sjevernije i na položajima s nešto višom nadm. visinom. U šumi Batajna iste godine u 19 dana, u kojima je zabilježen izlazak leptira, samo u 3 dana postoji koincidencija, a u kulturi Vrana gotovo u istom intervalu 5 dana. U ostalim šumama rezultati su još nepovoljniji (sl. 32). U 1953. god. u šumi Batajna u mnogo kraćem intervalu od 13 dana, u kojima smo zabilježili izlazak (sl. 33) leptira, bio je 8 dana t. j. više od 50% s koincidencijom. Ovi primjeri pokazuju, da je koincidencija u godini 1952., kada je zaraza bila minimalna na cijelom jadranskom području, bila mnogo manja od koincidencije u 1953. god., kada je zaraza na tome području bila veoma intenzivna.

Koliko faktor koincidencije igra ulogu prema ostalim gradološkim faktorima kod masovne pojave štetnika, a naročito kod borova četnjaka, te zašto u pojedinim godinama koincidencija dolazi do slabijeg ili jačeg izražaja, nije još dovoljno proučeno. Pretpostavljamo ipak, da pored nejednakog reagiranja raznih spolova na klimatske faktore igra neku ulogu i genetska konstitucija biološkog materijala. Usvojimo li mišljenje *Franza* (1951) o ulozi genetske konstitucije populacije kod masovne pojave štetnika, možemo pretpostaviti, da koincidencija kao gradološki faktor igra važnu ulogu za vrijeme latence za popravljnjenje genetskih svojstava populacije, a za vrijeme kulminacije djeluje u obrnutom smislu.

#### c) Uloga klime u postanku ekoloških rasa — *Rôle du climat dans la g n se des races  cologiques*

Već godine 1950. primijetili smo veoma zanimljivu pojavu, da se eklozija leptira u sjevernim predjelima i dublje u kontinentu zbiva ranije nego u užem primorskom pojasu i južnijim predjelima sa toplijom klimom. *Grisson* i *Biliotti* (1954) su također uočili tu pojavu u Francuskoj. Oni su mišljenja, da se to događa zbog toga, što se ekološke rase razlikuju prema duljini nimalne diapauze. Prema istim autorima variraju datumi eklozije gusjenica prema pojedinim krajevima: za Atlantsku obalu (*Land, Morbihan*) početkom kolovoza, a za mediteransko primorje (*Montpellier, Toulon*) polovinom ili koncem rujna. Pokusi, koje smo vršili u laboratoriju, ispitujući utjecaj temperature na razvoj gusjenica raznih stadija, omogućili su nam, da ovu prilično neobičnu pojavu rastumačimo. Rekli smo već, da eklozija leptira ne zavisi o tome, kada su gusjenice otišle u zemlju. Što je dakle razlog, da se eklozija leptira događa u krajevima s oporijom klimom ranije nego inače? Mi smatramo, da je 1. stadij gusjenica četnjaka *kritični stadij*. Razumije se, da je

vrijeme razvoja ovoga stadija zavisno o vremenu, kada leptiri odlažu jaja, kao i o trajanju stadija jaja. Gusjenice 1. stadija osjetljive su na niske temperature. Već temperature ispod 12° C sprečavaju njihov razvoj. Laboratorijski pokusi su pokazali, da je 11° C nultočka njihova razvitka. Lako je shvatiti, da vrijeme sa kritičnim temperaturama nastupa u sjevernijim krajevima i dublje u kontinentu ranije nego u južnim i toplijim krajevima. I razvoj jaja retardira kod temperatura ispod 22° C, što bi također moglo da ima za posljedicu, da u slučaju kasnije eklozije gusjenice 1. stadija uđu u vremensko razdoblje, koje je nepovoljno za njihov razvoj. Selekcijom je dakle ovdje nastala ekološka rasa čija je odlika *ranija eklozija leptira i brži razvoj gusjenica prvih stadija*, što omogućuje, da one u starijim stadijima već prilično otporne izbjegnu za njih nepovoljne klimatske uvjete, a naročito niske temperature.

Razlike u vremenu eklozije za primorske i kopnene krajeve veoma su znatne, kako se to vidi iz tabele br. 9. Krož 3 godine naših opažanja te razlike su se stalno pokazivale. Tako je 1951. zabilježen izlazak leptira iz predjela Sinja, koji se nalazi oko 30 km udaljen od mora, 12. srpnja, iz Labina na moru 19. srpnja, a na otoku Cresu 25. srpnja. Razlike su još evidentnije u 1952. god. Leptiri iz okolice Sinja izlazili su ponovo oko 12. srpnja, a oni s otoka Raba 18. kolovoza, a iz okolice Zadra 15. kolovoza. U 1953. god. imamo slične rezultate. Izlazak leptira bio je: u Komenu (Slovenija) 12. srpnja, u Sinju 13. srpnja, Rijeci 8. kolovoza i Supetru na otoku Braču 17. kolovoza. U 1954.

*Datumi izlaska leptira u primorskim i kopnenim krajevima*  
*Dates d'éclosion des papillons dans les régions littorales et continentales*

Tab. 9

Šuma Forêt	Godina — Année					Mediterranski krajevi Régions méditerrané- ennes
	1949	1950	1951	1952	1953	
Labin			19. VIII			
Brač				13. VIII	17. VIII	
Zadar			18. VIII	15. VIII	8. VIII	
Rab					18. VIII	
Cres			3. VIII	25. VII	24. VII	
Sinj			12. VII	24. VII	13. VII	Kontinentalni krajevi Régions continentales
Komen	24. VII	7. VII			12. VII	

godini izlazak leptira zbog niskih temperatura bio je u svim krajevima odgođen. Tako su leptiri iz kukuljica doneseni s otoka Brača izlazili još 20 rujna.

d) Klima i gradacije — *Climat et gradations*

Kod istraživanja uloge klimatskih faktora na masovnu pojavu borova četnjaka poslužili smo se metodom, koju je upotrebio Vajda (1952) istražujući uzroke ugibanja brijestova zbog napadaja brijestova potkornjaka, prenosioca parazitarnih gljiva vrste *Ophiostoma*. Langov kišni faktor  $\frac{O}{T}$  (kvocijent, koji se do-

bije diobom prosječne količine oborina sa prosječnom temperaturom), objektivno je mjerilo suhoće odnosno vlažnosti tla, što je u našem slučaju od važnosti za razvoj kukuljica, ali taj faktor nam ujedno karakterizira prosječni klimatski karakter za određeni teritorij i određeno vremensko razdoblje. Odstupanje od temperaturnog srednjaka i postotna odstupanja Langova kišnog faktora od srednjaka, koja se računaju uvijek za jedan vremenski period nekoga kraja, daju nam mogućnost, da ocijenimo, da li su ta razdoblja bila topla ili hladna, te vlažna ili suha. I u našem slučaju mogli smo se poslužiti tabelom, koju je dao Vajda u prije spomenutom radu, a koju u cijelosti donosimo.

Odstupanje temperature od srednjaka — Déviation de température de la moyenne	Karakterizira razdoblje kao: Période caractérisée comme:	Odstupanje L. k. f. od srednjaka Déviation du facteur pluv. de Lang de la moyenne	Karakterizira razdoblje kao — Période caractérisée comme:
+ 0,3°C do — 0,3°C	umjereno modérée	+ 5 do — 5%	umjereno vlažno — humide modérée
+ 0,4°C do + 1,3°	toplo chaude	+ 6 do + 24%	vlažno humide
> + 1,4°C	vruće très chaude	> + 25%	jako vlažno très humide
— 0,4°C do 1,3°C	hladno froide	— 6 do — 24%	suho sèche
> — 1,4°C	studeno très froide	> — 24%	jako suho très sèche

U našim istraživanjima mi smo vremenska razdoblja, za koja smo računali odstupanja temperature i L. k. f.-a razdijelili prema razvojnim stadijima borova četnjaka. No u tome smo pošli još dalje. Stadij gusjenica je najdulji stadij u razvoju čet-

njaka i zahvata gotovo sva četiri godišnja doba. Mi smo ga razdijelili u razdoblje, u kome gusjenice još nisu izgradile zimski zapredak, i razdoblje, u kome je zapredak formiran. To smo učili iz razloga, što su gusjenice do formiranja zimskih zapredaka jače izvrgnute klimatskim kolebanjima i osjetljivije na sve nepovoljne klimatske uvjete. To razdoblje pada u dvije kalendarske godine: rujan i listopad je obično vrijeme, kada su gusjenice bez zimskih zapredaka; listopad-prosinac prve godine i siječanj-travanj iduće godine je vrijeme, kada se gusjenice nalaze u zimskim zaprecima. Za ostala razdoblja uzeli smo: srpanj za izlazak leptira, kolovoz za jaja, te svibanj i lipanj za kukuljice.

Za ova razdoblja izračunali smo srednje temperature i srednje L. k. f., kao i njihova odstupanja od srednjaka po navedenim periodama za vrijeme od 1925—1953. god. Godišnja odstupanja L. k. f.-a i temperature uzeli smo od srednjaka, koji smo izračunali za vrijeme od 1892—1953. godine.

Prema gradacionoj krivulji utvrdili smo, da su godine zaraze bile 1945-46, 1949-50 i 1953-54. Komparacija temperaturnih odstupanja, kao i odstupanja L. k. f.-a u godinama intenzivne zaraze s odstupanjima u godinama, kada gradaciona krivulja nije pokazivala zarazu, pokazala je ovo:

1. U godinama utvrđene zaraze klima je prema odstupanjima temperature i kišnog faktora periode od srednjaka, karakterizirana kao *vruća i jako suha gotovo u svim razvojnim stadijima četnjaka* (tab. 10 i 11). Tako na pr. odstupanja L. k. f.-a od srednjaka u godini 1945. za period gusjenica van zapretka (IX—X) iznosi —41%, za gusjenice u zapretku (XI—XII i I—III) —51%, za stadij kukuljice (IV—VI) —71%, leptira (VII) —67%, a jaja (VIII) —25%. U toj godini zabilježena je jaka pojava borova četnjaka u svim krajevima Hrv. Primorja i Dalmacije. Slične rezultate dobijemo i za 1949. i 1953. god., t. j. upravo u godinama intenzivne pojave četnjaka. Vidimo dalje iz grafikona (sl. 34a-c), da se najveće odstupanje od L. k. f.-a za razdoblje gusjenica u zapretku (XI-XII i I-III), t. j. za razdoblje, u kome su one donekle zaštićene od nepovoljnih prilika, pokazuje u 1945., 1949. i 1953. godini (godine najveće zaraze). Iz toga možemo zaključiti, da za razvoj gusjenica ima faktor vlažnosti ili suhoće klime veliko značenje, iako su one u tom periodu zaštićene u zaprecima od niskih temperatura i oborina.

U svim godinama jake zaraze odstupanja temperature od srednjaka pozitivna su u svim periodima. Ona iznose za period gusjenice, kukuljice i leptira iznad 1,4, što znači, da su ta razdoblja bila veoma vruća. Odstupanja su za stadij gusjenica van zapretka i jaja također pozitivna, ali veličina odstupanja kreće se blizu srednjaka.

Godina — Année	I.—III. i XI.—XII.				IV.—VI				VII.				VIII.				IX.—X.			
	Oborine Précipitations	Temp. sred. Tempér. moyenne	Langov kiš. fak. Facteur pluvial de Lang		Oborine Précipitations	Temp. sred. Tempér. moyenne	Langov kiš. fak. Facteur pluvial de Lang		Oborine Précipitations	Temp. sred. Tempér. moyenne	Langov kiš. fak. Facteur pluvial de Lang		Oborine Précipitations	Temp. sred. Tempér. moyenne	Langov kiš. fak. Facteur pluvial de Lang		Oborine Précipitations	Temp. sred. Tempér. moyenne	Langov kiš. fak. Facteur pluvial de Lang	
	mm	°C	O T	Odstupanje od sred. (78) u % Déviation de la moyenne (78) an %	mm	°C	O T	Odstupanje od sred. (17) u % Déviation de la moyenne (78) an %	mm	°C	O T	Odstupanje od sred. (3) u % Déviation de la moyenne (3) en %	mm	°C	O T	Odstupanje od sred. (4) u % Déviation de la moyenne (4) en %	mm	°C	O T	Odstupanje od sred. (17) u % Déviation de la moyenne (17) en %
1925	767	7,9	97	+ 27	433	17,4	25	+ 47	37	2,8	2	— 33	83	22,7	4	0	291	16,5	2	— 88
1926	497	8,9	56	— 28	493	16,4	30	+ 76	130	21,7	6	+ 100	225	21,4	10	+ 150	344	12,3	28	+ 65
1927	726	8	91	+ 17	208	17,5	12	— 29	28	24,9	1	— 67	52	23,9	2	— 50	216	17,4	12	— 29
1928	604	7,6	79	+ 1	208	16,1	13	— 24	9	26,9	0,3	— 10	57	24,7	2	— 50	557	17,2	32	+ 88
1929	475	* 5,6	85	+ 9	265	17,3	15	— 12	37	23,5	1	— 67	45	24,4	18	+ 350	179	17,9	10	— 41
1930	626	8,4	74	— 5	413	17,4	24	+ 41	79	23,1	3	0	149	22,2	7	+ 75	501	17,3	3	— 82
1931	801	7,3	110	+ 41	231	17,8	13	— 24	69	24,4	3	0	66	24,0	3	— 25	257	15,0	17	0
1932	389	6,4	61	— 22	433	16,0	27	+ 59	192	22,8	8	+ 17	10	24,6	0,4	— 10	305	19,1	16	— 6
1933	645	6,9	93	+ 19	472	15,3	31	+ 82	30	23,4	1	— 67	41	23,5	2	— 50	473	16,9	28	+ 65
1934	624	8,6	73	— 6	473	18,2	26	+ 53	70	23,7	3	0	267	22,3	12	+ 200	240	17,2	14	— 18
1935	527	7,6	69	— 12	147	17,3	8	— 53	55	24,1	2	— 33	110	22,8	5	+ 25	293	18,1	16	— 6
1936	560	9,4	60	— 23	359	17,9	20	+ 18	43	25,0	2	— 33	16	23,4	0,7	— 18	352	15,2	23	+ 47
1937	1.136	8,5	134	+ 72	289	18,8	15	— 12	81	24,3	3	0	160	22,6	7	+ 75	365	17,1	21	+ 24
1938	329	7,6	43	— 45	276	15,7	18	+ 6	28	25,0	1	— 67	143	22,5	6	+ 50	377	17,5	22	+ 29
1939	359	7,8	46	— 41	367	16,6	22	+ 29	58	24,1	2	— 33	25	24,3	1	— 75	510	16,9	30	+ 76
1940	529	5,6	94	+ 21	216	16,4	13	— 24	126	22,1	6	+ 100	176	21,4	8	+ 100	408	16,8	24	+ 41
1941	727	6,9	105	+ 35	355	16,1	22	+ 29	116	23,1	5	+ 67	88	23,1	4	0	212	15,3	14	— 18
1942	461	4,8	96	+ 23	330	17,2	19	+ 12	60	23,6	3	0	18	24,3	0,7	— 18	333	20,5	16	— 6
1943	620	8,6	72	— 7	191	17,6	11	— 47	55	23,8	2	— 33	5	26,1	0,2	— 5	206	20,7	10	— 41
1944	552	6,8	81	+ 4	167	17,1	10	— 41	31	23,4	1	— 67	9	25,3	0,3	— 7	280	17,0	16	— 6
1945	323	8,5	38	— 51	112	20,0	5	— 71	31	26,8	1	— 67	78	24,0	3	— 25	183	17,5	10	— 41
1946	521	7,6	68	— 13	207	19,1	11	— 47	29	25,6	1	— 67	17	25,3	0,7	— 18	185	18,1	10	— 41
1947	799	7,8	102	+ 31	130	20,9	6	— 65	123	25,8	5	+ 67	15	25,4	0,6	— 15	47	18,9	2	— 88
1948	690	10,1	68	— 13	313	18,5	17	0	162	21,9	7	+ 13	115	23,7	5	+ 25	380	18,3	21	+ 24
1949	467	9,1	51	— 35	167	18,0	9	— 47	18	24,6	0,7	— 23	15	23,5	0,6	— 15	37	20,0	2	— 88
1950	660	8,9	74	— 5	155	19,4	8	— 53	23	27,4	0,8	— 27	107	25,5	4	0	302	17,9	1	0
1951	743	10,2	73	— 6	351	18,3	19	+ 12	130	24,5	5	+ 67	43	25,0	2	— 50	329	18,2	18	+ 6
1952	800	7,5	107	+ 37	135	18,6	7	— 59	63	27,0	2	— 33	95	25,3	4	0	440	17,1	26	+ 53
1953	262	7,4	35	— 56	153	17,6	9	— 47	49	24,4	2	— 33	118	23,5	5	+ 25	205	18,6	11	— 47

\* Temp. za II- mj. 1929 g. = — 0,9°C, a uzeto za izračunavanje srednjaka + 0.



