

Utjecaj hrane na razvoj gubara

Schmidt, Lea

Source / Izvornik: **Glasnik za šumske pokuse: Annales pro experimentis foresticis, 1956, 12, 105 - 166**

Journal article, Published version

Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:568038>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-24**



Repository / Repozitorij:

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



Dr. LEA SCHMIDT:

UTJECAJ HRANE NA RAZVOJ GUBARA

(*Lymantria dispar* L.)

THE INFLUENCE OF FOOD ON THE DEVELOPMENT OF GIPSY-MOTH

(*Lymantria dispar* L.)

Sadržaj - Contents

UVOD - Introduction

Pokusni materijal i metodika rada - *Experimental material and the working-method*

Trajanje razvoja od izlaska iz jajeta do imaga - *The development cycle from hatching to the full-grown moth*

Plodnost ženki i mortalitet jaja - *Fertility of females and mortality of eggs*

Partenogeneza - *Parthenogenesis*

Mortalitet gusjenica - *Mortality of larvae*

Mortalitet kukuljica - *Mortality of pupae*

Uzroci ugibanja gubara u pokusima - *Causes of perishing of the gipsy-moth in experiments*

Seksualni indeks - *Sex ratio*

Potencijal razmnožavanja - *Reproduction potential*

Značaj hrane u gradacijama gubara - *The role of nutrition in gipsy-moth development (»gradation«)*

Zaključak - *Conclusion*

Literatura - *Literature*

Radnja primljena na štampanje 4. XII. 1952.

PREDGOVOR

Na kulturnom i šumskom bilju u našoj državi pojavljuje se veliki broj različitih štetnika, koji nanose veće ili manje štete. Od tih štetnika najvažniji su svakako oni, koji svojim oštećivanjem neposredno utječu na određenu kulturu ili vrstu šumskog drveta. Za naše voćarstvo, a naročito za hrastove šume u posavskoj i po-

dravskoj nizini, jedan je od vrlo važnih štetnika gubar (*Lymantria dispar* L.). On nanosi svojim brščenjem lišća goleme štete voćnjacima, a u hrastovim šumama on je stalni kalamitet te dovodi do sve većeg sušenja hrastova. Posljedica propadanja čistih hrastovih šuma odražava se u tome, što šumska gospodarstva prelaze sve više na uzgoj mješovitih, a napuštaju uzgoj čistih hrastovih sastojina. Budući da gubar izaziva goleme štete u našoj privredi, koje u pojedinim godinama iznose milijarde dinara, odlučili smo, da naučno istražimo problem gubara i utvrdimo uzroke njegovog masovnog pojavljivanja.

UVOD

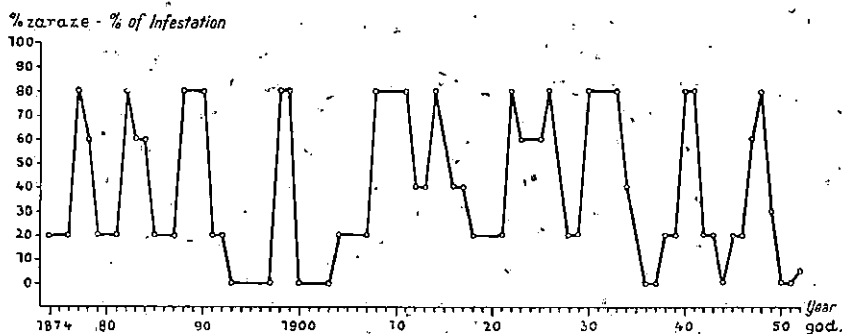
Utvrđeno je (*Schwerdtfeger*, lit. 113), da se šumski štetnici vezani na određene vrste hrane pojavljuju na terenu prirodnog rasprostranjenja tih biljaka, ali pritom imaju važnu ulogu i klimatske prilike, naročito temperatura i vlaga. Samo na onim terenima, gdje vladaju optimalni klimatski uvjeti za neku vrstu štetnika, on se može pojaviti masovno. Na drugim terenima, gdje nisu optimalni klimatski uvjeti, unatoč optimalnoj prehrani, štetnik se ne će javljati, a pogotovu ne masovno.

Poznate katastrofe, koje uzrokuju periodični gubarevi kalamiteti na području NR Hrvatske u posavskim i podravskim šumama, posljedica su optimalnih klimatskih i prehrambenih uvjeta, koji vladaju na tim terenima. Kao što je gubar rasprostranjen po čitavoj palearktičkoj zoni, tako je on poznat i na području cijele Hrvatske, ali on se javlja periodično u masama samo u šumama Posavine i Podravine, gdje počinja goleme štete. U ostalim krajevima Hrvatske dolazi do kratkotrajnih gradacija (1-2 god.), ili gubar ne počinja nikakve vidljive štete (Macelj-gora).

U spomenutim nizinskim šumama gradacije gubara traju obično nekoliko godina. Gradacijska krivulja ima ove karakteristike: U doba progradacije ženke gubara odlažu veliki broj jaja, iz kojih se razvije masa gusjenica. Uz obilje hrane i bez dovoljnog utjecaja parazita i bolesti nastaje masa leptira. Populacija gubara razvije se postepeno u kalamitet tako, da dolazi do kulminacije gradacijske krivulje, a u šumi do golobrsta. U populaciji postepeno prevladaju legla s manjim brojem jaja, i tu se pokazuje veći mortalitet jaja i jajnih gusjenica, a također i jači utjecaj bolesti i parazita. Nakon tih pojava nastaje degradacija populacije, koja redovito završava s latencom, kada u pojedinim šumskim predjelima ostaje po jedno ili nekoliko legala. To je opća slika toka gradacije (*Kovačević*, lit. 68).

Gradacijska krivulja nije uvijek pravilna, što pokazuju kalamiteti zabilježeni u vremenu, od posljednjih 80 god. (*Kovačević*,

lit. 68, *Vajda*, lit. 130). U tom vremenskom razdoblju, odn. od 1874–1952 god. bilo je deset gradacija s golobrstom na golemim šumskim površinama i milijunskom broju voćaka. Ako pogledamo grafički prikaz tih gradacija, vidimo, da je u tom međuvremenu bilo samo pet tipičnih latentca. Osim latentce 1893–1897 god. i 1900–1903 god. sve su bile kratke i trajale 1–2 godine. U vrijeme općih gradacija gubara u Posavini i Podravini postoje velike razlike u pojedinim šumama, pa čak i u odjelima iste šume. Dok u jednom predjelu ima tak gradacije sliku tipične gradacijske krivulje, dotle u drugom ne postizava kulminaciju, tako da ne dolazi do golobrsta, već su štete veće ili manje, i zaraza nakon nekog vremena prestaje bez štetnih posljedica.



Graf. 1

Gradacije gubara od 1874–1952 god. (po Kovačeviću)

Gypsy-moth out-breaks during the 1874–1952 period (according to Kovačević)

Periodično masovno javljanje gubara navodi nas na pitanje, zašto se gubar i neki drugi štetnici javljaju periodično u masama, a druge insekte nalazimo u prirodi u većoj ili manjoj mjeri. Po teoriji *Franza* (lit. 37) sposobnost za masovno razmnožavanje ima u latentnom obliku svaki živi organizam, te prema tome nije problem u početku gradacija, nego u propadanju neke masovno razmnožene populacije. Početak gradacija primarno je uzrokovan osobinom pojedinih individua, da stvaraju mnogobrojno potomstvo, a to je uvjetovano konstitucijom tih organizama. Konstitucija je po *Franzu* osobina stečena zajedničkim djelovanjem naslijeđenih svojstava organizama i promjenljivih prilika okoline. Ukoliko su vanjski faktori, naročito klimatski i prehrambeni, optimalni, onda dolaze do potpunog izražaja unutarnji faktori, odnosno nasljedne osobine, koje se kod pojedinih individua mogu ispoljiti u obliku jake sposobnosti razmnožavanja. U tom slučaju dolazi do gradacije, koja može biti katkada vrlo brza. Kod populacija, koje se autohtono razvijaju u kalamitete po *Franzovoj* teoriji,

imaju primarnu ulogu latentne nasljedne osobine, koje se ispoljuju u obliku nagomilavanja letalnih i semiletalnih gena uslijed parenja u srodstvu, a s druge strane selekcija. U toku progradacije selekcija je vrlo slaba, tako da se potpuno razvijaju individuumi slabe vitalne sposobnosti pa kroz generacije dolazi do mortaliteta sve većeg broja individuumu. Populacija postepeno propada, a to se događa to brže, što su klimatski i prehrambeni uslovi nepovoljniji. Svakako da tu imaju važnu ulogu i patogeni mikroorganizmi, jer se slabijom vitalnom sposobnošću povećava osjetljivost individua,

Eidmann (lit. 33) dolazi do istih zaključaka kao i *Franz*. Prema njegovoj teoriji nije problem kalamiteta u postanku, nego u propadanju populacije. On navodi da svaki kalamitet završava pod utjecajem faktora krize, koji su nezavisni o klimi, a uvjetuju propadanje individua u populaciji. Kao faktore krize on navodi unutarnje faktore, koji smanjuju plodnost, poremećuju seksualni indeks u korist mužjaka, povećavaju osjetljivost prema bolestima i t. d., i vanjske faktore kao: pomanjkanje hrane, paraziti i t. d.

U pogledu djelovanja klime na insekte postoji velik broj naučnih rasprava, pa što više ima i takvih, gdje autori smatraju da je klima jedini faktor, koji uvjetuje oscilacije masovnih pojava insekata. (*Bodenheimer*, cit. *Friederichs*, lit. 43) *Friederichs* upravo s obzirom na tvrdnje *Bodenheimera* kaže, da granica, do koje ima klima presudan značaj u tom pogledu, nije još kod insekata utvrđena, te se na temelju pojedinačnih slučajeva ne može izvesti općeniti zaključak.

Utjecaj klimatskih uvjeta na razvoj gubara istraživali su mnogi entomolozi kao: *Mithat Ali* (lit. 87), *Pictet De Lépiney*, *Fernald* (cit. *Schedl*, lit. 109), *Uajda* (lit. 130) i dr. Različiti rezultati ovih entomologa pokazuju, da gubar iz raznih krajeva različito reagira s obzirom na klimatske prilike i da ima veliku sposobnost prilagodivanja. To se najbolje vidi iz izlaganja *De Lépiney-a*: U Maroku, gdje su danje temperature vrlo visoke, 30–48° C, a noćne se spuštaju ispod 0° C, gubar doduše ugiba u velikom broju u jajnom stadiju, ali ipak dolazi do masovnog razmnožavanja i golemih šteta. Autor tu pojavu tumači kao karakteristiku rase gubara, koja se prilagodila klimatskim prilikama Maroka.

Polazeći s tog stajališta, da je gubar u posavskim i podravskim nizinskim šumama rasa, koja se po svom biotičkom potencijalu i prilagođenosti klimatskim prilikama tih krajeva razlikuje od gubara u ostalim krajevima Hrvatske, zanimalo nas je, kako utječe hrana u tom području na tok degradacije, a s time u vezi na konstituciju, duljinu razvoja, mortalitet i plodnost individua, na seksualni indeks i potencijal razmnožavanja populacije i na pojavu patogenih mikroorganizama. To je od praktične važnosti, jer ako znamo, da je gubar polifagan štetnik, pitanje je, koja

vrsta hrane djeluje povoljnije na gradaciju gubara, a kod koje su gradacije po intenzitetu slabije. U našim nizinskim šumama još uvijek dominira hrast, ali pored njega nailazimo redovno na grab, brijest i jasen, a ostalo drveće dolazi u manjoj mjeri. Gubar kao polifagan štetnik napada prvenstveno hrast, a zatim grab, slabije brijest, a jasen uglavnom ne dira. Budući da brijest zbog holandske bolesti mnogo stradava u našim nizinskim šumama (*Uajda*, lit. 131), gubaru ostaje u šumama kao glavna hrana hrast i grab. Po svoj prilici trebat će s vremenom naći za naše nizinske šume zamjenu za brijest. Zanimalo nas je, da li će lipa isto tako stradavati od gubarevih gusjenica, kao što stradavaju hrast i grab, ukoliko bi možda došla u obzir, da se proširi namjesto brijesta na pogodnim terenima Posavine i Podravine. U pogledu stradavanja lipe od gubara postoje u literaturi različiti, pa čak i suprotni podaci. *Wolff-Krausse* (lit. 143) i *Šečerov* (cit. *Kovačević*, lit. 69) spominju gubara kao opasnog štetnika lipe. *Langhoffer* (lit. 71, 75, 78) navodi na više mjesta u svojim radovima, da je gubar obrstio lipu, ali na jednom mjestu tvrdi, da u doba kalamiteta gubara u slavonskim šumama gubar nije oštetio mješovite sastojine u Iloku, gdje su prevladavali bukva, lipa i grab.

Dalji zadatak naših istraživanja bio je istražiti, kako se odnosi gubar u pogledu prehrane lišćem voćaka. U našim krajevima naročito stradavaju od gusjenica gubara jãbuka i šljiva. Do potpunog golobrsta na voćkama dolazi u voćnjacima Posavine i Podravine, a vrlo rijetko i tek izuzetno u drugim krajevima Hrvatske.

Iako nam je poznato, da gubar napada kod nas oko 80 vrsta biljaka (*Kovačević*, lit. 68), a prema *Fernaldu* i *Forbushu* 458 vrsta (cit. *Schedl*, lit. 109), nismo se upuštali u dalje istraživanje njegove polifagije. U pokuse smo uzeli samo ono drveće, koje je najtipičnija hrana gubara u Posavini i Podravini, a koje je važno s jedne strane za šumsko, a s druge za poljoprivredno gospodarstvo. Istraživali smo utjecaj hrasta lužnjaka, graba i lipe s obzirom na pojavu gubara u posavskim i podravskim nizinskim šumama, zatim bukve i hrasta kitnjaka s obzirom na gubarov napad na brdske šume tih krajeva, najzad jabuke i šljive u vezi stradavanja voćnjaka.

Potica j za istraživanja u tom pravcu bazira na opažanjima na terenu i dosadašnjim iskustvima naših i stranih stručnjaka, a izvršena su u laboratoriju s isključenjem promjenljivih utjecaja vanjskih faktora, klime i parazita osim bolesti. U radnji su obrađeni rezultati pokusa s materijalom gubara iz Hrvatske, i to s područja Pakraca i Spačve, jer gubar, kako smo to i naprijed naveli, predstavlja stalnu opasnost u posavskim i podravskim nizinskim šumama, kao i u brdima između Save i Drave.

POKUSNI MATERIJAL I METODIKA RADA

Rezultati ove radnje dobiveni su na temelju pokusa izvršenih u toku tri godine, 1950, 1951 i 1952.

a) Pokusi 1950 god.

Budući da se gubar javlja redovito kao štetnik u nizinskim šumama, a često nanosi štetu i u brdskim šumama, ako ga tamo prenese vjetar u doba kulminacije kalamiteta u nizini, pokuse smo izvršili s leglima iz obadva područja. Od nizinskih šuma odabrali smo područje Spačve kod Otoka (Vinkovci), gdje su legla bila odložena na hrastu lužnjaku, a od brdskih šuma izabrana je okolica Pakraca, šume Ravni Brezik i Čukor, koje se nalaze jedna do druge. U ovom području nađena su jajna legla na kori bukve. Sakupljeno je oko 200 legala od kojih su za pokuse uzeta najveća, najmanja i srednja legla, potpuno neoštećena od ptica i grabežljivaca, i na kojima smo opipom ustanovili da imaju dosta jaja. Sa drveća su skinuta tako, da smo odrezali i koru, na kojoj su se legla nalazila, da ne bi došlo do eventualnog oštećenja ili gubitka jaja pri struganju. Sakupljanje legala izvršili smo u proljeće neposredno pred izlazak gusjenica tako, da su jaja prezimila u prirodnim uvjetima. U brdskim šumama sabrana su legla 3. IV., a u Spačvi 8. IV. U laboratoriju su raspoređeni tako, da je svako stavljeno u poseban insektarij s vrlo gustom mrežom.

Gusjenice su hranjene onim vrstama biljaka, koje su u prirodi najčešće napadane, odnosno na kojima počinja gubar najveće štete: hrastom lužnjakom (*Quercus pedunculata* Ehrh.), hrastom kitnjakom (*Quercus sessilifolia* Salisb.), grabom (*Carpinus betulus* L.), bukvom (*Fagus sylvatica* L.), jabukom (*Malus domestica* Borkh.) i šljivom (*Prunus domestica* L.). U pokus je uzeta i lipa (*Tilia grandifolia* Ehr.).

Jajna legla, koja su sabrana za pokuse, uzeta su u vrijeme očite degradacije kalamiteta u nizinskim šumama, dok se u brdskim, s obzirom na znatno mnogobrojnija legla i veći broj jaja u pojedinim leglima nego u prošloj godini, gubar nalazio u progradaciji. Da bismo imali u laboratoriju što točnije rezultate, postavili smo individualne i skupne pokuse. Skupne smo pokuse proveli tako, da smo u svaki insektarij stavili po jedno leglo i hranili gusjenice do iskukuljenja leptira. Na svakoj od spomenutih vrsta biljaka uzgajali smo gusjenice 8 legala, t. j. svaki je pokus proveden u 8 repeticija. (2 legla s rel. velikim brojem jaja, 2 legla sa srednjim i 4 legla s malim brojem jaja). Prema tome uzeli smo kao početnu, prirodnu jedinicu jedno leglo, odnosno potomstvo jedne ženke bez obzira na broj jaja. Pokusi su izvršeni takvom metodom radi toga, što nas je zanimalo, kakvo će biti potomstvo individuuma pojedinih legala s obzirom na različitu prehranu. U

metodikama raznih autora, koji su obrađivali sličnu temu, spominje se uvijek, da je za pokuse uzet određen broj jaja ili ličinka, bez obzira na njihovo porijeklo. Dapače, neki od njih idu za tim, da izmiješaju pokusne individuume u namjeri, da dobiu što jednoličniji objekt (Mayer, lit. 84). Po našem mišljenju ovakva metodika rada ne može dati jasne rezultate u pogledu utjecaja hrane na razvoj gubara, jer se proizvoljnim odabiranjem nekog broja individuuma mogu slučajno odabrati takvi, koji će dati potpuno drugu sliku od svih individua jednog legla. Ako uzmemo u pokus više legala, koja odvojeno hranimo istom hranom, dobit ćemo svakako sigurnije rezultate, nego od nekog broja proizvoljno odabranih individuuma, jer se kod individuuma različitog porijekla jako ispoljuju razlike u nasljedno stečenim osobinama.

Za uzgoj gusjenica upotrebili smo insektarije visine 30 cm s kvadratnom bazom stranice 20 cm. Sve četiri bočne strane sa stoje se od guste mjedene mreže. Dno i krov poklopac su drveni kao i bridovi bočnih stijena. U insektarije su stavljene bočice s vodom, u koje smo utaknuli grančice s lišćem. Hrana je uzeta u parku Maksimir. Da se spriječi eventualno utapanje gusjenica u bočicama, grančice su na grlima bočica učvršćene pamučnom vatom. Nekoliko grančica u bočici savinuli smo do dna insektarija radi bolje pristupačnosti lišća gusjenicama. Insektariji su u laboratoriju stajali na policama (vidi sliku!) obilježeni istim oznakama kao rubrike u tabelama, u koje su bilježena opažanja.

Svaki je dan stavljena svježa hrana, a starijim gusjenicama mijenjana je hrana i više puta u danu. Pri izmjeni hrane zabilježen je broj uginulih gusjenica. Te su gusjenice odmah uklonjene iz insektarija i spremljene radi analize uzroka uginuća. Nakon prvog presvlačenja smanjen je broj gusjenica u insektarijima tako, da su razdijeljene u više insektarija. U njima se nalazilo po 30–50 gusjenica. Naravno, insektariji, u kojima su bile gusjenice iz istog legla, imali su svi oznaku tog legla.

Čim su se pojavile prve kukuljice, započeli smo s njihovim izdvajanjem iz insektarija. Svaki dan su kukuljice pregledane s obzirom na spol i stavljene u novi prazni insektarij, obilježen istom oznakom kao insektarij sa gusjenicama. Na isti način su uklonjeni svaki dan i leptiri iz insektarija s kukuljicama. Parovi leptira iz istog legla odijeljeni su na dan iskukuljenja svaki posebno u staklenu posudu zatvorenu žičanom mrežom. Za odlaganje jaja metnuti su u svaku posudu komadi kore. Ukoliko se jedan dan iskukuljilo više mužjaka ili ženki, suvišak leptira ostavljen je u novom insektariju do idućeg dana, dok se nije iskukuljilo odgovarajući spol. Ženke su nakon uginuća secirane, te je ustanovljen broj neodloženih jaja.

Pri uzgoju gusjenica u »skupnim pokusima« nije ustanovljeno trajanje pojedinih razvojnih faza između presvlačenja, a to se iz tehničkih razloga nije moglo provesti radi golemog broja gusje-

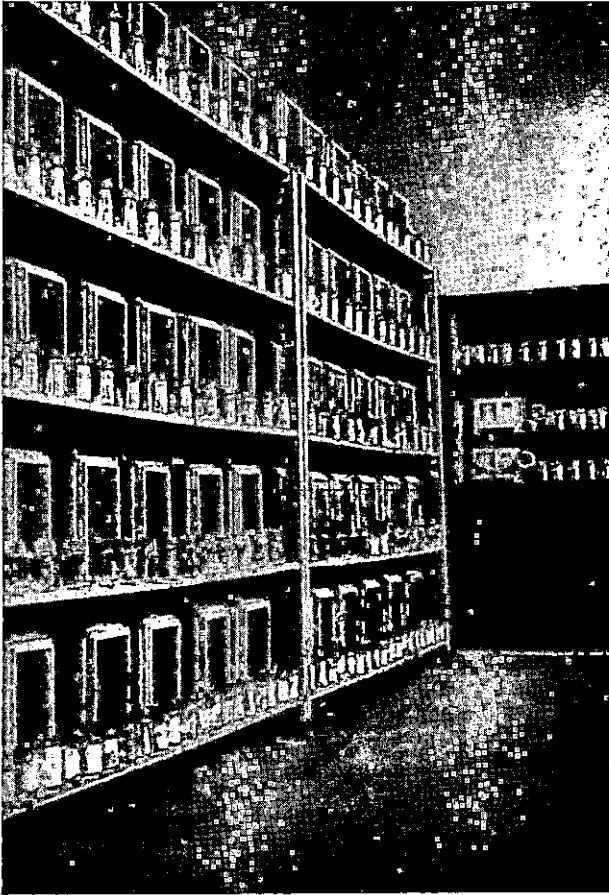
nica u pokusima. Zato je utjecaj različite prehrane na trajanje razvojnih faza istražen »individualnim pokusima«. Za jednu seriju tih pokusa uzete su gusjenice iz jednog istog legla (ukupno 2 legla, jedno iz Spačve, a drugo iz Pakraca) i to one, koje su izašle iz legla isti dan. To smo učinili radi toga, što smo pretpostavili, da su razlike u konstituciji pojedinih individuuma naslijeđenoj od jednog istog para roditelja manje, nego između slučajno odabranih individuuma iz raznih legala. Na svakoj od istraženih biljaka uzgojeno je pojedinačno po 20 gusjenica, dakle ukupno je bilo u ovim pokusima 280 gusjenica iz 2 legla sa dva različita područja. Gusjenice su hranjene u staklenim posudama pokrivenim žičanom mrežom, u kojima se nalazila mala epruveta s vodom, a u nju je uronjena peteljka lista. Lišće se mijenjalo svaki dan; starijim gusjenicama mijenjano je češće. Pri svakodnevnom hranjenju gusjenice su stavljene u čistu posudu radi toga, da se otkloni štetno djelovanje povišenja vlage, a naročito nepovoljni utjecaj vlažnih ekskremenata. U tabele su bilježeni datumi presvlačenja, kukuljenja, izlaska leptira i spol. Svlakovi gusjenica su uklonjeni odmah nakon presvlačenja, da ne bi došlo do eventualne zabune s obzirom na datume i broj presvlačenja. »Individualni pokusi« su samo orijentacijski, te se ne može izvesti definitivni zaključak s obzirom na razvoj čitave populacije. Razlike u nasljednim osobinama među potomcima raznih roditelja uvjetuju svakako i razlike u trajanju pojedinih stadija gubara.

b) Pokusi 1951 g.

