

sericologia

Journal of the silkworms. Revue des vers à soie.

publiée par la Commission Séricicole Internationale
25, quai Jean-Jacques Rousseau - 69350 La Mulatière - France.

Managing Director

Dr H. BOUVIER

Directeur Gérant

Editors

Dr G. CHAVANCY

Dr A. FOURNIER

Rédacteurs

Université Cl. Bernard, Lyon, France

EDITORIAL BOARD

CONSEIL DE REDACTION

T. FUKUDA

Tsukuba, Japan

J.P. GAREL

Clermont-Ferrand, France

T. ITO

Tsukuba, Japan

M.S. JOLLY

Mysore, India

J.M. LEGAY

Lyon, France

G. REALI

Padova, Italie

R. TAKAHASHI

Brazil

Revue des vers à soie.

Journal of the silkworms.

CONTENTS

SOMMAIRE

Informations Soie et Sériciculture Silk and Sericulture Information	269
Effects of various chemicals on germ cells of <u>Antheraea mylitta</u> Drury (Lepidoptera) the wild tasar silkworm. Effets de divers produits chimiques sur les cellules germinales de <u>Antheraea mylitta</u> Drury (Lepidoptera), le ver à soie tussah sauvage. J.P. GAUR, P.N. MEHROTRA	275
Sex association in doubled cocoons of tasar silk insect <u>Antheraea mylitta</u> Drury (Lepidoptera : Saturniidae). Association des sexes dans les cocons fusionnés chez le ver à soie tussah <u>Antheraea mylitta</u> Drury (Lepidoptera : Saturniidae). B.K. NAYAK, A.K. DASH, P.K. DAS, A.K. SASMAL, B.N. SATAPATHY	285
Performance of some multivoltine races of <u>Bombyx mori</u> L. Performances de quelques races polyvoltines de <u>Bombyx mori</u> L. G.D. PERSHAD, R.K. DATTA, H.V. VIJAYAKUMAR, S.K. BHARGAVA, M.S. JOILLY	295
Combining ability analysis in multivoltine races of <u>Bombyx mori</u> L. Analyse des possibilités de combinaisons chez les races polyvoltines de <u>Bombyx mori</u> L. G.D. PERSHAD, R.K. DATTA, S.K. BHARGAVA, H.V. VIJAYAKUMAR, M.S. JOILLY	307
Contribution à l'étude des mécanismes de régulation de la métamorphose chez <u>Bombyx mori</u> . Contribution to the study of the metamorphosis regulation mechanism in <u>Bombyx mori</u> L. G. REALI	321

Economic analysis of silkworm rearing in Bursa province of Turkey.	
Analyse économique de l'élevage du ver à soie dans la province de Bursa en Turquie.	
E. REHBER, V. AKSOY	345
Studies on the incidence, biology and control of fly-pest of oak-tasar silkworm, <u>Antheraea proylei</u> J. (Lepidoptera : Saturniidae).	
Etudes sur l'incidence, la biologie et l'élimination de la mouche parasite du ver à soie du chêne, <u>Antheraea proylei</u> J. (Lepidoptera : Saturniidae).	
P.N. SINGH, B. PRASAD	355
Changes in the microbial population on mulberry leaves under prolonged storage.	
Variations dans la population microbienne des feuilles de mûrier au cours de conservation prolongée.	
J. SUKUMAR, A. RAMALINGAM	371
Revue Signalétique.	
Bibliography	381

INFORMATIONS SOIE ET SERICICULTURE

XVème CONGRES SERICICOLE INTERNATIONAL

2-6 MARS 1987

PATTAYA, THAILANDE

PROGRAMME

Lundi 2 mars

10h00-12h00 Ouverture du Congrès - Assemblée Générale (ouverte à tous les délégués, les dames et autres invités).

13h30-17h00 Section MURIER - Président : Jorge WATANABE (Brésil)

Mardi 3 mars

9h00-12h00 Section FILATURE ET ARTISANAT - Président : Visith NOIPHAN (Thaïlande)

Section BACOLOGIE - Président : Jean-Marie LEGAY (France)

13h30-17h00 Section ECONOMIE - Président : (Association Internationale de la Soie)

Mercredi 4 mars

10h00-12h00 Conférence de la Commission Séricicole Internationale (réservée aux délégations officielles des Etats Membres et des Etats Observateurs)

13h30-17h00 Section BOMBYX MORI - Président : Satoru UEDA (Japon)

Jeudi 5 mars

9h00-12h00 Section SERICIGENES NON-MURIER - Président : K. SENGUPTA (Inde)
13h30-17h00 Conclusion - Discussions finales - Rapport des différentes sections.

Vendredi 6 mars

Excursion : visite d'artisanat (Province d'Ayuthaya)

RAPPEL :

Les articles concernant les communications au Congrès doivent parvenir au secrétariat de la C.S.I. (La Mulatière, France) avant le 31 octobre 1986.

L'enregistrement et le paiement des droits d'inscription doivent parvenir au secrétariat permanent du Congrès (Bangkok, Thaïlande) avant le 31 décembre 1986. (Ne pas oublier de retourner la copie (feuille verte) du formulaire d'inscription au secrétariat de la C.S.I.)

SECRETARIAT DE LA C.S.I.

25, quai J.J. Rousseau
69350 LA MULATIERE
FRANCE

SECRETARIAT PERMANENT DU CONGRES

Thailand Management Development
and Productivity Center
Ministry of Industry
Rama VI Road
BANKOK 10400
THAILANDE

ATELIER

Un atelier consacré à la "Génétique du développement, biochimie et biologie moléculaire du ver à soie" est en préparation pour le mois d'avril 1987 en Grèce (Crète).

Le Comité organisateur :

U.S.A. : M.R. GOLDSMITH, K SPRAGUE
JAPAN : B. SAKAGUCHI, Y. SUZUKI
GREECE : F.C. KAFATOS
FRANCE : J.C. PRUDHOMME
CANADA : K. IATROU

diffusera les invitations auprès des scientifiques travaillant dans ce domaine.

UNE PUBLICATION DE GRANDE BRETAGNE

THE WORLD MARKET OF SILK

Peter Greenhalgh, 1986. Rapport du Tropical Development and Research Institute, G195, 117 p.

Tropical Development and Research Institute, 127 Clerkenwell Road, LONDON EC1R 5DB.

Le rapport intitulé "The World Market for Silk" réalisé par Peter Greenhalgh a été publié en juin 1986 par le "Tropical Development and Research Institute".

Cette étude très complète et très précise fait le point sur la situation en 1984 des productions et des échanges de soie dans le monde. La situation des pays producteurs, les tendances du marché et l'évolution récente sont décrites dans le détail à l'aide de nombreux tableaux qui donnent pays par pays les productions, consommations, exportations et importations de tous les produits soyeux.

L'accent est mis sur la dépendance des pays consommateurs de soie vis à vis de la Chine et les difficultés des autres pays ou des nouveaux pays producteurs de soie grège à conquérir une partie de ce marché.

Selon les conclusions du rapport, l'évolution ultérieure de l'industrie mondiale de la soie dépend essentiellement des développements réalisés par la Chine, premier producteur et premier exportateur, et au Japon, premier consommateur et premier importateur et également producteur important.

Un rapport extrêmement utile pour tous les sériciculteurs et les industriels.

SILK AND SERICULTURE INFORMATION

XVth INTERNATIONAL SERICULTURAL CONGRESS

2-6 March 1987

PATTAYA, THAILAND

PROGRAMME

Monday 2nd March

- 10.00-12.00 a.m. Opening of the Congress - General Assembly (open to all the delegates, ladies and other guests)
- 1.30-5.00 p.m. MULBERRY Section - Chairman: Jorge WATANABE (Brazil)

Tuesday 3rd March

- 9.00-12.00 a.m. SILK REELING AND HANDICRAFT Section - Chairman: Visith NOIPHAN (Thailand)
BACIOLOGY Section - Chairman: Jean-Marie LEGAY (France)
- 1.30-5.00 p.m. ECONOMY Section - Chairman: (International Silk Association)

Wednesday 4th March

- 10.00-12.00 a.m. Conference of the International Sericultural Commission (open only to official delegates of Member States and Observer States)
- 1.30-5.00 p.m. BOMBYX MORI Section - Chairman: Satoru UEDA (Japan)

Thursday 5th March

9.00-12.00 a.m. NON-MULBERRY SILKWORMS Section - Chairman: K. SENGUPTA (India)
1.30-5.00 p.m. Conclusion - Final round of discussion - Reports of the sections

Friday 6th March

Field visit to the Bangsei Handicraft and Cottage Industry under
H.M. the Queen's Projects (Ayuthaya Province)

PLEASE KEEP IN MIND:

The papers to be presented at the Congress must be forwarded to I.S.C. secretariat (La Mulatière, France) **before 31st October 1986.**

Your registration form along with the payment of the registration fees must reach the standing secretariat of the Congress (Bangkok, Thailand) **before 31st December 1986.** (Do not forget to send the other copy (green one) of the registration form to the I.S.C. secretariat.)

SECRETARIAT OF THE I.S.C.

25, quai J.J. Rousseau
69350 LA MULATIERE
FRANCE

STANDING SECRETARIAT OF THE CONGRESS

Thailand Management Development
and Productivity Center
Ministry of Industry
Rama VI Road
BANGKOK 10400
THAILAND

WORKSHOP

A workshop devoted to "Developmental genetics, biochemistry and molecular biology is in preparation for April 1987 in Greece (Crete).

The organizing committee :

U.S.A. : M.R. GOLDSMITH, K SPRAGUE
JAPAN : B. SAKAGUCHI, Y SUZUKI
GREECE : F.C. KAFATOS
FRANCE : J.C. PRUDHOMME
CANADA : K. IATROU

will send out the invitations to scientists working in this field.

A PUBLICATION FROM GREAT BRITAIN

THE WORLD MARKET OF SILK

Peter Greenhalgh, 1986. Report of the Tropical Development and Research Institute, G195, 117 p.

Tropical Development and Research Institute, 127 Clerkenwell Road, LONDON EC1R 5DB.

The report entitled "The World Market for Silk" written by Peter Greenhalgh has been published in June 1986 by the "Tropical Development and Research Institute".

This very thorough and precise study looks into the situation of the productions and exchanges of silk all over the world in 1984. The position of the producer countries, the trend in the market and the recent evolution are described in details and the numerous tables show the production, consumption, export and import of all the silk goods in each country.

The emphasis is put on the dependence of the consumer countries towards China and on the difficulties encountered by the other producer countries for breaking into this market.

According to the conclusions of this report, the future trends of the world silk industry is mainly dependent on the development in China, the major producer and exporter country, and in Japan, the major consumer and importer as well as main producer country.

A very valuable report for all sericulturists and industrialists.

EFFECTS OF VARIOUS CHEMICALS ON GERM CELLS OF
ANTHERAEA MYLITTA DRURY (LEPIDOPTERA) THE WILD TASAR SILKWORM

J.P. GAUR* and P.N. MEHROTRA

Department of Zoology,
University of Ranchi,
RANCHI, 834007,
India.