ODSTUPANJA TEMPERATURA OD SREDNJAKA PERIODA  
*Déviations des températures de la moyenne dans les périodes*

Tab. 11

Godina—Année	I, II, III, XI, XII. Srednja temper. Tempér. moyenne	Odstupanja od sred. 7, 1 Déviation de la moyenne 7, 1	IV—VI Srednja temperatura Tempér. moyenne	Odstupanje od srednja- ka 17, 6 Déviation de la moyenne 17, 6	VII Srednja temper. Tempér. moyenne	Odstupanje od srednjaka 24, 2 Déviation de la moyenne 24, 2	VIII. Srednja temper. Tempér. moyenne	Odstupanje od srednjaka 23, 8 Déviation de la moyenne 23, 8	IX—X Srednja temperatura Tempér. moyenne	Odstupanje od srednjaka 17, 4 Déviation de la moyenne 17, 4
1925	7.9	+ 0.8	17.4	- 0.2	22.8	- 1.4	22.7	- 1.1	16.5	- 0.9
1926	8.9	+ 1.8	16.4	- 1.2	21.7	- 2.5	21.4	- 2.4	12.3	- 5.1
1927	8.0	+ 0.9	17.5	- 0.1	24.9	+ 0.7	23.9	+ 0.1	17.4	- 0.0
1928	7.6	+ 0.5	16.1	- 1.5	26.9	+ 2.7	24.7	+ 0.9	17.2	- 0.2
1929	5.6	- 1.5	17.3	- 0.3	23.5	- 0.7	24.4	+ 0.6	17.9	+ 0.5
1930	8.4	+ 1.3	17.4	- 0.2	23.1	- 1.1	22.2	- 1.6	17.3	- 0.1
1931	7.3	+ 0.2	17.8	+ 0.2	24.4	+ 0.2	24.0	+ 0.2	15.0	- 2.4
1932	6.4	- 1.3	16.0	- 1.6	22.8	- 1.4	24.6	+ 0.8	19.1	+ 1.7
1933	6.9	- 0.2	15.3	- 2.3	23.4	- 0.8	23.5	- 0.3	16.9	- 0.5
1934	8.6	+ 1.5	18.2	+ 0.6	23.7	- 0.5	22.3	- 0.5	17.2	- 0.2
1935	7.6	+ 0.5	17.3	- 0.3	24.1	- 0.1	22.8	- 1.0	18.1	+ 0.7
1936	9.4	+ 2.3	17.9	+ 0.3	25.0	+ 0.8	23.4	- 0.4	15.2	- 2.2
1937	8.5	+ 1.4	18.8	+ 1.2	24.3	+ 0.1	22.6	- 1.2	17.1	- 0.3
1938	7.6	+ 0.5	15.7	- 1.9	25.0	+ 0.8	22.5	- 1.3	17.5	+ 0.1
1939	7.8	+ 0.7	16.6	- 1.0	24.1	- 0.1	24.3	+ 0.5	16.9	- 0.5
1940	5.6	- 1.5	16.4	- 1.2	22.1	- 2.1	21.4	- 2.4	16.8	- 0.6
1941	6.9	- 0.2	16.1	- 0.5	23.1	- 1.1	23.1	- 0.7	15.3	- 2.1
1942	4.8	- 2.3	17.2	- 0.4	23.6	- 0.6	24.3	+ 0.5	20.5	+ 3.1
1943	8.6	+ 1.5	17.6	- 0.0	23.8	- 0.4	26.1	+ 2.3	20.7	+ 2.3
1944	6.8	- 0.3	17.1	- 0.5	23.4	- 0.8	25.3	+ 1.5	17.0	- 0.4
1945	8.5	+ 1.4	20.0	+ 2.4	26.8	+ 2.6	24.0	+ 0.2	17.5	+ 0.1
1946	7.6	+ 0.5	19.1	+ 1.5	25.6	+ 1.4	25.3	+ 1.5	18.1	+ 0.7
1947	7.8	+ 0.7	20.0	+ 3.3	25.8	+ 1.6	25.4	+ 1.6	18.9	+ 1.5
1948	10.1	+ 3.0	18.5	+ 0.9	21.9	- 2.3	23.7	- 0.1	18.3	+ 0.9
1949	9.1	+ 2.0	18.0	+ 0.4	24.6	+ 0.4	23.5	- 0.3	20.0	+ 2.6
1950	8.9	+ 1.8	19.4	+ 1.8	27.4	+ 3.2	25.5	+ 1.7	17.9	+ 0.5
1951	10.2	+ 3.1	18.3	+ 0.7	24.5	+ 0.3	25.0	+ 1.2	18.2	+ 0.8
1952	7.5	+ 0.4	18.6	+ 1.0	27.0	+ 2.8	25.3	+ 1.5	17.1	- 0.3
1953	7.4	+ 0.3	17.6	- 0.	24.4	+ 0.2	23.5	- 0.3	18.6	+ 1.2

Tabelica godišnjih oborina za vrijeme 1925.—1953. g.

Crikvenica

Tab. 12

Godina Année	Oborine Précipitations	Sred. temp. Température moyenne	O/T Facteur pluvial de Lang	Odstupanje od srednjaka (92) u % Déviation de la moyenne (92) en %
	mm	°C		
1925	1.611	14.1	114	+ 24
1926	1.684	14.5	116	+ 26
1927	1.230	14.7	84	— 9
1928	1.535	14.4	107	+ 16
1929	1.001	13.5	74	— 20
1930	1.778	14.5	123	+ 34
1931	1.424	14.0	102	+ 11
1932	1.329	13.8	96	+ 4
1933	1.661	13.4	124	+ 36
1934	1.674	14.8	113	+ 23
1935	1.132	14.4	79	— 14
1936	1.330	15.0	89	— 3
1937	2.031	14.8	137	+ 49
1938	1.153	14.0	82	— 11
1939	1.319	14.4	92	0
1940	1.555	12.9	121	+ 32
1941	1.496	13.3	112	+ 22
1942	1.203	14.6	68	— 26
1943	1.077	15.6	70	— 24
1944	1.037	14.0	66	— 28
1945	726	15.0	48	— 48
1946	960	15.2	42	— 54
1947	1.015	15.5	65	— 29
1948	1.661	15.2	109	+ 18
1949	704	15.6	45	— 51
1950	1.256	16.0	79	— 14
1951	1.594	15.8	101	+ 10
1952	1.531	15.1	102	+ 11
1953	805	13.8	42	— 54

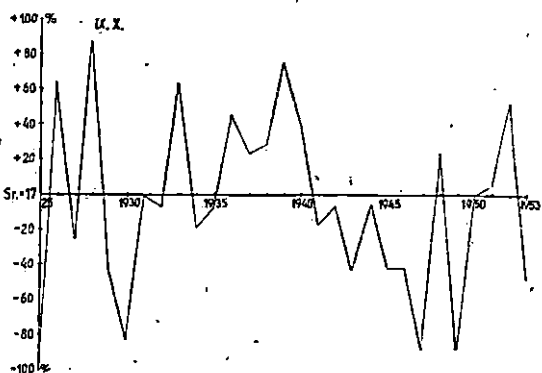
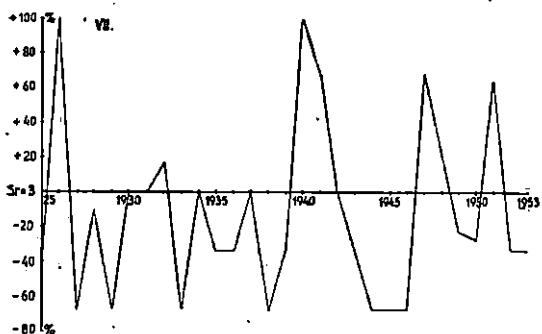
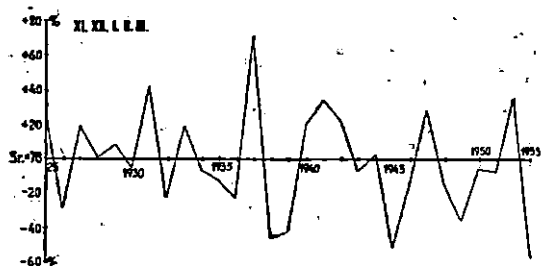
Godine, koje su prethodile 1945. g., imaju znatna pozitivna temperaturna odstupanja od srednjaka za razdoblje leptira i

jaja. Isti je slučaj za 1946. i 1947. god., koje prethode 1949. god. i za 1951-1952, koje prethode 1953. god. Budući da su godine 1945., 1949. i 1953. godine jake zaraze, pretpostavljamo, da je temperatura u razdoblju leptira i jaja od velike važnosti za masovnu pojavu.

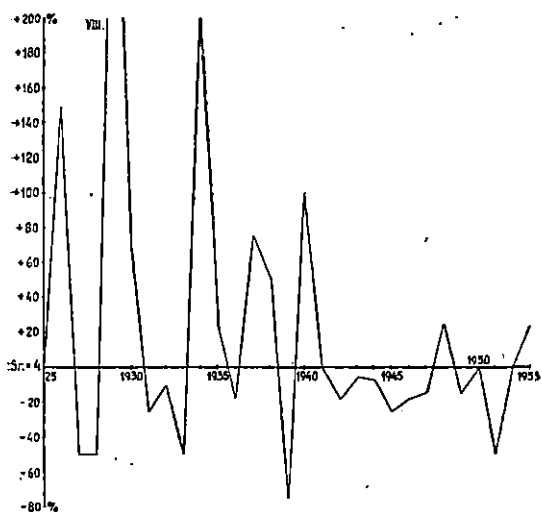
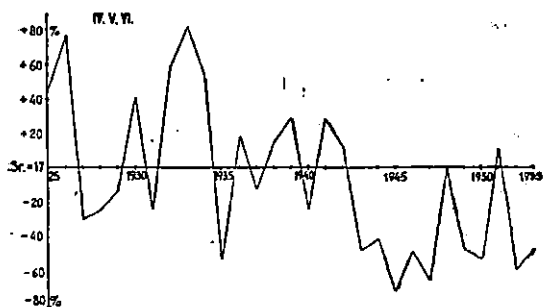
Za 1945. god. karakteristično je također i to, da su prethodne godine imale negativna odstupanja od L. k. f.-a u razdobljima kukuljice, leptira, jaja i gusjenica van zapretka. Pozitivno odstupanje toga faktora pokazuje se samo za vrijeme razvoja gusjenica u zapretku 1944. god., ali je ono veoma neznatno (+4%). Mišljenja smo, da je jako suha i vruća klima u razdoblju kukuljice i leptira, a suha i topla u razdoblju gusjenica u zapretku i jaja omogućila neobično jaku masovnu pojavu u 1945. godini.

1946. god. zaraza nije prestala, no ona je bila mnogo slabija. A ipak, sudeći po Langovim kišnim faktorima, i u toj godini su klimatske prilike bile povoljne za razvoj četnjaka. To dokazuje da nisu samo klimatske prilike jedini faktor, koji regulira broj individua u populaciji. Upravo ta činjenica ne opovrgava značaj klime za masovnu pojavu insekata, već dokazuje, da *svaka masovna pojava sadržava u sebi uzroke njena opadanja*. U godinama povoljnim za razvoj borova četnjaka gnjezdara, t. j. od 1943. do 1947. god., povećavao se sukcesivno broj parazita (kako jajnih tako i parazita gusjenica i kukuljica) i predatora. S druge strane unutrašnji faktori, koji još nisu dovoljno istraženi, a naročito oni, koji karakteriziraju genetsku konstituciju jedinki, odnosno cijelih populacija, smanjili su gustoću populacije.

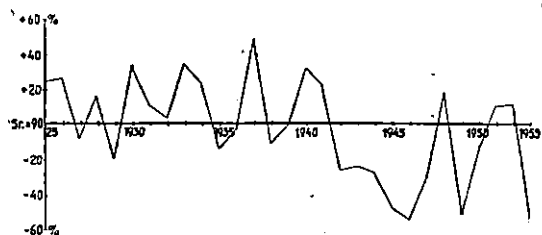
Slične odnose između intenziteta masovne pojave četnjaka i klimatskih prilika vidimo iz klimagrama konstruiranih za godine 1945. do 1953., prema podacima meteorološke stanice u Crikvenici (sl. 34 d, e, f). Odmah se vidi sličnost klimagrama u godinama masovne pojave četnjaka (1945., 1949. i 1953.). U god. 1945. klimagram pokazuje u svim mjesecima velika odstupanja od srednjeg klimagrama (koji je konstruiran na temelju podataka od 1892—1953. god.) u smjeru vertikalne osi. To znači, da su oborine u svim godinama masovne pojave i u svim mjesecima bile ispod prosjeka. U ljetnim mjesecima pored toga sve točke na klimagramu u godinama masovne pojave leže više od prosjeka, što znači, da su u tim mjesecima temperature bile iznad prosjeka. Jedini izuzetak čini 1949. god. u XI. mjesecu, u kome su oborine bile iznad prosjeka, ali su zato sva ostala odstupanja analogna predašnjim (sl. 34e), a zatim 1953. god., u kojoj je odstupanje L. k. f.-a u VIII. mjesecu pozitivno (+25%). U ovome posljednjem slučaju u cijelom mjesecu bila su samo 3



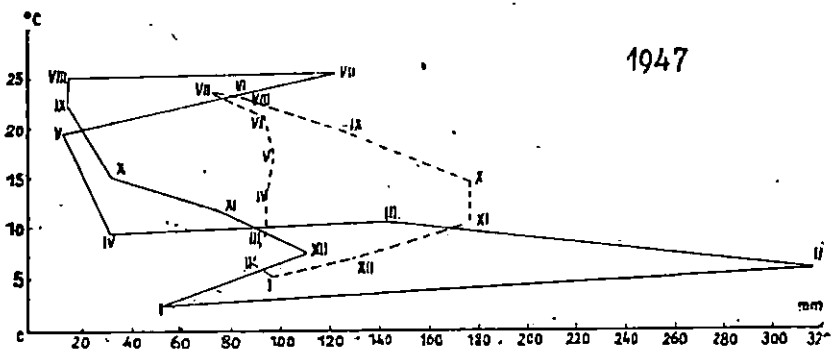
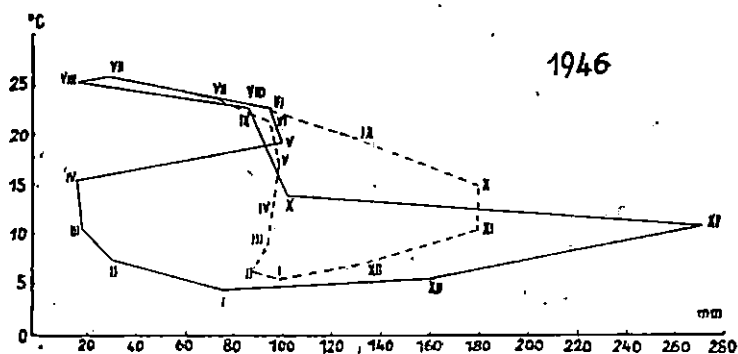
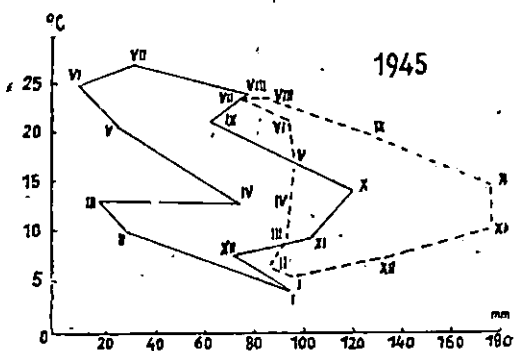
Sl. — Fig. 34a. Odstupanja Langova kišnog faktora od srednjaka (1925—1953) za razdoblja (meteorol. stanica Crikvenica): studeni—ožujak, srpanj, rujan—listopad — Déviations du facteur pluvial de Lang de la moyenne (1925—1953) pour les périodes (station météorologique de Crikvenica): novembre-mars, juillet, septembre-octobre



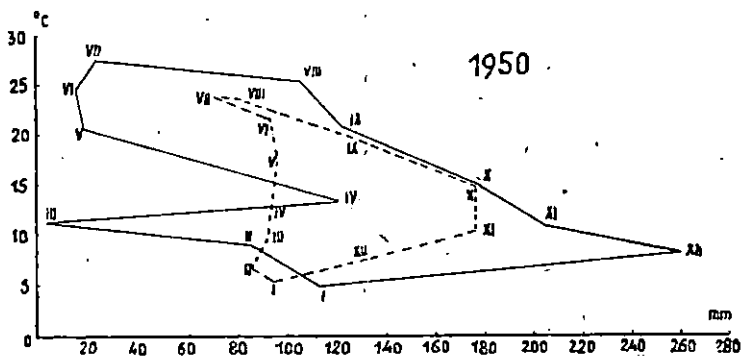
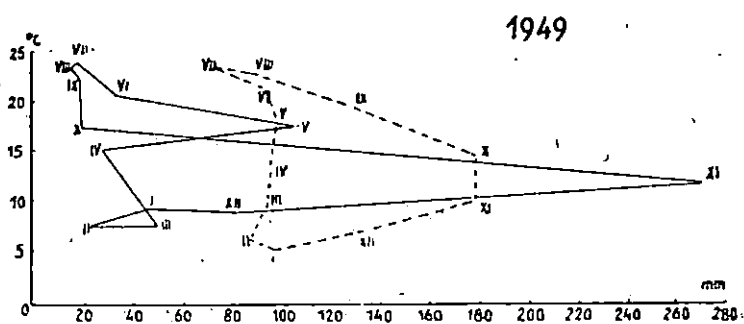
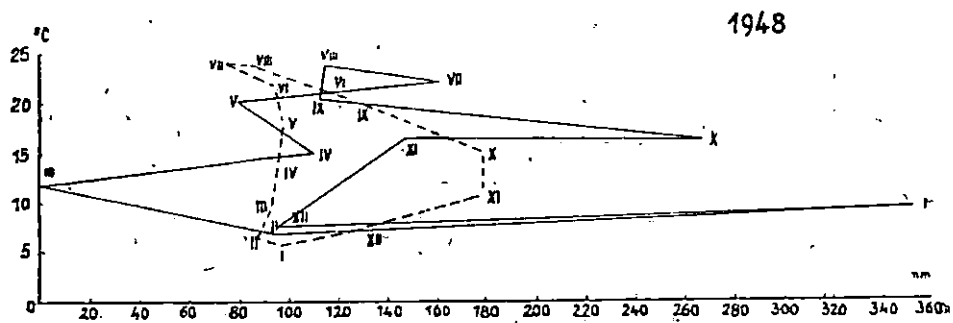
Sl. — Fig. 34b. Odstupanja Langova kišnog faktora od srednjaka (1925—1953) za razdoblja (meteorol. stanica Crikvenica): travanj-lipanj, kolovoz — Déviations du facteur pluvial de Lang de la moyenne (1925—1953) pour les périodes (station météorologique de Crikvenica): avril-juin, août