Jajna legla, koja su odložile ženke iz prošlogodišnjih »skupnih pokusa«, prezimila su u prostoriji, gdje je čitavu zimu bio otvoren prozor. Od vremena do vremena stavljene su posude s leglima u toku zime na snijeg. Budući da je zima bila dosta blaga, nadali smo se ranijem izlasku gusjenica, te smo u toku februara ubrzali listanje grančica za pokuse uronjavanjem u toplu vodu. Gusjenice smo hranili istom vrstom hrane kao i njihovu roditeljsku generaciju. Te godine nastavljeni su samo »skupni pokusi« na isti način kao 1950. g. Nakon izlaska posljednjih gusjenica iz jaja izbrojili smo uginula jaja i izašle gusjenice, te smo tako ustanovili broj jaja u leglima, koja su odložile ženke prošle godine.

c) Pokusi 1952 g.

U toku zime 1951/52 nalazila su se gubareva jaja kao i ranijih godina u istoj prostoriji. U mjesecu januaru stavili smo ih u hladionik sa temperaturom od $+1^{\circ}$ C. Jednako kao 1951 g. i te smo godine ubrzali listanje biljaka pospješenjem pupova, tako da je bilo dovoljno hrane za gusjenice, koje su izašle tjedan dana prije listanja šume. God. 1951. uginula je većina gusjenica, pa su ostale samo one, koje su bile hranjene hrastom lužnjakom i



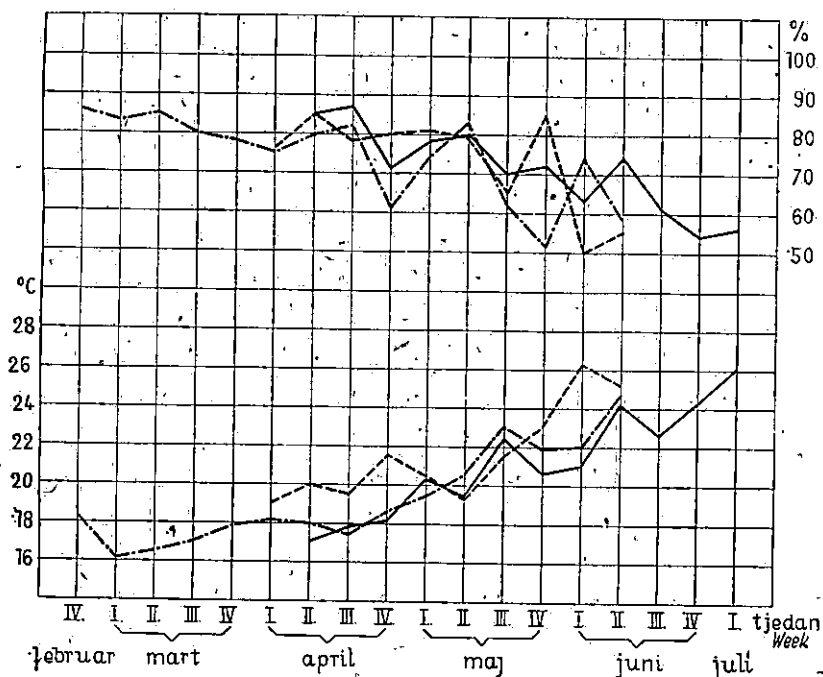
Dio uzgoja u laboratoriju
Breeding of the gipsy-moth in laboratory

kitnjakom. Gusjenicama smo i dalje davali ove dvije vrste hrane. Metodika uzgoja je bila ista kao i predašnjih godina, samo se smanjio broj vrsta hrane u pokusima.

d) Temperatura i vlaga u laboratoriju

Laboratorij, u kojem se nalazio uzgoj gusjenica, velika je, zračna i svijetla prostorija. Radi zračenja prozori su po danu bili stalno otvoreni, a često se pravio propuh. Pred večer polijevan je pod laboratorija vodom radi povišenja zračne vlage. Za vrućih dana polijevalo se 2-3 puta dnevno. Temperaturu i vlagu mjerili smo termografom i higrografom, koji su bili postavljeni u blizini insektarija. Razlike između dnevnog maksimuma i minimuma temperature bile su u laboratoriju vrlo male, a % zračne vlage je dosta varirao u jednom danu zbog večernjeg polijevanja poda u laboratoriju.

Grafikonom 2 prikazane su tjedne srednje vrijednosti temperature i vlage zraka u toku pokusa kroz 3 godine. Krivulje slikovito



Graf. 2

Srednja temperatura i relativna zračna vlaga u laboratoriju
 ———1950 g. ———1951 g. ———1952 g.
 Mean weekly air temperature and relative humidity in laboratory
 (———1950, ———1951, ———1952)

prikazuju odnos temperature i vlage, tako da sa porastom temperature % zračne vlage dosta pravilno pada. Usporedbom temperature i vlage laboratorija za vrijeme pokusa s rezultatima *Mithata* (lit. 87) dolazimo do konstatacije, da su uvjeti s obzirom na temperaturu i vlagu bili optimalni. Gusjenice I. faze razvijale su se u optimalnim temperaturnim uvjetima na cca 18° C god. 1950. 1951 god. srednja je tjedna temperatura pala za cca 2° C ispod optimuma, a 1952 god. se kretala između 19° i 20° C.

Relativna zračna vlaga iznosila je u to vrijeme oko 80% sa dnevnim razlikama od najviše 20%. Gusjenice II.-V., odnosno VI. razvojne faze razvijale su se u povoljnim prilikama, jer se optimum temperature, prema istraživanjima *Mithata*, nalazi između 18° i 24° C, a optimum vlage ispod 80%. Za vrijeme pokusa u laboratoriju nije bilo većih razlika između dnevnih i noćnih temperatura i zračnih vlaga, kao što je to u prirodi, a isključen je i utjecaj insolacije.

e) Izračunavanje rezultata pokusa

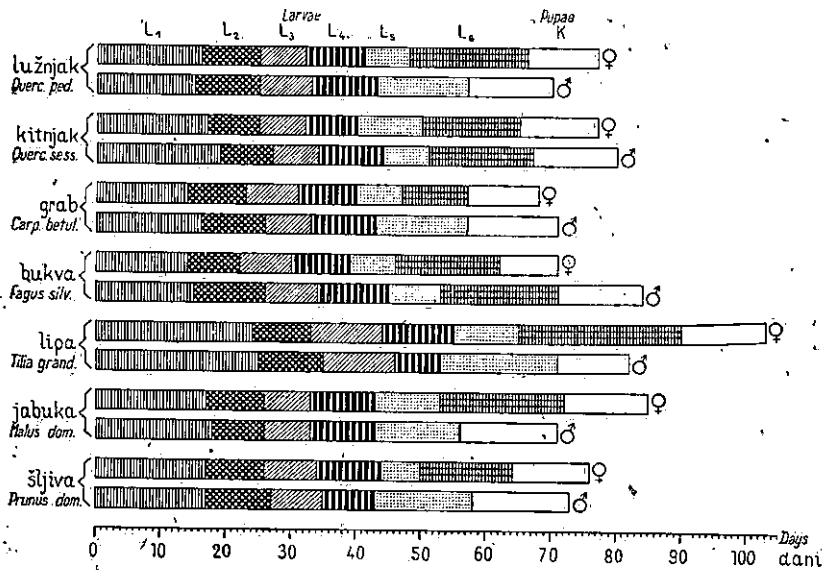
»Individualni pokusi«, vršeni u jednoj godini, na temelju kojih su ustanovljene razlike u utjecaju hrane na trajanje pojedinih razvojnih faza gusjenica i kukuljica, prikazani su srednjim brojevima dana razvoja individua na jednoj vrsti hrane, a ekstremni slučajevi navedeni su posebno u tekstu. Broj uginulih gusjenica i kukuljica gubara u »skupnim pokusima« prikazan je također srednjim vrijednostima, i to u % s obzirom na ukupan broj gusjenica. Sve tabelarno prikazane srednje vrijednosti obrađene su biometričkim metodama prema knjizi *Tavčara* (lit. 121). Srednja vrijednost, M , izračunata je prema formuli $M = A + ab$, gdje A označuje aproksimativnu srednju vrijednost, a – razredni areal, a $b = \left(\frac{\sum pa}{n} \right)$ zbroj udaljenosti pojedinih varijanata od srednje vrijednosti podijeljen s ukupnim brojem svih varijanata odnosno reda. Srednja pogreška srednje vrijednosti izračunata je po formuli $m = \frac{\delta}{\sqrt{n}}$. Standardna devijacija iznosi u toj formuli:

$\delta = a \sqrt{\frac{\sum pa^2}{n} - b^2}$ (a = razredni areal, $\sum pa^2$ = zbroj kvadrata udaljenosti pojedinih varijanata od srednje vrijednosti, n = ukupni broj varijanata, b^2 = kvadrat vrijednosti $\frac{\sum pa}{n}$). Varijabilnost unutar različitih skupina prikazana je varijacijskim koeficijentom v , po formuli $v = \frac{100 \delta}{M}$.

Većina podataka, koje smo prikazali grafikovima, nije unesena u posebne tabele radi nepotrebnog povećanja opsega radnje.

Trajanje razvoja od izlaska iz jajeta do imaga

Kvaliteta hrane utječe na vrijeme pojedinih presvlačenja gusjenica, uvjetuje razlike u trajanju razvojnih faza kod ženki i mužjaka te na broj presvlačenja kod obadva spola. Međutim hrana ne djeluje na sve individue jednako, pa čak ni ako su uvjeti s obzirom na temperaturu i relativnu zračnu vlagu jednaki. Razlike u razvoju pojedinih individua nastaju uslijed različitih nasljedno stečenih osobina. Što su vanjski uvjeti (klima, hrana) nepovoljniji, to su i te razlike veće (Franz, lit. 37). Prema tome razlikovao bi se razvoj gubara u većoj mjeri u pokusima, koji su izvršeni



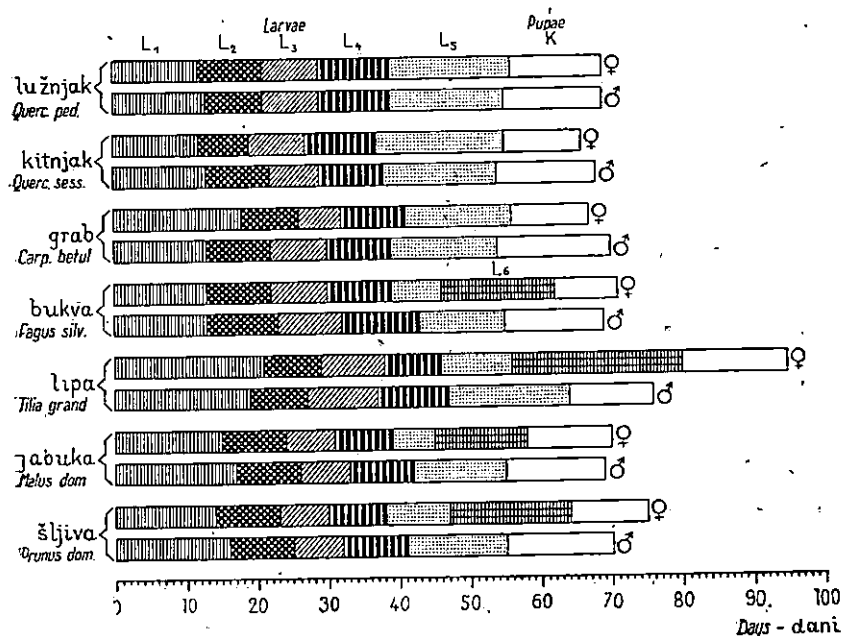
Graf. 3

Trajanje razvoja do izlaska imaga - Spačva
The duration of development up to the appearance of adults - Spačva

s gubarom iz dva razna područja, nizinske i brdske šume. U graf. 3 i 4 vidimo, da je hrana utjecala dosta slično na razvoj druge, treće i četvrte razvojne faze gusjenica bez obzira na vrstu hrane i podrijetlo legala. Različiti utjecaj hrane dolazi do izražaja kod gusjenica prve razvojne faze i kod onih, koje su, se četvrti put presvukle.

Grafikonom 3 i 4 prikazani su srednji brojevi dana razvoja pojedinih stadija gubara. Za individualne pokuse uzete su gusjenice legla iz Spačve, koje su izašle iz jaja 9. IV., a legla iz Pakraca s datumom izlaska 10. IV. Od dana izlaska iz jajeta do prvog pre-

svlačenja (L_1) gusjenice se razvijaju 12–25 dana. Gusjenice ove faze reagiraju osjetljivo na kvalitetu hrane tako, da su velike razlike u broju dana razvoja. Najkraći razvoj L_1 imale su ženke hranjene lužnjakom (Pakrac), a najdulji mužjaci na lipi (Spačva). Broj dana razvojne faze L_1 varira kod pojedinih individuumata tako, da sva presvlačenja nisu bila isti dan ni u jednoj seriji pokusa. Zato možemo govoriti samo o minimalnom i maksimalnom broju dana i o prosječnom ili srednjem broju dana. Tako su se na pr. razvijali mužjaci L. faze na hrastu kitnjaku (Spačva) 15–24



Graf. 4

Šrednji broj dana razvoja do izlaska imaga – Pakrac
 Mean number of days of development upto the appearance of adults – Pakrac

dana. Kod ishrane lipom trajao je razvoj jednog mužjaka do prvog presvlačenja 30 dana, a većina se mužjaka na lipi razvijala 22 dana. Razlike u trajanju razvoja mužjaka i ženki do I. presvlačenja nisu velike te iznose 1–2 dana. Izuzetak je kod prehrane grabom (Pakrac), jer se ženke I. faze presvlače 5 dana nakon mužjaka. Uspoređenje razvoja kod ishrane lipom možemo tumačiti utjecajem gladovanja, jer su gusjenice vrlo nerado uzimale lipu. Ovdje nikako nije bio utjecaj mehanički, odnosno tvrdoća lista, jer smo gusjenicama davali sasvim mladi list, već lipa nije hrana, koja privlači mlade gusjenice.

Između prvog i drugog presvlačenja (L_2) kvaliteta hrane nema gotovo nikakav utjecaj na razvoj tako, da je broj dana razvoja II. faze kod obadva spola 8–10 dana. Minimalni broj dana razvijaju se ženke na hrastu lužnjaku i kitnjaku i mužjaci na lužnjaku i šljivi, 7 dana. Najveće individualne razlike u trajanju L_2 imaju mužjaci na lužnjaku, 7–13 dana. Razvoj L_2 na lipi ne razlikuje se od razvoja na ostaloj hrani.

Razvoj gusjenice od drugog do trećeg presvlačenja (L_3) traje na lipi 8–11 dana, a na ostaloj hrani 6, 5–8 dana. Prema tome u fazi L_3 lipa nešto usporuje razvoj, a sve ostale vrste hrane u pokusima imaju gotovo isto djelovanje. Maksimalni broj dana faza L_3 imaju pojedine ženke i mužjaci na lipi (Spačva) – 13 dana, a minimalan ženke na kitnjaku (Pakrac) – 5 dana.

U fazi L_4 , između trećeg i četvrtog presvlačenja, kvaliteta hrane nema uglavnom veći utjecaj na razliku u razvoju. Gusjenice se razvijaju 7, 3–11 dana. Razlike u trajanju ove faze između mužjaka i ženki iznose 1–2 dana, osim na lipi (Spačva), na kojoj se ženke razvijaju prosječno 4 dana dulje nego mužjaci. Gusjenice se razvijaju od četvrtog do petog presvlačenja, odnosno do zakukuljenja (L_5) vrlo različito.

Iza četvrtog presvlačenja može doći u pojedinim slučajevima i do petog, što je vidljivo iz grafikona 3 i 4, te tako dolazi do faze L_6 . Ako dođe do te faze, onda je faza L_5 relativno kratka, t. j. 6 (jabuka i šljiva) do 9,5 (kitnjak) dana. Inače faza L_5 traje prosječno mnogo dulje, kod ženke 15 (grab) do 18 (lipa) dana, a kod mužjaka 12 (bukva) do 18 (lipa) dana.

U toku uzgoja gusjenica varirao je broj presvlačenja kod mužjaka i ženki od 4–5 puta. Pet presvlačenja imaju većinom ženke, a mužjaci iz nekih legala, koji su se hranili hrastom kitnjakom i bukvom (Spačva). U tabeli 1 vidi se % gusjenica, koje

Vrst biljke <i>Plant Species</i>	Spačva		Pakrac	
	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂
lužnjak <i>Quercus pedunc.</i>	80	0	0	0
kitnjak <i>Quercus sessilifl.</i>	100	20	0	0
grab <i>Carpinus betulus</i>	100	0	0	0
bukva <i>Fagus sylvatica</i>	100	25	100	0
lipa <i>Tilia grandifol.</i>	67	0	100	0
jabuka <i>Malus domestica</i>	33	0	50	0
šljiva <i>Prunus domest.</i>	50	0	33	0

Tab. 1

% gusjenica sa 6 razvojnih laza
Percentage of the larvae with
5 developmental stages

su se 5 puta presvukle. Razlika između 100% i podataka u tabeli znači % gusjenica sa 4 presvlačenja do zakukuljenja. 5 presvlačenja imale su sve ženke iz Spačve na kitnjaku, grabu i bukvi, a iz Pakraca na bukvi i lipi. U relaciji s ostalim ženkama u pokusima najmanja % presvukao se 5 puta na jabuci i šljivi (33–50%). Od mužjaka iz Pakraca nije se nijedan 5 puta presvukao.

Prema podacima o broju presvlačenja, koje smo dobili u našim pokusima, možemo zaključiti, da svakako hrana imade svoj utjecaj

na dužinu razvoja, kao i na broj presvlačenja, ali s obzirom na razlike, koje imamo u pokusima između legala iz Spačve i Pakraca, mogli bismo kazati, da hrana ima svoj utjecaj i na potomstvo. Prema našim podacima izgledalo bi ovako: ako su roditelji hranjeni listom bukve, onda imaju mužjaci u potomstvu bez obzira na vrstu hrane samo 4 presvlačenja (Pakrac), a ako su se roditelji hranili listom hrasta lužnjaka (Spačva), onda mužjaci kod izmjene hrane mogu imati i 5 presvlačenja. Među ženkama u potomstvu ima uvijek individuuma s 5 presvlačenja, ako su se roditelji hranili lužnjakom, a ako bukvom, onda imaju ženke na lužnjaku, kitnjaku i grabu samo 4 presvlačenja. Razumije se, da ovaj zaključak nije definitivno te da je potrebno izvršiti dalja istraživanja, kako bi se mogao točno utvrditi utjecaj hrane na broj presvlačenja daljeg potomstva.

Faza gusjenica od petog presvlačenja do zakukuljenja (L_6) najkraća je kod ženki hranjenih grabom – 10 dana (Spačva), a najdulja kod ženki na lipi – 25 dana (Spačva).

Stadij kukuljice traje kod ženki na bukvi 9 dana, na jabuci 13,3 dana. Kod mužjaka je mirovanje u kukuljici najkraće na lipi, 12, a najdulje na grabu 15,6 dana. Općenito mužjaci miruju u kukuljici dulje nego ženke.

U graf. 5 i 6 prikazana je duljina razvoja ženki i mužjaka »individualnih pokusa«, koja varira pod utjecajem različite hrane. Kružići označuju srednji broj dana, dužine ispod njih minimalni, a iznad njih maksimalni. Razlike u trajanju razvoja gubara iz Spačve i Pakraca pokazuju, da je utjecaj različitog ambijenta, u kojem se razvijao originalni materijal, tako jak, da on dolazi do izražaja i u slučaju, ako se potomstvo razvija u istim uvjetima s obzirom na klimu i prehranu. Ovu smo činjenicu utvrdili i na temelju mortaliteta gubara, kao i seksualnog indeksa, što će se vidjeti u daljim poglavljima.

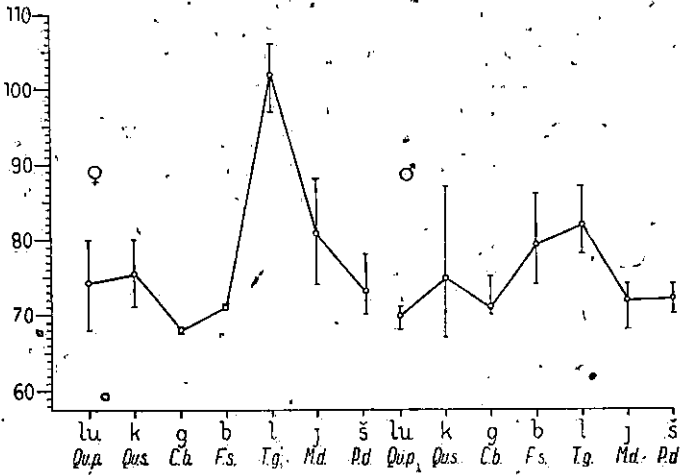
Iskukuljivanje ima nakon prehrane gusjenica raznom hranom imalo je ovaj tok: razvoj na lužnjaku: leptiri obadva spola započinju se iskukuljivati gotovo u isto vrijeme. Mužjaci se pojavljuju 2 dana prije nego ženke. Kod pokusa s gubarom iz Spačve ženke su izlaskom iz kukuljica još 9 dana nakon izlaska posljednjeg mužjaka.

Ishrana gubara s kitnjakom utječe na iskukuljivanje, tako da se ženke i mužjaci počinju javljati u isto vrijeme, ili je početak iskukuljivanja mužjaka 4 dana prije nego kod ženki (Spačva). 2–7 dana nakon izlaska posljednjih ženki mužjaci izlijeću još iz kukuljica.

Kod graba se ženke pojavljuju 2 dana prije nego mužjaci, koji izlaze još iz kukuljica 7–11 dana nakon iskukuljenja zadnjih ženki.

Kod prehrane bukvom mužjaci izlaze iz kukuljica 2 dana prije ženki ili 3 dana nakon njihova izlaska. 15 dana iza izlaska zadnje ženke javljaju se još mužjaci.

Broj dana - Number of Days

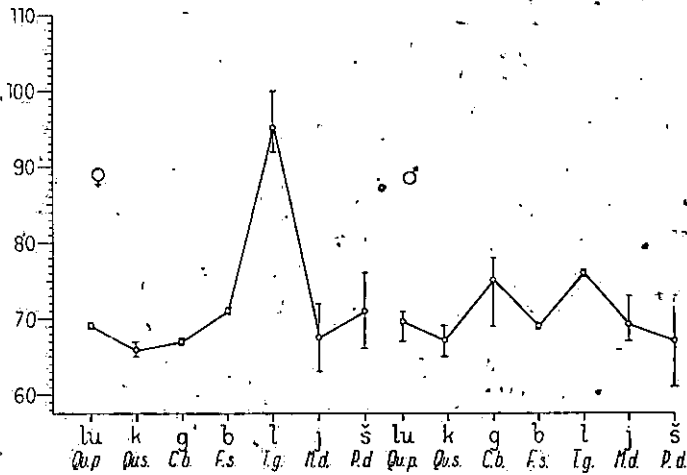


Graf. 5

Razlike u trajanju razvoja ženki i mužjaka (Spačva)

The differences in the duration of development of females and males (Spačva)

Broj dana - Number of Days



Graf. 6

Razlike u trajanju razvoja ženki i mužjaka (Pakrac)

The differences in the duration of development of females and males (Pakrac)

Lipa utječe na pojavu leptira tako, da mužjaci započinju s iskukuljivanjem mnogo prije nego ženke, 16-19 dana. Nakon pauze od 10-19 dana javljaju se ženke, kojih iskukuljivanje traje još 19-24 dana nakon nestanka mužjaka.