As radiations are non-specific in their action on chromosomes and may produce breaks at random, resulting in random restitution and ultimately random recombinations, biologists have used various chemicals as mutagens, while few chemicals inhibit mitosis and meiosis others stimulate them. Effects of mitomycin-C and EMS have been studied in pre-meiotic germ cells of male silkworm *Bombyx mori* (Tazima *et al.*, 1968). Various mutagens have been used in production of polyploid high yielding varieties in agricultural institutes in India and abroad. But in sericulture only few workers have studied (Dutta, 1978) sensitivity of EMS, an alkylating agent, on premeiotic and post meiotic germ cells of *Bombyx mori*. In view of above experiments, present studies to study effects of colchicine, EMS, mitomycin-C, benolate and cyclo chloro hexane on mitotic, premeiotic and post meiotic germ cells of *Antheraea mylitta* have been conducted. Out of these five chemicals, benolate, a fungicide, and gammaxane, a pesticide, are of immense use to tasar culturists for protection of silkworm and food plants but have rarely been studied as chemicals affecting cytology of tasar silkworm species.

All the treatments made here, have revealed few common poisoning effects in cells i.e. breakage of spindle, blockage of mitosis, change in viscosity of cell, stickiness followed by breakage in chromosomes and interruption of DNA synthesis and denaturation of lipoproteins.

* Present address : Regional Sericultural Research Station, Majra (Dehradun) - 248171, (UP), India.

MATERIAL AND METHODS

For all the treatments, viz. colchicine, ethyl methane sulphonate, mitomycin-C, gammexane and benolate, studies were conducted on similar lines. Only males of one race, Daba (GMg), of *Antheraea mylitta* have been used. Fourth and final instar larvae, middle aged and just before emergence pupae were treated with each of the chemicals in different concentrations. Slides were prepared as per the following technique. Gonads were dissected out in hypotonic solution (0.45%) of sodium citrate and broken into fine pieces with the help of an injection syringe (No. 20 needle). The suspension was centrifuged for 10 mts. at 5000 rpm. The supernatant was discarded and the pellet was fixed in freshly prepared fixative (1 pt. acetic acid, 3 pts. methanol) and kept for one hour. This suspension was dropped on cold slides. The fixative was allowed to evaporate and dried. The slides were stained in Giemsa (stock solution diluted to 20 times at 7.2 pH) and washed in de-ionized water and observed.

1. EMS (Kodak) was dissolved in three different concentrations of 0.05%, 0.1% and 0.5% sodium chloride solution and 2ml and 5ml of each strength was injected into freshly moult out fourth and final instar larvae and 20 days old pupae from one season harvest and individuals were sacrificed for slide preparation after 18 hours of treatment.

2. A colchicine solution in 0.75% sodium chloride in concentrations of 0.01%, 0.05%, 0.1% and 0.5% was prepared and 2ml of each was administered to individuals of above mentioned age and after 18 hours, these were sacrificed for slide preparation. This experiment was modified for other replications of each concentration, in which dissected out gonads were kept for 100 minutes before fixation.

3. Mitomycin-C (Sigma) was dissolved (2gm) into 10 and 20ml of 0.75% saline and 2ml of each was injected in different replications and fixation was carried out after 18 hours.

4. Benolate (0.01%, 0.05% and 0.1%) solution was prepared in distilled water and sprayed upon *Terminalia arjuna* leaves before feeding. The larvae were fed on these leaves for 12 hours and fixation was done according to the usual technique.

5. Gonads from freshly moult out final instar larvae were kept in 0.1%, 0.5% and 1.0% solution of 50% gammexane prepared in distilled water for 2 hours and one hour.

RESULTS AND DISCUSSION

As all the chemicals referred to earlier, except benolate, were applied on different cell stages of spermatogenesis, the results have been divided in three parts viz. stage-wise sensitivity effects, effects on mitotic and meiotic stages.

1. Stagewise sensitivity:

All the chemicals have shown almost similar results on different stages of cell divisions. Post meiotic stages are most sensitive to EMS, colchicine and mitomycin-C treatments. Male larvae of 4th and final instar and old pupae with spermatids were tested for dominant lethality calculated through hatching percentages. Post meiotic stages were most sensitive as the hatchability was reduced to 18.09% and 21.5% at 0.1% and 0.2% EMS treatment respectively against 76.8 in control, on the other hand the early stages of mitosis and meiosis, when treated and tested for dominant lethality, revealed slightly higher hatchability i.e. 35.8% and 32.6%.

Gammexane and benolate had more serious effects as their higher dosage did not allow any laying to hatch and killed spermatids (as these male moths did not copulate with normal females). The latter two chemicals however, had less lethal effects as hatchability was in the range of 50 to 70% according to their dosage in early stages of meiosis. Early fourth instar larvae with mitotic stages were less sensitive as there was no marked decline in hatchability. The results (Table 1) are quite different from irradiation effects where post meiotic cells had very little sensitivity.

A lower dosage of benolate had no effect on meiosis but 0.5% of concentration resulted into lethal effects like hampering of synapsis and stickiness. Longer duration benolate had killed cells.

RESULTS AND DISCUSSION

An assessment of results of different treatments on various stages of cell division, viz. mitotic, premeiotic and post meiotic, reveals some important clues in cytogenetic studies of *Antheraea mylitta*. The most important of these effects is the variability in sensitivity at different cell stages, to these chemicals and particularly post meiotic stages, where the dominant lethality was most prominent. The breaks caused many irreparable losses in chromosomes of *Antheraea mylitta* at spermatid stage. These results support the theory of Tazima *et al.* (1968), where it was postulated that the chemical mutagens caused breakages in one of the two helices of DNA. In these studies on post meiotic cells, due to non-synthesis of DNA, the losses remained unrepaired, while in mitotic and meiotic cells of larvae, broken strands of helices recovered losses in due course of time as a very low zygotic lethality was observed. The present observations in *Antheraea mylitta* are in conformity to the observations made in *Bombyx mori* by Murakami (1971) and Dutta (1978).

The presence of survivability of breaks even after 8 days of treatment (EMS, colchicine and mitomycin-C) are similar to the results obtained in *Drosophila* (Fahmy, 1957) and mice (Ehling, 1971).

2. Effects on mitosis:

The mitotic division is equally affected by all chemicals treated as they all act, as mitostatic, colchicine revealed more prominent swellings of chromosomes (at lower dosage of 0.05%) while higher doses (0.1% and 0.5%) gave metaphase chromosomes peculiar shapes of double chromosomes, stainability at anaphase was faint. Other effects were the inhibition of spindle formation and releasing metaphase chromosomes which appeared like bivalents of meiotic metaphase I. The effects of mitomycin-C are a poor stainability and the thinning of chromosomes. In benolate treatment, the chromosomes are clumped into one and two masses (Table II) with abnormal pycnosis.

3. Meiotic effects:

Colchicine and gammexane dispersed the synzytic knot at leptotene and higher doses at 0.5% had more severe effects on pairing and bivalents appeared like unpaired or semipaired structures. The chromosomes were fragmented and these fragments were present even after 8 days of treatment, mitomycin-C affected the chromosomes in some different way from colchicine but had similarity with EMS as chiasma were increased from 48.8 per cell in controls to 52.3 in mitomycin treated cells and 51.7 in EMS treated cells. Aneuploidy, and pulverization of chromosomes was also observed.

Results like spindle inhibition and metaphase arrest indicate the possible role of chemical agents in the interruption of supply of essential amino acids for the

synthesis of spindle proteins. Colchicine and gammexane have been important factors in blocking the amino acid synthesis (Sharma & Sharma, 1960,61 and Sharma-Chaudhury, 1965,67) in *Allium* sp. and the results obtained in *A. mylitta* are in confirmity.

Ethyl methane sulphonate and mitomycin reduce the number of dibolic cations from cytoplasm and thus affect DNA synthesis, changing the chromatin structure and increasing the chiasma frequency from 48.8 to 52.3 and 51.7 respectively and thus enhancing the recombination indices. The results are opposite to X-ray treatments, where cations were increased resulting into formation of H_2O_2 .

But the most common effect of the chemicals used in the cell treatments in *A. mylitta* have been on cell viscosity. The addition of these chemical solution to cell contents altered the viscosity and ultimately the spindle shape and even breakage of an earlier formed spindle.

If the results were analysed in more detail, it could be found that gammexane induced more chromosomal break due to the reduplication of histo-proteins at different loci. The enhanced DNA synthesis resulted into variations in recombinations and ultimately the chiasma frequency of complement i.e. production of abnormal labile DNA by chemical reactions and incorporation of abnormal precursors.

REFERENCES

- DRISCOLL C.J., DARVEY N.L., (1970), Chromosome pairing: effect of colchicine on an Isochromosome. *Science*, 169, 290-310.
- DUTTA R.K., SENGUPTA K., DAS S.K., (1978), Induction of dominant lethals. Ethyl methane sulphonate in male germ cells of mulberry silkworm, *Bombyx mori* L. *Mutation Research*, 56, 299-304.
- EHLING U.H., (1971), Comparison of radiation and chemically induced dominant lethal mutations in male mice. *Mutation Research*, II, 35-44.
- FAHMY O.G., FAHMY M.J., (1957), Mutagenic response to the alkyl methane sulphonates during spermatogenesis in *Drosophila melanogaster*. *Nature*, 180, 31-34.
- GAUR J.P., MEHROTRA P.N., (1986), Studies on chiasma frequency in *Antheraea mylitta* Drury (Lepidoptera), the tropical tasar silkworm. *Sericologia*, 26(1), 7-15.
- KIHLMAN B.A., (1966), Actions of chemicals on dividing cells. Pub. Englewood cliffs N.J. Prentice Hall.
- MURAKAMI A., (1971), Comparison of the stage sensitivity to X-ray during meiosis in eggs of the silkworm *B. mori*. *J. Radiation Bio.*, 19, 167-176.
- TAZIMA Y., ONIMARA K., (1968), Mutagenic action of mitomycin-C and EMS on premeiotic germ cells of the male silkworm. *Ann. Rep. Inst. Genet. (Japan)*, 19, 62-63.

Dose/ Dose	COLCHICINE	GAMMEXANE	EMS	Mitomycin-C	Control/ Témoin
Hatching percentage/ Pourcentage d'éclosion					
0.01%	76.2	n.a.	n.a.	n.a.	
0.05%	73.4	n.a.	74.1	n.a.	
0.10%	66.4	64.6	69.8	69.6	76.8
0.20%	-	62.3	n.a.	49.6	
0.50%	60.5	50.1	56.4	n.a.	

Table I. Zygotic lethality due to treatments on meiotic germ cells of *A. mylitta* D. (tested through hatching percentages).

Tableau I. Létalité des oeufs due aux traitements chimiques sur les cellules germinales méiotiques de *A. mylitta* D. (mesurée sur les pourcentages d'éclosion).