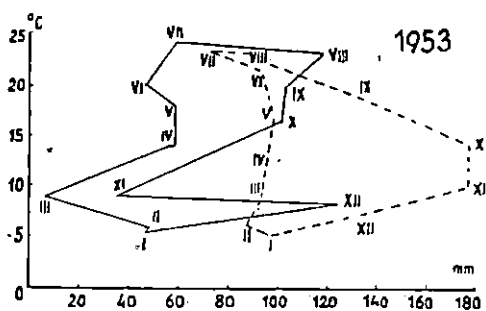
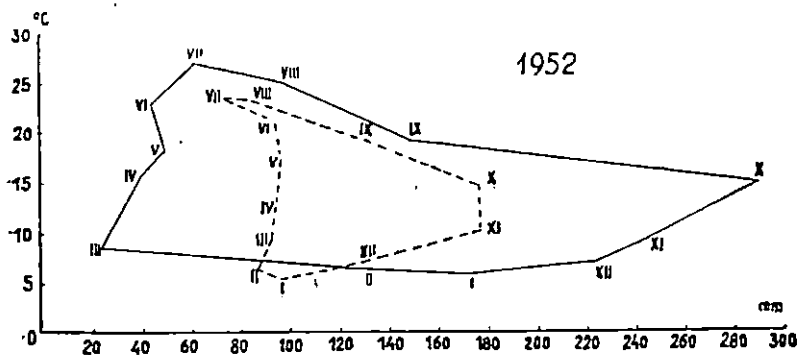
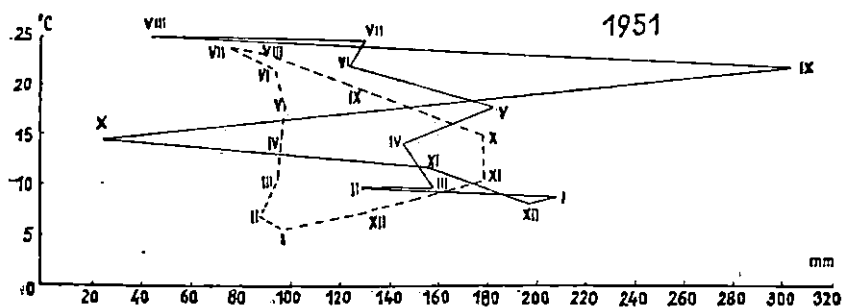
Sl. — Fig. 34c: Godišnja odstupanja Langova kišnog faktora od srednjaka (1892—1953) (meteorol. stanica Crikvenica) — Déviations annuelles du facteur pluvial de Lang de la moyenne pour la période de 1892—1953 (station météorologique de Crikvenica)



Sl. — Fig. 34d. Odstupanja godišnjih klimograma od srednjaka (1945—1947) (meteorol. stanica Crikvenica) — Déviations des climagrammes annuels de la moyenne (1945—1947) (station météorologique de Crikvenica)



Sl. — Fig. 34e. Odstupanja godišnjih klimograma od srednjaka (1948—1950) (meteorol. stanica Crikvenica) — Déviations des climogrammes annuels de la moyenne (1948—1950) (station météorologique de Crikvenica)



Sl. — Fig. 34f. Odstupanja godišnjih klimagrama od srednjaka (1951—1953) (meteorol. stanica Crikvenica) — Déviations des climagrammes annuels de la moyenne (1951—1953) (station météorologique de Crikvenica)



kišna dana; a poznato je da (sl. 34b) su samo dugotrajne oborine od većeg značenja kao redukcioni faktor.

Iz svega onoga, što smo prije rekli, možemo zaključiti:

1. da postoji korelacija između odstupanja *L. k. f.-a* od svoga srednjaka i intenziteta masovne pojave četnjaka u dotičnoj godini. U sve tri godine intenzivne pojave četnjaka, koju smo zabilježili za vrijeme naših istraživanja (1945., 1949. i 1953.), ova su odstupanja u svim razdobljima razvoja četnjaka negativna, t. j. karakteriziraju klimu kao toplu i suhu do vruću i jako suhu.

2. Od svih stadija smatramo, da je stadij jaja i mladih gusjenica najosjetljiviji, pa su klimatski faktori u tim razdobljima od velike važnosti za masovnu pojavu četnjaka.

3. Amplituda ekstremnih temperatura u stadiju mladih gusjenica glavni je faktor, koji uvjetuje rasprostranjenje četnjaka i o kome uz oborine zavisi mortalitet gusjenica toga stadija.

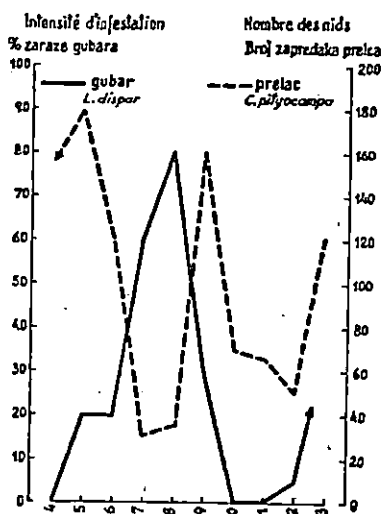
4. U zoni stalne pojave četnjaka dugotrajne oborine su veoma važni reduktivni faktor. U toj zoni su naročito važne oborine ljeti i u ranu jesen.

Iako smo neosporno utvrdili, da intenzitet masovne pojave četnjaka zavisi o klimi, koja je nezavisno promjenljivi faktor na širokom prostoru, ipak smo primijetili, da u tome ima odstupanja, te da je u nekim kulturama intenzitet jači u godini, u kojoj opća gradaciona krivulja pokazuje slabiju masovnu pojavu. To je primijetila također *Roegner-Aust* (1950) za nonu. Vrijedno bi bilo istražiti, koliko su u gradocenu za ovu pojavu odlučni unutrašnji faktori, kojima treba posvetiti punu pažnju. To više je ova pojava zanimljiva, jer se radi o susjednim šumama, u kojima opće klimatske prilike ne variraju mnogo.

Zanimljiva je pojava, koju su primijetili *Grison* i *Biliotti* (1954), da gradacije četnjaka u regijama Landa traju kraće nego one u *Cevennu*, gdje se on gotovo permanentno javlja, iako su ovdje klimatske prilike nepovoljnije nego u primorju Landa. Ta pojava potvrdila bi *Franzove* koncepcije o ulozi genetskih faktora kod masovne pojave štetnih insekata. U Landu su zbog povoljnijih klimatskih prilika redukcioni faktori slabiji, pa i eliminiranje jedinki, koje su nosioci za vrstu nepovoljnih svojstava, također slabije. To dovodi do bržeg pogoršavanja genetskih svojstava populacije i njena propadanja. Slučaj u *Cevennu* bio bi obratan. Rezistentniji tipovi nalazit će se svakako tamo, gdje su za vrstu nepovoljniji uvjeti za opstanak. Stoga bi, protivno dosadašnjem mišljenju o prijenosu gubarevih gusjenica vjetrom u brdske krajeve, trebalo tu tražiti uzroke zakašnjenju kulminacije gubara u brdskim krajevima, pa moguće i uzroke nastajanja nove masovne pojave. Teško je inače rastumačiti

različito duge intervale latencije između nastupa dviju masovnih pojava u klimatskom optimumu gubara.

Nema nikakve sumnje, da genetski faktori igraju ulogu kod masovne pojave insekata uopće. U neobično povoljnim klimatskim uvjetima djelovanje faktora otpora naročito abiotskih, nezavisno promjenljivih, svedeno je na minimum. Kao posljedica pogoršane genetske konstitucije dolaze do izražaja recesivna svojstva, koja se manifestiraju kod velikog broja jedinki u sklonostima prema bolestima (viroze), u sterilitetu jaja, opadanju fertiliteta ženki i drugim svojstvima, zbog kojih se njihov broj decimira. Kod nepovoljnih klimatskih uvjeta, kada su faktori otpora naročito jaki, ostaju na životu najjači i genetski najpozitivniji individuumi. Utoliko je klima kao nezavisno promjenljivi abiotski faktor važna kao *selekcioni faktor*, a biotski se faktori, kamo uglavnom ubrajamo parazite, mogu smatrati *regulacionim*, ali ne i selektivnim faktorom. *Bez povoljnih dakle klimatskih uvjeta uz obilje hrane, koja štetnicima stoji na raspolaganju, nema masovne pojave štetnika.*



Sl. — Fig. 35. Gradacione krivulje gubara i četnjaka od 1944—1953 g. — Courbe gradologique de Dispar et de Processionnaire du Pin de 1944—1953

Razumije se da je jedan od uvjeta, koji zavisi o vrsti, a koji je svojstven naročito velikom broju štetnih insekata, veliki biotički potencijal, o kome zavisi, da li će do erupcije doći nakon kraćeg ili duljega vremena. Oba dakle faktora, klimatski uvjeti i za vrstu povoljna genetska konstitucija populacije, stoje u uzajamnoj zavisnosti. No krivo bi bilo misliti, da svaki od ovih faktora sam za sebe može uvijek dovesti do masovne pojave štetnika. Povoljne klimatske prilike samo u jednoj godini uz mali početni broj individuuma neće dovesti do masovne pojave. Nepovoljni klimatski uvjeti za vrijeme kritičnog stadija mogu pak decimirati broj jedinki sa najboljom genetskom konstitucijom: Prema tome za početak masovne pojave važno je da bude dovoljan potrebnii broj genetski jakih jedinki, te jedna ili više uzastopnih godina s povoljnim klimatskim prilikama za dotičnog insekta. Ova koincidencija uz ostale faktore kao biotički

potencijal, seksualni indeks, obilje hrane i t.d. dovode do masovne pojave štetnika, a o stepenu ove koinkidencije zavisi jači ili slabiji intenzitet te pojave.

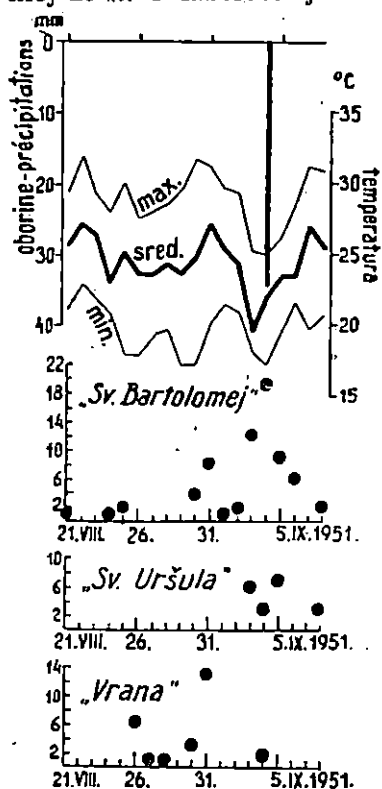
Razumije se, da masovna pojava štetnika predstavlja veoma složen problem, koji u mnogo slučajeva nije jednostavno riješiti. To je dinamični proces, koji se mijenja u prostoru i vremenu za svaku vrstu na drugi način. Za primjer uzimamo gubara i četnjaka. Prema istraživanjima *Vajde* (1952) u oba područja (područje gubara i četnjaka), s obzirom na klimatske prilike, t. j. s obzirom na pojavu sušnih godišnjih doba, nastaju u istom razdoblju gotovo redovno istosmjerne klimatske pojave. Prema tome mogli bismo očekivati neko podudaranje u intenzitetu masovne pojave jednog i drugog štetnika, koje bi bilo uvjetovano klimom kao nezavisno promjenljivim faktorom, koji djeluje na velikim površinama. Uporedimo li i gradacione krivulje gubara i četnjaka (sl. 35), vidimo, da je 1945. god. u doba kulminacije četnjaka gubar bio u progradaciji. Njegova kulminacija u 1948. god. nastupa jednu godinu prije kulminacije četnjaka. Godine 1953. obje krivulje pokazuju tendenciju porasta, t. j. oba štetnika nalaze se u progradaciji. Da kulminacije obaju štetnika ne koinkidiraju u istoj godini, potpuno je shvatljivo, ako uzmemo u obzir biološki razvoj jednog i drugog štetnika, njihovu različnu ekološku valenciju, kao i konstelaciju gradocena.

e) *Utjecaj klime na razvoj gusjenica — Influence du climat sur le développement des chenilles*

1951. god. za vrijeme eklozije gusjenica bio je samo jedan kišoviti dan (sl. 36). Kulminacija izlaska gusjenica, koja je te godine vidljiva, odgovara kulminaciji na krivulji eklozija leptira iste godine (sl. 33). Vremenski period izlaska gusjenica u šumi Sv. Bartolomej iznosio je 18 dana i približno odgovara vremenu eklozije leptira te godine (14 dana).

U godini 1952. slika je sasvim drugačija (sl. 37). Za vrijeme izlaska gusjenica imali smo 11 kišovitih dana. Na sl. 37: a, b i c odnose se na legla, koja su bila pod prirodnim uvjetima na Cresu, a »d« na legla iste provenijencije, koja smo prenijeli u laboratorij. Upoređenjem slika vidimo, da je u prirodi zbog kiše i nastalih niskih temperatura došlo do retardacije izlaska gusjenica u odnosu na ona legla, koja smo držali u laboratoriju pod približno konstantnom temperaturom od 21—23° C. Period piljenja u prirodi protegao se do 30 dana. Onaj u laboratoriju iznosio je 21 dan, ali ako izostavimo prvo i najranije piljenje (samo jedno leglo) taj period iznosio je svega 14 dana. Pored toga u

prirodnim uvjetima od 44 jajna legla iz šume Batajna iz 10 legala ili 22,5% nisu gusjenice uopće izašle, što dovodimo u vezu s naglim padom temperatura za vrijeme njihove eklozije. Sterilitet legala za šumu Sv. Uršula iznosio je 30%, a Sv. Bartolomej 25%. U laboratoriju nisu izašle gusjenice samo iz jednoga



Sl. — Fig. 36. Izlazak gusjenica u šumi sv. Bartolomej 1951 g. — Écllosion des chenilles dans la forêt de St. Bartholomé en 1951

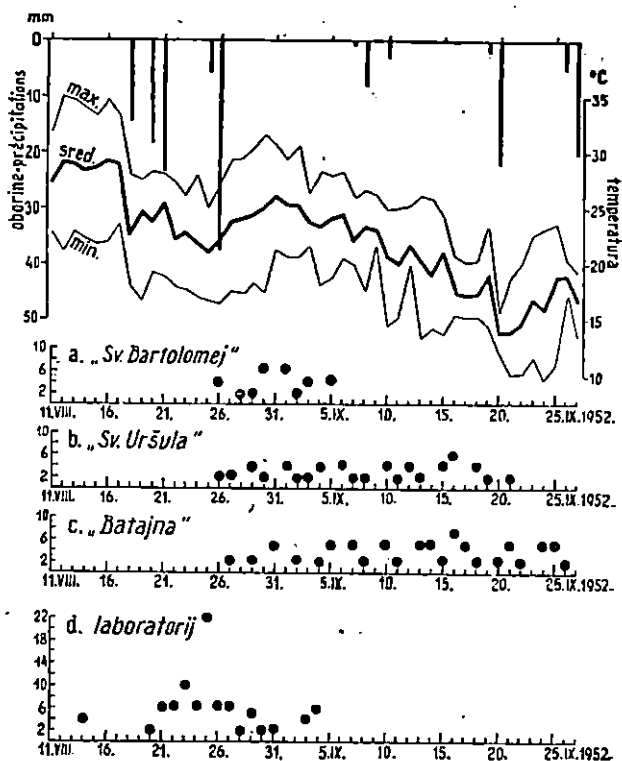
masovne pojave redovno iznad srednjaka (od 1892—1953). To isto vrijedi i za oborine izuzev XI. mjesec 1949. god., koji slučaj smo već prije objasnili. Zanimljivo je, da iz grafikona oborina izlazi, da su 1952. god. počevši od VIII. mjeseca oborine daleko iznad srednjaka, što je potpuno u skladu s našim mišljenjem o važnosti oborina za masovnu pojavu u ovom godišnjem periodu.

Postotak izašlih gusjenica također varira u pojedinim godinama i u pojedinim šumama (tab. 10). Taj postotak kretao se između 57,3% (Sv. Bartolomej 1951) do 93,2% (Cres 1952. god.)

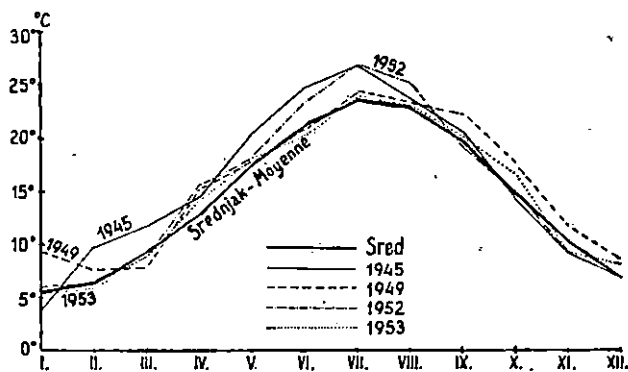
legla (2%). Minimalne temperature nastupile su 21. IX. 1952. i pale su ispod 12° C, a prema našim laboratorijskim istraživanjima kod tih temperatura zaustavlja se embrionalni razvoj u jajima četnjaka.