Prehrana gusjenica jabukom ima različit utjecaj na pojavljivanje leptira. Prve ženke izlaze iz kukuljica 6 dana nakon iskukuljenja prvih mužjaka ili se javljaju 4 dana prije njih. U prvom slučaju one započinju s iskukuljivanjem istodobno kada izlaze posljednji mužjaci te se još dalje javljaju 14 dana. U drugom slučaju mužjaci i ženke prestaju izlaziti iz kukuljica gotovo u isto vrijeme.

Kod šljive se ženke i mužjaci javljaju u isto vrijeme ili ženke 5 dana nakon mužjaka. Mužjaci završavaju iskukuljivanjem 3-4 dana prije nego ženke.

Vrst biljke Plant Species	Spačva						Pakrac					
	♀			♂			♀			♂		
	dani Days	srednjak Mean	broj presvl. no. of poult.	dani Days	srednjak Mean	broj presvl. no. of poult.	dani Days	srednjak Mean	broj presvl. no. of poult.	dani Days	srednjak Mean	broj presvl. no. of poult.
lužnjak <i>Quercus ped.</i>	68-80	74,5	4-5	68-71	70	4	69	69	4	67-71	70	4
kitnjak <i>Quercus sess.</i>	71-80	75,5	5	67-87	75	4-5	65-67	66	4	65-69	67,5	4
grab <i>Carpinus bet.</i>	68	68	5	70-75	71	4	67	67	4	69-78	75	4
bukva <i>Fagus sylvatica</i>	71	71	5	74-86	79,5	4-5	71	71	5	69	69	4
lipa <i>Tilia grandifol.</i>	97-106	102	4-5	78-87	82	4	92-100	95,5	5	76	76	4
jabuka <i>Malus domest.</i>	74-88	81	4-5	68-74	72	4	63-72	68,5	4-5	67-73	69,5	4
šljiva <i>Prunus domest.</i>	70-78	73	4-5	70-74	72	4	66-76	71	4-5	61-73	67	4

Tab. 2

Ukupni razvoj gubara od izlaska gusjenice iz jajeta do imaga
Total development of gipsy-moth from the time of leaving the egg to adulthood

Kako se vidi iz srednjaka u priloženoj tabeli, vrsta hrane utječe na duljinu razvoja kod ženki jače, nego kod mužjaka. Obadva se spola razvijaju najdulje na lipi.

U leglu iz Spačve ženke su se razvile najbrže na grabu. Kod lužnjaka, kitnjaka, bukve i šljive nema većih razlika u duljini razvoja ženki. Osim lipe utjecala je i jabuka na sporiji razvoj ženki. - Mužjaci iz Spačve razvijali su se na bukvi gotovo jednako dugo kao i na lipi. Ostale vrste hrane utjecale su na razvoj mužjaka dosta slično s obzirom na duljinu razvoja.

U leglu iz Pakraca nema većih razlika u razvoju ženki na različitoj hrani, osim na lipi. Isto je tako i s razvojem mužjaka s tom razlikom, što je grab utjecao gotovo jednako na produljen razvoj kao i lipa.

Iz rezultata i individualnih pokusa prehrane vidi se ovo:

1. Od svih razvojnih faza gusjenica najveće razlike u trajanju razvoja pod utjecajem različite hrane ima L_1 . Prema tome gusjenice su najosjetljivije do prvog presvlačenja. Minimalni broj dana razvijaju se ženke hranjene hrastom lužnjakom, 12 dana, a maksimalni mužjaci na lipi, 25 dana. Mužjaci i ženke hranjeni jednom istom vrstom hrane razvijaju se u ovoj fazi podjednako, s malom razlikom od 1–2 dana.

2. Na trajanje razvoja gusjenica L_2 -faze nema kvaliteta hrane nikakav utjecaj, pa kod obadva spola razvoj traje 8–10 dana.

3. U L_3 -fazi imaju najkraći razvoj ženke na jabuci i mužjaci na kitnjaku, 6,5 dana, a najdulji ženke na lipi, 11 dana. Gusjenice su općenito manje osjetljive, osim manjeg broja individua.

4. Minimalni broj dana u fazi L_4 imaju mužjaci na lipi, 7,3, a maksimalni ženke na bukvi i lipi, 11 dana. Razlike u razvoju s obzirom na utjecaj hrane su dosta malene.

5. Duljina razvoja u fazi L_5 zavisi o tome, da li dolazi do još jednog presvlačenja ili se gusjenice zakukulje. L_5 traje 12–18 dana, a ako dolazi do L_6 , onda traje samo 6–9,5 dana.

6. Gusjenice se u fazi L_6 razvijaju najkraće prehranom s grabom, 10 dana, a najdulje lipom, 25 dana: Prema tome je osjetljivost L_6 -faze od svih ostalih najveća s obzirom na način prehrane, a naročito se to odnosi na ženke.

7. Stadij kukuljice traje najkraće kod ženki hranjenih bukvom, 9 dana, a najdulje kod mužjaka na grabu, 15,6 dana. Općenito je mirovanje u kukuljici kraće kod ženki nego kod mužjaka. Izuzetak su gusjenice hranjene lipom, kod kojih traje stadij ženskih kukuljica dulje nego muških.

8. Kvaliteta hrane utječe vrlo jako na vrijeme pojavljivanja leptira iz jednog legla: ishranom gusjenica lužnjakom, kitnjakom i šljivom javljaju se obadva spola u isto vrijeme ili je protandrija, tako da se mužjaci javljaju 2–5 dana prije nego ženke. Prehrana grabom utječe na pojavu ženki 2 dana prije mužjaka, dakle je rezultat ishrane gusjenica grabom protoginija. Bukva izaziva i profandriju i protoginiju. Utjecaj lipa na protandriju je tako velik, da između pojave ženki i mužjaka nastupa pauza od 10–19 dana.

9. U naprijed iznesenom kao i u priloženim grafikonima vide se razlike u razvoju gubara na različitoj vrsti hrane: u prvom redu zapaženo je, da su gusjenice gubara najosjetljivije u I. i V. razvojnoj fazi na različitu vrstu hrane. Naročito to dolazi do izražaja kod prehrane lipom. Razlike u razvoju pojedinih individua na istoj hrani tumačimo različitim nasljedno stečenim osobinama, jer su uvjeti s obzirom na prehranu, temperaturu i zračnu vlagu u laboratoriju bili za sve individuum jednaki.

Druga je zanimljiva činjenica u tim pokusima razlika u dužini razvoja kod iste vrste hrane između gusjenica, koje potječu iz legla iz Pakraca i onih iz Spačve. Već smo naprijed spomenuli,

da u pogledu broja presvlačenja kod gusjenica postoje razlike između materijala iz Pakraca i onoga iz Spačve, a te se razlike očituju i kod obadva spola na istoj vrsti hrane. I ovdje bismo mogli primijetiti, da su vrsta hrane i ostali uvjeti staništa, na kojem su se razvijali roditelji, važni u pogledu razvoja potomaka, tako da kod svakog pokusa moramo uvijek računati s individualnim razlikama među potomcima istih roditelja, a pogotovo među individuima različitog podrijetla.

Plodnost ženki i mortalitet jaja

Vrsta hrane može utjecati neposredno na produkciju jaja tako, da je različita plodnost ženki produkt nejednake fiziološko-prehrambene vrijednosti hrane. Pojavu opadanja plodnosti ženki kroz generacije tumače neki autori kao posljedicu nedovoljne ishrane ženki, odnosno povremenog ili potpunog gladovanja ili kao posljedicu loših klimatskih uvjeta. Uzrok slabije prehrane gubara bio bi prema tome u utjecaju klimatskih prilika, u manjoj privlačnosti neke vrste hrane ili u nedostatku bilo kakve hrane u doba golobrsta u šumi. Ako bi gladovanje bilo jedini razlog opadanju plodnosti ženki, ondā bi kulminacija gradacije bila uvijek za vrijeme golobrsta, a poznato je, da kalamiteti gubara u pojedinim šumskim predjelima imaju vrlo različitu gradacijsku krivulju, bez obzira na to, da li je u šumi bilo golobrsta ili ne. Dapače krivulja može imati dva maksimuma, a da u šumi nije bilo golobrsta.

Na plodnost gubara utječu i klimatski uvjeti, koji djeluju tako, da se kod niže temperature gusjenice slabije hrane. Budući da nas je zanimalo, kako na promjene u plodnosti utječe vrsta hrane, uz pretpostavku, da je klima povoljna, ograničujemo se samo na činjenice utvrđene pokusima prehrane.

Pokusni materijal sabran u Spačvi bio je slabije plodnosti od onog u Pakracu, što se vidi po manjem broju jaja u leglima (O). (U tumačenjima razvoja pojedinih generacija gubara služimo se kraticama: O=originalni materijal (sabran u šumi), P₁=prvo potomstvo, P₂=drugo potomstvo, P₃=treće potomstvo.) Većina legala u Spačvi sadržavala je prosječno manje od 150 kom. jaja. Materijal iz Pakraca sastojao se iz većih legala, od kojih je imala većina iznad 150 kom. jaja.

Ako usporedimo minimalni i maksimalni broj jaja O i P₁ (tab. 3), vidjet ćemo, da se u P₁ znatno povećala razlika u broju jaja (v) pojedinih legala. Opadanje broja jaja pod utjecajem hrane u doba degradacije kalamiteta nije prema tome pravilno, nego se povećava varijabilnost između broja jaja u pojedinim leglima. Ove razlike nastaju uglavnom uslijed toga, što se u P₁ povećao broj vrlo malih legala, koja sadržavaju prosječno manje od 50

komada jaja. Poneke ženke P₁ odložile su veći broj jaja nego ženke O (vidi u tabeli maksimalni broj jaja P₁ u uzgoju na kitnjaku, bukvi, jabuci i šljivii).

U daljim generacijama, P₂ i P₃, primjećuju se manje razlike (v) u broju jaja pojedinih legala (tab. 4 i 5). Prema ovoj činjenici i povećanom prosječnom broju jaja u leglima razabiramo, da su nakon ugibanja gubara u pokusima 1951. god. preostale ženke najjače vitalne i rasplodne sposobnosti.

Bijka Plant	Nalazište jačnog le- gla O-gen. Origin of Egg-mass of Org. cast	O - Original material								P ₁ - 1st progeny									
		Broj leg- ja No. of Eggs	Uk.br. jaja Total No. of Eggs	Broj jaja u 1 leglu Number of Eggs in 1 Egg-mass	Mort. jaja 1 leglu Egg mortality of 1 Egg-m.	M±m	v	M±m	v	Broj leg- ja No. of Eggs	Uk.br. jaja Total No. of Eggs	Broj jaja u 1 leglu Number of Eggs in 1 Egg-mass	Mort. jaja 1 leglu Egg mortality of 1 Egg-m.	M±m	v	M±m	v		
kitnjak lužnjak flour. pod	Pakrac	7	1559	186	273	225,0 ±14,9	17,5	8,9 ±3,2	84,8	4,2	13	937	6	192	74,6 ±15,4	76,2	54,6 ±10,9	73,5	74,5
	Spačva	8	1220	96	236	155,0 ±12,3	22,8	7,0 ±1,6	65,4	4,4	25	2291	3	229	87,0 ±12,0	68,9	47,6 ±10,1	106,3	49,5
kitnjak kora. stavl	Pakrac	8	1429	114	242	177,5 ±17,2	27,5	7,5 ±2,7	100,0	3,9	24	3671	29	270	155,0 ±12,1	38,4	61,2 ±12,9	102,9	38,1
	Spačva	6	562	30	192	99,9 ±23,8	58,5	15,0 ±3,8	94,2	14,1	14	2551	40	335	178,6 ±19,5	40,7	98,6 ±21,8	82,9	61,5
grab Capin. b. b. b.	Pakrac	7	1070	121	222	169,9 ±11,2	17,6	1,1 ±0,3	73,0	0,6	8	438	1	147	60,0 ±17,0	79,8	30,0 ±9,4	88,3	48,6
	Spačva	8	586	33	129	87,6 ±8,6	27,9	22,5 ±7,4	93,2	27,6	15	1370	43	140	90,6 ±8,6	36,8	42,0 ±9,5	91,7	43,5
bukva kora. st.	Pakrac	8	1719	72	365	195,0 ±8,9	12,8	3,3 ±0,1	89,2	1,3	11	1100	1	156	100,9 ±10,7	41,7	60,8 ±11,6	63,2	59,6
	Spačva	8	550	38	96	70,0 ±8,4	34,0	30,0 ±10,9	107,7	40,3	8	766	9	206	100,0 ±20,0	56,6	32,4 ±17,5	94,3	52,1
lipa lila grand.	Pakrac	8	2287	167	445	290,0 ±27,2	26,6	5,8 ±1,7	8,3	1,9	2	1	0	1	0,5 ±0,3	23,7	—	—	—
	Spačva	8	1040	82	218	132,4 ±11,5	33,4	28,8 ±3,9	38,5	21,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
jabuka Falsa dom.	Pakrac	8	1047	67	216	128,6 ±19,4	42,7	5,7 ±1,3	62,3	3,8	19	2638	11	308	138,2 ±18,8	59,3	67,0 ±16,6	108,2	41,8
	Spačva	8	1980	171	328	247,5 ±28,5	32,6	40,0 ±9,3	66,0	14,5	15	1952	9	349	169,7 ±24,9	56,9	65,0 ±17,7	105,4	42,1
šljiva Prunus dom.	Pakrac	8	1568	119	300	232,0 ±20,0	24,4	6,0 ±2,3	109,0	7,8	17	4259	104	417	249,8 ±20,6	33,9	75,0 ±14,9	82,2	27,8
	Spačva	8	710	14	139	96,4 ±14,8	43,6	24,0 ±4,8	28,3	26,3	15	2434	17	287	162,9 ±18,7	44,8	69,1 ±15,7	68,4	51,7

Tab. 3

Broj i mortalitet jaja u leglima O i P₁
Number and mortality of the eggs in the egg masses O and P₁

Primijećeno je, da se gubar nakon prijenosa vjetrom u brdske šume dobro razvije na bukvi te može odložiti legla s velikim brojem jaja. Međutim, on u tim predjelima nestaje za 2-3 godine, što se može dovesti u vezu s lošim klimatskim uvjetima, koji vladaju u tim predjelima. U pokusima prehrane gubara bukvom pojedine su ženke odložile veći broj jaja, ali se zato znatno povisio mortalitet jaja. U idućoj se generaciji povećao broj malih legala. Najmanja su legla sadržavala samo nekoliko komada jaja. Gusjenice hranjene bukvom uginule su druge godine pokusa uglavnom prije prvog presvlačenja, a iste godine na bukvi se nije razvio nijedan leptir. Ova činjenica utvrđena pokusima prehrane gubara bukvom pokazuje, da bukva djeluje nepovoljno na razvoj većeg broja generacija gubara.

Prehrana gubara hrastom kitnjakom kroz 3 generacije utjecala je na plodnost ženki tako, da je ona postepeno rasla, jer se srednji broj jaja u jednom leglu znatno povećao do P_3 , a varijabilnost (v) se broja jaja u leglima smanjila. U pogledu djelovanja kitnjaka ima jedna zanimljiva činjenica, a to je da je kod materijala iz Pakraca, čiji se O u šumi hranio bukvom, došlo do opadanja broja jaja u P_1 , a povećala se varijabilnost broja jaja u leglima.

Biljka Plant	P_2 - 2nd progeny								
	Broj leg. jaja No. of eggs in Egg-m.	Uk. br. jaja No. of eggs	Broj jaja u 1 leglu Number of Eggs in 1 Egg-mass				Mort. jaja 1 legla Egg mortality of 1 Egg-m.		
			min.	max.	$M \pm m$	v	$M \pm m$	v %	
lužnjak <i>Quercus ped.</i>	2	993	321	678	500,0 $\pm 124,0$	23,5	60,0 $\pm 32,5$	76,4	12,0
kitnjak <i>Quercus sess.</i>	5	1288	157	353	255,0 $\pm 26,8$	35,0	15,5 $\pm 1,5$	21,4	6,1

Tab. 4

Broj i mortalitet jaja u leglima P_2 (Spačva)
Number and mortality of the eggs in the
egg masse P_2 (Spačva)

dođuše, povećao broj jaja u leglima, ali smo zato imali mnogo veći broj jajnih legala nego godinu dana ranije.

Nakon 2 godine u pokusima s materijalom iz Pakraca uginule su nam gotovo sve gusjenice. Jedino u uzgoju na hrastu lužnjaku razvila se jedna ženka. Budući da smo namjeravali gojiti dalje generacije gubara iz brdskih šuma, kopulacija je izvršena s mužjakom iz Spačve. Nakon toga ova je ženka odložila leglo, koje se sastojalo od 501 kom. jaja. Iz svih jaja, osim jednog, izašle su gusjenice.

Plodnost ženki iz Spačve na bukvi i grabu povećala se u P_1 . Sasvim oprečne rezultate dobili smo u uzgoju gusjenica iz Pakraca, gdje se smanjio broj jaja u leglima. Mortalitet je jaja u svim uzgojima P_1 na grabu i bukvi povećan. U ovoj se generaciji nije razvio nijedan leptir, jer su gusjenice hranjene grabom i bukvom uginule.

Lipa djeluje na plodnost gubara nepovoljno. U relaciji s ostalim pokusima uzgoj na lipi najjače je utjecao na smanjenje broja jaja u leglima P_1 . Pokusni materijal sabran u Spačvi bio je mnogo slabiji od onog iz Pakraca, a to vidi ne samo po relativno malim leglima, već i po slabijoj otpornosti prema nepovoljnoj hrani kao

Utjecaj hrasta lužnjaka na plodnost gubara u toku generacija dosta je sličan utjecaju kitnjaka. U P_1 dolazi do opadanja plodnosti ženki, a isto tako i povećanja mortaliteta jaja. Brza regeneracija spolnih organa vidi se već u P_2 (tab. 4), jer se broj jaja u leglima znatno povećao, a mortalitet jaja je relativno manji. U P_3 nije se,

Biljka Plant	Potomstvo legala iz Progeny of Egg-masses from	P_3 - 3rd progeny					
		Broj leg. jaja No. of eggs	Broj jaja u 1 leglu Number of Eggs in 1 Egg-mass		Mort. jaja 1 legla Egg mortality of 1 Egg-m.		
			min.	max.	$M \pm m$	v	
lužnjak <i>Quercus pedunculata</i>	Spačve	10	4191	362	523	420,0 $\pm 17,3$	12,4
	Pakraca	10	3821	158	596	385,0 $\pm 37,9$	31,2
kitnjak <i>Quercus sess.</i>	Spačve	6	1957	215	438	315,0 $\pm 28,7$	21,9

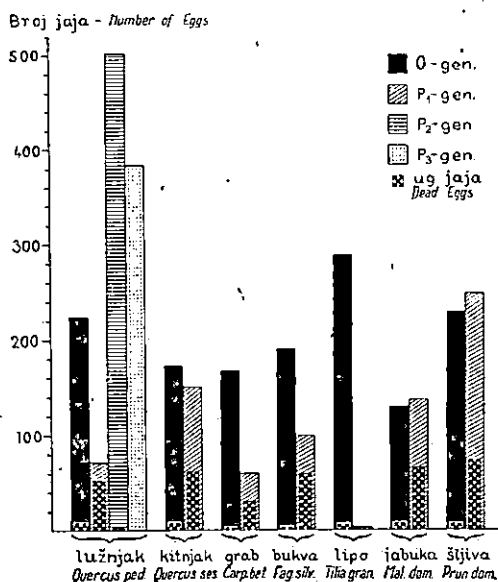
Tab. 5

Broj jaja u leglima P_3
Number of the eggs in the egg masses P_3

što je lipa. U pokusima prehrane gubara iz Spačve na lipi uopće nije bilo leptira.

S obzirom na produkciju jaja, odnosno povećanje plodnosti gubara šljiva i jabuka su vrlo povoljna hrana, ali u toku generacija prehrana tim biljkama utječe na prestanak zaraze potpunim uginućem gusjenica ili, kao što je slučaj na jabuci, s izlaskom samih mužjaka iz kukuljice.

U grafikonima 7 i 8 vidi-se mortalitet jaja u četiri generacije i srednji broj jaja u leglima pojedinih generacija. Mortalitet jaja u



Graf. 7

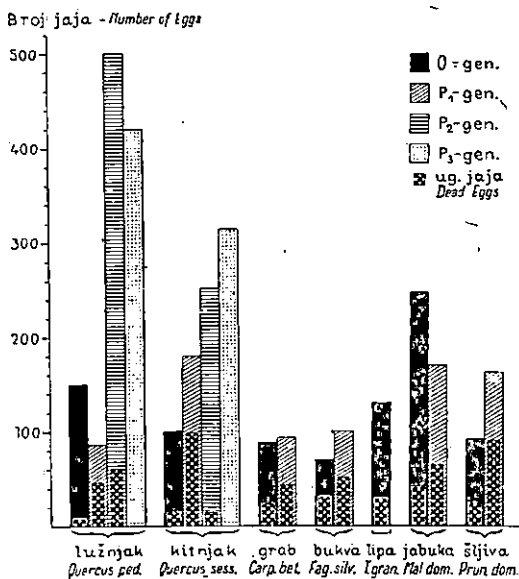
Grafički prikaz srednjeg broja jaja i mortaliteta legala iz Pakraca (O-P₃)
Graph showing the average number of the eggs and mortality of the egg masses from Pakrac (O-P₃)

O pokazuje, da su roditelji u brdskim šumama po svojoj konstituciji bili jači i zdraviji od roditelja, odnosno ženki iz nizinskih šuma, jer je % uginulih jaja iz nizinskih šuma mnogo veći od onih iz brdskih.

U P₁ vidimo, da je mortalitet jaja mnogo veći, nego u O, te pokazuje prilično velike razlike s obzirom na uzgoj na različitoj hrani. Međutim, i tu se može primijetiti, da je mortalitet jaja na materijalu, kojeg O potječe iz brdskih šuma, slabiji od onog u nizinskim šumama. S obzirom na to, što je došlo u P₂ do općeg uginuća individua, u grafikonima smo mogli prikazati samo mortalitet i broj jaja u uzgoju gusjenica na hrastu lužnjaku i kitnjaku.

Iz spomenutih grafikona jasno se vidi, da se na lipi nije razvila druga generacija. Kod P_2 i P_3 vidljivo je povećanje broja jaja, a ujedno i to da je u P_2 bilo ugibanje jaja razmjerno maleno, šta više i vrlo slabo. Za P_3 označen je samo srednji broj jaja, jer se dalja istraživanja prekidaju u ovoj radnji sa stadijem jaja P_3 . Broj jaja u P_2 i P_3 pokazuje tipičnu progradaciju gubara.

Iz naprijed iznesenih pokusa slijedi: Nakon generacije gubara s jakom plodnosti ženki dolazi do razvoja idućih generacija s oslabljenom funkcijom spolnih organa. To slabljenje plodnosti



Graf. 8

Grafički prikaz srednjeg broja jaja i mortaliteta legala iz Spačve (O-P₃)
Graph showing the average number of the eggs and mortality of the egg masses from Spačva (O-P₃)

redovito se jasno opaža kod treće i četvrte generacije u jednoj gradaciji. Već u drugoj generaciji, koja slijedi iza generacije s velikim brojem jaja u pojedinim leglima, pojavljuju se ženke, koje odlažu manji broj jaja nego njihove matere. Toj pojavi nije uzrok samo u pomanjkanju hrane, osobito ako nije došlo do golo-brsta u zaraženoj šumi, već se kod generacije, koja se pojavila nakon latence fiziološki regenerirana te je u stanju da odloži maksimalni broj jaja, događa, da se iz velikog broja odloženih jaja ne razvije veliki ili potpun broj konstitucionalno jakih potomaka. Iako se za produkciju jaja u tijelu ženke troše $\frac{2}{3}$ rezervne hrane, ne mora biti ta hrana u jednakoj mjeri dovoljna za razvoj svih potomaka, te se tako razvijaju konstitucionalno jači i slabiji

individuuma. U godini progradacije ne opažaju se te razlike, jer su ženke odložile prosječno veliki broj jaja. Ali u godini kulminacije plodnosti dolaze sve jače do izražaja razlike u utjecaju hrane na plodnost gubara, a s namnoženjem velikog broja slabih individuuma utječu i ostali vanjski faktori jačom mjerom na populaciju.