Dose/ Dose	COLCHICINE	GAMMEXANE	EMS	MITOMYCIN-C	Control/ Témoïn
Hatching percentage/ Pourcentage d'éclosion					
0.01%	73.8	-	-	-	76.8
0.5%	70.1	-	73.9	-	
0.10%	10.2	35.1	23.8	32.9	
0.20%	n.a.	9.3	-	21.4	
0.50%	0.0	0.0	16.7	-	

Table II. Zygotic lethality due to chemicals on post meiotic germ cells of *A. mylitta* D. (tested through hatching percentages).

Tableau II. Létalité des oeufs due aux traitements chimiques sur les cellules germinales post méiotiques de *A. mylitta* D. (mesurée sur les pourcentages d'éclosion)

EFFETS DE DIVERS PRODUITS CHIMIQUES SUR LES CELLULES GERMINALES DE
ANTHRAEA MYLITTA DRURY (LEPIDOPTERA), LE VER A SOIE TUSSAH SAUVAGE

J.P. GAUR* et P.N. MEHROTRA

Department of Zoology,
University of Ranchi,
Inde.

Etant donné que les radiations n'ont pas une action spécifique sur les chromosomes et peuvent produire des cassures n'importe où, ce qui a comme résultat une restitution au hasard et pour finir, des recombinaisons au hasard, les biologistes ont utilisé divers produits chimiques comme mutagènes ; alors que quelques produits chimiques inhibent la mitose et la méiose, d'autres agissent comme stimulants. Les effets de la mitomycine-C et de l'éthyl méthane sulphonate (EMS) ont été étudiés chez les cellules germinales préméiotiques du ver à soie *Bombyx mori* mâle (Tazima et al., 1968). Divers mutagènes ont été utilisés pour produire des variétés polyploïdes à haut rendement dans les instituts d'agronomie en Inde et ailleurs. Mais en sériciculture, seuls quelques chercheurs ont étudié la sensibilité à l'EMS, un agent alkylant, sur les cellules germinales pré-méiotiques et post-méiotiques de *Bombyx mori*. En tenant compte de ces recherches, la présente étude a été conduite pour étudier les effets de la colchicine, de l'EMS, de la mitomycine-C, du bénolate et du cyclo chloro hexane sur les cellules germinales pré-méiotiques et post-méiotiques de *Antheraea mylitta*. Parmi ces cinq produits, le bénolate, un fongicide, et le gam-mexane, un pesticide, sont très utilisés par les sériciculteurs de tussah pour protéger les vers à soie et les plantes nourricières mais ils ont rarement été étudiés pour leur action sur la cytologie du ver à soie tussah.

Tous les traitements effectués ici ont révélé quelques effets communs d'empoisonnement chez les cellules, c'est à dire la cassure du fuseau, le blocage de la mitose, un changement de viscosité, des adhésions suivies de cassures des chromosomes, et d'une interruption de la synthèse de l'ADN et la dénaturation des lipoprotéines.

* Adresse actuelle : Regional Sericultural Research Station, Majra (Dehradun) - 248-171, (UP), Inde.

MATERIEL ET METHODES

Les études ont été conduites d'une manière similaire pour tous les traitements, à savoir : cochicine, éthyl méthane sulphonate, mitomycine-C, gammexane et bénomate. Seuls des individus mâles de la race Daba (GMg) de *Antheraea mylitta* ont été utilisés. Des larves au 4ème et au 5ème âge, des chrysalides au milieu de la nymphose et juste avant l'émergence, ont été traitées avec chacun des produits chimiques à plusieurs concentrations. Les préparations microscopiques ont été réalisées selon la technique suivante. Les gonades sont disséquées dans une solution hypotonique (0,45 %) de citrate de sodium et cassées en petits morceaux à l'aide d'une seringue à injection (aiguille n° 20). La suspension est centrifugée pendant 10 mn à 500 tours/mn. Le surnageant est mis de côté et le culot est placé dans un mélange fixateur fraîchement préparé (1 volume d'acide acétique pour 3 volumes de méthanol) pendant 1 heure. Cette suspension est versée sur des lamelles froides. On laisse le fixateur s'évaporer et la préparation sécher. Les lamelles sont colorées avec du Giemsa (solution stock diluée 20 fois à pH 7,2), lavées dans de l'eau déionisée puis observées.

1. L'EMS (Kodak) est dissout à 3 concentrations différentes (0,05 %, 0,1 % et 0,5 %) dans une solution de chlorure de sodium et 2ml et 5ml de chaque concentration sont injectés chez les larves sortant de mue du 4ème et du 5ème âge et chez des chrysalides âgées de 20 jours. Les individus sont sacrifiés 18 heures après le traitement.

2. La colchicine est dissoute dans une solution de chlorure de sodium à 0,75 %, 0,05 %, 0,1 % et 0,5 %. Deux ml de chaque concentration sont administrés à des individus du même âge que ceux décrits pour le traitement précédent. Ceux-ci sont sacrifiés 18 heures après le traitement et préparés pour l'observation. Cette expérience est modifiée dans le cas des autres replicata de chaque concentration, dans lesquels les gonades disséquées sont gardées pendant 100 minutes avant la fixation.

3. La mitomycine-C (Sigma) est dissoute (2g) dans 10 et 20 ml d'une solution saline à 0,75 % et 2ml de chaque préparation sont injectés à divers individus et la fixation est effectuée après 18 heures.

4. Les solutions de bénomate (0,01 %, 0,05 % et 0,1 %) sont préparées dans de l'eau distillée et vaporisées sur les feuilles de *Terminalia arjuna* avant le nourrissage. Les larves sont alimentées avec ces feuilles pendant 12 heures et la fixation est effectuée selon la méthode habituelle.

5. Les gonades de larves du 5ème âge sortant de mue sont gardées pendant 2 heures et une heure dans des solutions à 0,1 %, 0,5 % et 1,0 % d'une solution à 50 % de gammexane préparée avec de l'eau distillée.

RESULTATS ET DISCUSSION

Comme tous ces produits chimiques, à l'exception du bénomate, ont été appliqués sur des cellules à différents stades de la spermatogenèse, les résultats sont divisés en trois parties : sensibilité selon les stades, effets sur les stades mitotiques, effets sur les stades méiotiques.

1. Sensibilité selon les stades

Tous les produits chimiques ont eu pratiquement les mêmes résultats sur les différents stades de la division des cellules. Les stades post-méiotiques sont plus sen-

sibles à l'EMS, la colchicine et la mitomycine-C. Les larves mâles du 4ème et du 5ème âge, et les chrysalides âgées avec spermatides sont utilisées pour mesurer la létalité dominante à partir des pourcentages d'éclosion. Les stades post-méiotiques sont plus sensibles étant donné que le pourcentage d'éclosion est ramené respectivement à 18,09 % et 21,5 % lors des traitements à l'EMS à 0,1 % et 0,2 %, contre 76,8 % chez les témoins. D'un autre côté, lors des premiers stades de la mitose et de la méiose, les pourcentages d'éclosion sont légèrement plus élevés : 35,8 % et 32,6 %.

Le gammexane et le bénomate ont des effets plus importants car avec leur dosage le plus élevé, aucune ponte n'a éclos et les spermatides ont été tuées (ces papillons mâles ne se sont pas accouplés avec des femelles normales). Cependant ces deux produits ont moins d'effets létaux dans les premiers stades de la méiose car les pourcentages d'éclosion se situent entre 50 et 70 % selon leur dosage. Les larves du début du 4ème âge sont moins sensibles pour les stades mitotiques car il n'y a pas de baisse remarquable de l'éclosion. Les résultats (Tableau I) sont très différents de ceux observés lors du traitement aux radiations dans lequel on enregistre une très faible sensibilité des cellules post-méiotiques.

La dose la plus faible de bénomate n'a pas d'effet sur la méiose, mais la concentration à 0,5 % a provoqué des effets létaux tels que empêchement synaptique et augmentation de la viscosité. Le bénomate appliqué pendant plus longtemps tue les cellules.

La comparaison des résultats des différents traitements sur divers stades de la division cellulaire (mitotique, préméiotique et post-méiotique) révèle quelques indices importants pour l'étude cytogénétique de *Antheraea mylitta*. Le plus important de ces effets est la variabilité de la sensibilité à différents stades cellulaires, envers ces produits chimiques et particulièrement aux stades post-méiotiques, dans lesquels la létalité dominante est très importante. Les cassures causent de nombreuses pertes irréparables dans les chromosomes de *Antheraea mylitta* au stade des spermatides. Ces résultats confirment la théorie de Tazima *et al.* (1968) qui émet l'hypothèse que les mutagènes chimiques causent des cassures dans l'une des deux hélices de l'ADN. Dans ces études sur les cellules post-méiotiques, les pertes restent non réparées à cause de la non-synthèse de l'ADN, tandis que chez les cellules mitotiques et méiotiques des larves, les chaînes cassées des hélices ont été réparées à temps car on a observé une très faible létalité chez les oeufs. Les observations présentes effectuées chez *Antheraea mylitta* sont conformes aux observations faites chez *Bombyx mori* par Murakami (1971) et Dutta (1978).

Le fait que les cassures soient encore présentes même après 8 jours de traitement (EMS, colchicine et mitomycine-C) est en accord avec les résultats obtenus par Fahmy (1957) chez *Drosophila* et par Ehling (1971) chez la souris.

2. Effets sur la mitose

La division mitotique est affectée de la même manière par tous les produits chimiques étant donné qu'ils ont tous une action mitostatique. La colchicine fait apparaître des gonflements plus importants des chromosomes (à la concentration la plus faible de 0,05 %) tandis que des dosages plus forts donnent aux chromosomes en métaphase, des formes particulières de chromosomes doubles. A l'anaphase, la coloration est faible. Les autres effets sont l'inhibition de la formation du fuseau et l'apparition de chromosomes en métaphase qui semblent des bivalents de la métaphase I méiotiques. Les effets de la mitomycine-C sont les suivants : faible coloration, et amincissement des chromosomes. Lors du traitement au bénomate, les chromosomes sont groupés en une et deux masses (Tableau II) avec une pycnose anormale.

3. Effets méiotiques

La colchicine et le gammexane dispersent l'amas chromosomique au stade leptotène et les concentrations les plus fortes (0,5 %) ont des effets plus sérieux sur l'appariement et les bivalents apparaissent comme des structures non appariées ou semi-appariées. Les chromosomes sont fragmentés et ces fragments sont présents même après 8 jours de traitement. La mitomycine-C n'affecte pas les chromosomes de la même manière que la colchicine, mais a des effets similaires à l'EMS car la fréquence des chiasmas augmente de 48,8 par cellule chez les témoins à 52,3 dans les cellules traitées à la mitomycine et à 51,7 dans celles traitées à l'EMS. On a également observé une aneuploïdie et une pulvérisation des chromosomes.