U 1953. god. sve su gusjenice izašle u vremenu od 24. VII. do 1. VIII. Iz svih su legala izašle gusjenice i nije bilo sterilnih legala. Za vrijeme eklozije nije bilo kišnih dana. Prema ovim opažanjima izlazilo bi, da je 1952. god. bila nepovoljna za razvitak četnjakovih gusjenica. Kako je te godine doista zaraza na cijelom jadranskom području bila veoma slaba, dolazimo do zaključka, da su temperature i oborine za vrijeme stadija jaja i mladih gusjenica odlučne za masovnu pojavu četnjaka u toj godini.

Iz grafikona srednjih mjesečnih temperatura i oborina (sl. 38 i 39) koji smo konstruirali za godine 1945., 1949. i 1953. kao godine masovne pojave četnjaka i 1952. god., u kojoj te pojave nije bilo, vidimo, da su temperature u godinama

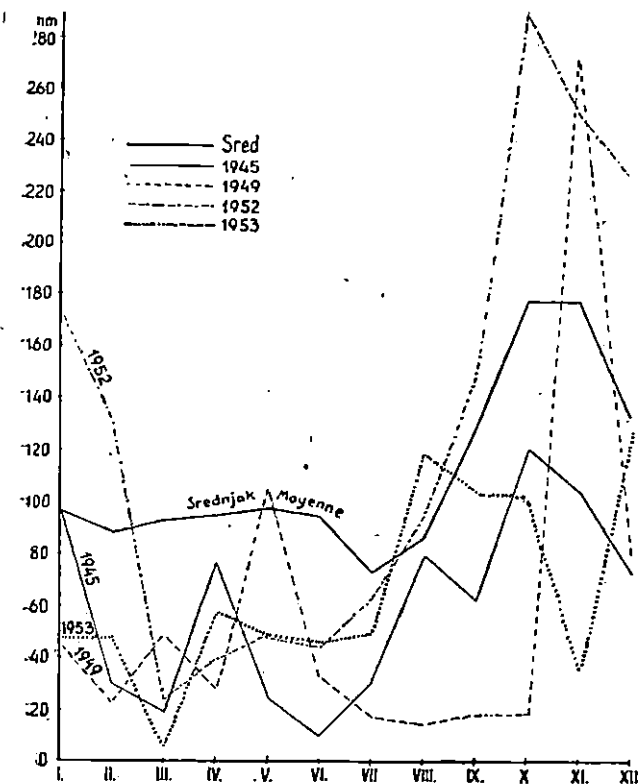


Sl. — Fig. 37. Izlazak gusjenica na otoku Cresu 1952. g.  
— Écllosion des chenilles sur l'île de Crès en 1952



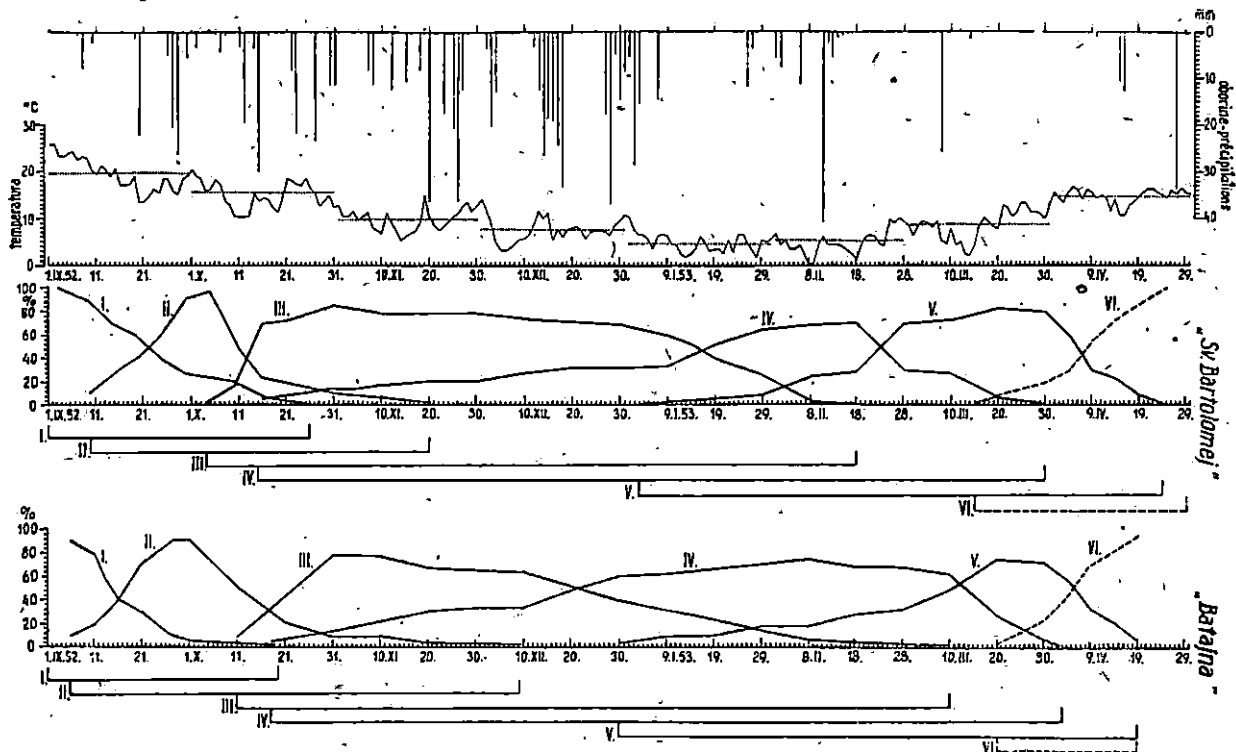
Sl. — Fig. 38. Odstupanja srednjih mjesečnih temperatura u godinama: 1945, 1949, 1952 i 1953 od srednjaka (1892—1953) za meteorološku stanicu Crikvenica — Déviations des températures mensuelles moyennes en années 1945, 1949, 1952 et en 1953 de la moyenne (1892—1953) pour la station météorologique de Crikvenica

od ukupnoga broja odloženih jaja. God. 1953. primijetili smo, da je veći broj gusjenica uginuo u jajima prilikom eklozije. Gusjenice, koje su probile korion, nisu izašle iz jajeta. Postotak



Sl. — Fig. 39. Odstupanja mjesečnih srednjih oborina u godinama 1945, 1949, 1952 i 1953 od srednjaka (1892—1953) za meteorološku stanicu Crikvenica — Déviations des précipitations mensuelles moyennes en années 1945, 1949, 1952 et en 1953 de la moyenne (1892—1953) pour la station météorologique de Crikvenica

ovih gusjenica iznosio je 0,8—3,4%. Budući da ovu pojavu nismo primijetili prethodnih godina, smatramo, da je to u vezi s temperaturom i vlagom za vrijeme eklozije. Thalenhorst (1953) je za borovu pilatku ustanovio također mortalitet gusjenica kod eklozije i dovodi to u vezu s odnosom između vlage u iglicama i razvoja jaja. Vлага u iglicama zavisna je opet o vlazi, temperaturi i oborinama za vrijeme vegetacijske periode.



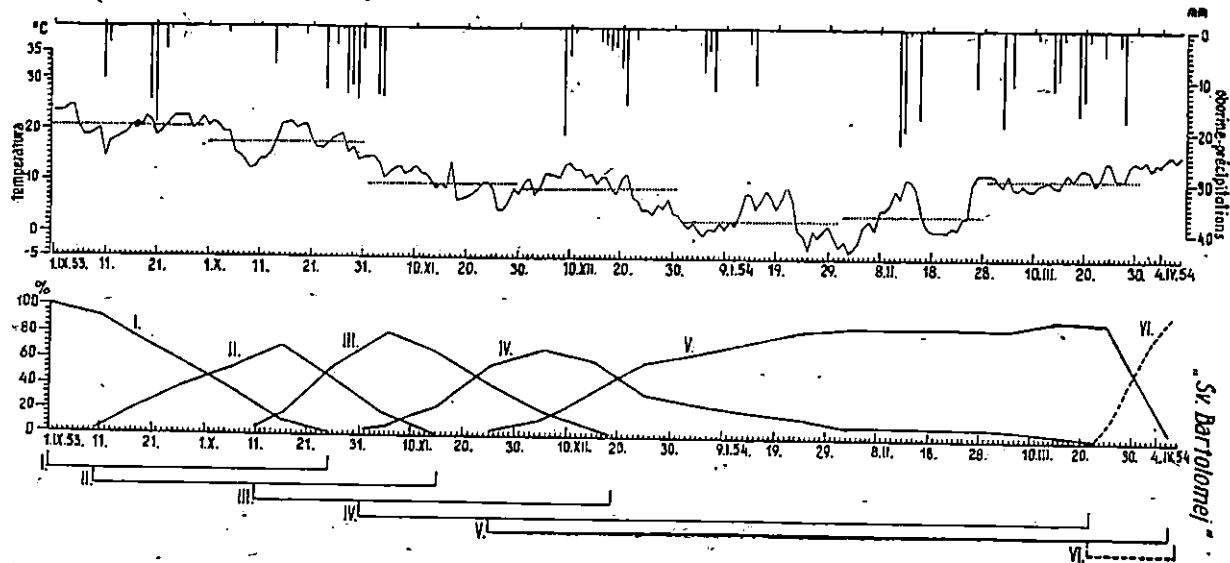
Sl. — Fig. 40. Razvoj gusjenica od eklozije do kukuljenja 1952 g. u šumama sv. Bartolomej i Batajna — Développement des chenilles à partir d'éclosion jusqu'à la nymphose en 1952 dans les forêts de St. Bartholomé et de Batajna

Kako je tekao razvoj gusjenica od eklozije do kukuljenja, prikazali smo slikom 40 za 1952. god. i slikom 41 za 1953. god. Za konstrukciju ovih grafikona otvarali smo počevši od eklozije gusjenica pa dalje svakih 10 dana po 60 zapredaka i utvrđivali stadije. Razdoblje, u kome su se razvijale gusjenice 1952./1953. godine, bilo je veoma bogato oborinama, i pojedini stadiji gusjenica mnogo su dulje trajali u odnosu na 1953./1954., kada je u istom razdoblju bilo mnogo manje oborina. Razvoj gusjenica 1. stadija u obje godine bio je gotovo identičan. 2. stadij u godini 1952. protegnuo se zbog obilnijih oborina do 20. XI., odnosno do 10. XII. (za šumu Batajna). Jače razlike pokazuju se u 3. stadiju. Najniže temperature u siječnju usporuju razvoj 4. stadija. Niske temperature imaju utjecaj i na razvoj gusjenica 5. stadija. No, još više usporile su razvoj gusjenica oborine, pa njih smatramo veoma važnim faktorom za taj razvoj. 1952. god. gusjenice su prezimile u 3., 4. i 5. stadiju, a 1953. u 4. i 5. stadiju. Odlazak gusjenica u zemlju 1952. god. protegnuo se u šumi Sv. Bartolomej od 15. ožujka do 25. travnja. Odlazak gusjenica u zemlju 1953./1954. zbivao se u mnogo kraćem intervalu od 23. ožujka do 6. travnja.

Iz fenoloških podataka vidimo još jednu važnu činjenicu. Unatoč niskim temperaturama i obilnim oborinama u toku razvoja četnjaka 1952. god. masovna pojava postaje intenzivnija u 1953./1954. To znači, da nepovoljne vremenske prilike u jednoj godini ne mogu spriječiti, da zaraza bude još jača u idućoj godini, ako su uvjeti za razvoj borova četnjaka povoljni u toj godini. To nam dokazuje, da su presudni faktori za masovnu pojavu u godini te pojave. Stoga možemo tvrditi, da između svih stadija borova četnjaka razdoblje druge polovine stadija-jaja i 1. stadij gusjenica možemo smatrati kritičnim stadijem. Ako su prilike za vrijeme ovih stadija povoljne, bit će to uzrok, da se njegova pojava u toj godini pojača, što svakako znači da će više uzastopnih godina sa povoljnim prilikama u spomenutom razdoblju potencirati taj intenzitet, kao što je bio slučaj u periodu između 1942. i 1946. godine.

Pritome je od velike važnosti ne samo količina, već i raspored oborina. Oborine, koje traju veći broj dana uzastopce, veoma nepovoljno djeluju na leptire i gusjenice 1. stadija, a naročito one, koje još nisu počele da se hrane. Portier je utvrdio, da je najveća konstruktivna aktivnost tkiva kod gusjenica 1. stadija. Prema tome poremetnja optimalnih uvjeta u ovome stadiju dovodi do poremetnje fizioloških procesa i do mortaliteta velikog postotka gusjenica. Time se i tumači visoki procen mortaliteta kod gotovo svih vrsta gusjenica 1. stadija. Taj stadij je vremenski najkraći, a postotak apsorbirane hrane i povećanje





Sl. — Fig. 41. Razvoj gusjenica od eklozije do kukuljenja 1953 g. u šumi Sv. Bartolomej — Développement des chenilles à partir d'éclosion jusqu'à la nymphe en 1953 dans la forêt de St. Bartholomé

težine relativno najveći. Potreba na vitaminima u ovom stadiju je također najveća. Izašle gusjenice mnogo slabije podnose gladovanje od onih, koje su stare nekoliko dana. Nije isključeno, da poremetnja fizioloških procesa u ovome stadiju može uzrokovati bolesti, koje se manifestiraju u starijim stadijima gusjenica.

#### f) Patogeni mikroorganizmi — *Microorganismes (pathogènes)*

Važan redukcioni faktor kod svih štetnika, koji se masovno pojavljuju, jesu patogeni mikroorganizmi i virusi. U slučaju gubara taj faktor dovodi do opadanja zaraze (Kovačević 1949). Patogeni mikroorganizmi i virusi reduciraju tako broj gusjenica gubara, da poslije toga gotovo nije moguće u šumama naći jajna legla po nekoliko godina. A ipak ostaju pojedini leptiri, koji ne podliježu virozama i koji održavaju vrstu do nove masovne pojave. I pored toga, što u hrastovim šumama, gdje gubaru stoji na raspolaganje obilje hrane, koja mu konvenira, ipak hara poliedrija (Schmidt, 1954). Mi smatramo, da postoje leptiri, koji su nasljedni nosioci poliedrije, i leptiri, koji to nisu. Potpuno je vjerojatno, da se poliedrija, kao recesivno svojstvo manifestira kod jedinki, kojih su oba roditelja nosioci toga svojstva. Kod ovih leptira poliedrija može da ostane kraće ili dulje vrijeme u latentnom stanju (Vago 1952), i da se manifestira samo pod nekim uvjetima, koji su u literaturi za neke leptire već dovoljno opisani (Vago, Aqua, Paillot).

Bilo bi van okvira ovoga rada, da raspravljamo o genezi viroza i o tome, da li se tu radi o predispoziciji prema oboljenju kao recesivnom svojstvu ili hereditarnoj transmisiji provirusa kao sastavnog elementa kromosoma. Mi ćemo ovdje samo iznijeti neka opažanja o virusnoj bolesti kod četnjaka.

Već 1950. god. primijetili smo u borovim šumama Slovenije i Hrv. Primorja zapretke, u kojima su se nalazile mrtve gusjenice. Laboratorijska pretraga na bakterije ostala je bez rezultata. U šumi Vrana na otoku Cresu od pregledanoga broja zapredaka bilo je 8%, a u šumi Niska 18% s mrtvim gusjenicama od poliedrije. 1951. god. u borovim kulturama Učke bilo je 10% zapredaka s virotičnim gusjenicama. Vago (1953) je opisao eksterne patološke manifestacije, kao i histološke i citološke alteracije oboljelih gusjenica. Poliedri su tipa poliedara gubara, pa je taj autor predložio, da se klasificiraju kao *Borrelina pityocampe* n. sp. Poliedri se razlikuju prema pojedinim žarištima zaraze po veličini inkluzivnih tijela. Ona mogu biti *mikro-tipa* i *makro-tipa*, no ima ih i prelaznih oblika. Oboljele gusjenice,

koje smo mi pregledali 24 sata nakon uginuća i bojadisali karbol-fuksinom, metilenskim zelenilom i giemskom, dale su preparate s poliedrijom mikro-tipa, no na istom preparatu našli smo, iako rijetko, poliedre makro-tipa, pa pretpostavljamo, da bi se tu moglo raditi o razvojnim fazama virusa.

*Vago* je također doveo u vezu ovu epizootiju s nekim klimatskim faktorima, koji mogu da izazovu prijelaz latentne u akutnu virozu. Viroza borova četnjaka je specifična, a infekcija inokulacijom i per os, koju je izvršio *Vago*, potpuno je uspjela. Međutim, on ne govori o hereditarnoj predispoziciji, već samo o vanjskim faktorima, koji utječu i izazivaju poliedriju.