Da ženke ne odlažu uvijek jaja, iz kojih će se razviti fiziološki zdrave gusjenice sposobne za život, dokazuje činjenica, da najjače ugibanje gusjenica slijedi još u jajima ili u prvoj fazi razvoja. Ovome mogu biti tri razloga: premalo rezervne hrane kod stvaranja jaja u ovarijima, utjecaj hrane na plodnost ženki i odlaganje jaja, i treće, zaraženost jaja i jajnih gusjenica poliedrijom. Uslijed nedovoljne i nepovoljne hrane ili velikog broja jaja ne mogu sva jaja sadržavati dovoljne količine hranjivih tvari. Nepovoljna hrana može utjecati s jedne strane na stvaranje nekog broja potomaka nesposobnih za život, a s druge strane uzrokovati kod ženke odlaganje malog broja jaja. Poliedrija može djelovati u istom pravcu. Ona izaziva razaranje krvnih zrnaca i rezervnih stanica i time nepovoljno djeluje na funkciju spolnih organa, odnosno stvaranje jaja u ovarijima. Pored toga ona se može pojaviti već u ovarijalnom filamentu i zaraziti jaja u ovarijima te tako izazvati ugibanje gusjenica u jajima ili u prvoj fazi razvoja. Do tih zaključaka došli smo opažanjima i istraživanjima na terenu, kao i laboratorijskim pokusima. Slične rezultate dobila je i Roegnerova kod istraživanja poliedrije smrekova prelca (*Lymantria monacha* L.) (lit. 104).

Svi ti faktori kao: različita količina rezervne hrane u tijelu ženke, utjecaj hrane, utjecaj patogenih mikroorganizama i klimatske prilike uzrokuju s jedne strane oscilacije u gradacijama gubara, a s druge strane djeluju na razlike u konstituciji individua. Ovi faktori stalno igraju važnu ulogu kod pojavljivanja gubara i izazivaju različitu plodnost gubara.

Na kraju spominjemo važne činjenice, koje dolaze do izražaja u izvršenim pokusima s gubarom. U »Metodici rada« naveli smo da je u pokusima vršena oplodnja ženki s mužjacima iz istog legla. Budući da su kalamiteti gubara u nizimskim šumama Posavine i Podravine autohtonog podrijetla, kod velikog broja individuuma u populaciji često se događa, da mužjaci kopuliraju sa ženkama istog legla. Uslijed toga dolazi kroz generacije do razvoja mase individuuma slabe vitalne sposobnosti, te se smanjuje postepeno i plodnost. Oslabljena populacija masovno propada to brže, što je jači utjecaj bolesti i klimatskih uvjeta. Nakon degradacije populacije ostaje mali broj najotpornijih individuuma, te mužjaci njihova potomstva moraju letjeti na veće udaljenosti, da bi došlo do oplodnje ženki. Posljedica parenja individuuma različitog podrijetla je regeneracija populacije, koja se ponovno razvija u kalamitet.

Partenogeneza

Mogućnost partenogenetskog razmnožavanja gubara istraživali su mnogi autori, ali na temelju njihovih rezultata ne možemo izvesti nikakve zaključke značajne za praksu. Uglavnom se istraživalo, da li uopće postoji partenogeneza i koliko se generacija gubara može uzgojiti bez oplodnje. Rezultati autora su oprečni: *Carlter* je uzgojio tri, partenogenetske generacije. *Weijenburg* dvije, a *Fernaldov* uzgoj nije uspio. (cit. *Schedl*, lit. 109).

U praksi nije važno, koliko se generacija uopće može razviti partenogenetski, jer u populaciji gubara nije poznato takvo pomanjkanje mužjaka, da bi partenogenetsko razmnožavanje došlo do izražaja. Osim toga u slučaju momentane odsutnosti mužjaka ženke ne odlažu jaja odmah nakon iskukuljenja, već čekaju neko vrijeme do oplodnje, a to može trajati i nekoliko dana. Rjeđe se događa, da se seksualni indes povisi 100% u korist ženki ili da dođe do slučaja jače protoginije u nekom području. U takvim slučajevima i opet dolazi do oplodnje, jer jedan mužjak može oploditi više ženki. *Eckstein* (lit. 28) navodi, da jedan mužjak može oploditi 11 ženki. Jača protoginija također ne može biti uzrok partenogenetskom razmnožavanju, jer je ta pojava u rasplodu gubara rjeđa i ne dolazi do izražaja na većem području, tako da mužjaci, koji vrlo dobro lete, traže ženku na veće udaljenosti i mogu da izvrše oplodnju.

Partenogeneza je prema tome slučajnost u rasplodu gubara, a praktično je njeno značenje samo utoliko, što nije poznato, kakvo je potomstvo neoplođene ženke. Osim toga su se u praksi često puta gubareva legla s malim brojem jaja dovodila u vezu s partenogenezom. U tab. 3 međutim, vidimo, da je moguće da oplođene ženke odlažu vrlo mala legla, pa čak ima slučajeva, da su pojedine ženke uzgojene na lipi, bukvi i grabu odložile jedno jaje.

Da bismo dobili uvid u značaj partenogeneze, iako je ona kod gubara slučajna pojava, izvršili smo umjetne pokuse izlučivanjem ženki s razne hrane isključujući kopulaciju.

U tab. 6 vidi se, da su najmanji broj partenogenetskih jaja odložile ženke hranjene grabom, a najveći šljivom. Srednji brojevi jaja u leglima (M) pokazuju, da legla neoplođenih ženki ne moraju biti malena, dapače gotovo se ne razlikuju od legala oplođenih ženki iste populacije. Usporedimo li mortalitet jaja oplođenih (tab. 3) i neoplođenih ženki (tab. 6) onda vidimo da je mortalitet jaja u leglima od ženki, koje nisu kopulirale, mnogo veći. Neoplođena jaja ugibaju 93,4–100%. Jaja su u leglima oplođenih ženki uginula maksimalno 75%.

Sekcijom 600 abdomena oplođenih i neoplođenih ženki nakon ležanja jaja ustanovili smo, da u tijelu oplođenih ostaje vrlo mali broj jaja, prosječno manje od 11 kom. (tab. 7). Izuzetak su ženke hranjene lipom, kojima je srednji broj jaja zaostalih u abdomenu

iznosio 30 kom., dok je srednji broj odloženih bio 0,5 kom. U jajnicima neoplođenih ženki ostaje nakon leženja velik broj jaja, oko 50%. Katkada može zaostati i dvostruko više jaja, nego što je ženka odložila.

Broj jaja Number of Eggs	Nalazište jajnog le- gla - Origin of Egg-mass	<i>Quercus ped-</i> lužnjak		<i>Quercus sess-</i> kitnjak		<i>Carpinus bet-</i> grab		<i>Fagus sylvat-</i> bukva		<i>Lilja grandif.</i> lipa		<i>Malus dom.</i> jabuka		<i>Prunus dom</i> šljiva	
		M±m	v	M±m	v	M±m	v	M±m	v	M±m	v	M±m	v	M±m	v
u 1 leglu in 1 Egg-mass	Pakrac	47,7 ±9,5	65,8	81,3 ±11,7	62,7	42,0 ±16,3	88,1	95,8 ±17,9	32,7	47,0	—	100,8 ±18,0	60,3	144,0 ±29,2	63,9
	Spačva	61,0 ±16,3	80,0	128,4 ±18,9	50,9	48,6 ±12,0	79,2	75,0 ±13,1	80,3	—	—	112,5 ±32,2	85,7	39,9 ±17,8	109,2
uginulih dead	Pakrac	47,7 ±9,5	65,8	79,8 ±12,3	66,8	38,0 ±13,0	76,8	87,5 ±9,7	19,2	47,0	—	98,4 ±18,6	69,0	138,0 ±29,3	67,0
	Spačva	52,2 ±15,5	89,4	125,0 ±18,3	50,7	46,8 ±12,4	84,6	72,0 ±15,0	83,4	—	—	108,3 ±32,8	90,8	39,0 ±18,3	119,9
u tijelu ♀ nakon leženja in the Body of ♀ after laying	Pakrac	52,5 ±12,6	79,8	92,4 ±16,4	79,6	41,3 ±7,0	38,2	65,1 ±22,6	57,0	—	—	107,2 ±22,6	107,2	117,0 ±29,9	81,0
	Spačva	122,6 ±30,5	75,2	87,0 ±21,1	84,7	72,0 ±20,0	92,7	75,6 ±19,5	103,2	—	—	88,1 ±17,6	56,6	40,0 ±17,3	107,0

Tab. 6

Jajna legla partenogenetskog razmnožavanja
Egg masses of unmated females

Iz priložene se tabele 6 jasno vide razlike u broju odloženih jaja i jaja zaostalih u ovariju; vidi se broj uginulih jaja, iz kojih nisu izašle gusjenice. Najčešće se u jajima neoplođenih ženki nisu uopće razvile jajne gusjenice.

Iz partenogenetskih legala izašlo je vrlo malo gusjenica, oko 1-4%, koje su uginule nakon nekoliko dana, a da se uopće nisu hranile.

Pri brojenju jaja u leglima neoplođenih ženki ustanovili smo, da su se uginula jaja osušila i sva su se bez razlike spljoštila te postala potpuno prozirna na mjestu uleknuća. Oko prozirne sredine skupio se žumanjak i stvrdnuo tako, da je jaje imalo izgled žutog prstena ili perle. Među uginulim jajima oplodjenih ženki nađena su također jaja takva oblika i boje. Po sličnosti ovih jaja mogli bismo pretpostaviti, da se i kod oplodjene ženke ne oploduju sva jaja, tako da u leglima takvih ženki može biti nekoliko neoplođenih jaja. Do konačnog zaključka o tome moglo bi se doći jedino na temelju detaljnih istraživanja, a to je zadaća daljeg studija biologije gubara.

Biljka Plant	Pakrac		Spačva	
	M±m	v	M±m	v
lužnjak <i>Quercus ped-</i>	16±0,5	109,6	38±1,3	159,3
kitnjak <i>Quercus sess-</i>	0,9±0,3	141,0	1,3±0,5	150,0
grab <i>Carpin. betul.</i>	2,6±1,4	123,0	5,4±1,8	124,4
bukva <i>Fagus sylvat.</i>	9,2±3,6	136,0	10,9±3,7	82,9
lipa <i>Lilja grandif.</i>	30,0±14,2	66,7	—	—
jabuka <i>Malus domest.</i>	3,2±1,2	150,0	1,0±0,5	150,0
šljiva <i>Prunus dom.</i>	1,9±0,8	160,2	10,6±5,4	145,0

Tab. 7

Broj jaja u jajnicima oplodjenih ženki nakon leženja
Number of the eggs in the ovaries of inseminated females after egg-lying

Legla neoplodenih ženki razlikuju se po vanjskom izgledu od legala oplodenih. Neoplodene ženke čekaju neko vrijeme mužjaka i skidaju dlačice sa zatka ostavljajući ih na kori, a onda počinju leći jaja u malim grupama ili pojedinačno. Jaja ostaju većinom nepokrivena ili ih ženke pokriju rijetkim slojem vunice sa zatka. Katkada puštaju jaja slobodno na zemlju. Vrlo rijetko se događa, da odlože leglo normalnog oblika, ali ono se razlikuje od legala oplodenih ženki po tome, što jaja nisu potpuno pokrivena vunicom.

Mortalitet gusjenica

Eksperimentima mnogih istraživača dokazano je da se konstitucija organizma mijenja pod utjecajem gladi, nepovoljne ishrane, loših klimatskih prilika, bolesti itd. a oslabljenje organizma ne ispoljuje se uvijek odmah, već može doći do izražaja tek u idućoj generaciji.

Kalamiteti gubara u našim krajevima javljaju se periodično, a poznato je, da se degradacija manifestira s povišenjem mortaliteta gusjenica, kukuljica i jaja gubara. Povišenje mortaliteta gubareve populacije istraživali su mnogi autori, koji navode kao uzroke klimu, parazite i bolesti, zatim pomanjkanje hrane, odnosno gladovanje gusjenica u doba golobrista u šumi. Utjecaj gladovanja na mortalitet kao važan faktor prestanka kalamiteta poznat je iz rezultata istraživanja mnogih autora, koje navodi *Schedl* (lit. 109).

Prema *Wellensteinu* (lit. 141) i *Sattleru* (lit. 108) gusjenice ugibaju iz ovih razloga: 1. Sklonosti da preferiraju neku vrstu hrane, 2. mehaničkog utjecaja, t. j. sposobnost je gusjenica veća ili manja, da neku hranu usitne odnosno sažvaču i 3. fiziološkog utjecaja; on je određen kvalitetom hrane.

Kod naših pokusa uzgoja gusjenica primijetili smo, da one ne pokazuju sklonost jedino prema lipi. Lišće su vrlo oskudno nagrizle, naročito dok su bile u mlađim razvojnim fazama. U ovom slučaju nije mogao biti mehanički utjecaj, jer smo posve mladim gusjenicama davali mekan, mladi list, koji su nerado jele. Sve ostale vrste hrane u pokusima utjecale su na mortalitet fiziološki.

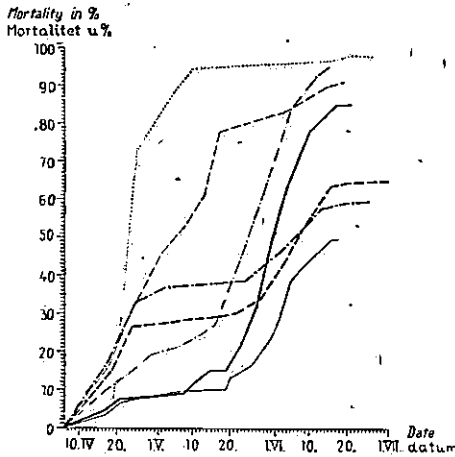
Radi velikog broja podataka dobivenih u toku tri godine, prikazali smo mortalitet gusjenica samo grafički. Grafikoni 9-18 pokazuju mortalitet gusjenica u skupnim pokusima. Sve su vrijednosti u njima srednje vrijednosti postotaka dnevnih ugibanja gusjenica od 8 repeticija. Postoci mortaliteta gusjenica svakog pojedinog legla, odnosno repeticije, računani su s obzirom na ukupni broj gusjenica izašlih iz legla. Krivulje u grafikonu označuju: — hrast lužnjak, — hrast kitnjak, — grab, — bukju, lipu, — jabuku, — šljivu.

I. POKUSI 1950. G.O.D. (P₁)

a) Gusjenice iz brdskih šuma (Pakrac)

Broj gusjenica izašlih iz pojedinih legala brdskih šuma varirao je između 108 i 428 koñ.

U graf. 9 vidimo, da je relativno najmanji mortalitet gusjenica, ako se hrane hrastom kitnjakom (49,7^o/o), zatim j bukom (59,1^o/o) i šljivom (64,8^o/o), a najveći kod ishrane lipom (98,5^o/o). Mortalitet gusjenica na hrastu luñnjaku, bukvi i grabu dosta je visok, iznad 85^o/o.



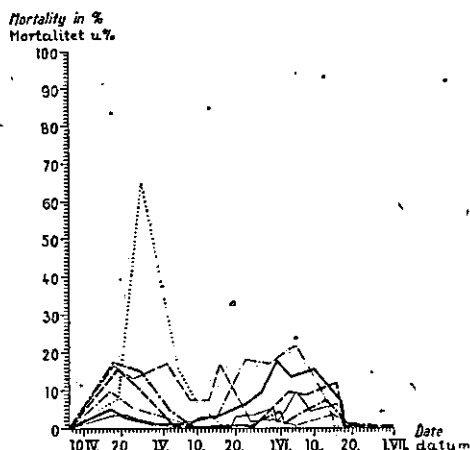
Graf. 9

Mortalitet gusjenica iz Pakraca (P₁)
Mortality of the larvae from Pakrac (P₁)

Iz ovog bi se moglo zaključiti da je u brdskim šumama Posavine i Podravine najvažnija biljka za prehranu gusjenica gubara hrast kitnjak, a ne bukva, jer je kod hrasta mortalitet manji, nego kod bukve. Zanimljivo je, da je u pokusima s gubarom iz Pakraca bio mortalitet na hrastu luñnjaku veći nego na kitnjaku, jabuci i šljivi. U tom pravcu postoje neke razlike između materijala iz Pakraca i onoga iz Spačve, što ćemo vidjeti iz graf. 11.

Kvaliteta hrane dosta jako utječe na tok ugibanja gusjenica, što prikazuje graf. 10. Gusjenice hranjene hrastom luñnjakom, kitnjakom i grabom najviše ugibaju u starijim razvojnim fazama, a bukvom, jabukom i šljivom u mlađim. U razdoblju između II. i

IV. razvojne faze gusjenice najmanje ugibaju, osim ako su hranjene bukvom. Krivulja mortaliteta, koja prikazuje utjecaj ishrane lipom, dosta je pravilna te ima maksimum u I. razvojnoj fazi gusjenica. Najviše je gusjenica uginulo 19. dan nakon izlaska iz jaja. Većina mladih gusjenica vrlo se nerado hranila lipom, tako da je gladovanje bilo primaran uzrok tako visokom mortalitetu.



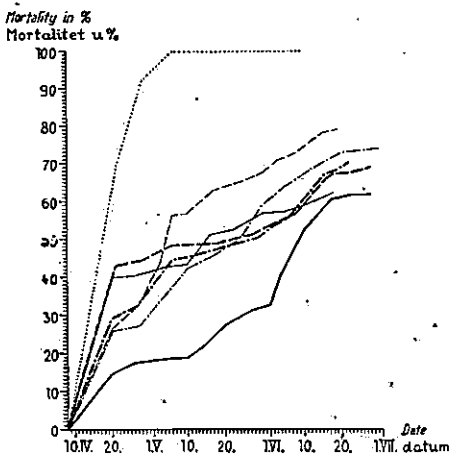
Graf. 10

Dnevni mortalitet gusjenica iz Pakraca (P₁)
Daily mortality of the larvae from Pakrac (P₁)

b) Gusjenice iz nizinskih šuma (Spačva)

Jajna legla sabrana u Spačvi imala su manji broj jaja nego ona iz Pakraca. Minimalni broj gusjenica izašlih iz jednog legla bio je 8 kom., a maksimalni 223 kom. Razlog ovoj pojavi bio bi ovaj: do progradacije je došlo u spačvanskom basenu 1946. god., a do kulminacije 1948. god. U Papuku je došlo do nagle progradacije 1948. god., kada je u nizini već bila kulminacija, jer su gusjenice gubara iz nizine prebačene vjetrom u brda. Malen broj jaja u jajnim leglima u materijalu iz Spačve (O) pokazuje, da je u tom predjelu bila populacija u degradaciji, uslijed čega je iste godine u jesen došlo do latence. Razlike u broju jaja kod gubara nizinskih i brdskih šuma mogu se tumačiti tako, da je bukva u brdima utjecala povoljno na porast plodnosti, ali je već u idućoj generaciji došlo do masovnog ugibanja gusjenica. Zato se gubar nakon prijelaza u brdske šume zadržava u njima redovito još 1-2 god., a onda dolazi do naglog propadanja populacije.

Usporedimo li graf. 9 s graf. 11, koji prikazuje mortalitet gusjenica iz legala nizinskih šuma, vidimo, da su u uzgoju gubara iz tog područja znatno manje razlike u mortalitetu gusjenica pod utjecajem razne hrane. Isto je tako i tok ugibanja jednoličniji. Najmanji je mortalitet gusjenica bio kod ishrane hrastom lužnjakom (61,8%) i kitnjakom (62,3%), a najveći kod lipe (100%).



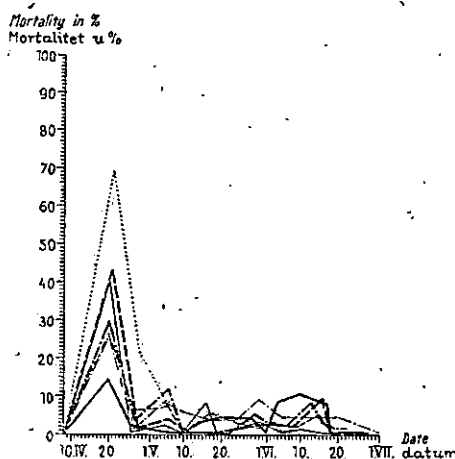
Graf. 11

Mortalitet gusjenica iz Spačve (P₁)
Mortality of the larvae from Spačva (P₁)

Jabuka i šljiva djeluju dosta slično (jabuka 70,2% mort., šljiva 69,1%), (graf. 11). Bukva i grab su biljke, koje djeluju na veće ugibanje gusjenica, premda u šumama ove biljke često stradavaju od gubara. Utjecaj bukve i graba na povećan mortalitet zapažen je i u pokusima s gusjenicama iz Pakraca.

Ugibanje gusjenica, prikazano graf. 12, slijedilo je po danima drugačijim tokom, nego kod gusjenica iz Pakraca. Sve vrste hrane u pokusima utjecale su na maksimalni mortalitet gusjenica u I. razvojnoj fazi, što pokazuje slabiju fiziološku konstituciju gusjenica iz Spačve od gusjenica iz Pakraca. Zanimljiva je u ovim pokusima razlika u utjecaju hrasta lužnjaka i kitnjaka. Ukupni je mortalitet gusjenica na ove dvije biljke približno jednak, ali su gusjenice na kitnjaku osjetljivije u I. fazi razvoja te više ugibaju. Maksimalni % mortaliteta pod utjecajem lipe bio je 13. dan nakon izlaska iz jaja, dakle 6 dana ranije nego kod gusjenica iz Pakraca, što opet dokazuje, da je pokusni materijal iz Spačve slabije konstitucije nego materijal iz Pakraca.

Grafikoni 11 i 12 pokazuju također s obzirom na mortalitet gusjenica prilične razlike od graf. 9. i 10. Na materijalu iz nizinskih šuma jače se ispoljuje utjecaj hrane na mortalitet gusjenica u prvoj fazi razvoja, jer su gusjenice iz Spačve po svojoj konstituciji slabije od onih iz Pakraca. Međutim, to ne znači, da ne će u dva različita ambijenta – brdo i nizina – ipak doći u isto vrijeme do fiziološkog oslabljenja, koje će se očitovati u vrlo malom broju odloženih jaja, odnosno u masovnom ugibanju gu-



Graf. 12

Dnevni mortalitet gusjenica iz Spačve (P₁)
Daily mortality of the larvae from Spačva (P₁)

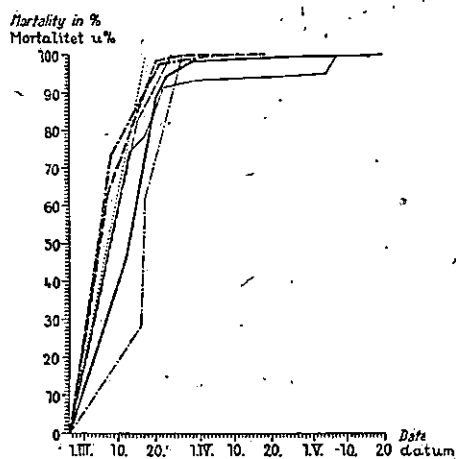
sjenica i kukuljica od bolesti, naročito poliedrije. Posljednja je gradacija gubara trajala od 1946—1950 god. s tom razlikom, da je bio golobrst u većoj ili manjoj mjeri u nizini od 1947—1949, a u brdskim šumama 1948. i 1949. god. Latenca je nastupila na obadva staništa u jesen 1950. god. Razlika je bila samo u tome, što je bilo slabljenje gubara u nizinama polaganije, a u brdskim je šumama gotovo bilo neprimjetno sve do pred kukuljenje 1950. god. Ovu činjenicu utvrdili smo jednu godinu kasnije i kod naših laboratorijskih pokusa.

II. POKUSI 1951. GOD. (P₂)

a) Potomstvo gubara iz brdskih šuma (Pakrac)

Mortalitet gusjenica P₂ znatno se povećao, tako da je u pokusu ostao na životu vrlo mali broj individua. Od gusjenica uzgojenih hrastom lužnjakom preostalo je živih 0,1%, a kitnjakom 0,3%.