Des résultats tels que l'inhibition du fuseau et l'arrêt de la métaphase indiquent le rôle possible des agents chimiques dans l'interruption de fourniture des acides aminés pour la synthèse des protéines du fuseau. La colchicine et le gammexane sont des facteurs importants pour le blocage de la synthèse des acides aminés chez *Allium* sp. (Sharma et Sharma, 1960,61 ; Sharma et Chaudhury, 1965,67) et les résultats obtenus chez *A. mylitta* sont similaires.

L'éthyl méthane sulphonate et la mitomycine réduisent le nombre de cations divalents provenant du cytoplasme et affectent donc la synthèse de l'ADN en changeant la structure de la chromatine et en augmentant la fréquence des chiasmas qui passe de 48,8 à respectivement 52,3 et 51,7, et favorisent donc les recombinaisons. Les résultats sont contraires à ceux obtenus dans les traitements aux rayons X, où les concentrations cations augmentent ce qui entraîne la formation de H_2O_2 .

Cependant, l'effet le plus courant des agents chimiques utilisés pour traiter les cellules chez *A. mylitta*, s'exerce sur la viscosité de la cellule. L'addition de ces solutions chimiques au contenu cellulaire altère la viscosité et en dernier lieu la forme du fuseau et casse un fuseau formé antérieurement.

Si les résultats sont analysés plus en détail, on trouve que le gammexane induit plus de cassures de chromosomes en raison de la reduplication des histo-protéines à différents loci.

La synthèse accrue de l'ADN entraîne des variations dans les recombinaisons et finalement dans la fréquence des chiasmas du complément, c'est-à-dire la production d'un ADN labile anormal par des réactions chimiques et l'incorporation de précurseurs anormaux.

SEX ASSOCIATION IN DOUBLED COCOONS OF TASAR SILK INSECT
ANTHERAEA MYLITTA DRURY (LEPIDOPTERA : SATURNIIDAE)

B.K. NAYAK, A.K. DASH, P.K. DAS, A.K. SASMAL and B.N. SATAPATHY*

State Sericultural Research Station,
Orissa, Baripada 757001,
India.

The occurrence of two pupae in a single cocoon is not uncommon in tasar silk insect though one pupa per cocoon is universal. The double cocoon is the close association of two individual cocoons with single pupa which can also be called jointed cocoon, combined cocoon or associated cocoon. But the doubled cocoon is an individual cocoon with two pupae which is formed by complete fusion of the cocoon shell of the two cocoons. The double cocoon can also be called fused cocoon or amalgamated cocoon.

The occurrence of sex association in doubled cocoons of tasar silk insect *Antheraea mylitta* Drury reveals that the male-female association is more frequent than that of the same sex and the ratio being M-F:F-F:M-M = 45.5:29.5:25.0. The female-female association is more frequent than male-male association. The overall frequency of female is generally more important than that of the male in doubled cocoons but actually there is no significant difference between the two ($t=1.51$). The formation of doubled cocoon is probably induced by some sort of physiological, physical or ecoclimatic stress during the last phase of larval life.

INTRODUCTION

One pupa per cocoon is the regular phenomenon in silk insects. But the occurrence of two pupae in a single cocoon is not uncommon in tasar silk insects as in Mulberry and Eri, where doubling of pupae occurs through joint spinning of a single cocoon by two age old larvae in association that pupate inside it.

* Directorate of Textiles, Orissa, Bhubaneswar-7, India.

Some works on the study of doubled cocoons have been done in *Bombyx mori* L. by H.A. Nagaraja Rao and L.S. Prahallad Rao (1961), S. Kumararaj (1968), D.S. Tayade (1982-83) and R. Narayan Prakash *et al.* (1984). Talukdar (1961) has also studied the sex association in doubled cocoons in *Philosamia ricini* H. and *Antheraea assama* W. but no such literature is available on studies of doubled cocoons in the tasar silk insect *Antheraea mylitta* Drury except the work of Saxena and Bhide (1969). The present investigation deals only with the nature of doubled cocoons and their sex association.

MATERIALS AND METHODS

Ten pans, comprising of 800 doubled cocoons of tasar silk insect were collected through Government Tasar Seed Station at Bangriposi of Mayurbhanj District in the Orissa State during the third crop harvest in the month of December 1984. All the doubled cocoons of tasar silk insect belong to the Sukinda ecorace of *Antheraea mylitta* Drury. The cocoons were divided at random into ten samples consisting of 80 doubled cocoons in each sample. Depending upon the sex association, each sample was again classified into three different combinations such as male-male (M-M), female-female (F-F) and male-female (M-F). In M-M doubled cocoons both the pupae were males, in F-F doubled cocoons both the pupae were females and in M-F doubled cocoons one pupa is a male and another pupa is a female. The data were analysed according to Garrett's Students t-test (1973).

RESULTS

The data in tabular form suggest that the occurrence of male-female (M-F) association is more frequent than the female-female (F-F) and male-male (M-M) association and the ratio being 45.5:29.55:25. The data also indicate that, next to male-female association, the female-female association occurs more frequently than the male-male association.

The occurrence of male-female association ranges between 22.5% to 55% and the average is 45.5%. Similarly the male-male association was between 10% to 36.25 % with an average value of 25% and the female-female association was between 13.75% to 48.75% with an average value of 29.5%.

The occurrence of females was between 40% to 60.75% with an average value of 52.25%. Similarly the male number in doubled cocoons was between 40% to 60% with an average value of 47.75%. It was also found out that there was no significant difference between the percentage occurrence of female and male pupae in doubled cocoons ($t=1.51$).

DISCUSSION

Saxena and Bhide (1969) made also similar observations in *A. mylitta* and the value being M-F, 47.33%; F-F, 31.33% and M-M, 21.33%. They showed that on the whole more females took part in doubled cocoon formation than males, their percentage being 55 and 45 respectively.

An investigation carried out by earlier workers in *Bombyx mori* L. showed that the male-female (M-F) combination is more frequent than the male-male (M-M) and female-female (F-F) combinations (Rao & Rao, 1961; Kumararaj, 1968; Narayan Prakash

et al., 1984). Kumararaj (1968) showed different combinations out of 1900 doubled cocoons as M-F, 47.42%; F-F, 30.63% and M-M, 21.94%. He also found out that the overall occurrence of females is generally more frequent than the males i.e. females: 54.61% and males: 45.6%. Tayade (1982-83) made a similar observation but he found out with contrary to Kumararaj (1968) and others that the overall occurrence of males is generally more frequent than females in doubled cocoons.

Narayan Prakash *et al.* (1984) showed race variance in the percentages of doubled cocoons in two strains of *Bombyx mori* L. containing two males or two females or one male and one female as 24:29:47 in KAxNB4D2 and 20:16:64 in Guangnong-3 (GN3). However this showed that in both races the male-female association was more frequent which fully agrees with the earlier workers.

The assumption of Narayan Prakash *et al.* (1984) that the percentage of male-female association in double cocoons was higher due to some attractant released either by the male or by the female larvae during spinning and not due to random encounter of males and females, has yet to be established. By virtue of field experience, these authors assumed that the doubled cocoon formation may be due to random encounter of the larvae in which one or both the partners are under some sort of physiological, physical or environmental stress for which they want to live in combination rather than to live in isolation and it is yet to be tested and established. The higher frequency of male-female association in doubled cocoons is obvious on the basis of universal attraction between opposite sexes. Further the assumption of Narayan Prakash *et al.* (1984) that the doubled cocoon formation is not to ensure successful mating may be true, but the cause, as they found that the emergence of moths in doubled cocoons is almost nil, has to be further confirmed in other silk insects.

In all the literatures under reference, the cocoon with two pupae is called DOUBLE cocoon which is a misnomer. These authors strongly propose that an individual cocoon with two pupae should be called DOUBLED cocoon in which doubling of pupae and cocoon shell is done by two final stage larvae in association, with complete fusion of the cocoon shell. But the double cocoon is the strong association or close contact of two individual cocoons, having one individual pupa in each cocoon. In other words the doubled cocoon can be called fused or amalgamated cocoon wherein the cocoon shell spun by two larvae is completely fused to form a single cocoon. Similarly the double cocoon can be called jointed cocoon, combined cocoon or associated cocoon wherein two cocoons are in close association rather than fusion.

However the detailed bionomics related to the cause of the formation, moth emergence, coupling, fecundity, hatching, rearing, genetics, commercial value and population dynamics, etc., of the double and doubled cocoons should be explored further along with the study of other biophysical characters.

REFERENCES

- KUMARARAJ S., (1968), Further studies on double cocoons of *Bombyx mori* L., Indian J. Seric., 7(1), 70-71.
- NARAYAN PRAKASH R., PERIASAMY K., RADHAKRISHNAN S., (1984), Studies on double cocoon formation in two races of *Bombyx mori* L. (Lepidoptera : Bombycidae), Sericologia 24(2), 167-174.
- RAO H.A. NAGARAJA, PRAHALADA RAO L.S., (1961), A note on the occurrence of double cocoons in silkworm *Bombyx mori* L., Journal of Silkworm, 13(4), 341-346.

- SAXENA Y.N., BHIDE J.B., (1969), Sex combination in double cocoons of *Antheraea mylitta* Drury, Indian J. Seric., 8(1), 34-35.
- TALUKDAR J.N., (1961), Occurrence of double cocoon forming phenomenon in *Philosamia ricini* Hutt and *Antheraea assama* W., Current Science, 30, 274.
- TAYADE D.S., (1982-83), Sex association in the double cocoons of *Bombyx mori* L., Indian J. Seric., 21-22, 70.

Sl. No. of samples/ N° des échantillons	No of doubled cocoons/ Nb de cocons fusionnés	Male-Male association/ Association Mâle-Mâle		Female-Female association/ Association Femelle-Femelle		Male-Female association Association Mâle-Femelle		Only Male occurrence/ Fréquence des mâles		Only Female occurrence/ Fréquence des femelles	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
1.	80	16	20.00	22	27.50	42	52.50	74	46.25	86	53.75
2.	80	20	25.00	30	37.50	30	37.50	70	43.75	90	56.25
3.	80	13	16.25	25	31.25	42	52.50	68	42.50	92	57.50
4.	80	26	32.50	17	21.25	37	46.25	89	55.62	71	44.38
5.	80	23	28.75	39	48.75	18	22.50	64	40.00	96	60.00
6.	80	29	36.25	27	33.75	24	30.00	82	51.25	78	48.75
7.	80	19	23.75	17	21.25	44	55.00	82	51.25	78	48.75
8.	80	8	10.00	23	28.75	49	61.25	65	40.62	95	59.38
9.	80	27	33.75	11	13.75	42	51.50	96	60.00	64	40.00
10.	80	19	23.75	25	31.25	36	45.00	74	46.25	86	53.75
Total value/ Valeur totale	800	200	25.00 ±8.18	236	29.50 ±9.70	364	45.50 ±12.04	764	47.75 ±6.63	836	52.25 ±6.63

Table I. Sex association in doubled cocoon of *Antheraea mylitta* Drury.

Tableau I. Association des sexes dans les cocons fusionnés de *Antheraea mylitta* Drury.