Godine 1951. donijeli smo s otoka Cresa jajna legla i uzgoj gusjenica vršili u Zavodu. One su se nalazile na borovu stablu, koje je bilo smješteno u hodniku. Na vrhu stabla isplele su zapredak. Redovno su se hranile, dok ih nismo jednoga jutro, kad su već bile u 4. stadiju, našli potpuno nepomične ispod samog zapretka. Te se noći nisu vratile u zapredak. Na dodir su još dugo davale znakove života, no položaj nisu mijenjale. Nakon 6—7 dana sve su uginule. Nekoje od njih visjele su na iglicama poput poliedričnih gubarevih gusjenica. Godine 1952. donijeli smo nova legla s otoka Cresa, ali i ovaj put pored najbrižljivijeg postupka prilikom uzgoja nismo uspjeli uzgojiti gusjenice dulje od 4. stadija. No to smo uspjeli godine 1953. s gusjenicama iz jajnih legala iste provenijencije. One su se sve zakukuljile bez spomena vrijednog postotka mortaliteta, iako im nekakva naročita pažnja nije bila posvećena. Borove grančice nisu bile uvijek svježje, a više puta izostalo je i hranjenje. Uvjeti u laboratoriju bili su u sve tri godine gotovo uvijek isti, pa ipak je veoma zanimljivo, da je u godinama 1951. i 1952., kada u laboratoriju nismo mogli uzgojiti gusjenice, zaraza i u prirodi u borovim kulturama bila u opadanju. Naprotiv 1953. godine, kad nam je uspio uzgoj u laboratoriju, masovna pojava u prirodi bila je jaka. 1952. god. ni u prirodi nismo uspjeli uzgojiti gusjenice u insektarijima. Ovi su bili smješteni ispod borovih stabala, na kojima je bilo zapredaka borova četnjaka. Gusjenice na ovim borovima razvijale su se normalno, a one u svih 20 postavljenih insektarija uginule su u 4. stadiju zbog poliedrije. Vjerojatno će se i ovdje raditi o nekim klimatskim faktorima, kao što je opazio i *Vago* (insolacija, slaba aeracija, temperatura i t. d.), koji mogu aktivirati virus. Ipak nema sumnje, da su gusjenice četnjaka, i one u Zavodu, i one u insektarijima u prirodi imale predispoziciju za bolest ili virus u latentnom stanju. Može se pretpostaviti i to, da je poremetnja u metabolizmu bila jedan od faktora, koji je aktivirao virus (*Paillot*). To se moglo dogoditi zbog nepovoljnih vanjskih faktora. U svakom slu-

čaju, kako je utvrdio *Vago* (1952), ravnoteža, koja može dugo vladati između mikroorganizma i makroorganizma, može biti poremećena ekološkim faktorima, naročito onima, koji dovode do poremetnje procesa metabolizma, respiracije i transpiracije. No i neke kemijske supstance, koje se akumuliraju preko hrane u organizmu, kojoj inače *Kovačević* i *Schmidt* (1954) daju veliko značenje za pojavu patogenih mikroorganizama, mogu da prouzrokuju poliedriju.

O značenju epizootije, koju kod borova četnjaka izaziva poliedrija, u toku su radovi *Grisona*. Dosada su opažanja u tom pogledu nepotpuna. Uloga, koju igraju patogeni mikroorganizmi, u prvome redu virusi, od velikog je praktičnog značenja za primijenjenu entomologiju. Do danas je zabilježeno nekoliko pokušaja, da se spriječe masovne pojave štetnika, izazivajući epizootije. Tako je Amerikanac *Bird* (cit. *Grison*, 1954) na taj način pokušao suzbiti borovu pilatku *Neodiprion sertifer*. 1953. izvršen je kod Bordeauxa u Francuskoj pokušaj suzbijanja četnjaka introdukcijom patogenih bakterija (*Cereus alesti* T. i V.) i virusa borova četnjaka.

Ipak ovi pokušaji zahtijevaju da se prije toga riješi pitanje geneze i eventualnog biološkog ciklusa virusa. Ukoliko se potvrdi endogeno porijeklo virusa (*Wollmann*, cit. *Gastriel-Fasquelle*, 1946), onda je iskorišćivanje virusa u borbi protiv štetnika u pitanju. Ali ako usvojimo i drugo mišljenje, da virus dolazi iz vanjske sredine, gdje je sačuvao svoj vitalitet, još uvijek je borba s virusima problematična u zonama njegova prirodnog dolazanja, jer će se on raširiti i bez ikakve intervencije, ako su prilike za njegov razvoj povoljne.

Prema našim opažanjima sigurno je jedno, da poliedrija kod borova četnjaka ne igra u prestanku zaraze onakvu ulogu, kakvu ona ima kod gubara. To dokazuju i gradacione krivulje gubara i četnjaka, iz kojih se vidi, da je period latence kod gubara karakteriziran svođenjem individuuma na veoma ograničen broj za vrijeme nekoliko godina. Kod borova četnjaka gradaciona krivulja pokazuje jači ili slabiji intenzitet, ali zaraza sasvim ne prestaje. Poliedrija dakle ovdje ne prouzrokuje nagli prestanak zaraze, kao što je to slučaj kod gubara. Razlog je tome vjerojatno u osobinama same vrste. Unutar svoga areala borov četnjak, čini se, predstavlja vrstu s relativno jačom ekološkom valencijom. Kao jednu od bioloških karakteristika četnjaka ubrajamo između ostaloga i veoma dugi period izlaska leptira i pilenja gusjenica, što ima vjerojatno za posljedicu manju mogućnost incesta. Sigurno nije bez značenja ni osobina četnjaka, da mu kukuljice jednog dijela populacije preleže jednu do dvije godine, što ima za posljedice održavanje većeg broja individu-

ma za vrijeme nepovoljnih prilika. Zanimljivo bi bilo ispitati genetska svojstva takvih leptira i sklonost njihovih potomaka na viroze.

g) Paraziti i njihova uloga u masovnoj pojavi četnjaka — *Parasites et leur rôle dans l'apparition en masse*

Jaja, gusjenice i kukuljice borova četnjaka napada prilično znatan broj parazita, od kojih je malo njih proučeno s obzirom na važnost, koju imaju kao redukcionni faktor u masovnoj pojavi četnjaka, a i njihova biologija nije nam potpuno poznata. Bear (1921) spominje ove parazite kukuljica: Tahine: *Phryxe vulgaris* Fall., *Ph. secunda* B. B., *Compsilura concinnata* Mg., *Tricholyga sorbitalans* Wied., *Bucentes cristata* F., *Pelatachina tibialis* Fall. Cecconi (1924) spominje ove parazite: *Tricholyga grandis* Zett. *Lydella lepida* Maj.

Grison i Biliotti (1954) ističu veliku važnost, koju igraju paraziti kod borova, četnjaka u većini lokaliteta južne Francuske. Oni stavljaju na prvo mjesto *Ooencyrtus ptyocampae* Mercet, a zatim *Tetrastichus tibialis* Kardj i *Anastatus bifasciatus* Fomsc. kao najne parazite.

Od gusjeničnih parazita spominju dvije vrste tahina, koje dolaze u svim krajevima: *Compsilura concinnata* Meig., a zatim *Phryxe secunda* B. B., koje je uloga najvažnija. Od predatora oni spominju iz porodice Syrphida: *Xanthandus comtus* Harr., koji napada larve u zaprecima.

Kao hiperparazit poznat je *Dibrachys cavus* Walk., koji parazitira kukuljice *Ph. secunda* u zaprecima.

U našoj literaturi Kovačević (1947 i 1949) spominje, da je 14% jaja borova četnjaka bilo napadnuto od *Ooencyrtus ptyocampae*. Parazite spominje i Barić (1951), ali ne kaže, o kojima se parazitima radi. On donosi ove podatke: Od 1000 kukuljica u bor. kulturi Crnotiče napadnuto je parazitima 43,7%. Od toga otpada 22% na parazite, 18,6% na poliedriju i 3,1% na gljivice. Ukupni postotak parazitarnih kukuljica bio je još veći za šume Poreče (98,45%) i Miren (98,82%). Isti autor kaže, da sjenice odnose gusjenice iz zapredaka i misli, da u njima traže parazite, kao što su to Grison i Biliotti utvrdili za *Th. processionea*, gdje sjenice u zaprecima traže larve muhe gusjeničarke (*Carcelia processionae* Ratz.). Kao predatora jaja spominje Barić kobilicu (*Decticus* sp.). Najzad Tominić (1952) također spominje najnog parazita *Ooencyrtus ptyocampae*.

Prema *Wilkinsonu* (cit. *Weidnera*) gusjenice četnjaka ždere *Corvus pyrrhocorax* L., a prema *Kafolu* sjenice i žune uništavaju gusjenice u zaprecima. Kozjak (*Caprimulgus europeus*) uništava leptire.

*Pavan* je izvršio pokuse s mravima *Formica rufa*, koji su inače poznati kao neprijatelji štetnika u šumama, naročito crnogoričnim. On je postigao vrlo dobre uspjehe u borovim kulturama na Monte Penice (Italija).

*Deegener* (1925) je našao na zaprecima *Dermestes aurichalceus* Küst. i misli, da se on hrani uginulim gusjenicama i odbačenim svlakovima.

*Agenjo* navodi slijedeće jajne parazite: *Ooencyrtus pityocampae* Mercet, *Tetrastichus vinulae* Thoms i *Trichogramma semblidis* Aur; na gusjenicama: *Anomala latro* Schr., *Tricholyga grandis* Zett., *Lydella lepida* Mg. i *Ceratochaeta secunda* B. B.

U našim istraživanjima mogli smo također utvrditi veliku ulogu parazita kao regulatornog faktora. No mi smo ujedno došli do već utvrđenih konstatacija, da sami paraziti ne mogu dokrajčiti zarazu.

Mi smo ustanovili ove jajne parazite: *Ooencyrtus pityocampae* Mercet., koji je ujedno u svim slučajevima bio najbrojniji od svih jajnih parazita. *Tetrastichus tibialis* Kardj. bio je poslije *Ooencyrtusa* najviše zastupan, a zatim *Charitolphus* sp. Forst(?) potporodica *Eupelminae* i *Trihogramma* sp.

Od tahina, koje parazitiraju kukuljice, dobili smo u priličnom broju tahinu *Compsilura concinnata*. 1950. god. dobili smo jednu vrstu, koja se dosada nije spominjala kao parazit četnjaka: *Sarcophaga haemorrhoidalis* Faller, ali budući da se radilo o malom broju, smatramo, da njeno značenje u masovnoj pojavi četnjaka nije od velikog značenja.

Također dvije vrste *Ichneumonida*, koje smo dobili iz kukuljica četnjaka, čini se, ne igraju veću ulogu. Brojčano su bile veoma malo zastupljene.

Po našem mišljenju najvažniju ulogu (biotsko-regulatornu) imaju ovi Dipteri, koje smo u svim godinama nalazili u golemom broju kukuljica: *Anthrax hottentottus* L. i *Thyridanthrax velutinus*, Meig. iz porodice *Bombylidae*, a zatim jedna vrsta iz porodice *Pteromalidae*: *Conomorium eremite* Forster.

Biologija većine od ovih parazita nije poznata, osim što je *Seguy* (1946) opisao općenito biološke značajke *Bombylida*, a *Fabrè* (1892) život i razvoj *Anthraxa*. *Biliotti* (1952) je pisao o biologiji tahine *Ph. secunda* i teškoćama kemijske borbe protiv četnjaka zbog istovremenog uništavanja i korisnih entomofaga.

U našoj literaturi Tominić (1952) je pisao o *Ooencyrtusu pityocampae* navodeći, da ovaj Chalcidid u jednom dijelu populacije prezimljuje u jajetu.

Mi smo ustanovili, da *Ooencyrtus* izlazi nešto prije eklozije gusjenica. Godine 1952. izašli su paraziti onog dijela populacije, koji je prezimio u vremenu između 16. IV. i 16. V. Iz 27 najnih legala iz šume Batajna izašlo je u proljeće 450 najnih parazita. Uzmemo li u obzir, da je srednji broj jaja te godine iznosio 220, izlazi, da je 7,5% jaja bilo parazitirano od *Ooencyrtusa*, koji je prezimio u jajetu. Iz tabele 13 vidi se, da je u 1952. god. u toj šumi napadnuto parazitima 10,6% jaja, pa je ukupni postotak napadnutih jaja iznosio 18,1%. Prema tome ovaj faktor igra važnu ulogu kao regulatorni faktor u masovnoj pojavi četnjaka.

*Conomorium, eremite* Forster pojavljuje se, iz kukuljica krtko vrijeme poslije izlaska leptira u golemom broju, te odmah poslije izlaska kopulira. Nije nam poznata njegova biologija ni drugi domaćini osim borova četnjaka, na kojima parazitira.

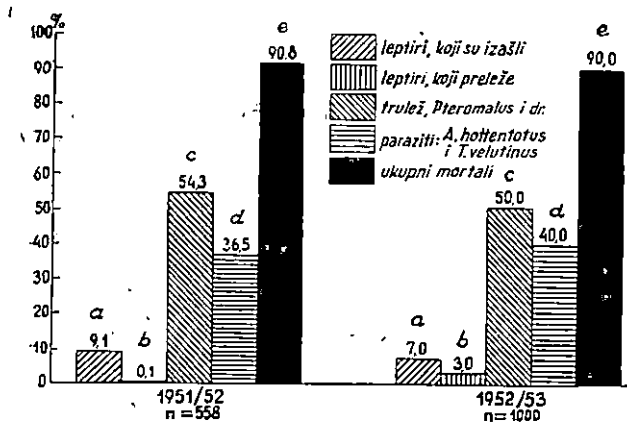
Prve antrakse primijetili smo u borovim kulturama u isto vrijeme, kada i leptire. Lete do u kasnu jesen.

Kao što se i moglo očekivati, parazitiranost jaja varira prema biotopima i prema pojedinim godinama. Tako je za šumu Vrana postotak parazitiranih jaja u 1950. god. iznosio 9,4%, u 1951 — 5,1%, u 1952 — 2,1% i u 1953 — 2,8%. Smatramo li godinu 1950. godinom, koja neposredno slijedi iza kulminacije, vidimo, da općenito uzev. postotak parazitarnosti u ovom slučaju pada. No iz slučaja, koji imamo kod šume Sv. Bartolomej, Batajna i Voljak kod Crikvenice jasno se vidi, da je postotak parazitarnosti bio najjači u 1952. god. t. j. u godini, u kojoj je zabilježena najslabija pojava četnjaka. Kod četnjaka je dakle sličan slučaj kao i kod gubara, gdje redovno susrećemo najjači napad parazita u kulminaciji i degradaciji.

Najveći postotak parazitiranih jaja, koji smo mi utvrdili, bio je u šumi Sv. Bartolomej 1950. god. i iznosio je 13,3% od srednjeg ukupnog broja jaja te godine, a najmanji u šumi Vodice, gdje je taj postotak iznosio u 1951. god. 1,2%. Varijabilnost je za šumu Voljak bila veća od one za šumu Sv. Bartolomej. Sudeći prema varijacionim koeficijentima (tab. 13), ta je varijabilnost za pojedine šume i u pojedinim godinama neobično velika.

Paraziti kukuljica, čini se, igraju još važniju ulogu kao regulatorni faktor u masovnoj pojavi četnjaka nego jajni paraziti. Iz slike 42 vidimo, da je u 1951. god. bilo 90,8%, a u 1952. god. 90% parazitiranih kukuljica. Od toga je u 1951. god. na *Bombylidae* otpalo 36,5%, a u 1952. 40% od ukupnog broja kukuljica. Veoma je teško bilo razlikovati kukuljice, koje su bile parazitirane od

*Pteromalida*, od onih, koje su se osušile i istrunule zbog drugih uzroka. Zato smo postotke na ovaj način uginulih kukuljica, izrazili zajedno. Taj je postotak u 1951. god. iznosio 54,3%, a u 1952. god. 50,5% od ukupnog broja kukuljica.



Sl. — Fig. 42. Mortalitet kukuljica u šumi Sv. Bartolomej 1951. i 1952. g. — Mortalité des chrysalides dans la forêt de St. Bartholomé en 1951 et en 1952 a) kukuljice iz kojih su izašli leptiri — chrysalide donnant les papillons, b) kukuljice u kojima leptiri preleže — chrysalides donnant les papillons l'année suivante, c) kukuljice parazitirane osicama iz porodice *Pteromalidae* — chrysalides parasitées par *Pteromalidae*, d) kukuljice napadnute Dipterima: *Anthrax hottentottus* i *Tyridanthrax velutinus* — chrysalides parasitées par les parasites de Diptères: *Anthrax hottentottus* et *Thyridanthrax velutinus*, e) ukupni mortalitet — mortalité totale

Kao rezultat imamo u 1951. god. 9,1% izašlih leptira, a u 1952. god. 7%. No zato je postotak kukuljica, koje preleže u 1951. god., iznosio 0,1%, u 1952. god. 3%. 1952. god. možemo smatrati vrlo nepovoljnom za borova četnjaka u svim stadijima njegova razvoja. Stoga je karakteristično, da je u toj godini relativno velik postotak kukuljica, koje preleže do iduće godine. To može biti značajno za intenzitet pojave borova četnjaka u idućoj godini, ako su i ostali uvjeti za njegov razvoj povoljni.