Premda je tok krivulje mortaliteta P₂ (graf. 13) drugačiji od toka krivulje P₁, a ukupni mortalitet znatno veći, dobili smo slične rezultate s rezultatima P₁. Relativno je najmanji mortalitet gusjenica postignut kod ishrane kitnjakom. Potpuno je nepovoljna hrana za gusjenice lipa, na kojoj su sve gusjenice uginule do



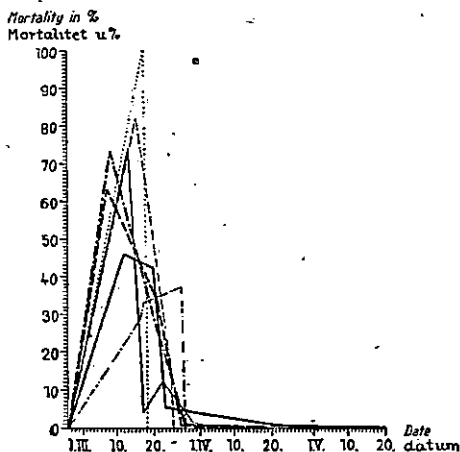
Graf. 13

Mortalitet gusjenica P₂ (Pakrac)

Mortality of the larvae P₂ (Pakrac)

desetog dana nakon izlaska iz jaja. Dakle, u P₂ osjetljivost se gusjenica na lipi povećala, tako da su sve gusjenice uginule 9 dana prije, nego što je uginuo maksimalan broj gusjenica P₁. Uzgoj na jabuci i šljivi, kao i na bukvi i grabu završen je 100% mortalitetom gusjenica. Gusjenice su osjetljivije kod ishrane bukvom i grabom te ugibaju mnogo prije nego gusjenice hranjene jabukom i šljivom. Hrast je lužnjak uzrokovao u P₁ ovog uzgoja mnogo veći mortalitet od jabuke i šljive, ali se u P₂ pokazao kao povoljna hrana, isto kao i hrast kitnjak.

U graf. 14 razabiramo jaku osjetljivost gusjenica u ranijim fazama razvoja, tako da su u pokusima većinom uginule u razdoblju od 10–31 dana od izlaska iz jaja.



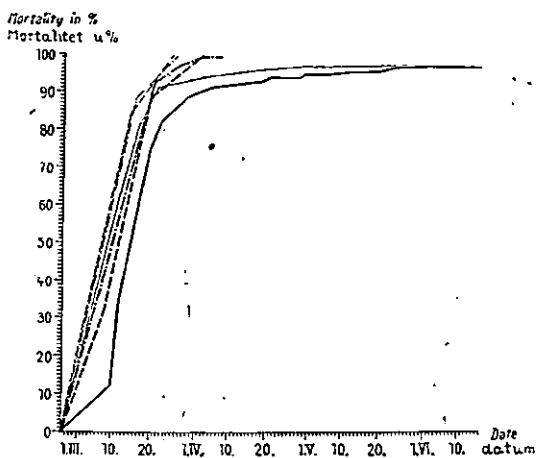
Graf. 14

Dnevni mortalitet gusjenica P_2 (Pakrac)
Daily mortality of the larvae P_2 (Pakrac)

b) Potomstvo gubara nizijskih šuma (Spačva)

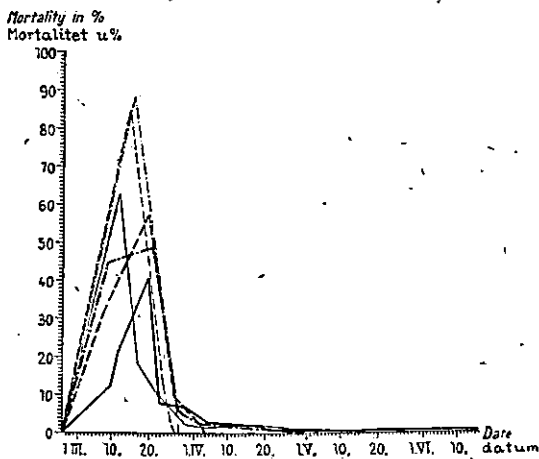
Rezultati pokusa uzgoja P_2 (graf. 15) pokazuju znatno povećanje mortaliteta gusjenica u odnosu na P_1 . Gusjenice su uginule 100% na bukvi, grabu i šljivi. U uzgoju na hrastu lužnjaku ostalo je živih 1,8%, na kitnjaku 1,4%, a na jabuci 0,1%. Najbrže je ugibanje gusjenica bilo na bukvi i grabu, što ukazuje na činjenicu, da su gusjenice oslabljene populacije vrlo osjetljive na tim biljkama te ugibaju brže nego na ostalim biljkama. U pokusima uzgoja P_2 nemamo rezultate s gusjenicama na lipi, jer su sve gusjenice hranjene tom biljkom uginule već u P_1 .

Graf. 16 pokazuje, da je najveći % gusjenica P_2 uginuo u toku prvog mjeseca od dana izlaska iz jaja. U ovim je pokusima do-biven isti rezultat kao i u pokusima, kojih rezultate prikazuje graf. 14, u kojem se vidi, da su i gusjenice iz Pakraca ugibale najviše u ranijim razvojnim fazama.



Graf. 15

Mortalitet gusjenica P_2 (Spačva)
Mortality of the larvae P_2 (Spačva)

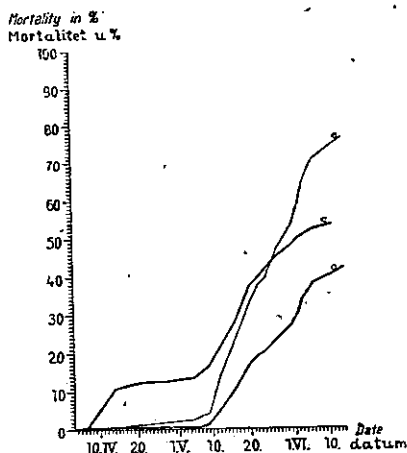


Graf. 16

Dnevni mortalitet gusjenica P_2 (Spačva)
Daily mortality of the larvae P_2 (Spačva)

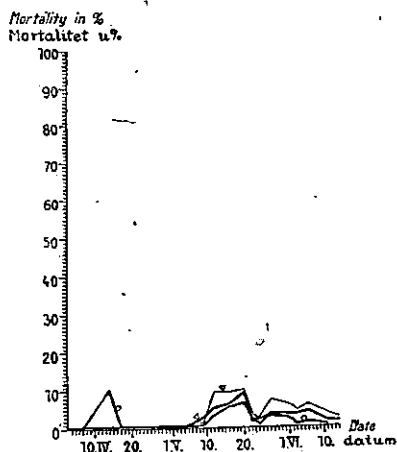
Graf. 17 pokazuje tok ugibanja gubara na hrastu. Ukupni mortalitet gusjenica na hrastu lužnjaku iznosio je 42,4–53,5%, a na kitnjaku 76,7%. U najvećem leglu, koje je sadržavalo 672 kom. jaja, bio je mortalitet gusjenica 20,0%.

Iz dnevnih % mortaliteta gusjenica (graf. 18) vidi se, da su gusjenice P₃ iz Pakraca ugibale najviše u I. razvojnoj fazi, a iz Spačve u IV. i V. fazi razvoja.



Graf. 17

Mortalitet gubara P₃; ○ legla iz Pakraca, △ iz Spačve
Mortality of gipsy-moth P₃; ○ egg masses from Pakrac, △ from Spačva



Graf. 18

Dnevni mortalitet gusjenica P₃; ○ Pakrac, △ Spačva
Daily mortality of the larvae P₃; ○ Pakrac, △ Spačva

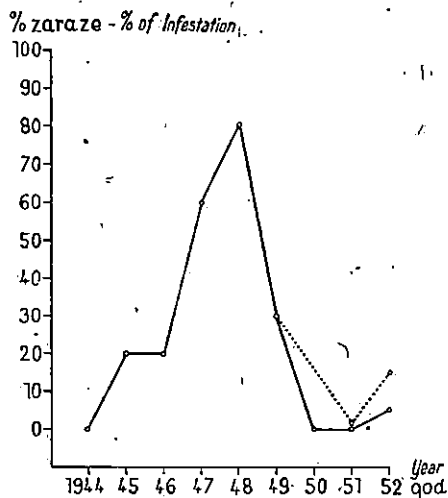
U svim je pokusima 1952 g. P₃ poliedrija imala vrlo malu ulogu kod ugibanja gusjenica. Poliedrično je bilo samo jedno leglo, i to ono, koje potječe od gubara hranjenog tri godine hrastom kitnjakom.

Prema rezultatima, koji su evidentni iz graf. 9–18, rezultiraju ove činjenice:

U toku uzgoja gubarevih gusjenica na raznim biljkama kroz 3 godine nastupilo je u drugoj godini pokusa takvo stanje, da smo s obzirom na veliki mortalitet gusjenica u god. 1951. dobili sličnu sliku kao u šumi s tom razlikom, da je došlo do masovnog ugibanja u laboratoriju jednu godinu kasnije.

U našim smo pokusima imali taj uspjeh, da smo mogli pratiti utjecaj hrane na tok jedne degradacije i početak progradacije. Već smo naprijed spomenuli, da se promjenom ambijenta mijenja

konstitucionalno stanje insekta. Kazali smo, da su gubareve gusjenice 1948. god. u nizinskim šumama pokazivale jasne znakove fiziološkog oslabljenja, u brdskim šumama nije bilo nikakvih znakova slabljenja. 1950. god. u posavskim i podravskim šumama prestaje zaraza gubara i dolazi do latence. Iste godine u laboratoriju dobivamo iz jaja donesenih iz Pakraca i Spačve gusjenice prilično zdrave, a 1951. god. dolazi do masovnog ugibanja gusjenica. Međutim, ženke, koje su se razvile od preostalog malog broja gusjenica, daju prosječno velika i jaka jajna legla. 1952. god. mortalitet gusjenica nije velik, već normalan, kao što se dešava u prirodi kod progradacije.



Graf. 19

Gradacijska krivulja gubareve populacije od 1944–1952 god. — u šumi, odstupanje od prirodne krivulje u laboratorijskim pokusima
 The curve of the gipsy-moth population development («gradation») 1944–1952, — in the forest, the deviation from the natural curve in laboratory experiments

Ako tok razvoja, jakost mortaliteta i veličina jajnih legala, koja smo dobili kroz tri godine u laboratoriju, usporedimo s onima u prirodi, dolazimo do zaključka, da se gradacija razvijala gotovo jednako u laboratoriju kao i u šumi. Ovaj proces dinamike populacije, koji možemo pratiti kod gradacije u prirodi, upoznali smo detaljnije pokusima u laboratoriju. U prvom redu jasna je činjenica, da je degradacija ili opadanje populacije posljedica fiziološkog oslabljenja, odnosno degradacije individua. Ta je degeneracija potpuno prirodna pojava izazvana u prvom redu potencijalom razmnožavanja, koji se očituje u godini progra-

dacije, a iscjpljuje organizme te uvjetuje oslabljenje, koje s jedne strane dovodi do odlaganja malog broja jaja, a s druge do pojave poliedrije, bakterioze ili pebrine, koje izazivaju masovno ugibanje gusjenica.

Prateći pojavu ugibanja gusjenica, kako u prirodi, tako i u laboratoriju, mogli smo ustanoviti, da je jedan od glavnih uzročnika mortaliteta poliedrija, koja se prenosi na potomstvo, a to nas dovodi u sumnju, da gubara smatramo latentno virotičnim. Iako postoje i neki drugi patogeni mikroorganizmi, koji mogu izazvati oboljenje gubara, smatramo ipak poliedriju važnim faktorom u propadanju populacije, koje je virulentnost zavisna i o vrsti hrane, koja utječe na fiziološku konstituciju gubara. To se jasno vidi iz grafikona kao i samog uzgoja, jer smo leptire, koji će dati novu gradaciju, dobili uzgojem gusjenica na hrastu lužnjaku, a gusjenice hranjene kitnjakom ugibaju u jačoj mjeri od poliedrije. To nas upućuje na pretpostavku, koju iznosi Kovačević (lit. 68), da se u našim nizinskim šumama radi o lužnjakovoj rasi gubara. Za stvaranje nove generacije, odnosno gradacije i masovne pojave gubara u slavonskim šumama uz povoljne klimatske prilike od najveće je važnost hrast lužnjak kao biljka, na kojoj ostaju najjači individuumi sposobni, da se u povoljnim uvjetima masovno razmnože. Iako smatramo, da je gubar s vremenom postao latentno virotičan, hrast je lužnjak jedan od faktora, koji zadržava kod nekih individuumova virusu u latentnom stanju. Tu našu pretpostavku potvrđuje činjenica, da smo u pokusima unatoč masovnom ugibanju gusjenica u 1951. god., dobili P_2 samo kod ishrane gusjenica hrastom lužnjakom, a donekle i hrastom kitnjakom. Na temelju ovih konstatacija pretpostavljamo, da bi se moglo s vremenom gubarevo periodičko masovno pojavljivanje svesti na manju mjeru uzgojem mješovitih šuma, u kojima ne će prevladivati hrast lužnjak.

Što se tiče drugih biljaka, na kojima smo vršili pokuse, mogli bismo kazati, da nijedna od njih ne utječe povoljno na populaciju gubara, a naročito se to opaža kod lipe. Prema našim istraživanjima bukva utječe nepovoljno osobito na gusjenice u I. razvojnoj fazi, pa je stoga potpuno jasno, da gradacija gubara u brdskim šumama traje mnogo kraće nego u nizinskim, jer gubara u tim šumama uzdržava u prvom redu hrast kitnjak. Grab je također nepovoljna hrana za razvoj gubara kroz generacije, jer od njega stradaju većim dijelom gusjenice u ranijim fazama razvoja.

Jabuka i šljiva utječu na populaciju gubara slično kao i grab i bukva.

Najnepovoljnija hrana za gubara je lipa, jer uzgojem gusjenica na lipi nismo dobili P_2 . Gusjenice su u P_1 uginule u I. fazi razvoja.

Dosadašnji zaključci o utjecaju kvalitete hrane na mortalitet gusjenica dovode nas do konstatacije, da je hrana vrlo važan-

faktor, koji regulira tok periodične pojave gubara. Iako je gubar polifagan štetnik, koji ima jak biotički potencijal, ipak do kalamiteta dolazi putem individua, koji su ostali na životu nakon degradacije gubareve populacije, a hranili su se hrastom lužnjakom.

Mortalitet kukuljica

Vrsta biljke <i>Plant Species</i>	Spačva		Pakrac	
	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂
lužnjak <i>Acerus pedunc.</i>	3,9	17,1	9,9	21,6
kitnjak <i>Acerus sessilifl.</i>	10,2	15,3	3,9	7,9
grab <i>Carpinus betulus</i>	6,6	23,2	5,4	24,2
bukva <i>Fagus sylvatica</i>	16,8	15,9	0	5,8
lipa <i>Lilja grandifolia</i>	-	-	0	16,7
jabuka <i>Malus domestica</i>	3,1	13,7	5,2	6,8
šljiva <i>Prunus domest.</i>	22,3	13,4	10,1	30,0

Tab. 8

% mortaliteta kukuljica

Mortality rate of the pupae

U »skupnim pokusima« g. 1950. zakukuljilo se od gusjenica iz Spačve 1147, a iz Pakraca 2222. Mortalitet kukuljica varirao je pod utjecajem hrane kod ženki između 1% i 22,3%, a kod mužjaka između 5,8% i 30,0%. U tabeli 8 vidi se, da je mortalitet mužjaka veći od ženki. Izuzetak je kod ishrane šljivom i bukvom (Spačva), jer je uginuo veći postotak ženki. Mortalitet kukuljica obadva spola izračunat je s obzirom na ukupni broj kukuljica (ukupni broj = 100%).

Uzroci ugibanja gubara u pokusima

Utvrđeno je, da u tijelu insekata žive mikroorganizmi, koji kao simbioti potpomažu probavu ili su se nastanili u nekim organima, naročito crijevima, kao komenzali. Ovakvi pratioci, mogu u nekim slučajevima, a naročito u momentu fiziološkog oslabljenja organizma insekata promijeniti način života te postati paraziti, koji poremećuju funkciju pojedinih organa ili svojim štetnim utjecajem unište svog domadara. Simptomi oboljenja su često puta tako različiti, da na temelju vanjskih znakova nije moguće utvrditi uzročnike.

Ako analiziramo, šta je sve direktno uzrokovalo ugibanje gubara u našim pokusima, onda vidimo, da se promjene u gubarevu tijelu događaju pod neposrednim utjecajem različitih faktora. Prema tome smo uzroke mortaliteta podijelili u nekoliko grupa; 1. fiziološka slabost, odnosno nesposobnost razvoja i održanja organizma na životu, [a] rasplodna, odnosno ugibanje jaja i b) slabost gusjenica i kukuljica], 2. razorno djelovanje bakterija, koje su ili patogene ili u nekom momentu prelaze u patogeni oblik, 3. utjecaj poliedričkog oboljenja, 4. mješovite infekcije, poliedrija + bakterije kod kojih nije moguće odrediti, da li je uzročnik mortaliteta poliedrija ili bakterije.

Raznim metodama bojadisanja i mikroskopskom pretragom ustanovili smo stanje u organizmu gubara nakon smrti, premda u mnogo slučajeva nismo mogli utvrditi, da li je nađeni organizam primarni uzročnik mortaliteta, kao što je bio slučaj s bakterijama. Kod gusjenica u starijim razvojnim fazama ustanovili smo sasvim sigurno uzrok uginuća, a u mlađim fazama i naročito mješovitim zarazama determinacija uzročnika nije sigurna.

Za ustanovljenje uzroka uginuća gubara poslužili smo se s nekoliko metoda razmaza i bojadisanja, a u dubioznim slučajevima upotrebili smo za ustanovljenje bolesti razne metode. Ovakav način determinacije pokazao se kao vrlo pogodan, tako da su nalazi u većini slučajeva točni. Pri pretrazi obratili smo naročitu pažnju na ustanovljenje poliedrije s obzirom na to, što se smatralo, da do infekcije poliedrijom dolazi per os, a mi smo usprkos tomu, što je takva infekcija bila u našim pokusima nemoguća, ipak imali velik broj poliedričnih oboljenja. U determinaciju vrsta bakterija nismo se upuštali iz razloga, što nam je bilo nemoguće detaljno pretražiti tako mnogobrojan materijal, a i zato, što ustanovljenje pravog uzročnika mortaliteta među bakterijama predstavlja poseban studij, što nije bilo svrha našim istraživanjima. Determinacija poliedrije izvršena je ovim metodama bojadisanja.

1. Bojadisanje s Giemskom po Komáreku

Jakoj rastopini Giemse (2 kapi na 1 ccm dest. vode) doda se 30 ccm rastopine Na_2CO_3 , preparat se bojadiše i ostavi stajati 24 sata. Nakon toga se pere lakom strujom vode i odmah obojadiše vodenom rastopinom eosina (2-3 minute). Zatim se preparat stavi na nekoliko sekunda u 96% alkohola, prelije se apsolutnim alkoholom i premaže ksilol-balzomom. Rezultat je vrlo dobar: jezgre krvnih stanica obojadišu se crveno, plazma ružičasto, poliedri intenzivno modro. Nedostatak je te metode u tome, što su poliedri neprozirni, pa se u njima ne vide elementarna zrnca.

2. Bojadisanje razrijeđenom Giemskom

Preparat se fiksira metilnim alkoholom 2-3 minute, zatim se osuši i bojadiše 10-15 minuta razrijeđenom Giemskom (1 kap na 1 kap dest. vode). Nakon toga se pere običnom vodom.

Ovom metodom bojadisanja poliedri ne primaju boju, već se vide samo njihovi obrisi. Naprotiv, bakterije se obojadišu vrlo lijepo.

3. Bojadsanje metilenskim zelenilom

Od praha ove boje načini se otopina: 1 g vode + 100 ccm dest. vode + 25 ccm aps. alkohola. Preparat se fiksira metilnim alkoholom, osuši, bojadiše 15 minuta i pere vodom.

Ova metoda bojadsanja daje vrlo lijepe preparate poliedrije. Kromatinska se supstanca jezgre obojadiše blijedozeleno, poliedri svih veličina ružičasto.

4. Bojadsanje fuksin-diamantom

Otopina boje načini se u omjeru: 1 dio kristala fuksindiamanta + 100 dij. aps. alkohola + 200 dij. destilirane vode. Metoda bojadsanja je kao metilenskim modrilom.

Poliedri se kod ove metode obojadišu intenzivno crveno. Narочito se lijepo vidi vanjska struktura poliedara. Nedostatak je u tome, što su poliedri neprozirni i ne vide se elementarna zrnca. Kod jakih mikroskopskih povećanja mogu se na plastičnim poliedrima lijepo vidjeti plohe poliedara oštih bridova, a na pojedinim se može raspoznati slojevita površinska struktura.

5. Bojadsanje mješavinom karbol-fuksin-jodnog zelenila po Bergoldu

Preparat se fiksira 3 minute metanolom. Zatim se pere i na njega se kaplje 5% karbolna kiselina (3 minute). Bojadiše se 2-3 minute Ziehlom karbol-fuksin-otopinom. Nakon pranja i sušenja stavlja se na preparat otopina jodnog zelenila (4 minute), a zatim se pere vodom i suši.

Na preparatu se vidi: jezgre krvnih stanica su svijetlozelene boje, poliedri u njima intenzivno crvene, a stanična plazma svijetlo ljubičaste.

Osim navedenih metoda bojadsanja upotrebljene su još metode šafraninom, neutralnim crvenilom, fuksinom »S«, gentian-violetom metilenskim modrilom i anilinom. Ovim smo metodama uglavnom ustanovljivali bakterije.

Pretragom uzroka mortaliteta gusjenica gubara u našim pokusima ustanovili smo, da su gusjenice ugibale od slabosti, poliedrije, bakterija, mješovitih infekcija i *Plistophore Schubergi* Zwölfer. Naprijed smo već naveli, da kod bakterija nismo ustanovili primarnog uzročnika, a isto tako i kod mješovitih infekcija nije određen glavni uzročnik mortaliteta.