ASSOCIATION DES SEXES DANS LES COCONS FUSIONNES CHEZ LE VER A SOIE
TUSSAH ANTHARAEA MYLITTA DRURY (LEPIDOPTERA : SATURNIIDAE)

B.K. NAYAK, A.K. DASH, P.K. DAS, A.K. SASMAL et B.N. SATAPATHY*

State Sericultural Research Station,
Orissa, Baripada 757001,
Inde.

La présence de deux chrysalides dans un seul cocon n'est pas rare chez le ver à soie tussah bien que la règle soit d'une chrysalide par cocon. Le cocon double est formé de l'association étroite de deux cocons contenant chacun une chrysalide et peut également, être appelé cocon combiné ou cocon associé. Mais le cocon fusionné est formé d'un seul cocon avec deux chrysalides et la fusion complète des deux coques soyeuses. Ce cocon est aussi appelé cocon amalgamé.

L'association des sexes dans les cocons fusionnés du ver à soie tussah *Antheraea mylitta* Drury est telle que l'association mâle-femelle est la plus fréquente, avec les pourcentages suivants : M-F = 45,5, F-F = 29,5, M-M = 25,0. L'association femelle-femelle est plus fréquente que l'association mâle-mâle. La fréquence globale des femelles dans les cocons fusionnés est généralement supérieure à celle des mâles, mais il n'y a pas de différence significative entre les deux ($t = 1,51$). La formation des cocons fusionnés est probablement induite par quelque stress physiologique, physique ou écoclimatique pendant la dernière phase de la vie larvaire.

INTRODUCTION

Une chrysalide par cocon est la règle chez les insectes séricigènes. Mais l'apparition de deux chrysalides dans un seul cocon n'est pas rare chez le ver à soie tussah, comme chez le ver à soie du mûrier et le ver à soie eri chez lesquels il arrive que deux larves de même âge filent leur cocon en commun et se transforment en chrysalides à l'intérieur de celui-ci.

* Directorate of Textiles, Orissa, Bhubaneswar-7, Inde.

Des études ont été faites sur les cocons fusionnés chez *Bombyx mori* L. par H.A. Nagaraja Rao et L.S. Prahallad Rao (1961), S. Kumararaj (1968); D.S. Tayade (1982-83) et R. Narayan Prakash *et al.* (1984). Talukdar (1961) a également étudié l'association des sexes dans les cocons fusionnés chez *Philosamia ricini* H. et *Antheraea assama* W., mais il n'existe pas de rapport d'études sur les cocons fusionnés chez le ver à soie *Antheraea mylitta* Drury à l'exception des travaux de Saxena et Bhide (1969). La présente étude a pour sujet la nature des cocons fusionnés et l'association des sexes.

MATERIEL ET METHODES

800 cocons fusionnés ont été rassemblés par la Station de Grainage Tussah de l'Etat d'Orissa à Bangriposi, dans le district de Mayurbhanj, au cours de la troisième récolte en décembre 1984. Tous les cocons fusionnés de ver à soie Tussah appartiennent à l'écovace Sukinda de *Antheraea mylitta* Drury. Les cocons pris au hasard sont dévidés pour former dix lots constitués chacun de 80 cocons fusionnés. Chaque lot est divisé en trois catégories selon l'association des sexes : mâle-mâle (M-M), femelle-femelle (F-F) et mâle-femelle (M-F). Dans les cocons fusionnés M-M, les deux chrysalides sont des mâles, dans les cocons F-F, les deux chrysalides sont des femelles et dans les cocons fusionnés M-F, l'une des chrysalides est un mâle et l'autre, une femelle. Les données obtenues sont analysées selon le test-t de Student de Garret (1973).

RESULTATS

Les résultats présentés sous forme de tableau montrent que l'association mâle-femelle (M-F) est plus fréquente que l'association F-F ou M-M, les pourcentages respectifs étant de 45,5, 29,55, 25,0. Les résultats indiquent aussi que, après l'association mâle-femelle, l'association la plus fréquente enregistrée est femelle-femelle.

Le pourcentage d'apparition de l'association mâle-femelle va de 22,5 à 55 % avec une moyenne de 45,4 %. De même, le pourcentage mâle-mâle va de 10 à 36,25 % avec une moyenne de 25 % et le pourcentage femelle-femelle va de 13,75 à 48,75 % avec une moyenne de 29,5 %.

Le pourcentage de femelles va de 40 à 60,75 % avec une moyenne de 52,25 %. Le pourcentage de mâles dans les cocons fusionnés se situe entre 40 et 60 % avec une moyenne de 47,75 %. On n'observe pas de différence importante entre le pourcentage de femelles et de mâles dans les cocons fusionnés ($t = 1,51$).

DISCUSSION

Saxena et Bhide (1969) ont fait les mêmes observations chez *A. mylitta* avec les chiffres suivants : M-F = 47,33 %, F-F = 31,33 % et M-M = 21,33 %. Ils montrent que globalement il y a plus de femelles que de mâles dans les cocons fusionnés, leurs pourcentages respectifs étant de 55 et 45%.

Les recherches menées chez *Bombyx mori* L. montrent que la combinaison mâle-femelle (M-F) est plus fréquente que les combinaisons mâle-mâle (M-M) et femelle-femelle (F-F) (Rao et Rao, 1961, Kumararaj, 1968 et Narayan Prakash *et al.*, 1984). Kumararaj (1968) montre que les différentes combinaisons dénombrées sur 1900 cocons fusionnés sont dans cet ordre : M-F = 47,42, F-F = 30,63 % et M-M = 21,94 %. Il a également observé que les femelles sont globalement plus nombreuses que les mâles (54,61 % de femelles et 45,6 % de mâles). Tayade (1982-83) fait les mêmes observations mais il trouve un sex ratio global inverse, contrairement aux observations faites par Kumararaj (1968) et d'autres chercheurs.

Narayan Prakash *et al.* (1984) constatent des variations selon les races chez les cocons fusionnés de *Bombyx mori*; les pourcentages mâle-mâle, femelle-femelle et mâle-femelle sont respectivement de 24, 29 et 47 chez KA x NB4D2 et de 20,16 et 64 chez Guangnong-3 (GN3). Cependant ces résultats montrent que l'association mâle-femelle est la plus fréquente chez les deux races, ce qui s'accorde parfaitement avec les résultats obtenus par d'autres chercheurs.

L'hypothèse de Narayan Prakash *et al.* (1984) selon laquelle le pourcentage plus élevé de l'association mâle-femelle serait dû à des substances attractives émises par le mâle ou par la femelle au cours du filage, et non au seul hasard, n'est toujours pas vérifiée. En nous basant sur la pratique, nous suggérons que la formation des cocons fusionnés peut être due à la rencontre fortuite des larves, et que l'un des deux ou les deux partenaires subissent une espèce de stress, physiologique ou physique ou dû à l'environnement faisant qu'ils préfèrent vivre en association plutôt qu'isolés. Cette hypothèse doit aussi être testée et démontrée. Le fait que l'association mâle-femelle, soit la plus fréquente dans les cocons fusionnés est évident si l'on tient compte de la règle universelle de l'attraction entre sexes opposés. Narayan Prakash *et al.* ont suggéré que la formation des cocons fusionnés ne se fait pas dans le but de l'accouplement car ils ont observé que l'émergence des papillons est pratiquement nulle chez les cocons fusionnés mais ceci doit également être confirmé chez les autres séricigènes.

Dans tous les articles cités en référence, le cocon avec deux chrysalides est appelé cocon double ce qui est une erreur. Nous proposons que le cocon individuel renfermant deux chrysalides soit appelé cocon fusionné car la formation de la coque soyeuse est effectuée en commun par deux larves au dernier stade larvaire avec une fusion totale de la coque soyeuse. Le cocon double est formé par l'imbrication étroite de deux cocons individuels contenant chacun une chrysalide. En d'autres termes le cocon fusionné peut être appelé cocon amalgamé dans lequel la coque soyeuse filée par deux larves est complètement fusionnée pour former un seul cocon. De la même manière, le cocon double peut être désigné par cocon combiné ou associé, car il est formé de deux cocons imbriqués plutôt que fusionnés.

Des études supplémentaires devraient être faites sur la bionomie détaillée liée à la formation des cocons doubles et fusionnés, sur l'émergence, l'accouplement, la fécondité, l'éclosion, l'élevage, la génétique, la valeur commerciale, la dynamique des populations, etc, chez les cocons doubles et les cocons fusionnés ainsi que l'étude d'autres caractères biophysiques.

PERFORMANCE OF SOME MULTIVOLTINE RACES OF BOMBYX MORI L.

G.D. PERSHAD*, R.K. DATTA, H.V. VIJAYAKUMAR,
S.K. BHARGAVA and M.S. JOLLY

*Silkworm Genetics Laboratory,
Central Sericultural Research & Training Institute,
Mysore-8,
India.*

Nine indigenous, exotic and evolved multivoltine races maintained at this Institute were reared during four distinct rearing seasons at Mysore. Their performance for six independent characters, valuable to silkworm breeding, were statistically analysed. Mysore Princess was found superior for higher fecundity, cocoon yield, shell ratio and filament length whereas Diazo was superior for shorter larval duration and Nistari for pupation rate during all the rearing seasons. Analysis of variance indicated that races and seasons were significant for all characters, while interactions of races x seasons were significant for fecundity and pupation rate during all seasons.

INTRODUCTION

Evaluation of superior silkworm races presupposes recommendation on their release on the field. Multivoltine silkworm races deteriorate by continuous rearing and are to be ameliorated or replaced. Proper attention for biometrical evaluation of the races is required for future utilization in the breeding programme. Murty (1979) has emphasized the importance of selection of parental material and evaluation procedures. Data on six independent characters, valuable to silkworm breeding, of multivoltine races from different geographical regions, were collected and statistically analysed with the object of selecting out the best races.

* Present address: Regional Tasar Research Station, Imphal (Manipur), India.

MATERIALS AND METHODS

Nine exotic, indigenous and evolved multivoltine silkworm races of Southern, Eastern and North-Eastern India, maintained in the germplasm stock for several years at this Institute were utilised for the present study and are presented in Table I.

All the experimental races were reared under laboratory conditions of temperature (23-29°C) and humidity (60-85%) at this Institute, with three replications of one laying each, in a completely randomised block design, during four seasons viz. June, August, October and December, 1983.

Analysis of variance for seasons, races, season x races interactions, partitioning of races and least significant difference (lsd) test were made according to Federer (1955) and the results were interpreted according to Lush (1954), Sprague (1955) and Kempthorne (1957).

RESULTS AND DISCUSSION

The average value of each character with confidence limits at 0.05 and the least significant difference (lsd) at 95% probability of nine experimental races for four rearing seasons is presented in Table II. Analysis of variance for races, seasons and season x races interactions and partitioning of races is presented in Table III.