#### h) Sterilitet jaja — Stérilité des oeufs

Za cijelo vrijeme naših istraživanja primijetili smo, da iz velikog postotka jaja borova četnjaka ne izlaze ni gusjenice ni paraziti. Takva jaja nazvali smo sterilnim, iako taj izraz nije sasvim



ŠUMA Forêt	Godina Année	Broj legala Nombre des pontes	Ukupni broj jaja Nombre total des oeufs	M ± m	v	Izšlo gusjenica Chenilles sorties			Sterilnih jaja Oeufs stériles			Parazitirana jaja Oeufs parasités			Gusjenice uginule u jajima Chenilles mortes dans les pontes		
						M ± m	v	‰	M ± m	v	‰	M ± m	v	‰	M ± m	v	‰
Vrana	1950	19	4.245	223,4 ± 6,7	13,0				202,1 ± 6,3	13,6	90,6	21,3 ± 3,3	68,0	9,4			
	1951	18	4.370	242,8 ± 5,9	10,3	199,4 ± 12,5	27,0	82,0	30,9 ± 11,5	158,0	12,9	12,5 ± 3,4	115,2	5,1			
	1952	32	6.695	210,4 ± 6,9	18,7	180,9 ± 8,4	26,4	85,9	25,1 ± 5,5	123,4	12,0	4,4 ± 1,7	215,6	2,1			
	1953	18	3.884	215,7 ± 10,2	20,2	178,8 ± 10,8	25,6	82,6	24,3 ± 7,8	135,4	11,6	6,0 ± 3,1	212,4	2,8	6,6 ± 2	128,04	3,0
Sv. Bartolomej	1950	11	2.479	225,9 ± 8,8	13,0	161,3 ± 12,2	25,0	71,4	34,5 ± 7,1	68,0	15,3	30,1 ± 5,4	84,4	13,3			
	1951	26	5.081	195,4 ± 8,6	22,3	111,9 ± 10,8	52,9	57,3	64,7 ± 9,7	76,3	33,1	18,8 ± 4,2	112,5	9,6			
	1952	27	5.058	187,3 ± 8,9	24,8	137,8 ± 12,5	47,2	73,5	28,1 ± 5,4	99,7	15,1	21,4 ± 5,6	137,3	11,4			
	1953	21	4.439	211,4 ± 5,5	11,9	181,5 ± 6,7	16,9	85,9	18,6 ± 4,0	97,5	8,7	4,1 ± 1,4	151,6	2,0	7,14 ± 2,4	154,8	3,4
Sv. Uršula	1951	13	2.995	230,7 ± 7,6	12,0	135,8 ± 17,0	49,0	59,0	73,4 ± 12,7	67,8	31,9	21,5 ± 6,3	105,9	9,1			
	1952	41	7.984	194,9 ± 8,4	27,7	145,2 ± 10,1	44,4	74,5	36,12 ± 5,3	93,2	18,5	13,6 ± 2,5	118,2	7,0			
	1953	32	7.231	226 ± 6,9	17,3	190,3 ± 9,3	27,7	84,2	23,0 ± 4,2	104,3	10,2	10,8 ± 2,0	105,1	4,8	1,84 ± 0,59	181,24	0,8
Batajna	1951	74	18.687	252,5 ± 3,8	12,9	182,7 ± 8,6	42,4	72,5	53,7 ± 5,3	88,3	21,3	15,7 ± 2,1	121,6	6,2			
	1952	61	14.472	237,2 ± 4,9	16,2	149,9 ± 7,7	40,1	63,3	62,0 ± 5,2	66,2	26,2 (-7,5)	25,0 ± 3,5	107,9	10,5 (+7,5)			
Cres	1953	55	12.748	231,8 ± 4,4	14,0	145,4 ± 7,1	36,2	84,2	55,6 ± 4,7	62,1	10,2	22,6 ± 2,9	96,3	10,8	8,36 ± 1,29	114,79	0,8
	1951	24	5.280	220 ± 4,6	10,32	162,8 ± 8,7	26,2	74,0	44,4 ± 7,2	80,2	20,2	12,8 ± 3,3	125,4	5,8			
	1952	16	2.896	180,5 ± 9,6	21,3	168,1 ± 12,5	29,9	93,2	9,8 ± 4,5	184,2	5,4	2,6 ± 1,5	228,9	1,4			
Voljak Crikvenica	1951	17	3.416	200 ± 11,3	23,27	144,9 ± 14,4	40,9	72,3	50,9 ± 9,3	75,4	25,2	5,1 ± 1,9	155,7	2,5			
	1952	25	5.301	212 ± 5,4	12,85	142,2 ± 11,4	40,0	67,0	47,3 ± 7,1	74,7	22,4	22,5 ± 5,0	109,5	10,6			
	1953	34	6.834	203,9 ± 6,9	19,9	152,6 ± 9,0	32,2	74,9	43,7 ± 7,1	95,3	21,4	7,6 ± 2,3	175,4	3,7			
Vodice	1951	18	4.290	238,3 ± 4,9	8,8	203,4 ± 10,6	22,2	85,3	32,1 ± 9,2	120,9	13,5	2,8 ± 1,3	203,5	1,2			



pogodan za sva takva jaja, jer jedan dio, istina manji, sadržava i uginule parazite. Takva jaja razlikuju se od »gluhih« svojom prljavožutom bojom, a sterilna su jaja plavkastobijela. Uzrok gluhoći jaja nije dovoljno proučen. Govoreći o toj pojavi kod none *Bodenheimer* (1930) zastupa mišljenje, da su tome uzrok klimatske prilike, a to mišljenje zastupa i *Kroche* (cit. *Escherich*). *Thomson* (cit. *Bodenheimer*) naslućuje, da je uzrok gluhoće u unutarnoj konstitucionalnoj slabosti leptira. Radi daljih istraživanja u ovom smislu i važnosti, koju ima sterilitet u prirodnoj redukciji populacija, potrebno je spomenuti istraživanja *Ghelevitcha* (1952), koja je izvršio sa *Culex autogenicus* Roubaud. On je ustanovao, da pojava steriliteta jaja ima dvije karakteristike: 1. sterilitet se manifestira kod križanja samo u jednom smislu (na pr. ženke jedne provenijencije i mužjaci druge), a u obrnutom ne; 2. sterilnost zahvaća samo jedan dio jaja, kojih broj je veoma varijabilan. U ovom slučaju sterilitet se kao rezultat križanja mužjaka i ženki raznih provenijencija ne može rastumačiti jednostavnim mehanizmom kromosoma, te spomenuti autor pretpostavlja, da uzrok sterilitetu leži negdje drugdje, a ne u kromosomima.

Prilično veliki postotak sterilnih jaja, koji smo konstatirali u svim godinama naših istraživanja, dopušta nam da zaključimo, da se tu ne radi o jajima, koja su slučajno izbjegla oplodnji pri prolazu kraj receptaculum seminis ne primivši spermatozoide. Mi razlikujemo totalni sterilitet, komu su uzrok nepovoljne klimatske prilike (niske temperature) i gdje su sva jaja sterilna od parcijalnog steriliteta, t. j. onoga, koji se pokazuje tek kod jednog dijela jaja na istome leglu. Tako smo godine 1952. imali u šumi Bačajna slučaj, da je od 44 legla 10 bilo 100% sterilnih. Kako smo prije pokazali, 1952. godina bila je veoma nepovoljna što se tiče klimatskih uvjeta za stadij jaja. Sva jaja, koja su te godine kasnije odložena i koja su zatekle oborine i niske temperature u drugoj polovini embrionalnog razvoja, ostala su sterilna. Godine 1952. i 1953. nismo utvrdili totalni sterilitet jaja, ali u tim godinama i klimatske prilike nisu bile nepovoljne kao u 1952. god.

Uzrok sterilitetu jaja kod onih legala, gdje tu pojavu pokazuje tek jedan dio jaja jednoga legla, trebalo bi u našim idućim istraživanjima proučiti. Iz tabele 13 ipak se vidi, da je postotak parcijalne sterilnosti jaja najmanji u 1953. god. Iz tabele 14 moglo bi se zaključiti, da je, kako parazitarnost tako i parcijalna sterilnost relativno najmanja kod prvih i najkasnije odloženih jaja, (1,7—9,3%) dok su legla iz razdoblja najintenzivnijeg odlaganja s najvećim postotkom takvih jaja (15,3—27,9%).

Osvrnuli smo se na ovu pojavu steriliteta jaja upravo zbog toga, što je njegov postotak toliko velik, da predstavlja veoma

Šuma Forêt	Datum eklozije Date d' éclosion des chenilles	Broj legala Nombre de pontes	Ukupni broj jaja Nombre total des oeufs	M ± m	V	Gusjenice Chenilles			Sterilna jaja Oeufs stériles			Parazitirana jaja Oeufs parasités		
						M ± m	V	%	M ± m	V	%	M ± m	V	%
Batajna	21. VIII.	1	204			101		49.4	19		9.3	84		41.3
	25. VIII.	1	253			225		89.0	13		5.1	15		5.9
	30. VIII.	2	564	282	4.5	267 ± 14	7.4	94.6	11.5 ± 1.5	18.4	4.2	3.5		1.2
	31. VIII.	1	235			189		80.5	21		8.9	25		10.6
	2. IX	2	499	249.5 ± 8.5	4.8	145.5 ± 33	32	58.3	69.5 ± 43.5	88	27.9	34.5 ± 1	4.1	13.8
	3. IX	12	2986	248.8 ± 7.3	10.2	177.2 ± 21.1	41	71.3	47.6 ± 12.8	93.3	19.1	24 ± 6.1	87.8	9.6
	4. IX	13	3430	263.8 ± 8.2	11.2	209.5 ± 22.5	42	79.4	40.2 ± 12.4	111.5	15.3	14.1 ± 5.2	13.4	5.3
	5. IX	9	2242	249.1 ± 11.4	13.7	171.4 ± 29.3	75	69.9	63.7 ± 23.3	109.8	25.6	11.3 ± 3.3	87	4.5
	8. IX	3	743	247.7 ± 22.5	15.7	241.7 ± 19.2	13.8	97.6	4.3 ± 3.8	153	1.7	1.7	—	0.7

važan gradološki faktor, usprkos veoma velikom varijabilitetu, koji se u tome pokazuje svake godine.

i) *Masovna pojava i tlo — Apparition en masse et le sol*

Moglo bi se pretpostaviti, da je za borova četnjaka, kao i za ostale štetnike, koji se hrane lišćem, irelevantno, da li je sastojina boljeg ili lošijeg kvaliteta. Slika, koju nam u tom pogledu pružaju borove sastojine na kršu, na raznom terenu, pokazuje, da tu činjenicu ne smijemo zanemariti pri ocjeni štetnosti četnjakove djelatnosti. Mi uzimljemo za primjer dvije kulture na otoku Cresu: Vranu i Vodice. Iako nema veće razlike u starosti sastojina, u nadmorskoj visini, unutar koje one leže, da bismo time mogli tumačiti ono, što smo opažali u tim sastojinama već nekoliko godina: pojava četnjaka u obje kulture, bez obzira na to, da li je progradacija ili kulminacija, potpuno je različita u obje sastojine. Šuma Vrana trpi velike štete zbog napada četnjaka, a ona u šumi Vodice je neznatna. Zaključujemo: borove sastojine na boljim terenima gušćega sklopa, bolje razvijenih krošanja nisu pogodna sredina za razvoj borova četnjaka. Naprotiv, u borovim sastojinama na mršavim terenima, gdje je obrast slab, gdje ima mnogo svijetla, pojava borova četnjaka je intenzivnija i sušenje najjače. Prema tome je kvalitet sastojine, koji je u prvom redu vezan na dobrotu tla, jedan od faktora, o kome zavisi intenzitet masovne pojave četnjaka.

j) *Biotički potencijal — Potentiel biotique*

Iz određivanja biotičkog potencijala bilo je potrebno odrediti dvije veličine: srednji broj jaja, koji odlaže jedna ženka, i odnos spolova (seksualni indeks). Seksualni indeks odredili smo,

prema Zwölferovoj formuli  $i = \frac{f}{m + f}$ , gdje  $f$  znači broj ženki,

a  $m$  broj mužjaka. Biotički potencijal izračuna se iz formule

$P = n \cdot \frac{f}{f + m}$  gdje  $n$  znači srednji broj jaja, koji smo uzeli iz

tabele 13. Taj broj je varijabilan za pojedine šume i godine. Karakteristično je ipak, da je izuzev šumu Batajna, svugdje srednji broj jaja bio najmanji u 1952. god., koju smatramo nepovoljnom za borova četnjaka. To je naročito evidentno za kulture Sv. Bartolomej i Sv. Uršula. Ova pojava može naći svoje tumačenje u nepovoljnim vremenskim prilikama za vrijeme razvoja gusjenica u dotičnoj godini. Iz tabele 15 vidimo, da je seksualni indeks gotovo za sve godine bio u korist mužjaka, što je dakako moglo ne-

Šuma Forêt	1951			1952			1953		
	Mužjaci Mâles	Ženke Femelles	Seks. indeks Index sexuel	Mužjaci Mâles	Ženke Femelles	Seks. indeks Index sexuel	Mužjaci Mâles	Ženke Femelles	Seks. indeks Index sexuel
Čres	21	13	0,4						
Sv. Barat.	20	16	0,4	4	3	0,4	2	1	0,3
Sv. Uršula				6	5	0,5	5	2	0,3
Vrana				18	12	0,4			
Batajna				12	15	0,6	21	13	0,5
U stanici				10	5	0,3			
Brač				48	41	0,5			
Sinj	9	16		8	14	0,6	11	19	0,6
Komen							12	5	0,4

povoljno utjecati na biotički potencijal. To se prikazalo čak i za godinu 1953., u kojoj je pojava četnjaka intenzivnija od ostalih godina. Općenito se seksualni indeks kreće između 0,3—0,6.

Biotički potencijal prikazan je u tabeli 16. On je bio povoljniji u god. 1952. nego u 1953., kada je zaraza dostigla jači stepen

Biotički potencijal — Potentiel biotique

Tab. 16

Šuma — Forêt	Biotički potencijal — Potentiel biotique		
	1951	1952	1953
Čres	88	—	—
Sv. bartolomej	78	75	63
Sv. Uršula	—	97	67
Batajna	—	142	116

intenziteta, što pokazuje, da je točna naša tvrdnja, da su u prvo me redu klimatski faktori oni, o kojima zavisi masovna pojava. Ako su pritome i genetski faktori za vrstu povoljni, pojačat će se intenzitet i do erupcije će vrlo brzo doći.

Iz svih naših izlaganja možemo stvoriti zaključak, da je u 1953. god. pored toga, što su i klimatske prilike bile veoma povoljne, vrijednost redukcionih faktora bila svedena na minimum u odnosu na prethodne godine, kada je zaraza na gradacionoj krivulji pokazala manji intenzitet.

## ZAKLJUČCI

Na osnovu laboratorijskih istraživanja i trogodišnjih fenoloških opažanja, koja smo iznijeli u ovoj radnji, možemo donijeti ove zaključke o rasprostranjenju borova četnjaka i o najvažnijim biotskim i abiotskim faktorima, koji uvjetuju njegov razvoj i masovnu pojavu:

1. U NR Hrvatskoj rasprostranjen je borov četnjak (*Cnethocampa pityocampa* Schiff.) tipične forme. Najčešće ipak nalazimo prelazni oblik između tipične forme i forme *convergens* Dhl. Samo u jednom slučaju našli smo u NR Sloveniji formu *convergens*. Formu *nigrofasciatus*, koju je opisao Nitsche prema holotipu iz Orebiča na otoku Pelješcu, nismo dosada imali prilike naći u Hrv. Primorju.

2. U genitalnoj armaturi borova četnjaka sa područja NR Hrvatske nismo našli nikakve bitne razlike od one, koju je opisao Agenjo (1941) u svojoj monografiji porodice Thaumetopoeidae.

3. Areal četnjaka u NR Hrvatskoj gotovo se potpuno podudara sa 22. izotermom u mjesecu srpnju. To je ujedno granica između toplije mediteranske i hladnije kontinentalne klime u našoj zemlji.

4. Sjeverna granica areala borova četnjaka istovjetna je sa južnom granicom areala bukve, odnosno jele u našoj zemlji, ili sa sjevernom granicom optimalne zone hrasta medunca, što dokazuje, da je njegov opstanak vezan na određene klimatske uvjete.

5. Teoretski postoji mogućnost pojave četnjaka i dublje u kopnenim predjelima s izotermom 22° C u mjesecu srpnju, ali gdje temperaturni minimumi u vrijeme kritičnog stadija (stadij jaja i 1. stadij gusjenica) ne padnu ispod 12° C, kroz više uzastopnih dana. Za naše primorske krajeve to se vrijeme kreće od početka kolovoza do polovine rujna. Širenje četnjaka više na sjever otežano je još u našoj zemlji diskontinuitetom biljke hraniteljice (bor) i planinskim mašivima, koji su smješteni paralelno s obalom Jadranskog mora, t. j. okomito na pravac njegova eventualnog širenja.

6. Bez jačih zračnih strujanja ženke četnjaka ne mogu se održati u zraku. Budući da im težina na jedinicu površine iznosi 0,362 gr/m<sup>2</sup>, išao bi četnjak u grupu *Bombyces* (150—1089 gr/m<sup>2</sup>), u kojoj ženke nemaju sposobnost za klizni let (vol plané). Sposobnost aktivnog leta je mala, pa su vjetrovi onaj faktor, koji pomaže širenje.

7. Pored dosada u literaturi navedenih vrsta drveća, kojima se hrane gusjenice četnjaka, možemo smatrati duglaziju (*Pseudotsuga Douglasii* Carr.) i vajmutovac (*Pinus strobus* L.) vrstama, na kojima gusjenice mogu uspijevati.

8! Za 1. stadij gusjenica izračunata termalna konstanta (Development zero) iznosi 53, a nultočka razvoja  $c = + 11^{\circ} \text{C}$ . Za 5. stadij termalna konstanta iznosi 360, a nultočka razvoja  $c = + 6^{\circ} \text{C}$ .

9. Za razvoj gusjenica u zimskom periodu od velike je važnosti sunčana energija, kojom se gusjenice koriste preko satkanih zapredaka. Razlika između vanjske temperature i one u zaprecima za vedrih sunčanih dana i na južnim ekspozicijama može iznositi i do  $18^{\circ} \text{C}$ .

10. Broj gusjenica u zapretku također ima značenje za brzinu njihova razvoja. Manji broj gusjenica sporije se razvija od onih, koje žive u većem broju u zapretku.

11. S obzirom na gladovanje starije su gusjenice veoma rezistentne. Gusjenice 1. stadija izdrže bez hrane 6, a one 5. stadija do 80 dana.

12. Kod borova četnjaka jasno je izražena protandrija leptira, koji potječu od gusjenica iz istoga jajnog legla. U prirodi ovaj slučaj ne dolazi uvijek do izražaja zbog diferencijacije ekološke valence obaju spolova.