U tab. 9 i 10 izračunati su % s obzirom na ukupan broj uginulih gusjenica (ug. gusj. = 100%). God. 1951. gusjenice su ugibale i od *Plistophore*, do čega je došlo vjerojatno zbog infekcije lišćem, koje smo uzeli u šumi za hranu gusjenicama. Donje tabele pokazuju jasno, da je poliedrija jedan od vrlo važnih faktora, koji uništavaju gusjenice. Osim toga se vidi i to, da smo imali u

Biljka Plant	1950				1951					1952			
	slab weak	pol.	bakt. bacter.	pol.-b	slab weak	pol.	bakt. bacter.	pol.-b	Plist.	slab weak	pol.	bakt. bacter.	pol.-b
lužnjak <i>Quercus ped.</i>	41,7	42,7	5,0	10,6	54,4	28,2	8,3	9,1	—	89,6	—	10,4	—
kitnjak <i>Quercus sess.</i>	39,8	31,4	6,7	2,1	50,5	29,1	10,0	9,2	1,2	—	—	—	—
grab <i>Carpin. betul.</i>	34,2	63,0	2,8	—	63,0	20,3	—	16,7	—	—	—	—	—
bukva <i>Fagus siliat.</i>	33,3	58,2	8,5	—	71,5	10,2	5,0	13,3	—	—	—	—	—
lipa <i>Tilia grandif.</i>	81,7	5,4	1,5	11,4	97,2	2,1	0,7	—	—	—	—	—	—
jabuka <i>Malus domest.</i>	52,3	35,8	1,7	10,2	80,6	10,5	5,6	3,3	—	—	—	—	—
šljiva <i>Prunus domest.</i>	40,1	44,6	—	15,3	82,0	8,9	3,2	5,9	—	—	—	—	—

Tab. 9

Procentni odnos uzroka mortaliteta gusjenica u pokusima na gubaru iz Pakraca
Percentage ratio of the causes of the larval mortality in experiments on the gipsy-moth from Pakrac

Biljka Plant	1950				1951					1952			
	slab weak	pol.	bakt. bacter.	pol.-b	slab weak	pol.	bakt. bacter.	pol.-b	Plist.	slab weak	pol.	bakt. bacter.	pol.-b
lužnjak <i>Quercus ped.</i>	35,0	47,5	6,5	11,0	40,2	35,0	2,2	17,5	5,1	95,7	—	4,3	—
kitnjak <i>Quercus sess.</i>	40,0	48,2	9,0	2,8	51,3	28,0	6,8	12,0	1,9	48,5	50,2	—	1,3
grab <i>Carpin. betul.</i>	31,5	60,4	6,3	7,8	87,1	5,2	5,7	1,3	0,7	—	—	—	—
bukva <i>Fagus siliat.</i>	48,3	29,5	78,2	4,0	90,5	6,3	3,2	—	—	—	—	—	—
lipa <i>Tilia grandif.</i>	78,5	76,2	4,0	1,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
jabuka <i>Malus domest.</i>	55,1	30,0	—	14,9	91,2	6,5	2,3	—	—	—	—	—	—
šljiva <i>Prunus domest.</i>	61,5	28,1	5,8	4,6	89,3	7,2	—	3,5	—	—	—	—	—

Tab. 10

Procentni odnos uzroka mortaliteta gusjenica u pokusima na gubaru iz Spačve
Percentage ratio of the causes of the larval mortality in experiments on the gipsy-moth from Pakrac

pokusima u toku tri godine stalno poliedriju, makar da su se gusjenice hranile lišćem iz šume, gdje nije bilo zaraženih gusjenica. Prema tome je bila nemoguća infekcija per os, a poliedrija je potjecala od originalnog materijala. Nadalje se vidi, da je zaraza poliedrijom u 1950. god. utjecala znatno na mortalitet gusjenica od slabosti u 1951. god. Najviše su te godine

ugibale gusjenice mlađih razvojnih faza, kod kojih nije bilo nikakvih vanjskih znakova oboljenja poliedrijom. Zanimljivo je, da u 1952. god. nije bilo uopće poliedričnih gusjenica u uzgoju na hrastu lužnjaku, što pokazuje, da je nakon masovnog ugibanja gusjenica u god. 1951. ostalo na životu nekoliko potpuno zdravih individua među onima, koji su se hranili listom lužnjaka.

Gusjenice, koje su uginule od fiziološke slabosti, nisu imale nikakve naročite vanjske simptome. Uglavnom su se tjelesni segmenti skupili i gusjenice su se osušile. Pretragom mikroskopom nađen je malen broj bakterija ili neki kristali, koji jako lome svjetlo i ne primaju boje. Vjerojatno su to kristali oksalne kiseline ili neki drugi biokristali, koji nastaju uslijed fizioloških smetnji. Slične takve kristale našli smo i u velikom broju jajnih gusjenica, koje nisu izašle iz jaja. Starije gusjenice, od IV.–VI.

Biljka Plant	Spačva						Pakrac					
	1950			1951			1950			1951		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
lužnjak <i>Quercus ped.</i>	41,2	28,4	30,4	61,1	28,3	10,6	60,0	10,0	30,0	100	—	—
kitnjak <i>Quercus sess.</i>	42,8	27,6	29,6	20,5	79,5	—	50,0	29,5	20,5	—	—	—
grab <i>Carpin betul.</i>	62,1	6,9	31,0	—	—	—	57,5	14,0	28,5	—	—	—
bukva <i>Fagus silvest.</i>	80,2	10,9	8,9	—	—	—	41,7	33,3	25,0	—	—	—
lipa <i>Lilja grandif.</i>	—	—	—	—	—	—	100	—	—	—	—	—
jabuka <i>Malus domest.</i>	57,7	26,9	15,4	—	—	—	63,7	15,1	21,2	—	—	—
šljiva <i>Prunus domest.</i>	45,0	20,0	35,0	—	—	—	44,8	13,9	41,3	—	—	—

Tab. 11

Tabelarni prikaz rezultata pregleda uginulih jaja u jajnim leglima
Tabular representation of eggs perished in egg masses

razvojne faze pokazale su nakon uginuća tipične vanjske simptome oboljenja poliedrijom, mlohavost tijela uslijed raspadnutog mišićja, vješanje na analne noge i curenje guste tekućine neugodna mirisa iz tijela: U njihovoj krvnoj plazmi i u pojedinim još neraspadnutim jezgrama krvnih stanica nađeni su poliedri, a katkada i lizirani poliedri, odnosno elementarna zrnca.

U priloženoj tab. 11 označili smo pod točkom:

1 — % jajnih legala, u kojima nije bilo embrionalnog razvitka, pa se nisu razvile jajne gusjenice.

2 — % jajnih legala, u kojima su u svim uginulim jajima nađene jajne gusjenice. Uzrok mortaliteta je fiziološka slabost ili poliedrija.

3 — % jajnih legala s uginulim jajima, u kojima je uzrok mortaliteta do 50% nerazvijanje, a u ostalom % poliedrija ili fiziološka slabost jajnih gusjenica.

Gubareva jaja u našim pokusima uginula su uglavnom od fiziološke slabosti ili poliedrije jajnih gusjenica, koje su se razvile, ali nisu mogle izaći iz jaja, ili su jaja bila nedovoljno razvijena. Pretragom jajnih gusjenica našli smo u onima, koje su uginule od slabosti, nešto bakterija i kristalića istog oblika i loma svjetlosti kao u nekim uginulim starijim gusjenicama, ali su nađeni i neki kristali, koje nisu imale starije gusjenice. Ovi kristali nisu lomili svjetlost i bojadisali su se intenzivno. Po obliku nikako to nisu poliedri. Jajne gusjenice, koje su uginule od poliedrije, pokazivale su dvovrsne simptome oboljenja: gusjenice su se osušile i nisu se po vanjskom izgledu razlikovale od jajnih gusjenica uginulih od slabosti, ili su se jaja iznutra potpuno raspala. Izvana gledana ovakva jaja nemaju proziran chorion, nego su mutna, zamazanosmeđe boje. Na pritisak iglom takva se jaja raspadnu, a iz njih izlazi smeđa tekućina. Od jajne gusjenice ostaje samo koža, koja se daje jako razvući za razliku od kože jajnih gusjenica, koje su uginule od fizioloških poremetnja; njihova se koža stvrdne te se vrlo teško skida s otvrdnulog osušenog tijela jajne gusjenice. U bojadisanim preparatima poliedričnih jaja, u kojima su gusjenice nakon uginuća postale tvrde i manje, nađen je mali broj elementarnih zrnaca. U preparatima raspadnutih jaja nađeni su, osim elementarnih zrnaca, vrlo mali poliedri tipičnog oblika, kakve smo ustanovili u starijim gusjenicama oboljelim od poliedrije.

Prema najnovijim istraživanjima *Roegnerove* (lit. 104) ustanovljeno je, da se poliedrija duvne (*Lymantria monacha* L.) prenosi s oboljelih roditelja jajima na potomstvo. Naši nalazi poliedrije u uginulim jajima gubara dokazuju, da se i poliedrija gubara prenosi na potomstvo. Pored toga utvrđeno je prema podacima iz literature, da je moguća infekcija poliedrijom per os, ali su umjetne zaraze pokazale, da dolazi vrlo rijetko do infekcije, koja dovodi do ugibanja, ako ne postoji slabost zaraženih individuuma. Međutim, dogodilo se i to, da je umjetna infekcija izvršena per os dovela do ugibanja gusjenica u drugoj generaciji. To se moglo dogoditi još prije pod utjecajem naslijeđene poliedrije nego umjetnom infekcijom.

Uzroci mortaliteta jaja, koje smo u tabelarnom prikazu (tab. 11) označili pod točkom 1, nisu konačno riješeni. Pretpostavljamo, da su jaja, u kojima se uopće nisu razvile jajne gusjenice, ili neoplođena ili nedovoljno razvijena. Mogućnost, da bi takva jaja bila neoplođena, pretpostavljamo jedino po vanjskim simptomima, odnosno na temelju sličnosti s partenogenetski odloženim jajima. Detaljna istraživanja uzroka mortaliteta tih jaja nisu provedena zbog mnogobrojnog materijala u pokusima. Osim toga u tom pogledu trebalo bi posvetiti poseban studij razvoju spolnih organa i jaja gubara.

U posebnoj poglavlju iznesen je mortalitet kukuljica gubara. Prema broju uginulih gusjenica u našim pokusima, mortalitet gubara u stadiju kukuljice relativno je malen. Pretragom kukuljica nađeni su poliedri svih stadija ili bakterije, a u nekom broju nije ustanovljen nikakav uzročnik, tako da ne možemo kazati, od čega su uginule. Inače je u prirodi poznato, da u doba degradacije ne pogibaju samo starije gusjenice, već i veliki broj kukuljica od poliedrije.

Ako ukratko analiziramo podatke iznesene u ovom poglavlju, vidimo iz tabela i teksta, da je jedan od glavnih faktora pri ugibanju jajnih gusjenica i jaja fiziološke naravi, a i u dosta velikoj mjeri poliedrija. Kod gusjenica je od važnosti isto tako fiziološko oslabljenje i poliedrija, a manje ostali patogeni mikroorganizmi. Slična je situacija i kod kukuljica. U vezi s time mogli bismo kazati, da je ovim ugibanjima hrana jedan od važnih uzroka. Ona može dovesti do fiziološke slabosti i pojačanog širenja patogenih mikroorganizama. Hrana, koju uzimaju gusjenice, utječe na proces probave i na stvaranje rezervnih tvari. U koliko je ona u bilo kom pravcu nepovoljna, onda može doći do slabijeg prikupljanja rezervne hrane, što ima za posljedicu ugibanje kukuljica, opadanje plodnosti, razvoj kržljavih leptira i odlaganje jaja, iz kojih se ne razvijaju gusjenice, ili one uginu u jajetu, odnosno kratko vrijeme nakon izlaska iz jajeta. U ovim slučajevima, kod kojih se očituje fiziološko oslabljenje, pojava poliedrije pa i drugih mikroorganizama dolazi u većoj ili manjoj mjeri do izražaja.

Seksualni indeks

Teoretski idealni odnos spolova kod gubara (50% mužjaka : 50% ženki) mijenja se prema Hofmannu (lit. 50), Mithatu (lit. 87) i Schedlu (lit. 109) u tom smislu, što se u nepovoljnim uvjetima razvije veći broj mužjaka. Kao faktori, koji uvjetuju promjene u spolnom odnosu, navode se: klima, gladovanje, pretijesni životni prostor i bolesti. Utjecaj vrste hrane u tom pravcu nije istražen.

Iz naših dosadašnjih rezultata vidjeli smo, da se biotički potencijal gubara mijenja pod utjecajem hrane te da je prehrana važan faktor, koji djeluje na dinamiku njegove populacije. Prema tome su i odstupanja od idealnog odnosa spolova zavisna o vrsti hrane gusjenica. Istraživanjem utjecaja prehrane na razvoj gubara u vremenu od tri godine dobili smo rezultate, koji pokazuju, da su promjene u odnosu spolova varijabilne i da u slučaju slabljenja populacije seksualni indeks može biti poremećen u korist mužjaka. Ta poremetnja, međutim, ne mora biti uvijek odlučna za prognozu prestanka zaraze, kako ćemo vidjeti iz naših daljih izlaganja.

Seksualni indeks gubara izračunat je po *Zwölferovoj* formuli.

$$s. i. = \frac{f}{m + f}, \text{ u kojoj znači } f \text{ broj ženki, a } m \text{ broj mužjaka.}$$

Rezultati pokusa o utjecaju razne prehrane na odnos spolova gubara u toku tri godine prikazani su tab. 12. Godine 1950. bio je seksualni indeks gubara hranjenog lužnjakom, kitnjakom, bukvom i šljivom dosta blizu idealnom indeksu - 0,5. Prema ovakvu odnosu mužjaka i ženki mogli bismo očekivati da će biti iduće godine normalan razvoj gubara na ovim biljkama. Međutim u podacima tabele vidimo, da se gubar 1951. god. potpuno razvio samo na lužnjaku i kitnjaku, a na ostalim je biljkama

God. i biljka	Odnos spolova Sex Ratio	<i>Querc. ped.</i> lužnjak		<i>Querc. sess.</i> kitnjak		<i>Carp. betul.</i> grab		<i>Fagus silv.</i> bukva		<i>Tilia grand.</i> lipa		<i>Malus dom.</i> jabuka		<i>Prunus dom.</i> šljiva	
		♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
1950	kukulj. pupae % Seks. ind.	290 618	179 382	110 578	80 422	67 670	33 330	37 493	38 507	0 —	0 —	74 672	36 328	117 576	86 424
	leptira. butterflies % Seks. ind.	225 591	156 409	101 583	72 417	53 662	27 338	31 517	29 483	— —	— —	53 654	28 346	97 581	70 419
1951	kukulj. pupae % Seks. ind.	6 54,5	5 45,5	8 80,0	2 20,0	0 —	0 —	0 —	0 —	— —	— —	7 100	0 0	0 —	0 —
	leptira. butterflies % Seks. ind.	6 54,5	5 45,5	5 77,4	2 28,6	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
1952	kukulj. pupae % Seks. ind.	206 580	149 420	79 687	37 319	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
	leptira. butterflies % Seks. ind.	134 577	98 423	54 730	20 270	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —

Tab. 12

·Odnos spolova kukuljica i leptira od god. 1950-1952 (Spačva)
Sex ratio of the pupae and butterflies from 1950-1952 (Spačva)

uginulo 100% još u stadiju gusjenice. Usljed velikog mortaliteta gusjenica na lužnjaku razvio se mali broj leptira, ali je seksualni indeks ostao normalan, dapače gotovo idealan. Godine 1952. razvio se na lužnjaku znatno veći broj individua, ali je seksualni indeks nešto manji nego 1951. god.

Gubar, kojeg smo uzeli u Spačvi za pokuse, hranio se u šumi pretežno hrastom lužnjakom, a vjerojatno i dugi niz godina, tako da po našem mišljenju, kod promjene hrane nije došlo do jače poremetnje seksualnog indeksa u prvoj godini pokusa zbog jakog utjecaja stalne ishrane lužnjakom. Utjecaj prehrane došao je do izražaja tek u drugoj godini pokusa tako, da je na drugim vrstama biljaka uginulo 100%. Ovdje treba spomenuti utjecaj

kitnjaka i bukve na promjene u seksualnom indeksu. To je važno zbog toga što u doba kalamiteta u nizinskim šumama vjetar prenese gubara u brdske predjele, gdje prevladaju bukva i kitnjak. Seksualni indeks gubara, koji se nakon lužnjaka hrani bukvom, ostaje normalan, ali zaraza ipak prestaje zbog velikog mortaliteta jaja i gusjenica. Kitnjak djeluje na seksualni indeks tako, da se on znatno smanji, odnosno u populaciji prevlada broj mužjaka.

Seksualni indeks gubara iz Pakraca (tab. 13) potpuno se razlikuje od indeksa iz Spačve. Prema rezultatima ovog uzgoja možemo i ovdje izvesti zaključke, koji potvrđuju naše konstatacije s obzi-

God./lar	Odnos spolova Sex Ratio	Querc. ped. lužnjak		Querc. sess. kitnjak		Carp. betul. grab		Fagus silv. bukva		Tilia grand. lipa		Malus dom. jabuka		Prunus dom. šljiva	
		♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
1950	kukulj. pupae	n=168 76,0	53 24,0	428 62,4	258 37,6	34 72,3	13 27,7	84 84,7	15 15,3	25 83,4	5 16,6	420 61,2	266 38,8	291 64,7	162 35,9
	% Seks. ind.	0,24		0,38		0,28		0,15		0,17		0,39		0,36	
1951	leptira butterflies	n=138 77,1	41 22,9	389 62,8	230 37,2	24 72,7	9 27,3	76 83,5	15 16,5	20 80,0	5 20,0	387 62,7	230 37,3	245 67,8	117 32,2
	% Seks. ind.	0,23		0,37		0,27		0,17		0,20		0,37		0,32	
1952	kukulj. pupae	n=0 0	1 100	8 100	0 0	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —
	% Seks. ind.	1		0		—		—		—		—		—	
1952	leptira butterflies	n=22 56,4	17 43,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	% Seks. ind.	0,44		—		—		—		—		—		—	
1952	kukulj. pupae	n=13 44,8	16 55,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	% Seks. ind.	0,55		—		—		—		—		—		—	

Tab. 13.

Odnos spolova kukuljica i leptira iz Pakraca od god. 1950–1952
Sex ratio of the pupae and butterflies from Pakrac from 1950–1952

rom na utjecaj promjene hrane na seksualni indeks. God. 1950. razvio se u svim pokusima znatno veći broj mužjaka. Seksualni je indeks manji nego kod gubara iz Spačve. Na kitnjaku i jabuci razvilo se nešto više ženki u relaciji s ostalom hranom. Usprkos tome gubar hranjen ovim biljkama nestao je već iduće godine.

Mnogo manji seksualni indeks gubara iz Pakraca god. 1950. pokazuje, da je kod gubara, koji je sabran u bukovim šumama, znatno osjetljiviji ženski spol. Ta se osjetljivost ne može u jednoj godini umanjiti ni najpovoljnijom hranom kao što je list lužnjaka. Seksualni se indeks povećao na 1 prehranom lužnjakom tek druge godine. God. 1952. ostao je od gubara iz Pakraca samo gubar na lužnjaku. Seksualni je indeks te godine gotovo idealan.

U tab. 13 vidimo da kod gubara iz Pakraca 1951. god. dolazi do razvoja leptira samo na hrastu lužnjaku. Seksualni indeks je potpuno poremećen u korist ženki, a mužjaci se uopće ne javljaju. Da bismo ipak mogli nastaviti dalja istraživanja, izvršili smo kopulaciju između ženke iz Pakraca s mužjacom iz Spačve. Rezultat je bio taj, da se na hrastu lužnjaku seksualni indeks normalizirao.

Po seksualnom indeksu u pokusima različite prehrane vidi se jasno povoljan utjecaj hrasta lužnjaka: Dugogodišnja ishrana gubara hrastom lužnjakom djeluje tako, da se nakon prijelaza gusjenica na druge biljke seksualni indeks ne mijenja u korist mužjaka u idućoj generaciji. Prema tome utjecaj manje povoljne hrane na gubara dolazi do izražaja tek u drugoj generaciji, koja može nestati uslijed velikog mortaliteta jaja i gusjenica, a da seksualni indeks ostane gotovo normalan. Hrast lužnjak djeluje povoljno i u tom smislu, što se ishranom gubareve oslabljene populacije tom biljkom seksualni indeks normalizira.

Potencijal razmnožavanja

Za biotički potencijal, odnosno potencijal razmnožavanja ili održanja vrste vrlo su važne komponente plodnost ženki i seksualni indeks, naročito u onim slučajevima gdje se radi o insektima, koji se javljaju periodično u masama. Već samo njihovo periodično pojavljivanje u velikom broju pokazuje nenormalno stanje na staništu. Zbog toga je potrebno pri razmatranju biotičkog potencijala, a naročito pri postavljanju prognoza za kalamitete imati u vidu sve komponente, na koje je neposredno vezan potencijal razmnožavanja.

Do masovne pojave bilo kojeg štetnika može doći samo onda, ako na staništu vladaju prilike, koje uvjetuju opstanak velikog broja individua neke vrste (klimatske prilike, obilje hrane i neprijatelji). Drugim riječima, masovno pojavljivanje nekog štetnika na nekom staništu jasno pokazuje neuravnoteženost između štetnika i ostalih prirodnih faktora, koji mogu biti prolazno slabiji od štetnika.

U našem slučaju, gdje se radi o istraživanju utjecaja hrane na populaciju gubara, vidimo iz naprijed iznesenog teksta i grafikonu, da plodnost ženki i seksualni indeks nisu jedine komponente odlučne za dalje razmnožavanje gubara, već je tu isto tako od važnosti hrana, a pored nje i drugi faktori, naročito patogeni mikroorganizmi. Svi su ti faktori važni za progradaciju, degradaciju kao i za fiziološko oslabljenje gubara. Veliki broj jaja kao i normalan seksualni indeks ne mogu dovesti do progresa u razmnožavanju, ako gubar nema onu hranu, koja povoljno utječe na

dinamiku populacije, odnosno na njegovu konstituciju. Iz naših pokusa vidjeli smo, da untoč razmjerno velikom broju jaja može doći u roku jedne godine do naglog opadanja zaraze ili njena pre-stanka, a da tome ne možemo nikako naći uzrok u klimatskim pri-likama. Promatrajući kod pokusa razvoj gubara, broj jaja i mortalitet, uvjerali smo se da je vrsta hrane jedan od važnih fak-tora, koji reguliraju plodnost ženki, seksualni indeks, konstituciju i utjecaj patogenih mikroorganizama.

O tome smo se uvjerali i promatranjem u samoj šumi. Bilo je predjela, u kojima su 1949. god. gusjenice izazvale golobrst, po vanjskim se znakovima činilo, da su individuumi konstitucijski zdravi, a međutim desilo se to, da u šumi nismo našli u jesen ni-jedno gubarevo leglo (Stupničko Brdo kod Broda). Tog proljeća su jajna legla bila dosta velika, sa 200–400 kom. jaja, masovno ugibanje nije primijećeno sve do štadija kukuljice. U vezi s time laboratorijski pokusi i promatranja na terenu doveli su nas do zaključka:

U nizinskim šumama i kod prehrane lužnjakom gradacija je gubara obično tipična, te uz obilje hrane i povoljne klimatske pri-like dolazi do masovnog, tako reći eksplozivnog razmnožavanja, iza čega slijedi postepeno opadanje populacije s jedne strane, a s druge strane slabljenje konstitucije individuuma. Na životu pre-ostaje samo mali broj vitalno najsposobnijih individuuma. U brdskim šumama i voćnjacima, gdje se gubar hrani uglavnom bukvom, šljivom i jabukom, propadanje populacije je naglo te iza jakog golobrsta, koji obično traje dvije godine, gubar nestaje sa tih staništa. Iz ovog možemo zaključiti da prehrana gubara hrastom lužnjakom u našim nizinskim krajevima uz povoljnu klimu uvjetuje gradaciju, koja traje obično nekoliko godina. Na-protiv prehrana gubara ostalim vrstama hrane, koje u ovoj radnji navodimo, uzrokuje kratkotrajnu gradaciju s naglim, a ne poste-penim završetkom. Naši pokusi dokazuju, da gubar može imati svoja žarišta samo u šumama hrasta lužnjaka, jer se ekološki pri-lagodio hrastu lužnjaku i njegovu staništu i predstavlja rasu na toj vrsti drveća.

Da bismo naša dosadašnja izlaganja jače dokumentirali, po-služiti ćemo se tumačenjem i formulom *Zwölfera* (lit. 148), koja prikazuje teoretski potencijal razmnožavanja. Spomenuti autor postavio je formulu: $\Sigma = e \cdot \frac{f}{m+f}$, u kojoj e znači srednji broj odloženih jaja, (u našim tabelama $e=M$ – vidi tab. 3, 4 i 5), a $\frac{f}{m+f}$ seksualni indeks (tab. 12 i 13).

Pregledamo li u tab. 14 podatke o potencijalu razmnožavanja, a prema trogodišnjim pokusima, vidimo jasno, kako utječe hrana na plodnost ženki i seksualni indeks, iz kojih rezultira potencijal razmnožavanja. U toj tabeli primjećuje se, kako djeluje hrast

Biljka <i>Plant</i>	Spačva			Pakrac		
	1950	1951	1952	1950	1951	1952
lužnjak <i>Querc. ped.</i>	35,67	230,00	176,40	17,16	501,00	211,75
kitnjak <i>Querc. agrif.</i>	75,01	73,95	85,05	57,35	—	—
grab <i>Querc. robur</i>	30,80	—	—	13,40	—	—
bukva <i>Fagus ssp.</i>	48,00	—	—	17,15	—	—
lipa <i>Lilix grand.</i>	—	—	—	0,10	—	—
jabuka <i>Malus dom.</i>	59,39	—	—	41,72	—	—
šljiva <i>Prun. domest.</i>	68,42	—	—	79,94	—	—

Tab. 14. Potencijal razmnožavanja gubara u trogodišnjem uzgoju na hrastu lužnjaku i kitnjaku. — Reproductive potential of gipsy-moth feeding on *Quercus pedunculata* and *Qu. sessiliflora* during three-year breeding experiments.

me mogli postaviti prognozu o daljem trajanju kalamiteta, vidimo, da do latence dolazi na tim biljkama kao i na hrastu lužnjaku.