Lsd (0.05) values for the six independent characters during four rearing seasons in Table II reveal the following results:

1. **Higher fecundity:** Mysore Princess and Hosa Mysore were superior during all seasons whereas Nistari and Diazo during June and October and Kollegal Jawan during August, October and December and NN6D during August and October rearings.
2. **Shorter larval duration:** Diazo was found superior during all seasons whereas Mysore Princess and Kollegal Jawan during June and Nistari, NN6D and Sarupat during August only.
3. **Higher cocoon yield:** Mysore Princess was seen superior during all seasons while Kollegal Jawan, Diazo and NN6D for three out of four different seasons and Hosa Mysore during June only.
4. **Higher pupation rate:** Nistari and Sarupat were superior during all seasons whereas Mysore Princess in all seasons except October, Diazo except in June and Pure Mysore and Moria only in October rearings.
5. **Higher shell ratio:** Mysore Princess was superior in all seasons, while Kollegal Jawan in all seasons except December, Hosa Mysore in June and August and NN6D in August only.
6. **Higher filament length:** Mysore Princess and Kollegal Jawan were superior during all seasons whereas Hosa Mysore in all seasons except December.

Analysis of variance for seasons, races, season x races interactions and partitioning of races in Table III reveals the following results:

Season: Highly significant characters at 99% probability were larval duration, cocoon yield, pupation rate and shell ratio and marginally significant at 95% probability were fecundity and filament length.

Races: All the races were highly significant at 99% probability for all characters. However, the partitioning of ANOVA for races reveals the following results:

1. **Fecundity:** Highly significant values for fecundity are recovered for the races, Pure Mysore, Mysore Princess and Moria and marginally significant value for Hosa Mysore.
2. **Larval duration:** Values are highly significant for all the races except Hosa Mysore which is marginally significant.
3. **Cocoon yield:** Values are highly significant for Mysore Princess, Kollegal Jawan, Diazo, Sarupat and Moria while that in Pure Mysore, Nistari and NN6D are not significant.
4. **Pupation rate:** Values are highly significant for Hosa Mysore and Nistari whereas that in Pure Mysore, Kollegal Jawan, Mysore Princess and NN6D are not significant.
5. **Shell ratio:** In all the races except Diazo (marginal) and NN6D the values are highly significant.
6. **Filament length:** Values are highly significant for Mysore Princess, Kollegal Jawan, Pure Mysore and Moria whereas those for five remaining races are not significant.

Season x race interaction: Highly significant interactions are for fecundity and pupation rate whereas the interactions for the remaining four characters are insignificant.

The results of lsd (.05) in Table II and analysis of variance in Table III do confirm that the races and the seasons are highly significant for most of the characters and season x race interactions for only fecundity and pupation rate. The races were not constant for their performance of superiority during all the four seasons. Mysore Princess assessed to be the most superior multivoltine race for almost all the characters except larval duration, followed by Kollegal Jawan and Hosa Mysore, during all seasons. Incidentally, the best races are all evolved by this Institute and are to be assessed further for their combining ability within and with other races that one being published elsewhere. The unique characteristics of Nistari and Diazo i.e., the highest pupation rate and shortest larval duration respectively, during all rearing seasons, promise their suitability in multivoltine breeding programme as one of the parents.

REFERENCES

- FEDERER W.T., (1955), Experimental design. Theory and application, Macmillan, New York.
- KEMPTHORNE O., (1957), An introduction to genetic statistics, Wiley, New York.
- LUSH J.L., (1954), Breeding structure of populations. I. General considerations, Chapt. 42 of Statistics and Mathematics in biology, ed. Kempthorne et al., Iowa State Univ. Press, Ames, Iowa.
- MURTY B.R., (1979), Selection of parental material, breeding methods and evaluation procedures in developing improved crop varieties, Indian J. Genet., 39(2), 305-314.
- SPRAGUE G.F., (1955), Corn and corn improvement, Acad. Press, New York.

Race/ Race	Origin/ Origine	Larval marking/ Marquage des larves	Cocoon colour and shape/ Couleur et forme du cocon
1. Pure Mysore	Southern India/ Inde du Sud	Plain/ Néant	Light green, spindle Vert clair, en fuseau
2. Hosa Mysore	Derived from/ dérivée de (A4e x Pure Mysore) CSRTI, Mysore	Plain/ Néant	Greenish yellow, elongated oval/ Jaune vert, ovale allongé
3. Kollegal Jawan	Derived from/ dérivée de (Pure Mysore x Nan-Nung6D) x Shungetsu-Hosho CSRTI, Mysore	Plain/ Néant	White, oval/ Blanc, ovale
4. Mysore Princess	do/ idem	Plain/ Néant	do/ idem
5. Nistari	Eastern India/ Est de l'Inde	Marked/ Marqué	Golden yellow, spindle Jaune d'or, en fuseau
6. Diazo	China/ Chine	Marked/ Marqué	Light green, oval/ Vert clair, ovale
7. NN6D	China/ Chine	Plain/ Néant	White, oval/ Blanc, ovale
8. Sarupat	North-Eastern India/ Nord-Est de l'Inde	Plain/ Néant	Creamcolour, spindle/ Crème, en fuseau
9. Moria	do/ idem	Plain/ Néant	Greenish yellow, spindle/ Jaune vert, en fuseau

Table I. Salient features of nine multivoltine races (*Bombyx mori* L.) used in the study.

Tableau I. Caractéristiques apparentes des neuf races polyvoltines de *Bombyx mori* L. utilisées pour cette étude.

Race/ Race	Fecundity (No.)/ Fécondité (nbre)	Larval duration (days)/ Période larvaire (jours)	Cocoon yield (kg/10 000 larvae)/ Rendement en cocons (kg/10 000 larves)	Pupation rate/ Taux de pupaison (%)	Shell ratio/ Richesse soyeuse (%)	Filament length/ Longueur de la bave (m)
JUNE/JUIN						
Pure Mysore	345±93	24.3±0.5	9.44±1.20	83.3±7.9	13.5±0.3	333±49
Hosa Mysore	485±27*	20.9±0.5	12.43±0.11*	80.2±6.2	17.8±0.9**	599±103**
Kollegal Jawan	410±52	20.4±0.6*	13.03±0.60**	85.6±11.8*	16.6±1.1*	693±92**
Mysore Princess	498±80**	20.7±0.3*	14.04±0.64**	85.5±22.8*	16.1±0.5*	625±100*
Nistari	501±37**	20.5±0.0*	11.11±0.32	95.6±1.2**	13.9±0.8	416±69
Diazo	507±50**	19.8±0.0**	11.80±0.79*	81.9±6.4	15.0±1.1	546±63
NN6D	407±104	21.0±0.0	12.25±1.50*	83.6±2.2	15.6±1.7	605±133*
lsd/ dms (0.05)	83	0.94	2.48	10.09	0.93	108
AUGUST/ADUT						
Pure Mysore	504±20*	26.8±1.4	6.68±1.32	64.6±6.1	12.6±1.3	455±4
Hosa Mysore	524±36**	22.7±0.8	10.15±3.09	68.8±20.7	16.4±0.7**	499±66*
Kollegal Jawan	497±91*	22.8±0.2	9.70±1.36	66.4±27.4	15.7±1.4**	527±158*
Mysore Princess	569±81**	22.2±0.8	12.85±1.10**	81.0±11.1**	16.4±1.2**	598±48**
Nistari	451±94	20.9±0.3**	9.80±2.30	91.4±5.4**	13.1±0.7	426±45
Diazo	455±48	21.0±0.5**	10.50±1.50*	84.5±14.9**	13.6±0.4	421±128
NN6D	483±72*	21.0±0.7**	12.12±1.50**	81.3±10.8**	15.6±0.7**	447±69
Sarupat	418±105	20.3±0.8**	10.03±0.90	89.0±3.7**	12.9±0.4	442±62
Moria	446±55	28.6±0.4	5.45±1.37	69.6±3.8*	11.1±0.2	333±50
lsd/ dms (0.05)	86	1.02	2.42	11.78	0.84	103

*, ** significant at 5% and 1% respectively/
taux de signification de 5 et 1 % respectivement

Table II. Mean values of selected characters of multivoltine silkworm races during four rearing seasons.

Tableau II. Valeurs moyennes des caractères étudiés des races polyvoltines de ver à soie au cours de quatre saisons d'élevage.

To be continued/suite page suivante...

Race/ Race	Fecundity (No.)/ Fécondité (nbre)	Larval duration (days)/ Période larvaire (jours)	Cocoon yield (kg/10 000 larvae)/ Rendement en cocons (kg/10 000 larves)	Pupation rate/ Taux de pupaison (%)	Shell ratio/ Richesse soyeuse (%)	Filament length/ Longueur de la bave (m)
<u>OCTOBER/OCTOBRE</u>						
Pure Mysore	373±56	28.7±0.3	8.87±0.65	92.8±3.4	11.1±1.3	280±42
Hosa Mysore	516±29*	25.8±0.7	9.25±2.89	76.3±24.6	12.5±2.0	472±22*
Kollegal Jawan	525±120*	26.2±0.6	10.82±0.79*	75.5±11.5	13.9±0.5**	519±49**
Mysore Princess	598±191**	26.2±0.7	11.55±1.20**	63.5±19.7	13.0±0.4*	515±122**
Nistari	492±61*	24.5±0.8	9.53±0.90	94.1±6.8**	14.87±0.7	381±91
Oiazo	592±173**	22.7±1.0**	10.69±2.50**	93.7±4.0**	11.4±1.4	410±98
NN60	573±51*	25.9±0.2	7.31±1.48	77.3±12.5	12.2±0.4	418±36
Sarupat	473±32	23.5±0.8**	8.20±1.50	84.5±5.9*	10.6±0.1	426±32
Moria	254±55	28.4±0.9	8.98±0.55	92.4±2.8**	10.3±0.4	337±67
lsd/ dms (0.05)	121	0.86	1.93	11.25	1.09	74
<u>DECEMBER/DECEMBRE</u>						
Pure Mysore	372±16	30.2±0.2	6.45±0.63	78.0±6.8	12.6±0.8	274±8
Hosa Mysore	477±12*	26.7±0.8	8.17±1.28	64.5±12.2	14.7±0.4	451±118
Kollegal Jawan	559±76**	25.2±0.1	12.75±2.37*	88.3±10.9*	15.5±1.2	762±1**
Mysore Princess	535±33**	25.4±0.2	13.21±0.80**	92.6±3.3**	17.1±1.4**	773±59**
Nistari	349±56	25.9±0.1	10.78±0.77	95.9±7.1**	11.6±0.8	549±8
Oiazo	442±178	23.7±0.3**	11.70±1.60	92.2±12.6**	13.5±1.7	527±42
NN60	367±106	25.9±0.1	11.28±4.51*	82.4±13.2	15.3±0.7	529±42
Sarupat	418±67	24.9±0.4	3.50±0.85	93.8±8.4**	12.1±1.9	411±71
Moria	425±126	31.5±1.0	5.76±0.64	64.2±9.6	12.9±1.0	328±33
lsd/ dms (0.05)	116	0.53	2.24	10.98	1.14	63

*, ** significant at 5% and 1% respectively/
taux de signification de 5 et 1 % respectivement

Table II. (continued).