13. Embrionalni razvoj izostaje, ako su jajna legla izložena temperaturi između  $8-12^{\circ} \text{C}$ . Do  $22^{\circ} \text{C}$  embrionalni razvoj je retardiran, a iznad te točke nema retardacije u razvoju u odnosu na one temperature, pod kojima se one razvijaju u prirodi.

14. Smatramo, da su niske temperature u prvome redu uzrok totalnom sterilitetu jaja, koji je zapažen u prirodi u nekim godinama.

15. Gradaciona krivulja četnjaka razlikuje se od one za gubara. Njegova pojava u području vitalnog optimuma više ili manje je permanentna s jačim ili slabijim intenzitetom.

16. Postoji korelacija između L. k. f-a i intenziteta pojave borova četnjaka. Ta je razlika vidljiva, kako za godišnje L. k. f-e, tako i za pojedina vremenska razdoblja, koja odgovaraju pojedinim stadijima njegova razvoja (jaja, gusjenice, kukuljice i leptiri).

17. Zavisnost masovne pojave o klimatskim prilikama evidentna je također iz konstruiranih godišnjih klimagrama, koji su slični u godinama jače masovne pojave.

18. Virusne bolesti za vrijeme naših istraživanja nisu ni u jednom slučaju dostigle stupanj, da bi mogle likvidirati zarazu, kao što je to slučaj kod gubara. One, čini se, kod četnjaka ne igraju tako odlučnu ulogu kod prestanka zaraze kao u slučaju gubara.

19. Jajni paraziti su veoma važan regulatorni faktor. Od svih jajnih parazita *Ooencyrtus pityocampae* Mercet je najrašireniji u svim lokalitetima NR Hrvatske, gdje se pojavljuje četnjak.



Pored dosad poznatih parazita ustanovili smo još parazita: *Trichogramma* sp.

Intenzitet parazitiranosti varira u pojedinim godinama i u pojedinim biotopima. Općenito bi se moglo kazati, da je parazitiranost najveća u degradaciji, t. j. poslije kulminacije.

20. primarnim parazitima kukuljice možemo smatrati osice roda *Conomorium* *eremite* Forst. iz porodice *Pteromalidae* i Diptera: *Anthrax hottentottus* L. i *Thyridanthrax velutinus* Meig. iz familije *Bombylidae*. Postotak parazitarnih kukuljica bio je u god. 1951. — 36,5%, a u god. 1952. — 40%. Ukupan postotak parazitiranih kukuljica bio je 90,8% u 1951. i 90% u 1952. godini.

Od Ichneumonida našli smo 2 vrste parazita kukuljica. Njihova je uloga u masovnoj pojavi četnjaka s obzirom na mali broj parazitiranih kukuljica neznatna:

21. Postotak kukuljica, koje preleže, varira prema godinama. U 1951. iznosio je 0,1%, a u 1952. — 3%. On je dakle bio veći u godini, koju smatramo nepovoljnom za razvoj četnjaka.

22. Kukuljice četnjaka pokazuju 3 faze u svome razvoju, suđeci po gubitku težine, koji je neposredno poslije zakukuljenja najjači, a zatim se poslije jednog perioda mirovanja ponovo povećava neposredno pred ekloziju leptira.

23. Kod nižih temperatura ženke žive dulje od mužjaka. Iznad 18° C temperatura djeluje u istom smislu na oba spola. Ispod te točke djeluje u obrnutom smislu, a razlike u trajanju života ističu se jače nego iznad te točke.

24. Stupanj ko incidencije u pojavi mužjaka i ženki borova četnjaka varira u prostoru i vremenu i igra značajnu ulogu kao gradološki faktor, no uzroci ovoj pojavi nisu još dovoljno proučeni.

25. Prateći datume u razvoju četnjaka kroz 4 godine, utvrdili smo, da u kopnenom dijelu njegova areala u Sloveniji i Hrvatskoj dolazi ekološka rasa, koji se odlikuje ranijim izlaskom leptira. Ovaj tip nastao je selekcijom vanjskih faktora, a naročito klime, kako bi mlade gusjenice izbjegle temperaturne minimume, koji u tim krajevima nastupaju ranije, a koji bi ugrozili njegovu egzistenciju.

26. Dokazalo se i za borova četnjaka ono, što je već utvrđeno za mnoge štetnike, koji se masovno i periodički pojavljuju: masovna pojava dolazi kao rezultanta dvaju faktora: biotičkog potencijala i otpora okoline. Reduktivni faktori su najslabiji u doba progradacije, a najjači u doba kulminacije i retrogradacije.

## RÉSUMÉ

Parmi 13 variétés de *Cnethocampa pityocampa* décrites par Agenjo, le plus souvent rencontrées en Yougoslavie sont les exemplaires intermédiaires entre la forme typique et la forme convergente (Dhl).

On a examiné les organes génitaux des papillons. L'organe mâle est caractérisé par un testicule en forme de globe sphérique de couleur jaune; le canal déférent est séparé de la vésicule séminale par un tube très court et très mince. Les glandes annexes sont cylindriques et très petites.

L'organe femelle occupe la plus grande partie de la cavité abdominale. Les ovarioles sont très longs, atteignant quelquefois 5 cm; dans chacun se trouvent 20 à 35 oeufs. Les oviductes, en nombre pair, sont fort courts; l'oviducte commun est dilaté à partir du vestibule. Le corps de la bourse (*corpus bursae*) est relié à l'oviducte par un canal étroit. Le réceptacle séminal, de forme caractéristique, a une petite glande annexe (*glandula receptaculi*). Les glandes annexes proprement dites (*glandulae sebaceae*), très développées, se terminent par de longs filaments.

L'aire de répartition de *C. pityocampa* s'étend sur toute la région méditerranéenne; elle a été observée au Portugal, en Espagne en France, en Italie, en Suisse, en Yougoslavie, en Grèce; on l'a trouvée en Afrique du Nord, en Turquie et en Perse.

En Yougoslavie son aire de répartition vers le nord, coïncide presque exactement avec la limite méridionale du Hêtre et du Sapin. C'est la ligne de l'isotherme 22° C au mois de juillet ce qui représente dans nos régions la limite septentrionale de la zone à climat chaud. Les oeufs de *C. pityocampa* ne se développent plus au-dessous de 8—12° C et cette particularité détermine son aire de répartition.

Nous avons effectué des essais d'élevage des chenilles à différentes températures constantes. La construction de la courbe de vitesse du développement de Blunck a mis en évidence que le seuil de développement pour les chenilles du premier stade se trouve à 11° C et pour celles du cinquième stade à 6° C. Ce fait fut confirmé par des observations dans la nature.

Bien que les chenilles de *C. pityocampa* soient lucifuges, nous avons observé chez elles une utilisation très intéressante de la lumière solaire: la température intérieure de la bourse diffère sensiblement de la température extérieure.

Il existe un certain nombre minimum d'individus au-dessous duquel l'élevage ne réussit pas; nous n'avons jamais pu parvenir à l'élevage individuel. Nous avons des preuves montrant que la nourriture consommée était d'autant mieux utilisée que le groupe comportait un plus grand nombre d'individus.

Dans l'élevage des chenilles d'une même ponte, les mâles sortaient les premiers. L'éclosion des papillons était très échelonnée, montrant une protandrie très marquée. Mais dans les conditions de la nature, il n'est pas toujours ainsi.

Nous avons constaté que *C. pityocampa* appartient à ce type de papillons qui manifestent trois phases pendant la durée d'évolution de la chrysalide. La première phase est caractérisée par une perte de poids relativement très grande, à laquelle succèdent d'abord la phase de repos et puis, dans très peu de temps avant l'éclosion, une nouvelle phase de perte de poids. Par suite d'un phénomène que nous ne pouvons encore expliquer certaines chrysalides restent sous terre prolongeant leur développement pendant une année. On ne sait pas s'il s'agit d'une propriété génétique ou d'une influence des facteurs écologiques.

La courbe gradologique a été construite d'après le nombre de nids comptés chaque année dans une même forêt, sur une même surface, ce qui eut lieu au mois de mars ou d'avril. Les énumérations des nids ont été effectuées régulièrement depuis 1949. Ce type de courbe diffère de celui de *Lymantria dispar*, caractérisé par les périodes de latence avec la disparition presque totale de l'insecte. *C. pityocampa*, au contraire, est plus ou moins permanente dans les forêts de Pins.

Nos observations phénologiques mettent en évidence les facteurs écologiques responsables des gradations de *C. pityocampa*. La coïncidence de l'apparition des papillons mâles et femelles joue un grand rôle comme facteur gradologique dans toutes les phases d'une gradation. De la valeur quantitative de ce facteur dépend le nombre initial des adultes et, par conséquent, la densité de population à l'avenir. Pendant la culmination on pourrait parler de coïncidence presque totale, par rapport à une coïncidence partielle au cours de la progradation ou pendant la latence. Ayant son importance pour le nombre initial, la coïncidence totale contient, en raison des incestes, une possibilité de faiblesse dans la constitution génétique de la population, ce qui peut avoir une influence sur l'intensité de l'infestation.

La coïncidence est très variable selon le biotope, la même année et dans la même forêt pendant plusieurs années.

Bien qu'ayant constaté la protandrie ainsi qu'une grande différence dans le temps de nymphose des chenilles d'une même ponte, la protandrie, dans la nature, n'est pas toujours évidente en raison de l'hétérogénéité des éléments biologiques et de la valeur écologique, différente pour les deux sexes. Le pourcentage de papillons éclos est très variable dans une même année: ainsi en 1951, dans une forêt ce pourcentage était de 53% avec

une coïncidence presque totale, tandis qu'en d'autres forêts il n'était que 3% avec une protandrie évidente. Dans un autre cas, en 1951, on a observé pendant 6 jours la sortie des adultes, et il y en eut 5 avec la coïncidence. Dans la forêt de Batajna, en 1952, au cours des 19 jours où les éclosions étaient observées, il n'y en eut que 3 avec la coïncidence et en 1953, pendant 13 jours, il y en eut 8 avec la coïncidence. D'après la courbe gradologique, on peut voir qu'en 1952 l'infestation fut moins intense qu'en 1953.

Tenant compte de la théorie sur la constitution génétique des populations comme facteur gradologique très important, nous supposons que c'est la coïncidence qui est responsable de l'amélioration des propriétés génétiques pendant la latence et de leur aggravation pendant le maximum et la rétrogradation.

Enfin, il faut mentionner un phénomène observé dans nos régions dès 1950 et constaté en France: l'éclosion des papillons dans les régions littorales a lieu plus tard que dans les régions continentales. Les auteurs français expliquent ce fait par la différence de la durée de la diapause nymphale selon l'écotype. Nos recherches en laboratoire nous permettent de dire que la date de l'éclosion des papillons est indépendante de l'enfoncement des chenilles dans la terre. Nous avons montré que, dans le premier stade, les chenilles sont très sensibles aux basses températures: au-dessous de 12° C il n'y a pas de développement embryonnaire. Le zéro de développement se situe à 11° C. Dans les régions continentales plus éloignées de la mer, ces températures défavorables commencent plus tôt. La sélection naturelle évite ces températures critiques en produisant la race écologique caractérisée par l'éclosion précoce des papillons et des chenilles. De cette façon, ses dernières échappent aux températures basses et, quand celles-ci commencent à se faire sentir, les chenilles sont plus âgées donc plus résistantes. La persistance de l'espèce devient alors possible.

On a pris pour critère les déviations du facteur pluvial de Lang:

$$\frac{T}{O} = \frac{\text{Température}}{\text{Précipitation}}$$
 de la moyenne calculées en %, ainsi que les déviations des températures de la moyenne, pour un même période. De cette façon, il était possible d'établir des indications sur l'humidité et la sécheresse dans certains périodes. Nous l'avons fait séparément pour les mois de novembre, décembre, janvier, mars (chenilles dans les nids d'hiver), avril-juin (période de nymphose), juillet (stade de papillon), juillet (stade d'oeufs), septembre et octobre (chenilles qui n'ont pas encore bâti le nid hivernal).

Pour le calcul de la moyenne du facteur pluvial de Lang et de la température, on a utilisé les renseignements de la Station météorologique de Crikvenica (région littorale avec apparition permanente de la Processionnaire du Pin) de 1925 à 1953. En comparant le caractère particulier de certaines années avec l'intensité d'infestation dans ces mêmes années d'après la courbe gradologique, nous avons pu constater qu'il y a une corrélation entre le climat et l'apparition en masse de *C. pityocampa*. Chaque fois qu'il y eut pullulation, le climat, par déviation du facteur pluvial de Lang et de la moyenne de la température, fut caractérisé comme sec et chaud pendant toute la période du cycle biologique de l'insecte. Ce fut le cas pour 1945, 1949, 1953, excepté la déviation positive du facteur pluvial de Lang pour le mois d'août en 1953, ce qui ne peut avoir une grande influence sur les oeufs si les précipitations ne sont pas de longue durée et si les températures ne sont pas trop basses. Pourtant, en 1946, les facteurs climatiques étaient, selon le facteur pluvial de Lang, favorables à la Processionnaire, mais l'infestation fut moins intense qu'en 1945. C'est là une preuve supplémentaire que les conditions climatiques ne sont pas seules responsables des pullulations de *C. pityocampa*. Chaque apparition en masse contient en elle-même la cause de sa régression. Au cours des années 1943-1947, le nombre des parasites et prédateurs est devenu considérable et les facteurs endogènes encore insuffisamment étudiés, particulièrement ceux concernant la constitution génétique, sont responsables de la diminution de l'infestation.

Les facteurs climatiques ont une grande influence sur l'éclosion des chenilles et sur leur développement. En 1951, où il n'y eut qu'un jour de pluie pendant le période d'éclosion, la courbe d'éclosion atteignit son point culminant en concordance avec celui de l'éclosion des papillons. Plus intéressantes sont les observations faites en 1952 où, pendant le période d'éclosion des chenilles, il y eut 11 jours de pluie. Dans la nature l'éclosion se fit avec retard à cause des températures plus basses et la durée en fut plus échelonnée (30 jours); le nombre des pontes stériles fut augmenté.

En 1952-1953 en raison des précipitations et des basses températures l'évolution s'était prolongée, par rapport à 1953-54 où, en décembre, les chenilles en étaient déjà au cinquième stade. Pourtant, malgré les conditions défavorables de 1952, la progradation se produisait dès 1953. Cela signifie qu'il faut rechercher les raisons d'une pullulation, lorsqu'elle apparaît, dans les conditions climatiques d'une même année. Si les conditions restent favorables pendant plusieurs années, la pullulation peut

alors prendre des proportions considérables, comme ce fut le cas en 1945.

Bien que les facteurs abiotiques soient capitaux pour la pullulation de *C. pityocampa*, il faut admettre que les facteurs génétiques jouent également un grand rôle. Lorsque l'insecte se trouve dans des conditions favorables, les facteurs réductifs sont réduits au minimum et, dans ce cas, les individus moins résistants qui, en conditions moins bonnes, seraient éliminés restent en vie et il s'ensuit que la constitution génétique de la population ira en dégénéralant; un grand nombre d'individus seront alors décimés par les maladies, les viroses, la stérilité, etc. Un nombre initial suffisant de bonne constitution génétique et des conditions climatiques favorables auront donc, presque toujours, pour conséquence l'apparition en masse des insectes nuisibles. De cette coïncidence et du degré de cette coïncidence dépend l'intensité de l'infestation.

Dès 1950, nous avons trouvé des nids contenant des chenilles mortes mais la recherche des bactéries en laboratoire n'a pas donné de résultat: 8% des nids de la forêt de Niska contenaient des chenilles ayant les caractères décrits par Vago. L'année suivante (1951) 10% des chenilles étaient atteintes de polyédrie. En même année, des pontes furent prises dans l'île de Crès et les chenilles élevées en laboratoire; les chenilles, atteintes de polyédrie, moururent au quatrième stade. En 1952, malgré toutes les précautions prises, l'élevage des chenilles de même provenance eut le même sort. En 1953, l'élevage réussit mieux et l'on a pu obtenir des chrysalides. Dans la nature, cette même année, on ne constata pas de polyédrie.

En 1952, des essais furent tentés pour nourrir les chenilles avec différentes espèces de Pins, au bord d'une forêt attaquée: tandis que les chenilles sur les arbres se développaient normalement, celles dans les cages ou sous les arbres périrent toutes au quatrième stade.

A notre avis, les facteurs abiotiques, les parasites animaux et la stérilité des oeufs en ont davantage pour la régression de l'infestation.

Au cours de nos recherches personnelles, nous avons observé:

a) Parasites des oeufs: *Ooencyrtus pityocampae* Mercet, toujours un des plus nombreux; *Tetrastichus tibialis* Kardj., *Charitophus* sp. Forst. (?) (sub-fam. Eupelminae) et *Trichogramma* sp.

b) Parasites de chrysalides: Parmi les Tachinaires, le plus souvent *Compsilura concinnata* Meig. et plus rarement *Sarco-*

phaga haemorrhoidalis Faller; Les espèces appartenant à la famille Ichneumonidae étaient en nombre négligeable et sans importance comme éléments réductifs. Selon nous, ce sont deux espèces de Diptères non mentionnées jusqu'à ce jour qui jouent un rôle considérable, tout au moins dans nos régions. Ce sont *Anthrax hottentottus* L. et *Thyridanthrax velutinus* Mg. de la famille des Bombyliidae. Nombreux également étaient *Conomorium eremite* Forster, de la famille des Pteromalidae.