Pored toga iz spomenute tabele razabiramo i to, da materijal iz Spačve daje jače potomstvo s obzirom na potencijal razmnožavanja, premda je bio razmjerno broj jaja u leglima iz Spačve 1949. god., odnosno 1950. god. znatno manji nego u leglima iz Pakraca. Tome treba fražiti uzrok u hrani, — hrast lužnjak u Spačvi, bukva i kitnjak u Pakracu — što se očitovalo i u seksualnom indeksu, koji je bio u Spačvi normalan, a u Pakracu poremećen u korist mužjaka.

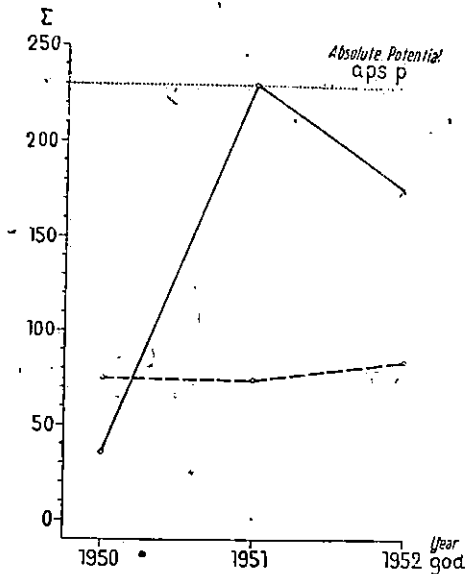
U tabeli 14, međutim, vidimo, da je prognoza o jakosti populacije na temelju veličine jajnih legala potpuno pogrešna, ako pritom ne uzmemo uz klimatske prilike i neprijatelje u obzir i seksualni indeks i hranu. Potencijal razmnožavanja može biti veći u populaciji s manjim leglima nego u populaciji, gdje prevladaju relativno veća legla.

1950. god. je potencijal razmnožavanja različan prema vrsti hrane. 1951. god. potencijal na lužnjaku naglo raste te je 7 puta veći od onog u 1950. god., a na kitnjaku je slabiji nego u 1950. god. Dok je tako bilo s materijalom iz Spačve, materijal iz Pakraca daje drugu sliku. Potencijal razmnožavanja je 1950. god. različan, najjači je na šljivi, kitnjaku i jabuci. Međutim, na toj hrani nema potomaka u P_1 . Naprotiv na hrastu je lužnjaku potencijal razmnožavanja bio 1950. god. razmjerno vrlo nizak, dok je 1951. god. gotovo 30 puta veći, ali je seksualni indeks negativan, jer su se

lužnjak na potencijal razmnožavanja, a kako djeluju ostale biljke. Brojevi pokazuju, kako iz retrogradacije ponovo raste potencijal razmnožavanja i kako možemo lužnjakom uzgojiti jednu generaciju gubara za drugom, a kitnjakom ide to već teže. S ostalom hranom ne možemo dobiti stalno jednu generaciju za drugom, jer u kraće mvremenu nastupa 100% mortalitet gubara. Međutim vidimo, iako je bio kod kitnjaka, bukve, jabuke i šljive potencijal razmnožavanja 1950. god. jači od potencijala na lužnjaku, te bismo prema to-

razvile same ženke. Kopulacija je izvršena s mužjacima iz Spačve. Prema plodnosti ovih ženki predstojala bi progradacija, ali seksualni indeks pokazuje prestanak zaraze zbog pomanjkanja mužjaka.

Potencijal razmnožavanja kod prehrane hrastom lužnjakom pokazuje jasno u god. 1951., kako ta vrsta hrane utječe na dinamiku populacije gubara. P₁ gubara iz Spačve potječe od materijala, koji se uglavnom hranio hrastom lužnjakom. Ona daje potencijal razmnožavanja 35,67 u 1950. god., a 230,00 u 1951. god., t. j. nakon fiziološke regeneracije, a u 1952. god. potencijal razmnožavanja



Graf. 20

Potencijal razmnožavanja gubara kod ishrane hrastom lužnjakom i kitnjakom

Relativni potencijal na: ——— lužnjaku
 — — — kitnjaku

aps. p. = apsolutni potencijal

Reproductive potential of gypsy moth feeding on *Quercus pedunculata* and *Qu. sessiliflora*

Relative potential by feeding on: ——— on *Qu. pedunculata*
 — — — „ *Qu. sessiliflora*

aps. p. = absolute potential

već nešto pada. Na materijalu iz Pakraca, koji je uglavnom hranjen bukvom i eventualno kitnjakom, a vidimo, da je 1950. god. potencijal razmnožavanja kod prehrane lužnjakom za polovicu manji, nego kod onog iz Spačve, ali u P₂, t. j. 1951. god., potencijal se razmnožavanja jako povećao.

Priloženi grafikon 20 pokazuje naglo povećanje potencijala razmnožavanja gubara na lužnjaku. Kao apsolutni potencijal raz-

množavanja uzeli smo vrijednost 230, broj koji označuje maksimalnu plodnost i idealan indeks malog broja ženki gubareve degradirane populacije u pokusima. Crta, koja prikazuje taj apsolutni potencijal razmnožavanja, pokazuje nam ne samo moment regeneracije spolnih organa, nego ujedno i granicu, od koje potencijal razmnožavanja prirodno pada. S većim brojem ženki odn. pojačanom gustoćom populacije opada i plodnost ženki kao i potencijal razmnožavanja. Kod toga seksualni indeks ne mora biti poremećen, kako smo vidjeli u tab. 12. Prema tome je točna naprijed navedena konstatacija, da kulminacija kalamiteta ne znači maksimalan broj odloženih jaja u jajnim leglima, već najveći broj individuuma u populaciji. Tako velik broj individuuma pokazuje već sve znakove, koji ukazuju na degradaciju populacije kao opadanje plodnosti potencijala razmnožavanja i povećani mortalitet jaja i gusjenica.

U graf. 20 vidimo također i razlike u potencijalu razmnožavanja pod utjecajem prehrane hrastom lužnjakom i kitnjakom. Relativni potencijal na kitnjaku nije se gotovo ništa promijenio u toku tri godine, premda se plodnost pojedinih ženki na ovoj biljci povećala (tab. 4 i 5). To je tadi toga, što se na kitnjaku seksualni indeks poremetio znatno u korist mužjaka.

Oscilacije u jakosti potencijala razmnožavanja pod utjecajem hrane pokazuju, da su kalamiteti gubara pojava, koja podliježe velikim promjenama, koje uvjetuju promjene ekoloških uslova na staništu. Ako isključimo sve faktore, osim hrane i bolesti, kao što smo učinili u našim pokusima u laboratoriju, onda na temelju rezultata iznesenih u ovoj radnji dolazimo do zaključka, da je hrana gubara jedan od najznačajnijih faktora, koji uvjetuju njegovu periodičnu masovnu pojavu.

Značaj hrane u gradacijama gubara

Prema rezultatima istraživanja, koji su obrađeni u ovoj radnji, vidimo, da je gubar tipičan štetnik hrasta lužnjaka, premda on može biti jednako štetan na kitnjaku, grabu i bukvi, zatim na jabuci i šljivi. Utvrđivanjem zavisnosti gubara o hrastu lužnjaku dolazimo do vrlo važnih činjenica, kako za zaštitu, tako i za uzgoj šuma u našim nizinama.

U čistim sastojinama hrasta lužnjaka gubar nalazi s obzirom na prehranu optimalne uvjete za razvoj, a u mješovitim, iako u njima ima za gubara dovoljno hrane, uvjeti života nisu tako povoljni. Prehrana gubara hrastom lužnjakom kroz generacije uz uvjet, da su i klimatske prilike povoljne, uvjetuje pojavu kalamiteta, jer se u gubarevoj populaciji, koja se gradacijama hranila hrastom lužnjakom, nakon masovnog ugibanja individua slabe

vitalnosti na životu održe individuumi, koji su po konstituciji najjači te uz povoljne uvjete vanjskih faktora daju potomstvo s jakim potencijalom razmnožavanja. Druge vrste biljaka kao: hrast kitnjak, grab, bukva, lipa, jabuka i šljiva, djeluju na oslabljenje individua u populaciji gubara do te mjere, da ona gotovo potpuno propada. Potomstvo oslabljenih individuuma, koji su se hranili hrastom kitnjakom, grabom, bukvom, lipom, jabukom i šljivom, može doduše da se u nekom broju održi na životu, ali nema sposobnost masovnog razmnožavanja. Analiziramo li slučaj gubara iz nizinskih šuma Posavine i Podravine sa stajališta prehrane, onda dolazimo do ovih konstatacija: Rezultati istraživanja utjecaja hrane na razvoj gubara i dinamiku njegove populacije pokazuju, da je gubar posavskih i podravskih šuma štetnik specijalno prilagođen hrastu lužnjaku. Iz pokusa se vidi, da sve ostale vrste biljaka, na kojima gubar počinja povremeno velike štete kao i na lužnjaku, utječe nepovoljno na njegovu populaciju. Iz ovih konstatacija slijedi, da je *gubar u našim nizinskim šumama lužnjakova rasa*, koja može da se razvija i na drugim biljkama, ali se njima nije prilagodila. Prema tome je točna pretpostavka Kovačevića (lit. 68), da je gubar posavskih i podravskih šuma lužnjakova rasa.

Jedna je zanimljiva pojava u našim pokusima, a opažanjima je utvrđeno, da dolazi do jakog izražaja i na terenu. To je pojava poliedrije, za koju se smatralo da je bolest samo infektivnog karaktera te da napada gubara u slučaju gladovanja, pojačane insolacije ili vlažne klime. Međutim, našim je pokusima utvrđeno, da se poliedrija prenosi na potomstvo te da se u latentnom obliku nalazi u gotovo svakom individuumu gubara. Prema tim zapažanjima mogli bismo kazati, da je gubar naših nizinskih šuma latentno virotičan. Budući da je poliedrija stalan pratilac svih gradacija gubara i jedan od glavnih uzročnika prestanka zaraze, trebalo bi u daljnim istraživanjima posvetiti naročitu pažnju poliedriji i faktorima, koji uz hranu uvjetuju rezistentnost malog broja individua preostalih u degradiranoj populaciji.

U vezi s naprijed iznesenim možemo kazati, da je glavni uzrok periodične masovne pojave gubara u posavskim i podravskim nizinskim šumama u autohtonom postanku kalamiteta.

Početak svih gradacija gubara nalazimo pretežno u čistim lužnjakovim sastojinama. U tim se žarištima nalazi mali broj individua sposobnih da stvaraju mnogobrojno potomstvo. Budući da se ta jaka sposobnost razmnožavanja prenosi sa roditelja na potomstvo, populacija se rel. brzo povećava. To se događa to brže, što su klimatski i prehrambeni uvjeti povoljniji. Kod velikog broja individuuma u populaciji dolazi do čestih slučajeva parenja u srodstvu. Uslijed toga u daljim generacijama nagomilavaju se sve više negativne nasljedne osobine te dolazi do propadanja masovno razmnožene populacije. Pri slabljenju vitalne sposobnosti ve-

likog broja individua u jako povećanoj populaciji slabi i otpornost prema poliedriji, koja pod utjecajem nepovoljnih vanjskih faktora postaje virulentna, te individui populacije propadaju u masama. *To propadanje događa se, međutim, i kod najpovoljnije hrane s tom razlikom, što je kod manje povoljne hrane propadanje brže i što kod povoljne hrane ostaju na životu najjači individui, koji su s obzirom na dalju gradaciju »početni«.*

Potomstvo »početnih« individua je malobrojno, te mužjaci lete na veće daljine i oploduju ženke drugog podrijetla. To može biti uzrok regeneraciji vitalne, odn. rasplodne sposobnosti individua, te se populacija uz povoljan utjecaj ekoloških faktora ponovo razmnožava u masama.

Istraživanja iznesena u ovoj radnji odnose se na opažanja u Posavini i Podravini i na materijal iz tih krajeva. Stoga ne možemo tvrditi, da mora tok gradacije biti u čitavoj Jugoslaviji jednak gradacijama u spomenutim krajevima. Poznato nam je, da je tok gradacije u našem Primorju i Dalmaciji drugačiji nego dalje na kontinentu. I u primorskim krajevima dolazi do gradacija gubara, ali su one vrlo kratkotrajne, donekle slične onima u brdskim šumama s tom razlikom, što u Primorju i Dalmaciji osim hrane utječu na gubara u jačoj mjeri prirodni neprijatelji. Vjerojatno u tim predjelima ima utjecaj na ovakav oblik gradacija i šarolika flora, u kojoj je biocenoza mnogo stabilnija od one u čistim ili slabo mješovitim sastojinama nizinskih šuma.

Zaključak

Iz postignutih rezultata istraživanja, koje smo iznijeli u ovoj radnji, može se izvesti ovo:

1. Vrsta hrane utječe na dužinu razvoja, mortalitet, plodnost i seksualni indeks gubara, a time i na dinamiku njegove populacije. Razlike u razvoju gubara na različitoj hrani najviše dolaze do izražaja kod gusjenica u I. i V. razvojnoj fazi. Što je hrana nepovoljnija, to su razlike veće.

2. Ista vrsta hrane ne utječe jednako na razvoj individua istog legla, a to zavisi po Franzu o nasljedno stečenim osobinama individua (37). Još su veće razlike u razvoju individua na istoj hrani, ako su im roditelji različitog porijekla.

3. Promjena hrane, u koliko se ne radi o vrlo nepovoljnoj hrani, kao i promjena ambijenta, ne dolazi do izražaja u prvoj generaciji gubara, nego tek u drugoj. Ovom činjenicom možemo objasniti, zašto su zaraze gubara u brdskim šumama, kuda ga prenese vjetar, kratkotrajne, odn. zašto obično traju dvije godine.

4. U pokusima s hrastom lužnjakom, kitnjakom, grabom, bukvom, lipom, jabukom i šljivom bio je prosječno najdulji razvoj kod

ženki na lipi (102 dana), gotovo jedamput dulji nego razvoj ženki na kitnjaku (66 dana). *Hrast lužnjak i kitnjak* djeluje približno slično na duljinu razvoja gubara (66–75,5 dana). *Grab* uvjetuje nešto veće razlike u duljini razvoja ženki (67–68 dana) i mužjaka (71–75 dana). *Na bukvi* traje razvoj gubara 69–79,5 dana. Gubar se na *šljivi* razvija prosječno isto kao na hrastu, lužnjaku. *Jabuka* može usporiti razvoj ženki.

5. U laboratorijskim pokusima uginula je na lipi većina gusjenica već u prvoj godini. Druge godine pokusa uginule su sve gusjenice na bukvi, grabu, lipi i šljivi, a na jabuci su se razvili samo mužjaci, tako da je preostao samo gubar hranjen hrastom lužnjakom i kitnjakom.

6. Uzroci ugibanja gubara u pokusima bili su: slabost, poliedrija, bakterije i *Plistophora Schubergi Zwölfer*. Ugibanje gusjenica i kukuljica od tih uzroka bilo je masovno bez obzira na vrstu hrane. U trećoj godini pokusa od poliedrije su ugibale samo gusjenice na kitnjaku. Ovdje se može istaknuti važnost poliedrije kao uzročnika degradacije gubareve masovno razmnožene populacije, a isto tako i činjenica da potomstvo individuuma, koji su nakon degradacije ostali na životu, a njihovi su se preci kroz 3 generacije hranili hrastom lužnjakom, nije pokazivalo nijedan slučaj oboljenja poliedrijom.

7. *Hrast lužnjak i kitnjak* utjecali su na plodnost gubara tako, da se ona treće godine pokusa znatno povećala. Naročito je bio znatan porast plodnosti na lužnjaku. *Na grabu i bukvi* bila je plodnost gubara različitog porijekla različita, ali je bio mortalitet jaja velik. Plodnost gubara na lipi jako je pala, tako da su nakon 2 godine pokusa ženke odložile samo po nekoliko jaja, ili jaja nisu bila odložena. *Jabuka i šljiva* djelovale su na plodnost povoljno, tako da se ona u drugoj godini povećala.

8. Pokusima je ustanovljeno, da se na temelju plodnosti ženki, odn. maksimalnog broja jaja u leglima ne može uvijek postaviti prognoza za pojavu kalamiteta, jer do progradacije može doći i kod populacije s manjim brojem jaja u jajnim leglima, ako je seksualni indeks normalan.

9. Partenogeneza nema značaja za održanje gubara, jer neoplođene ženke često odlažu jaja, u kojima se ne razviju gusjenice, a ukoliko se izlegu, onda nisu sposobne za život i ugibaju u prvoj fazi razvoja.

10. Utjecaj hrane na populaciju gubara u degradaciji sastoji se u tome, što je kod nepovoljne hrane degradacija brža. Kod najpovoljnije hrane, a to je hrast lužnjak, ostaju na životu najjači individuumi u populaciji, koji se u povoljnim ekološkim prilikama masovno razmnožavaju.

11. Ustanovljeno je pokusima, da prehrana gubara hrastom lužnjakom utječe kod individuuma, preostalih nakon degradacije

populacije, na naglo povećanje potencijala razmnožavanja. Naravno da u tome, kao i u svim pojavama u životu gubara, ima važnu ulogu i klima, jer do povećanja potencijala razmnožavanja može doći samo u slučaju, ako su klimatski uvjeti optimalni.

12. Kao jedan od uzroka, koji dovodi do razvoja i pojavljivanja individuuma degenerativnog karaktera, koji pogibaju zbog unutarnjih ili konstitucijskih razloga, svakako je incest, uslijed čega dolazi do slabljenja individuuma i jače osjetljivosti prema poliedriji.

13. Na temelju činjenica utvrđenih u iznesenim pokusima možemo zaključiti, da je gubar u nizinskim šumama Posavine i Podravine *lužnjakova rasa* prilagođena ekološkim uvjetima tih krajeva. Budući da su monokulture hrasta lužnjaka u tim krajevima pretežno žarišta gubara, u kojima počinje zaraza, gradacija gubara u njima dolazi najjače do izražaja. *Gradacija gubara prema tome može nastati samo u lužnjakovim šumama.* To pokazuju rezultati pokusa, u kojima kod druge hrane populacija potpuno propada, a na hrastu lužnjaku ostaju individuumi jakog potencijala razmnožavanja. Dalji zadatak istraživanja problema periodične pojave gubara u masama bio bi u istraživanju genetske strukture populacije u svim stupnjima gradacije.

CONCLUSION

On the basis of the results obtained by the experiments on the influence of food on the development of the gipsy-moth (*Lymantria dispar* L.) we can conclude as follow:

1. The kind of the food influences the duration of the development, mortality, fertility and sex ratio of the gipsy-moth and thereby the dynamics of its population. The differences in the development of the gipsy-moth fed on different foods is most evident in the first and fifth developmental stages of larvae. The more unfavourable the food, the greater the differences.

2. The same kind of food does not influence in the same way the development of the individuals of the same eggs mass, which depends after Franz (37), on the inherited characters of the individuals. The differences in the development of the individuals fed on the same food are still greater, if the parents are of different origin.

3. Change of food in so far as very unfavourable food is not concerned, as well as changes of environment, do not manifest themselves in the first generation of the gipsy-moth, but only in the second. This would explain the short duration (mostly two years) of the infestations of mountain forests by air-borne gipsy-moth larvae.

4. Feeding experiments with *Quercus pedunculata* Ehrh., *Quercus sessiliflora* Salisb., *Carpinus betulus* L., *Fagus sylvatica* L., *Tilia grandifolia* Ehrh., *Malus domestica* L., and *Prunus domestica* L. have shown the females fed on *Tilia* to possess the longest average development (102 days), i. e. almost twice as long as the development of the females fed on *Quercus sessiliflora* (66 days). *Quercus pedunculata* and *Qu. sessiliflora* influence in a similar way the development of the gipsy-moth (66–75,5 days). *Carpinus betulus* produces slightly greater differences in the development of the females (67–68 days) and males (71–75 days). Fed on *Fagus sylvatica*, the development of the gipsy-moth lasts 69–79,5 days. Fed on *Prunus domestica* the gipsy-moth develops similarly as when fed on *Quercus pedunculata*. *Malus domestica* may retard the development of the females.

5. In the laboratory experiments the majority of larvae fed on *Tilia* already perished in the first year. In the second year of experiments all the larvae fed on *Fagus sylvatica*, *Carpinus betulus*, *Tilia grandifolia*, and *Prunus domestica* perished, while on *Malus domestica* only males developed. Thus there only remained the gipsy-moths fed on *Quercus pedunculata* and *Qu. sessiliflora*.

6. The following were the causes of mortality of the gipsy-moths: weakness, polyhedral virus disease, bacteria and *Plistophora Schubergi* Zwölfer. The perishing of the larvae and pupae from these causes occurred in masses irrespective of the kind of food. In the third experimental year it was only the larvae fed on *Quercus sessiliflora* that perished of polyhedral disease. At this juncture the importance should be stressed of the polyhedral disease as the causative agent of the decline («degradation») of the vast gipsy-moth populations as well as of the fact that the offsprings of the individuals which survived the decline – and whose ancestors had been fed on *Quercus pedunculata* through three generations – did not show any case of polyhedral disease whatsoever.

7. *Quercus pedunculata* and *Qu. sessiliflora* influenced the fertility of the gipsy-moths to such an extent, that it increased considerably in the third experimental year. The fertility especially increased on *Quercus pedunculata*. *Carpinus betulus* and *Fagus sylvatica* influenced the fertility of the gipsy-moth differently because of different origins, but in this case egg mortality was very high. The fertility of the gipsy-moths fed on *Tilia grandifolia* dropped to such a degree, that after two years of trials the females only laid several eggs or no eggs were laid at all. *Malus domestica* and *Prunus domestica* influenced favourably the fertility of females, so that it increased in the second year.

8. Experiments have shown that it is not always possible to make a prognosis as to the outbreak of the gipsy-moth pest, if this is based on the fertility of females, i. e. on the extremely great number of eggs in egg masses, because an outbreak («progradation») can occur in populations with a smaller number of eggs in egg masses, when the sex ratio is normal.

9. The parthenogenesis has no significance for the reproduction of species, because unmated females frequently lay eggs in which larvae do not develop, and if they do develop, they are not able to live and die in the first stage of their development.

10. The influence of food on the gipsy-moth population in the stage of its decline consists in a quicker decline owing to food being inadequate. By feeding the gipsy-moths on most favourable food, i. e. on *Quercus pedunculata* the most vigorous individuals of the population survive and multiply in masses, if ecological conditions are favourable.

11. Experiments have shown that feeding the gipsy-moths on *Quercus pedunculata* has a stimulating influence on the rapid increase of the reproductive potential of the individuals surviving the population decline. Naturally, in this, as in all the life manifestations of the gipsy-moth, climate also plays an important rôle, for the reproductive potential can only be increased if the climate conditions are at their optimum.

12. As one of the causes leading to the development and outbreak of degenerated individuals dying of internal or constitutional defects, is certainly incest which weakens the individuals as well as creates a greater susceptibility to polyhedral disease.

13. On the basis of the facts established in the mentioned experiments we can conclude, that the gipsy-moth of lowland forests of Posavina and Podravina is *the race on Quercus pedunculata*, adapted to the ecological conditions of these areas. The monocultures of *Quercus pedunculata* in these areas being predominantly the centres where the gipsy-moth infestation starts, it is there that the outbreak is most marked. *According to these facts, an outbreak of gipsy-moth can only start in forests of Quercus pedunculata.* This was proved by experiments which have shown that the population fed on other kinds of food was completely ruined, while individuals which a strong reproductive potential remained only on *Quercus pedunculata*.