Tableau II. (suite).

SUM OF MEAN SQUARES/ SOMME DES CARRES MOYENS							
Source/ Origine	df/ dl	Fecundity/ Fécondité ($\times 10^3$)	Larval duration/ Période larvaire	Cocoon yield/ Rendement en cocons	Pupation rate/ Taux de pupaison	Shell ratio/ Richesse soyeuse	Filament length/ Longueur de la bave ($\times 10^3$)
Season/saison	3	15.6*	155.3**	26.7**	191**	38.8**	88.1*
Race/race	8	33.5**	66.6**	41.3**	373**	15.9**	121.0**
Pure Mysore	1	61.7**	162.5**	79.9*	78	16.0**	314.0**
Hosa Mysore	1	16.5*	1.0*	0.3	728**	23.0**	25.1
Kollegal Jawan	1	14.1	5.1**	34.3**	97	20.5**	258.9**
Nistari	1	4.2	24.2**	0.4	1 622**	12.6**	27.1
Mysore Princess	1	96.5**	6.1**	104.7**	18	33.6**	269.0**
Diazo	1	15.1	91.4**	18.2 $\frac{1}{2}$	281*	1.8*	2.5
NN6D	1	1.0	9.3**	3.3	48	0.0	2.1
Sarupat	1	8.5	21.2**	15.1**	246*	18.2**	37.3
Moria	1	83.5**	273.9**	114.5**	251*	12.4**	699.0**
Race x season/ Race x saison	24	11.9**	0.1	3.7	120**	1.4	13.1

*. ** significant at 5% and 1% respectively/
taux de signification de 5 et 1 % respectivement

df = degree of freedom/ dl = degré de liberté

Table III. Analysis of variance for nine multivoltine silkworm races.

Tableau III. Analyse de variance pour neuf races polyvoltines de ver à soie.

PERFORMANCES DE QUELQUES RACES POLYVOLTINES DE BOMBYX MORI L.

G.D. PERSHAD*, R.K. DATTA, H.V. VIJAYAKUMAR,
S.K. BHARGAVA et M.S. JOLLY

*Silkworm Genetics Laboratory,
Central Sericultural Research & Training Institute,
Mysore-8,
Inde.*

Neuf races polyvoltines indigènes, exotiques et améliorées, conservées à l'Institut, ont été élevées pendant 4 saisons d'élevage distinctes à Mysore. Leurs performances pour six caractères indépendants, intéressants pour l'élevage de sélection, ont été analysées statistiquement. La race Mysore Princess s'est révélée la meilleure en ce qui concerne la fécondité, le rendement en cocons, la richesse soyeuse et la longueur de la bave, tandis que la race Diazo est la meilleure pour la courte durée de la période larvaire et la race Nistari, pour le taux de pupaison pendant toutes les saisons d'élevage. L'analyse de variance indique que les races et les saisons sont déterminantes pour chaque caractère tandis que l'interaction race/saison est déterminante pour la fécondité et le taux de pupaison.

INTRODUCTION

L'évaluation de races supérieures de ver à soie demande que l'on prenne en compte leurs performances sur le terrain. Les races polyvoltines de ver à soie se détériorent au cours de l'élevage en continu et doivent être améliorées ou remplacées. L'attention doit être portée sur l'évaluation biométrique des races dans le but de les utiliser dans un programme de sélection. Murty (1979) insistait sur l'importance de la sélection du matériel parental et des méthodes d'évaluation. Nous avons rassemblé et analysé statistiquement des données sur six caractères indépendants, intéressants pour la sélection, chez des races polyvoltines provenant de différentes régions afin de sélectionner les meilleures d'entre elles.

* Regional Tasar Research Station, Imphal (Manipur), Inde.

MATERIELS ET METHODES

Neuf races polyvoltines de ver à soie, exotiques, indigènes et améliorées provenant du Sud, de l'Est et du Nord-est de l'Inde et conservées pendant plusieurs années dans le stock des souches de notre Institut, ont été utilisées dans cette étude et sont présentées dans le Tableau I.

Toutes les souches ont été élevées en laboratoire à une température de 23-29°C et une humidité de 60-80 % à l'institut. Trois replicata d'une ponte chacun, choisie complètement au hasard, ont été élevés pendant quatre saisons, en juin, août, octobre et décembre 1983.

L'analyse de variance selon les saisons, les races, les interactions saison x race, la répartition des races et le test de différence la moins significative ont été effectués selon la méthode Federer (1955) et les résultats interprétés selon Lush (1954), Sprague (1955) et Kempthorne (1957).

RESULTATS ET DISCUSSION

La valeur moyenne de chaque caractère avec la limite de confiance à 0,05 et la différence la moins significative à 95 % de probabilité est présentée pour les neuf races expérimentales pour les quatre saisons d'élevage dans le Tableau II. L'analyse de variance selon les races, les saisons et les interactions saison-race, ainsi que la répartition des races, est présentée dans le Tableau III.

Les valeurs de différence la moins significative (dms) (0,05) pour les six caractères indépendants pendant les quatre saisons d'élevage du Tableau II montrent les résultats suivants :

1. **Fécondité plus élevée:** Les races Mysore Princess et Hosa Mysore ont de très bons résultats pendant toute les saisons, Nistari et Diazu en juin et octobre ; Kollegal Jawan en août, octobre et décembre et NN6D en août et octobre.
2. **Période larvaire plus courte:** Diazu montre de bons résultats pour tous les élevages ; Mysore Princess et Kollegal Jawan, en juin ; et Nistari, NN6D et Sarupat, en août seulement.
3. **Meilleur rendement en cocons:** Mysore Princess est supérieure en toutes saisons, tandis que Kollegal Jawan, Diazu et NN6D le sont 3 saisons sur 4 et Hosa Mysore en juin seulement.
4. **Taux de pupaison plus élevé:** Nistari et Sarupat sont supérieures en toutes saisons tandis que Mysore Princess l'est en toutes saisons sauf octobre, Diazu en toutes saisons sauf juin et Pure Mysore et Moria seulement en octobre.
5. **Richesse soyeuse plus élevée:** Mysore Princess est supérieure en toutes saisons, Kollegal Jawan l'est en toutes saisons sauf décembre, Hosa Mysore l'est en juin et août, et NN6D en août seulement.
6. **La plus grande longueur de la bave:** Mysore Princess et Kollegal Jawan sont supérieures en toutes saisons tandis que Hosa Mysore l'est en toutes saisons sauf décembre.

L'analyse de variance selon les saisons, les races, les interactions race x saison et la répartition des races (Tableau III) révèle les résultats suivants :

Saison: Les caractères montrant des différences significatives à 99 % de probabilité sont la durée de la période larvaire, le rendement en cocons, le taux de pupaison et la richesse soyeuse. La fécondité et la longueur de la bave donnent des différences marginalement significatives à 95 % de probabilité.

Races: Les différences entre toutes les races sont hautement significatives à 99 % de probabilité pour tous les caractères. Cependant le cloisonnement de l'analyse de variance pour les races donne les résultats suivants :

1. **Fécondité:** Les valeurs hautement significatives sont enregistrées pour les races Pure Mysore, Mysore Princess et Moria et une valeur marginalement significative pour Hosa Mysore.

2. **Période larvaire:** Les valeurs sont hautement significatives pour toutes les races à l'exception de Hosa Mysore qui est significative marginalement.

3. **Rendement en cocons:** Les valeurs sont hautement significatives pour Mysore Princess, Kollegal Jawan, Diazo, Sarupat et Moria tandis qu'elles ne sont pas significatives pour Pure Mysore, Nistari et NN6D.

4. **Taux de pupaison:** Les valeurs sont hautement significatives pour Hosa Mysore et Nistari tandis qu'elles ne sont pas significatives pour Pure Mysore, Kollegal Jawan, Mysore Princess et NN6D.

5. **Richesse soyeuse:** Les valeurs sont hautement significatives pour toutes les races sauf Diazo (marginales) et NN6D.

6. **Longueur de la bave:** Les valeurs sont hautement significatives pour Mysore Princess, Kollegal Jawan, Pure Mysore et Moria tandis qu'elles ne sont pas significatives pour les 5 autres races.

Interaction saison x race: Les interactions hautement significatives sont observées pour la fécondité et le taux de pupaison, tandis que pour les autres caractères, les interactions ne sont pas significatives.

Les résultats de différence significative la plus faible (0,05) du Tableau II et l'analyse de variance du Tableau III confirment que les races et les saisons sont hautement significatives pour la plupart des caractères et que l'interaction saison x race ne l'est que pour la fécondité et le taux de pupaison. Les performances des races ne sont pas constantes pendant les quatre saisons d'élevage. Mysore Princess se révèle être la race polyvoltine la meilleure pour presque tous les caractères sauf la durée de la période larvaire, ensuite viennent Kollegal Jawan et Hosa Mysore, pendant toutes les saisons d'élevage. Il se trouve que les races les meilleures sont élevées dans notre Institut. Elles devront être étudiées pour leurs capacités de combinaison entre elles et avec d'autres races. Une étude doit être publiée à ce sujet. Les caractéristiques uniques de Nistari et Diazo, à savoir respectivement le taux de pupaison le plus élevé et la période larvaire la plus courte, pour toutes les saisons d'élevage, font qu'il sera intéressant de les utiliser dans le programme de sélection comme l'un des parents.

COMBINING ABILITY ANALYSIS IN MULTIVOLTINE RACES
OF BOMBYX MORI L.

G.D. PERSHAD*, R.K. DATTA, S.K. BHARGAVA,
H.V. VIJAYAKUMAR and M.S. JOLLY

Silkworm Genetics Laboratory,
Central Sericultural Research & Training Institute,
Mysore,
India.

The combining ability effects of nine multivoltine races of *Bombyx mori* L. were analysed in a 9x9 diallel for cocoon yield, fecundity, shorter larval duration, pupation rate, shell ratio and filament length for three seasons. The quantities for both general (GCA) and specific (SCA) combining ability were significant for all the traits. However, the ratio of $2\sigma_g^2 / (2\sigma_g^2 + \sigma_s^2)$ ranged from 0.91 to 0.97 except for fecundity (0.25) indicating that there is sufficient GCA in these races to make successful selection for cocoon yield and higher survival. General combining ability (GCA) quantities exceeded specific combining ability (SCA) for all traits as determined from $2\sigma_g^2 / (2\sigma_g^2 + \sigma_s^2)$ ratios. The GCA quantities indicated that Mysore⁹ Princess followed by Kollegal Jawan are good general combiners. Most of the combinations of Hosa Mysore with indigenous and exotic multivoltine races proved good specific combiners. The positive reciprocal effects in Hosa Mysore hybrids indicate the accumulation of cytoplasmic genes. The selective utilization of these races in future breeding programme has been discussed.