#### L I T E R A T U R A — L I T É R A T U R E

1. Anić M.: Crni bor u Sjevernom Velebitu, Glasnik za šumské pokuse, knj. XIII, Zagreb 1957.
2. Agenjo B.: Monografia dela famiglia »Thaumetopoeidae«, E O S, Tomo XVII, 1941.
3. Altum B.: Forstzoologie — III — Insekten, Berlin 1881.
4. Antonigiovanni: La lotta con mezzi chimici contro la Processionaria del Pino, Estratto dalla rivista »L'Echo della Montagna«, No. 12, 1947, Firenze.
5. Armin H.: Zur Kenntnis der Temperaturabhängigkeit der Nonne (*Lymantria monacha* L.), Z. angew. Ent., Bd. XXII, 1930.
6. Aqua C.: Les maladies de Ver à soie (Grasserie et dysenterie) par A. Paillet et nos études sur le même sujet, Ascoli Piceno, 1929.
7. Balachowsky A.: Contribution à l'étude des insectes nuisibles du Midi de la France, Extrait de la Revue de Path. vég., Fasc. 3—4, 1931.
8. Barić J.: O razvoju in zatiranju pinjevega sprevođenega prelca na Krasu, Gozd. Vestnik, 5—7, 1951.
9. Barbey A.: Traité d'Entomologie forestière; 2<sup>e</sup> éd., Paris 1925.
10. Bear W.: Die Tachinen als Schmarotzer der schädlichen Insekten, Berlin 1921.
11. Beille M. L.: Etude de l'appareil urticant chez Processionnaire du Pin maritime *Cnethoc. pityoc.*, C. R. Soc. biol., 48, 1890.
12. Beltram V.: Borov prelac, Šum. list, 4—5, 1947.
13. Bergold G.: Fortschritte und Probleme auf dem Gebiete der Insektenviren, Z. angew. Ent., Bd. 33, Heft 1—2, 1950.
14. Berlese A.: Gli insetti, Vol. 1, Milano, 1909.
15. Biliotti E.: Difficultés rencontrées dans la détermination des périodes d'intervention contre les processionnaires du Chêne et du Pin. Rev. de Path. végét. Tome XXXI, Fasc. 2, 1952.
16. Biliotti E., Grison P., Silvestre de Sacy: Observations sur le cycle évolutif de la Processionnaire du Pin (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff.) (Lep. Notodontidae). Soc. Ent. Fr., Février 1953.
17. Binaghi G.: Nuovi mezzi di lotta contro la Processionaria dei Pini (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff.), Mem. Soc. Ent. It., fasc. 26., 1947.
18. Bodenheimer F. S.: Über die Voraussage der Generationenzahl von Insekten, Z. angew. Ent., Bd. XII, 1927.
19. Bodenheimer F. S.: Über die für Verbreitungsgebiet einer Art bestimmenden Faktoren, Biol. Zbl., Bd. 47, 1927.
20. Bodenheimer F. S.: Welche Faktoren regulieren die Individuenzahl einer Insektenart in der Natur, Biol. Zbl., Bd. 48, 1928.
21. Bodenheimer F. S.: Über die Grundlage einer allgemeinen Epidemiologie der Insektenkalamitäten, Z. angew. Ent., Bd. 16, 1930.
22. Bourgogne J.: Notion élémentaire de génétique, Rev. franc., Lépidoptérol., Tome X, 1945.

23. *Bourgogne J.*: Lépidoptères Traité de Zoologie, Tome X, 1951, par Grassé P.
24. *Bremer H.*: Grundsätzliches über den Massenwechsel von Insekten, Z. angew. Ent., Bd. XIV, 1928.
25. *Chapman T. A.*: Animal Ecology, New York i London, 1931.
26. *Chauvin R., d'Aguilar J.*: Les données récentes de la microclimatologie et leur importance en écologie entomologique, L'année biologique, juillet-septembre 1946.
27. *Chauvin R.*: Physiologie de l'insecte, Paris 1948.
28. *Bourgogne J.*: Lépidoptères (Traité de Zoologie), Tome X, 1951,
29. *Deegener P.*: Lebensgewohnheiten der Insekten, Leipzig 1925.
30. *Della Beffa G.*: Parassiti animali delle piante coltivate ed utili, Vol. I, Milano 1931.
31. *Dufrenoy J.*: Réflexes et tropismes des chenilles processionnaires saines et parasitées, Extrait de la Rev. Zool. agric., Bordeaux, Tome XX. No. 7, 1921.
32. *Dufrenoy J.*: Sur les maladies parasitaires des chenilles processionnaires des Pins d'Arcachon, C. R. des Sé. de l'Acad. des Sciences, 1345, 1919.
33. *Eckstein K.*: Forstliche Zoologie, Berlin 1897.
34. *Eckstein K.*: Die Schmetterlinge Deutschlands, Stuttgart 1915.
35. *Eidmann H.*: Zur Kenntnis der Periodizität der Insektenepidemie, Z. angew. Ent., Bd. XVIII, 1933.
36. *Eidmann H.*: Morphologische und physiologische Untersuchungen am weiblichen Genitalapparat der Lepidopteren, Z. angew. Ent., Bd. XV, 1929, Bd. XVIII, 1931.
37. *Eidmann H.*: Das Problem der Indifferenz, Naturwiss., Bd. 36, Heft 9, 1949.
38. *Eidmann H.*: Lehrbuch der Entomologie, Berlin 1941.
39. *Emili N.*: Iz života borovog proštenjara, Priroda, br. 8, 1937.
40. *Escherich K.*: Die Forstinsekten Mitteleuropas, Bd. III, Berlin 1931.
41. *Fabre J. H.*: Souvenirs entomologiques, III i VI, Paris 1932.
42. *Franz J.*: Über genetische Grundlagen des Zusammenbruchs einer Massenvermehrung aus inneren Ursachen, Z. angew. Ent., Bd. 31, Heft 2, 1950.
43. *Frideriks K.*: Die Grundfragen und Gesetzmässigkeiten der Land- und forstwirtschaftlichen Zoologie, insbesondere der Entomologie, Bd. I-II, Berlin 1930.
44. *Gaede M.*: Familie Thaumetopoeidae (iz Seitz: Die Grossschmetterlinge der Erde, Supplement zu Bd. 2, Stuttgart 1933).
45. *Ghelelovitch M. S.*: Sur le déterminisme génétique de la stérilité dans les croisements entre différentes souches de *Culex autogenicus* Rouboud, Extrait des C. R. des Sé. de l'Acad. des Sci., 9 juin 1952.
46. *Gösswald K.*: Physiologische Untersuchungen über die Einwirkung ökolog. Faktoren, besonders Temperatur und Luftfeuchtigkeit, auf die Entwicklung von *Diprion (Lophyrus) pini* L. zur Feststellung der Ursachen des Massenwechsels, Z. angew. Ent., Bd. XXII, Heft 3, 1936.
47. *Grison P., Silvestre de Sacy R., Galichet P. F.*: La processionnaire du Pin (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff.) Moeurs-dégâts-moyens de lutte, Extrait de la Rev. Zool. agric. et appl., No. 1—3, i 4—6, 1951.
48. *Grison P., Billotti E.*: Conservation et prolifération des insectes auxiliaires dans certains peuplements forestiers, C. R. Acad. agric. franç., 39, 1953.
49. *Grison P., Vago C.*: La régulation des infestations de chenilles processionnaires du Pin par les maladies à virus, C. R. Acad. agric. franç., 39, 1953.



50. Grison P., Biliotti E.: Gusjenice četnjaka i uslovi kemijske borbe protiv njih, Šum. list, 5—6, 1954.
51. Henschel G.: Die schädlichen Forst- und Obstbaum-Insekten, Bd. I, Berlin 1895.
52. Herbulot C.: Lépidoptères de France, II, Hétérocères, Paris 1948.
53. Hossli H.: La processionnaire du Pin dans les forêts du Tessin, J. for. suisse, sept.-oct., 1937.
54. Hubault E.: La processionnaire du Pin, (Edit. Ec. Eaux For. Nancy).
55. Janisch E.: Der Massenwechsel der Insekten als biologisches Problem, Anz. Schädlingk., 18, 1942.
56. Joly R.: Processionnaires, Rev. For. franç., No. 2, 1953.
57. Judeich J. F., Nitsche H.: Lehrbuch der mitteleuropäischen Forstinsektenkunde, Berlin 1895.
58. Keller C.: Untersuchung über Höhenverbreitung forstschädlichen Tiere in der Schweiz, Mitt. Schw. Cbl. forstl. Vers., Bd. 8, 1903.
59. Kafol A.: Iz zgodovine pinijevega sprevednega prelca pri nas, Gozd. Vestnik, 10, 1951.
60. Kovačević Z.: Važnost jajnih parazita za uništavanje štetnika, Šum. list, 1—2, 1947.
61. Kovačević Z.: Značaj jajnog parazita *Anastatus disparis* Ruschka za prirodno suzbijanje gubara, Šum. list, 8—9, 1949.
62. Kovačević Z.: Osvrt na masovnu pojavu gubara (*Lymantria disparis* L.), Inst. za šum. istraživanja, sv. 3, Zagreb 1949.
63. Kovačević Z.: Značaj poliedrije za masovnu pojavu nekih insekata, Zaštita bilja, 23, 1954.
64. Kozhantschikow I.: Zur Frage nach dem Temperaturoptimum des Lebens, Z. angew. Ent., Bd. XX, 1936.
65. Langhoffer A.: Prilog poznavanju kukaca štetoinja Hrv. Primorja, Glasnik za šumske pokuse, knj. 2, 1927.
66. Langeron M.: Précis de Microscopie, Paris 1948.
67. Lampert K.: Die Grossschmetterlinge und Raupen Mitteleuropas, München 1907.
68. Lapie G.: Les chenilles venimeuses et les accidents éruciques, Nancy 1923.
69. Loritz: Sur des femelles microptères de *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. (Lepidoptera) obtenues en élevage, Trans. of IX<sup>th</sup> International Congress of Entomology, Amsterdam, Aug. 1951, Vol. I.
70. Lorković Z.: L'accouplement artificiel chez les Lépidoptères et son application dans les recherches sur la fonction de l'appareil génitale des insectes, Physiologia comparata et oecologia, Vol. III, No. 2—3, Den Haag 1953.
71. Lorković Z.: Razlike između homodinamskog i heterodinamskog razvitka insekata, God. sveuč., 1929, str. 283—297.
72. Martini E.: Zur Gradationslehre, Z. angew. Ent., Bd. XVIII, 1931.
73. Mayet V.: Le bombyx processionnaire du Pin, (Aux Bureaux du Progrès agricole et viticole, Montpellier 1895).
74. Müller Th.: Der Kiefern-Processionsspinner, sein Vorkommen und seine forstliche Bedeutung in Südtirol, Zbl. ges. Forstw., Bd. XIII, 1887.
75. Nüsslin-Rhumbler: Forstinsektenkunde, Berlin 1927.
76. Nitsche J.: Über eine Lepidopterenausbeute von Orebic auf Sabicello, Verh. Zool.-Bot. Gesell. Wien, Vers.-Sec. Lep., Vol. LXXXIII, 1933.
77. Olombel M.: Le déterminisme de la procession des chenilles Processionnaires du Pin, Extrait de C. R. des Sé. de la Soc. de Biol., (Séance du 27 mai 1922, Tome LXXXVI).
78. Paramonov S. J.: Zur Kenntniss der Gattung *Hemipenthes*, Encyc. ent. Serie B II, Diptera, Tome I, 1924.

79. *Paillet A.*: Contribution à l'étude des maladies à virus des insectes, Extrait des Ann. épiph. et phytogénét., Paris 1936.
80. *Pavan M.*: Primi risultati di un esperimento pratico di lotta biologica con *Formica rufa* L. contro *Processionaria del Pino* (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff.), Atti della Soc. Ital. di Sc. nat., Vol. XC, 1951.
81. *Pepe*: La processionaria del Pino, Monti e Boschi, No. 2, 1951.
82. *Portier P.*: La biologie des Lépidoptères, Paris 1949.
83. *Ratzeburg J. Th. C.*: Die Forstinsekten, II i III, Berlin 1840 i 1844.
84. *Rabaud E.*: L'orientation des nids de la Processionnaire du Pin (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff.) conditions éthologiques (Feuilles des jeunes naturalistes, 1911, Paris).
85. *Rabaud E.*: Nouvelles observations sur le comportement des *Thaumetopoea pityocampa* Schiff., Bull. Soc. ent., 1915.
86. *Rögner-Aust.*: Populationsanalytische Untersuchung über die Sterblichkeit von Nonnenraupen, Z. angew. Ent., Bd. 31, Heft 2, 1950.
87. *Strand E.*, iz *Seitza*: Familie Thaumetopoeidae, Processionsspinner, Stuttgart 1913.
88. *Séguy E.*: Faune de France, Diptères (Brachycères), Paris 1926.
89. *Sorauer-Appel.*: Handbuch der Pflanzenkrankheiten, Bd. VI, Berlin 1939.
90. *Solomon M. E.*: The population dynamics of storage pests IX<sup>th</sup> Int. Congress of entomology, Amsterdam 1951, Vol. II.
91. *Schaeffer*: La Méthode statistique et la foresterie, Rev. for. franç., août 1953.
92. *Scheidter F.*: Forstentomologische Beiträge, 14. Auftreten der »Gift-haare« bei Processionsspinnerraupen in den einzelnen Stadien, Z. Pflanzensch., Bd. 44, Heft 5 i 7, 1934.
93. *Scheidter F.*: Wie viele Eier legen die Weibchen von *Thaumetopoea pityocampa* und pinivora ab? Ibid., Bd. 44, Heft 7, 1934.
94. *Schimitschek E.*: Die forstentomologischen Zonen der Türkei, Z. angew. Ent., 1941.
95. *Schmidt L.*: Utjecaj hrane na razvoj gubara, Glasnik za šumske pokuse, knj. XII. 1956.
96. *Schwerdtfeger F.*: Studien über den Massenwechsel einiger Forstschädlinge, Z. Forst- u. Jagdw., 1935.
97. *Schwerdtfeger F.*: Über die Ursachen des Massenwechsels der Insekten, Z. angew. Ent., Bd. 28, 1941.
98. *Schwerdtfeger F.*: Prognose und Bekämpfung forstlicher Grossschädlinge, Berlin 1941.
99. *Škreb i suradnici*: Klima, Zemljopis Hrvatske I, Zagreb 1942.
100. *Tavčar A.*: Biometrika u poljoprivredi, Zagreb 1946.
101. *Tirelli M.*: Nuovo metodo di lotta contro la Processionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff.), Rivista fitosanitaria, No. 5, nov. 1951.
102. *Tiraboschi*: Processionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff., Ital. for. e mont., No. 4, 1952.
103. *Thalenhorst W.*: Die Koinzidenz als gradologisches Problem, Eine synökologische Studie, Z. angew. Ent., Bd. 32, 1950.
104. *Thalenhorst W.*: Vergleichende Betrachtungen über den Massenwechsel der Kiefernbuschhornblattwespen, Z. für angew. Ent., Bd. 35, Heft 2, 1953.
105. *Tominić*: Izvještaj o radu Inst. za jadranske kulture Split, Zaštita bilja, 13—14, 1952.
106. *Uvarov B. P.*: Weather and climate in their relation to insects, London 1929.
107. *Uvarov B. P.*: Bioclimatograph, an Improved Method for Analysing Bioclimatic Relations of Insects, Ecology, Vol. XIII, No. 3.

108. Vago C.: Maladies latentes et tolérance symbiotique chez les invertébrés, VI Congreso internacional de patologia comparada, Madrid, 4—11 Mayo 1952.
109. Vago C.: La polyédrie de *Thaumetopoea pityocampa* Schiff., Annales des Epiphytes, No. 3, juillet-août-septembre 1953.
110. Vajda Z.: Pojava štetnih insekata u šumama NR Hrvatske, Šum. list, 7—9, 1946.
111. Vajda Z.: Utjecaj klimatskih kolebanja na sušenje hrastovih donjoposavskih i posavskih nizinskih šuma, Inst. za šum. istraživanja, sv. 1, Zagreb 1948.
112. Vajda Z.: Uzroci epidemijskog ugibanja brijestova, Glasnik za šumske pokuse, knj. X. 1952.
113. Varley G.: Ecological Aspects of Populations Regulation, Trans. of IX<sup>th</sup> International Congress of Entomology Amsterdam, Vol. II, 1951.
114. Vayssière P.: Principes de Zoologie agricole, Paris 1940.
115. Vayssière P.: La chenille processionnaire du Pin, Vie agric. rur., novembre 1912.
116. Viette P.: Morphologie des genitalia mâles des Lépidoptères, Rev. franç. Ent., Tome XV, Fasc. 3.
117. Viette P.: Une technique de préparation des armures génitales, Rev. franç. Lépidoptéorol., Tome XIII, No. 15—16 i 17, 1952.
118. Wolf E.: Observation sur les chenilles Processionnaires du Pin, Réflexion sur l'instinct, Rev. franç. Lépidoptéorol, Tome XI, No. 7—8, 1947.
119. Weidner H.: Beiträge zu einer Monographie der Raupen mit Gifthaaren, Z. angew. Ent., Bd. 23, 1937.
120. Wellenstein G.: Die Nonne in Ostpreussen, Monogr. angew. Ent., Nr. 15, 1942.
121. Wolff M., Krausse A.: Die forstliche Lepidopteren, Jena 1922.
122. Zwölfer W.: Studien zur Ökologie und Epidemiologie der Insekten., Z. angew. Ent., Bd. XVII, 1931.
123. Zwölfer W.: Die Temperaturabhängigkeit der Entwicklung der Nonne (*Lymantria monacha* L.) und ihre bewölkerungswissenschaftliche Auswertung, Z. angew. Ent., Bd. XXI, Heft 3, 1934.
124. Živojinović S.: Šumarska entomologija, Beograd 1948.