A further task of the investigations of the problem of periodical mass outbreaks of the gipsy-moths would consist in a research of the genetical structure of population in all its developmental stages.

L I T E R A T U R A

1. *Andersen K. Th.*, Der Einfluss der Umweltbedingungen (Temperatur und Ernährung) auf die Eierzeugung und Lebensdauer eines Insekts (*Sitona lineata* L.) mit postmetaboler Eientwicklung und langer Legezeit. Z. angew. Ent., XX. Bd., Berlin 1934.
2. *Badoux H.*, Apparition du Bombyx disparate dans un taillis de châtaignier au Tessin. J. for. suisse, 1924.
3. *Barbey A.*, Der Schwammspinner (*Liparis dispar* L.) in den schweizerischen Hochalpen. Naturwiss. Z. Forst- u. Landw., Stuttgart, VII, 1909.
4. *Barbey A.*, Traité d'entomologie forestière, Paris 1925.
5. *Beltram V.*, Pojava gubara (*Lymantria dispar* L.) na primorskoj makiji, Šum. list 1935.
6. *Bergold G.*, Bündelförmige Ordnung von Polyederviren. Z. Naturforschung, Bd. 3 b, Heft 1/2 (1948).
7. *Bergold G.*, Fortschritte und Probleme auf dem Gebiete der Insektiviren. Z. angew. Ent., Bd. 33, Heft 1/2 (1951).
8. *Bergold G.*, The Multiplication of Insect Viruses as Organisms. Canad. J. Research, E. 28 (1948).
9. *Bergold G.*, Über die Kapselvirus-Krankheit. Z. Naturforschung, Bd. 3 b, Heft 9/10 (1948).
10. *Bergold G.*, Über Polyederkrankheiten bei Insekten. Biol. Bd. 63., Heft 1/3, Leipzig 1943.
11. *Berlese A.*, Gli insetti. I. Milano 1909.
12. *Bayer G.*, Haranje gubara po šumama okolišja sisačkoga, Šum. list, 1885.
13. *Blunck H.*, Der Massenwechsel der Insekten und seine Ursachen, 4. Wanderversammlung deutscher Entomologen in Kiel, 19-41 (1930).
14. *Bodenheimer F. S.*, Studien zur Epidemiologie, Ökologie und Physiologie der afrikanischen Wanderheuschrecke (*Schistocerca gregaria* Forsk.), Z. angew. Ent., Br. 15.
15. *Bodenheimer F. S.*, Über die Grundlagen einer allgemeinen Epidemiologie der Insektenkalamitäten. Z. angew. Ent. Bd. 16. 1930.
16. *Bodenheimer F. S.*, Welche Faktoren regulieren die Individuenzahl einer Insektenart in der Natur? Biol. Z.bl., Bd. 48, 1928.
17. *Börner G.*, Über den Einfluss der Nahrung auf die Entwicklungsdauer von Pflanzenparasiten nach Untersuchungen an der Reblaus. Z. angew. Ent., Bd. XIII., 1928.
18. *Bragina A.*, Proširenje »*Porthetria dispar* L.« u Jugoslaviji 1923. g., Glasnik Minist. zdravlja, 1925.
19. *Brand H.*, Über die Änderung des Geschlechtsverhältnisses bei Insekten und ihre Ursachen. Arb. Physiol. u. angew. Ent., Berlin-Dahlem, Bd. 3, 1936.
20. *Bremer H.*, Grundsätzliches über den Massenwechsel von Insekten. Z. angew. Ent., Bd. 14, 1928.
21. *Chapman J. W.*, *Glaser R. W.*, Further Studies on Wilt of Gipsy-Moth Caterpillars, J. econ. Ent., IX, 1916.
22. *Demorlaine J.*, La grande misère du chêne dans nos forêts françaises, Rev. Eaux For., 1927.
23. *Doflein F.*, Tierbau und Tierleben. Bd. II. Das Tier als Glied des Naturganzen. Leipzig-Berlin 1914.
24. *Đorđević P.*, Sušenje hrastovih šuma u Slavoniji. Min. šuma i rudnika, 1926.
25. *Đorđević P.*, Uzroci sušenja naših hrastovih šuma. Šum. list 51, Zagreb 1927.
26. *Đurđić T.*, Uzroci sušenja hrastovih sastojina i preduzete mjere u području direkcije šuma Vinkovci. Šum. list 1932.

27. *Eckstein K.*, Die Schmetterlinge Deutschlands mit besonderer Berücksichtigung der Biologie. II. Bd., Stuttgart 1915.
28. *Eckstein K.*, Forstliche Zoologie. Berlin 1897.
29. *Eidmann H.*, Eizahl und Eireifung einiger forstlich wichtiger Schmetterlinge. Z. angew. Ent., Bd. XIII. 1928.
30. *Eidmann H.*, Morphologische und physiologische Untersuchungen am weiblichen Genitalapparat der Lepidopteren. Z. angew. Ent., 15.
31. *Eidmann H.*, Morphologische und physiologische Untersuchungen am weiblichen Genitalapparat der Lepidopteren: II Physiologischer Teil. Z. angew. Ent. XVIII, 1931.
32. *Eidmann H.*, Zur Kenntnis der Periodizität der Insektenepidemien. Z. angew. Ent. Bd. 18, 1931.
33. *Eidmann H.*, Zur Theorie der Bevölkerungsbewegung der Insekten. Anz. Schädlingsk. XIII. Jahrg. 1937.
34. *Escherich K.*, Die Forstinsekten Mitteleuropas, 3 Bd. Berlin 1931.
35. *Escherich K.*, Nonnenprobleme. NW. Z. Forst- u. Landw., 10. Jahrg., 1912.
36. *Escherich K.*, Tote Nonneneier. Naturwissenschaftliche Z. Forst- u. Landw., 1911.
37. *Franz Jost*, Über die genetischen Grundlagen des Zusammenbruches einer Masservermehrung aus inneren Ursachen. Z. angew. Ent. 31. Bd. (1949), Heft 2
38. *Friederichs K.*, Bedeutung der Biocönosen für den Pflanzenschutz gegen Tiere. Z. angew. Ent., Bd. XII. Berlin 1927.
39. *Friederichs K.*, Der Raupenfrass in der Schwinzer und Wooster Heide in ökologischer Betrachtung. Verhandl. VII. Int. Kongress. Ent. Bd. II., Weimar 1939.
40. *Friederichs K.*, Die Grundfragen und Gesetzmässigkeiten der Land- und forstwirtschaftlichen Zoologie, insbesondere der Entomologie. Bd. I, Ökolog. Teil, Berlin 1930.
41. *Friederichs K.*, Die Grundfragen und Gesetzmässigkeiten der Land- und forstwirtschaftlichen Zoologie, insbesondere der Entomologie. Bd. II. Wirtschaftl. Teil, Berlin 1930.
42. *Friederichs K.*, Waldkatastrophen in biocönotischer Betrachtung. Anz. Schädlingsk. IV. Jahrg. (1928) Heft 11.
43. *Friederichs K.*, Welche Faktoren regeln die Individuenzahl in der Natur? Anz. Schädlingsk., 1929, Heft 10.
44. *Friederichs K.*, Zu den Meinungsverschiedenheiten über die Bewertung der einzelnen die Vermehrung von Insekten begrenzenden Faktoren. Anz. Schädlingsk. Jahrg. VII (1931), Heft 7.
45. *Gasow H.*, Das Eichensterben in Westfalen. Ein Gegenstück zu der Eichentrocknis in Slawonien und im Karste. Wien. allg. Forst- und Jagdztg. 1925.
46. *Gäbler H.*, Nadelmassen und kritische Eizahlen der Nonne für Fichte und Kiefer. Forstwiss. 1941.
47. *Glaser R. W.-Chapman J. W.*, Die »Wilt« (Polyederkrankheit) des Schwammspinners. Z. angew. Ent., Bd. I. 1914.
48. *Glaser R. W.*, Wilt of gipsy-moth caterpillars. J. agric. Res. No. 4, 1915.
49. *Hering M.*, Biologie der Schmetterlinge. Berlin 1926.
50. *Hofmann Chr.*, Der Einfluss von Hunger und engem Lebensraum auf das Wachstum und die Fortpflanzung von Lepidopteren. Z. angew. Ent., Bd. 20.
51. *Janisch E.*, Experimentelle Untersuchungen über die Wirkungsgrösse der Umweltfaktoren auf Insekten. Z. Morphol. u. Ökol. Tiere, Bd. 17, 1930.
52. *Janisch E.*, Massenvermehrung forstlicher Schadinsekten. Dtsch. Forstztg. No. 10, 1941.
53. *Janisch E.*, Physiologische Grundlagen der Nonnenprognose. Anz. Schädlingsk. Nr. 12, 1936.

54. *Janisch E.*, Untersuchungen über Massenwechsel von Schadinsekten. Z. Pflanzenkrakh., 48, 1948.
55. *Janisch E.*, Über die Bewertung der Mortalitätsfaktoren beim Massenwechsel von Schadinsekten. Z. angew. Ent., Bd. XXVIII, 1941.
56. *Jordan H.*, Vergleichende Physiologie wirbelloser Tiere. Bd. I. Die Ernährung, Jena 1913.
57. *Josifović M.*, Le dépérissement du chêne (*Quercus pedunculata* Ehrh.) dans les forêts de Slavonie. Rev. Eaux For., 1926.
58. *Jošovec A.*, Gubar i ostale štetočinke. Opažanja u Žutici god. 1926. Šum. list 1926.
59. *Jošovec A.*, Gubar u Žutici 1927. Šum. list 1927.
60. *Judeich J. F.-Nitsche H.*, Lehrbuch der mitteleuropäischen Forstinsektenkunde, Wien 1895.
61. *Katzer K.*, Zum Frasse des Schwammspinners in Kroatien 1886/1889. Öst. Forst- u. Jagdztg., 1890.
62. *Kirchner H.*, Versuche über den Einfluss der Nahrung auf die Entwicklung und Fruchtbarkeit von *Carausis (Dixippus) morosus*. Z. angew. Ent., Bd. 27, 1940/41.
63. *Klimesch J.*, Eichensterben in Jugoslavien. Wien, allg. Forst- u. Jagdztg., 1924.
64. *Koča G.*, Gubar (*Ocneria dispar*). Šum. list 1888.
65. *Komárek J.-Breindl V.*, Die Wipfelkrankheit der Nonne und der Erreger derselben. Z. angew. Ent., Bd. X, 1924.
66. *Komárek J.*, Wichtige Neubeobachtungen aus der Biologie der Nonne. Anz. Schädlingk. 11 Jahrg. Heft 6, 1933.
67. *Kovačević Z.*, Gubar i hrastove šume. Šum. list, br. 7 1931.
68. *Kovačević Z.*, Osvrt na masovnu pojavu gubara. Masovna pojava i sužbijanje gubara (*Lymantria dispar* L.) Institut za šumarska istraživanja, sv. 3, Zagreb 1949.
69. *Kovačević Z.*, Sušenje hrastova u Posavini s entomološko-biološkog gledišta. Šum. list 1928.
70. *Kurir A.*, Die Massenvermehrungsgebiete des Schwammspinners *Lymantria dispar* L. in Kroatien. Schriftenreihe des Südostinstitutes für Wald- und Holzforschung der Hochschule für Bodenkultur in Wien 1944.
71. *Langhoffer A.*, Gubar i sušenje naših hrastovih šuma. I. dodatak, Glasnik za šum. pokuse, 1927.
72. *Langhoffer A.*, Gusjenice prelaca u našim hrastovim šumama i obrana od njih. Šum. list 1925.
73. *Langhoffer A.*, Još o gubaru. Šum. list 1927.
74. *Langhoffer A.*, Najvažniji štetnici hrastovih šuma. Pola stoljeća šumarstva 1926.
75. *Langhoffer A.*, Gubar i sušenje naših hrastovih šuma, Glasnik za šumske pokuse 1926.
76. *Langhoffer A.*, Primjedbe o gubaru (*Ocneria dispar* L.). Šum. list 1900.
77. *Langhoffer A.*, Riječ o gusjenici gubara i rodbine. Šum. list 1925.
78. *Langhoffer A.*, Štetočinke hrasta prema sušenju hrastovih sastojina. Glasnik prirodosl. društva 1927.
79. *Langhoffer A.*, Štetočinke naših hrastovih šuma. Šum. list 1926.
80. *Maercks H.*, Der Einfluss der Nahrung auf die Entwicklung der Nonnenraupe. Arb. Physiol. u. angew. Ent., Berlin-Dahlem, Bd. 2, 3.
81. *Manojlović P.*, Sadanje stanje hrastovih šuma u Slavoniji. Pola stoljeća šumarstva 1876-1926, Zagreb 1926.
82. *Marcus B. A.*, Die Entwicklung der Forleule (*Panolis flammea* Schiff.) 1931 im Lorenzer Reichswald. Z. angew. Ent., Bd. 20, 1934.
83. *Martini E.*, Zur Terminologie in der Lehre von Massenwechsel der Organismen. Z. angew. Ent., Bd. VIII, 1931.
84. *Matić J.*, Sušenje hrastovih sastojina. Šum. list, 1926.

85. Mayer A., Ernährungsphysiologische Untersuchungen an Nonnenraupen (*Lymantria monacha* L.) I.-II. Z. angew. Ent., Bd. 27.
86. Mayer E., Beobachtungen und Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung der Forleule. Z. angew. Ent., Bd. 18, 1931.
87. Mithat A., Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Entwicklung des Schwammspinners, *Porthetria dispar* L. Z. angew. Ent., Bd. XX, 1934.
88. Mitscherlich H.-Wellenstein G., Die Nonne an Früh- und Spättreiberformen der Fichte. Monograph. angew. Ent., Nr. 15.
89. Mors H., Aktivität und Frass der Nonnenraupe in den verschiedenen Jahren ihrer Massenvermehrung. Monograph. angew. Ent., Nr. 15.
90. Mors H., Die Nonnefalter während ihrer Massenvermehrung. Monograph. angew. Ent. Nr. 15.
91. Mors H., Die Entwicklung der Nonne im Freiland unter besonderer Berücksichtigung des Klimas und der Frasspflanze. Monograph. angew. Ent., Nr. 15.
92. Müller F., Sterblichkeit und Wachstum der Kiefernspannerraupe bei Futter aus Rheinbeständen und aus Mischwald. Z. angew. Ent., Bd. 26.
93. Nechleba A., Der Schwammspinner und das Eingehen der Kroato-slawonischen Eichenwäldungen. Anz. Schädlingsk., 1926.
94. Nechleba A., Verkümmern und Verderben von Brutten fortschädlicher Insekten. Anz. Schädlingsk. Jahrg. 3, 1927.
95. Nolte H. W., Beiträge zur Fortpflanzungsbiologie der Nonne (*Lymantria monacha*). Allg. Forst- u. Jagdztg. 115. Jahrg., Heft 5.
96. Nunberg M., Das schädliche Auftreten des Schwammspinners in der Gegend von Bochnia. Bull. ent. Pologne, T. IV. 2, Lwow 1925.
97. Nüsslin-Rhumbler, Forstinsektenkunde, 1922.
98. Oppel A.-Böhm A., Taschenbuch der mikroskopischen Technik. München-Berlin 1912.
99. Peikoff P., Der Einfluss des Futters auf die Entwicklung des Goldafters *Nygmia phacorrhoea* L. und des Ringelspinners *Malacosoma neustria* L., Verhandl. VII. Int. Kongress. Ent., Bd. IV, Weimar 1939.
100. Prüffer J., Observations et expériences sur les phénomènes de la vie sexuelle de *Lymantria dispar* L., Bull. Acad. polon. Sci. Lettr. Sér. B, Sci. Nat. Cracovie 1924.
101. Ratzeburg J. T. C., Die Waldverderber und ihre Feinde. 4. Aufl., Berlin 1856.
102. Ratzeburg J. T. C., Die Forstinsekten. 2. Teil: Die Falter, Berlin 1840.
103. Reh L., Witterung und Insekten. Anz. Schädlingsk. IX. Jahrg. (1933), H. 9.
104. Roegner-Aust S., Der Infektionsweg der Polyederepidemie der Nonne, Z. angew. Ent., Bd. 31, H. 1.
105. Ružička J., Die neuesten Erfahrungen über die Nonne in Böhmen. Cbl. ges. Forstw. 50 Jahrg. (1924), Nr. 1-3.
106. Ružička J., Erfahrungen über die Nonne (*Liparis monacha*). Referat für den int. Forstkongress in Rom, 1926.
107. Sachtleben H., Die Forleule (*Panolis flammea* Schiff.). Monogr. Pflsch. 3, Berlin 1929.
108. Sattler H., Die Entwicklung der Nonne, *Lymantria monacha*, in ihrer Abhängigkeit von der Nahrungsqualität. Z. angew. Ent., Bd. XXV. H. 4.
109. Schedl K., Der Schwammspinner (*Porthetria dispar* L.) in Euroasien, Afrika und Neuengland. Berlin 1936.
110. Scheidter F., Über Begattung und Eiablage von *Lymantria dispar* L. Z. Land- u. Forstw., 1909.
111. Schwerdtfeger F., Die Ermittlung der Mortalität der Raupen während einer Insektenepidemie. Anz. Schädlingsk. VII. Jahrg., H. 8.
112. Schwerdtfeger F., Studien über Massenwechsel einiger Forstschädlinge. Z. Forst- u. Jagdw. Berlin, Jahrg. 67 (1935).

113. *Schwerdtfeger F.*, Über die Ursachen des Massenwechsels der Insekten. Z. angew. Ent., Bd. XXVIII, 1941.
114. *Sedlaczek W.*, Die Nonne (*Lymantria Monacha L.*) Wien 1909.
115. *Sedlaczek W.*, Verbreitung und Befallsdichte des Schwammspinners im Burgenland im Jahre 1931. Cbl. ges. Forstw. 58 Jahrg., Wien 1932.
116. *Speyer W.*, Entomologie, mit besonderer Berücksichtigung der Biologie, Ökologie und Gradationslehre der Insekten. Dresden-Leipzig 1937.
117. *Sprengel L.*, Untersuchungen über Zustand und Entwicklung der Eier in der Ovarien geschlüpfter Lepidopteren. Anz. Schädlingssk., 4. Jahrg. 1928.
118. *Stauder H.*, Beiträge zur Biologie der Raupen von *Lymantria dispar* und *Phalacropteryx praeceus* Stgr. Z. wiss. Insektenbiol. 9. Jahrg.
119. *Stober W. K.*, Ernährungsphysiologische Untersuchungen an Lepidopteren. Z. vergleich. Physiol., Bd. 6. H. 3/4.
120. *Stojanović I.*, O gubaru (*Lyparis dispar L.*) Šum. list 1889.
121. *Tavčar A.*, Biometrika u poljoprivredi. Zagreb 1946.
122. *Titschack E.*, Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss der Massenzucht auf das Einzeltier. Z. angew. Ent., Bd. 23, 1937.
123. *Titschack E.*, Untersuchungen über das Wachstum, den Nahrungsverbrauch und die Eierzeugung. II. *Tineola biselliella* Hum. Z. wiss. Zool. 128, 126.
124. *Titschack E.*, Untersuchungen über das Wachstum, den Nahrungsverbrauch und die Eierzeugung. III. *Cimex lecturalis L.* Z. Morph. u. Ökol. Tiere, 17, 1930.
125. *Tubeuf von.*, Weitere Beobachtungen über die Krankheit der Nonne, Forstnaturw. Z. 1892.
126. *Ulmann E.*, Die regulatorische Bedeutung der Bevölkerungsdichte für das natürliche Gleichgewicht einer Art. Z. angew. Ent., Bd. XXVIII, 1941.
127. *Ugrenović A.*, Waldinsektenschäden in Slawonien. Ost. Forst- u. Jagdztg., 1907.
128. *Vajda Z.*, Klimatske okolnosti i gradacija gubara u razdoblju od godine 1942-1948. Masovna pojava i suzbijanje gubara. Inst. šum. istraž. sv. 3, Zagreb 1949.
129. *Vajda Z.*, Koji su uzroci sušenju hrastovih posavskih i donjopodravskih šuma. Šum. list 1948.
130. *Vajda Z.*, Utjecaj klimatskih kolebanja na sušenje hrastovih posavskih i donjopodravskih nizinskih šuma. Inst. šum. istraž. sv. 1, Zagreb 1948.
131. *Vajda Z.*, Uzroci epidemijskog ugibanja brijestova. Glasnik za šumske pokuse knj. 10, 1952.
132. *Voelkel H.*, Vorläufige Mitteilung über den gesetzmässigen Ablauf der Massenvermehrung von Insekten. NachrBl. dtsh. PflSchDienst., Bd. 10, 1930.
133. *Vukasović P.*, O navali gusjenica gubara (*Lymantria dispar*) u 1934. god. Arh. Min. poljoprivrede 1934.
134. *Vukasović P.*, Prilog proučavanju gusenice gubara (*Lymantria dispar*) u 1935. god. Arh. Min. poljoprivrede 1936.
135. *Wachtl A.*, Die Nonne (*Lymantria (Psilura) Monacha L.*) Wien 1907.
136. *Wachtl F. A.*, Neue Gesichtspunkte über die Entstehung von Nonnenkalamitäten und die Mittel zu ihrer Abwehr. Cbl. ges. Forstw., H. 4, Jahrg. 1910.
137. *Wachtl A. F.-Kornauth K.*, Beiträge zur Kenntnis der Morphologie, Biologie und Pathologie der Nonne (*Psilura monacha L.*). Mitt. forstl. Versuchsw. Ost., XVI H. Wien 1893.
138. *Wehmer C.*, Die Pflanzenstoffe I. II. Bd., Jena 1929-35.
139. *Weidling K.*, Die Beeinflussung von Eiröhrenzahl und grösse einiger Dipteren durch Hunger in Larvalstadium mit einigen Beobachtungen über die Chaetotaxis der Hungertiere und über den Einfluss verschiedener physikalischer und chemischer Einwirkungen auf den Entwicklungsgang dieser Tiere. Z. angew. Ent. 14, 1929.

140. *Wellenstein G.*, Die Bearbeitung der ostpreussischen Nonnenvermehrung (1933–1937) durch die Waldstation für Schädlingsbekämpfung und Jagdhaus Rominten. Monogr. angew. Ent. Nr. 15.
141. *Wellenstein G.*, Zum Massenwechsel der Nonne. Monogr. angew. Ent. Nr. 15.
142. *Wilke S.*, Die diesjährigen Schäden im Obstbau. NachrBl. dtsh. PflSchDienst., 1925.
143. *Wolff M.-Krausse A.*, Die Forstlichen Lepidopteren. Jena 1922.
144. *Zezulka:* *Ocneria* dispar und *Porthesia chrysoorrhoea* in Slawonien. Ust. Forst- u. Jagdztg. 1915.
145. *Zezulka:* *Ovogodišnja opažanja gubara (Ocneria dispar) i zlatokraja Porthetria chrysoorrhoea*. Sum. list 1915.
146. *Zwölfer W.*, Die Pebrine des Schwammspinners und des Goldafters, eine neue wirtschaftlich bedeutungsvolle Infektionskrankheit. Z. angew. Ent., XII.
147. *Zwölfer W.*, Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Z. angew. Ent., Bd. 19, 1932.
148. *Zwölfer W.*, Studien über Ökologie, insbesondere zur Bevölkerungslehre der Nonne, *Lymantria monacha* L. Z. angew. Ent., XX.
149. *Zwölfer W.*, Studien über Ökologie und Epidemiologie der Insekten. I. Die Kiefernäule, *Panolis flammea* Schiff. Z. angew. Ent., Bd. 17.
150. *Zwölfer W.*, Zur Theorie der Insektenepidemien. Biol. Cbl., Bd. 50, 1930.
151. *Živojinović S.*, Šumarska entomologija. Beograd 1948.

Dodatak:

152. *Roegner-Aust S.*, Populationsanalytische Untersuchungen über die Sterblichkeit von Nonnenraupen, Z. angew. Ent., Bd. 31, H. 2.