INTRODUCTION

The multivoltine races of *Bombyx mori* L. are of immense importance to tropical sericulture. Yet, improvement of economic traits by breeding has been mostly limited to examination of racial differences and selection from induced variability with very few genetic investigations. Combining ability studies are useful in assessing the

* Present address: Regional Tasar Research Station, Imphal (Manipur), India.

nicking ability of parents that aids in selecting the parents which, when crossed, would give rise to more desirable segregants. It is one of the powerful technique available which helps in selecting desirable parents and hybrids for further exploitation and has necessitated synthesis of new breeds to replace the poor yielding local races being extensively used for multivoltine x bivoltine hybrid seed (Sengupta and Datta, 1975; Datta *et al.*, 1981; Jolly, 1983; Datta, 1984). Though combining ability had been extensively used in crop breeding, the same was not effectively utilized for silkworm improvement. This, in turn helps in choosing the parents to be included in hybridization (Mirobe, 1968). The present investigation was conducted to obtain information on the nature of combining ability operations in the inheritance of few meaningful basic traits and to identify the superior breeds/crosses for exploitation in the silkworm breeding programme.

MATERIALS AND METHODS

Nine multivoltine silkworm (*Bombyx mori* L.) races, indigenous, exotic and evolved races as described in Table I, maintained at this Institute, were crossed in a 9x9 complete diallel and raised under laboratory conditions of temperature (23-29°C) and humidity (60-85%). Three replications of one laying each of hybrids and parental races were reared in a completely randomized block design during three seasons (August, October, and December, 1983).

Analysis of variance was done according to Snedecor (1967) assuming that races were choosen and cannot be regarded as random. The analysis for general and specific combining ability and for reciprocal differences for cocoon yield, fecundity, larval duration, pupation rate, shell ratio and filament length was made according to Griffing's (1956) Model II and by Stangland *et al.* (1983). The analysis model used was:

$$X_{ijkl} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + r_{ij} + 1/bk \cdot bk + 1/bk \cdot \sum (bv)_{ijk} + 1/bc \cdot \sum k \cdot \sum l \cdot c_{ijkl}$$

where,

g_i and g_j are GCA quantity of the i th female parent and j th male parent respectively.

s_{ij} and r_{ij} are the SCA quantity for the cross (ij) and reciprocal effects respectively.

For each cross (ij), the quantity ($g_i + g_j + s_{ij}$) was computed and the null hypothesis was tested from zero value, assuming no genotypic differences among F_1 s.

RESULTS

Quantities for general and specific combining ability and reciprocal differences for six basic traits for the nine multivoltine races *per se* are presented in Table II. The hybrids were highly significant for all traits except pupation rate. However, both general and specific combining ability for all the traits except SCA for shell ratio showed highly significant differences. Baker's ratio of $2\sigma_g^2 / (2\sigma_g^2 + \sigma_s^2)$ ranged from 0.90 to 0.97 except for fecundity (0.25). The ratios were for cocoon yield (0.97), shorter larval duration (0.96), shell ratio (0.96), filament length (0.96) and pupation rate (0.90). Similarly, reciprocal differences were highly signi-

ficant for all characters except shell ratio. Interestingly, though the mean sum of squares of the hybrids for pupation rate were not significant, both GCA and SCA as well as its reciprocal difference were highly significant.

General combining ability (GCA) effects:

General combining ability quantities for the nine multivoltine races for six basic traits, as detailed in Table III, which measures the comparative performance of the parents, shows that neither all traits nor all seasons were significant. GCA quantities in Mysore Princess were found significant for fecundity, cocoon yield, shell ratio and filament length in all the seasons but for shorter larval duration and pupation rate in December only. Among other races, the indigenous race Nistari is a good general combiner for shorter larval duration and the evolved race Kollegal Jawan for filament length during all seasons. Other races were restrictive good general combiner for few meaningful characters in few selective seasons only (Table III). The overall GCA quantities confirm that Mysore Princess is the best general combiner followed by Kollegal Jawan with respect to independent basic traits.

Specific combining ability (SCA) effects:

Specific combining ability quantities for multivoltine hybrids in Table IV show high SCA for fecundity in Pure Mysore, Hosa Mysore and Mysore Princess; for cocoon yield in Pure Mysore, Hosa Mysore, Kollegal Jawan and Mysore Princess; for shorter larval duration and pupation rate in Hosa Mysore; for shell ratio in Hosa Mysore and Mysore Princess; and for filament length in Hosa Mysore, Kollegal Jawan and Mysore Princess. The hybrids of Hosa Mysore exhibited maximum SCA for most of the basic characters.

Reciprocal effects:

Reciprocal differences in 36 hybrids reared during three seasons for six basic traits in Table V show that the combinations of Mysore Princess followed by Kollegal Jawan and Hosa Mysore as a female parent with other races, are highly significant for cocoon yield and other traits. The reciprocal differences for fecundity and shorter larval duration are significant for Mysore Princess hybrids indicating the superiority of Mysore Princess as a female parent.

DISCUSSION

Among the nine multivoltine silkworm races, the indigenous races, Pure Mysore, Nistari, Sarupat and Moria are poor yielders for both quality and quantity of silk (Pershad *et al.*, 1985). The positive GCA and SCA quantities for almost all the traits in the parents *per se* have provided clues for improving the indigenous races which are used extensively in commercial exploitation in India, by selecting superior parents for having large and diverse gene pool. Highly significant quantities of general and specific combining ability indicate that both additive and non-additive types of gene actions are playing an important role in the inheritance of cocoon yield and other independent basic traits in multivoltine silkworm races. The ratio of $2\sigma_g^2/(2\sigma_g^2 + \sigma_s^2)$ obtained by using Baker's (1978) formula was found very high for all the traits (Table II) indicating thereby additive gene effects. The ratio reveals that the selection based on the performance of individual lines should be effective in improving cocoon yield and pupation rate. However, quantities for the hybrids *per se* do not show significant estimates for characters influenced by higher environmental interactions. This becomes further evident from GCA and SCA quantities in different seasons (Table III and IV).

Mysore Princess and Kollegal Jawan have high GCA for cocoon yield. SCA effects were significant in three combinations, each involving Mysore Princess and Kollegal Jawan. The superiority of Mysore Princess and Kollegal Jawan may be due to the presence of dominant or epistatic genes. The indigenous breed Nistari have significant GCA quantities for shorter larval duration and pupation rate in all seasons but its SCA quantities were not significant which indicates that the superiority of Nistari for specific traits may be due to the genes with additive effects. Additive gene action is confirmed in Mysore Princess, Kollegal Jawan and Hosa Mysore where GCA effects were very high for many traits in all seasons (Table III). Mysore Princess has now been proved a superior combiner for cocoon yield as well as other basic traits (Table III & IV). Since both additive and non-additive gene effects are important for evolving superior breeds, it is expected that the crosses involving Mysore Princess, Kollegal Jawan and Nistari may result in some transgressive segregants useful for application for directional selection towards fixation of a breed with shorter larval duration, higher pupation rate and cocoon yield. Since SCA quantities of Mysore Princess crosses with Moria and Pure Mysore were highly significant for almost all the characters in one season or the other, it may be presumed that both additive and non-additive genes are accumulated in this race and will be useful for designing future breeding programme.

High reciprocal differences in the crosses of Mysore Princess and Kollegal Jawan with other races for cocoon yield and Hosa Mysore with Kollegal Jawan, Mysore Princess, Diazo, Moria and NN6D for many other traits confirm the positive role of cytoplasmic inheritance. Since cocoon yield is dependent on fecundity, the female component of Mysore Princess and Kollegal Jawan holds a better prospect in breeding programme. The overall picture emanated is that the Mysore Princess may be included in the future multivoltine breeding programme as either male or female parent since GCA and SCA quantities are high in most of the combinations.

REFERENCES

- BAKER R.J., (1978), Issues in diallel analysis, *Crop Sci.*, 18, 533-536.
- DATTA R.K., (1984), Improvement of silkworm races (*Bombyx mori* L.) in India, *Sericologia*, 24(3), 393-415.
- DATTA R.K., PAUL D.C., DAS S.K., SENGUPTA K., (1981), Evolution of superior multivoltine breeds through mutation breeding technique, *Proc. Seri. Symp. Semi.* (Tamil Nadu Agric. Univ., Coimbatore), 39-42.
- GRIFFING B., (1956), Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems, *Aust. J. Biol. Sci.*, 9, 463-493.
- JOLLY M.S., (1983), Silkworm breeding in India, In silkworm genetics and breeding lead paper Nat. Sem. Silk Res. Dev. (Bangalore), 1-9.
- SENGUPTA K., DATTA R.K., (1975), Studies on the evolution of superior multivoltine breeds of silkworm, *Bombyx mori* L., XII Int. Silk Cong. (Barcelona), 1-16.
- STANGLAND G.R., RUSSEL W.A., SMITH O.S., (1983), Evaluation of the performance and combining ability of selected lines derived from improved maize populations, *Crop Sci.*, 23, 647-651.

Parent/ Parent	Origin/ Origine	Egg diapause/ Diapause	Cocoon colour and floss/ Couleur du cocon et blaze
Pure Mysore	Southern India/ Sud de l'Inde	Absent/ Absente	Light green, flossy/ Vert clair, blaze importante
Hosa Mysore	CSRTI (Mysore) India/Inde	Absent/ Absente	Greenish yellow, flossy/ Jaune vert, blaze importante
Kollegal Jawan	CSRTI (Mysore) India/Inde	Partial/ Partielle	White, less flossy/ Blanc, blaze moins importante
Mysore Princess	CSRTI (Mysore) India/Inde	Absent/ Absente	White, less flossy/ Blanc, blaze moins importante
Nistari	Eastern India/ Est de l'Inde	Absent/ Absente	Golden yellow, flossy/ Jaune d'or, blaze importante
Diazo	China/ Chine	Partial/ Partielle	Light green, flossy/ Vert clair, blaze importante
NN6D	China/ Chine	Partial/ Partielle	White, less flossy/ Blanc, blaze moins importante
Sarupat	North-Eastern India/ Nord-est de l'Inde	Absent/ Absente	White, flossy/ Blanc, blaze importante
Moria	North-Eastern India/ Nord-est de l'Inde	Absent/ Absente	White, flossy/ Blanc, blaze importante

Table 1. Multivoltine breeds used as parents.
Tableau 1. Souches polyvoltines utilisées comme parents.

Characters/ Caractères	MEAN SQUARES/ CARRES MOYENS					
	Hybrids/ Hybrides	Combining ability/ Liaison		Reciprocal difference/ Différence réciproque	Error/ Erreur	$2\sigma_g^2/(2\sigma_g^2+\sigma_s^2)$
		General/ Générale	Specific/ Spécifique			
Fecundity/ Fécondité	38 920.30**	3.03**	18.03**	0.01**	0.001	0.25
Shorter larval duration/ Période larvaire réduite	10.09**	16.78**	1.27**	1.11**	0.46	0.96
Cocoon yield/ Rendement en cocons	10.29**	80.93**	4.98**	17.41**	0.55	0.97
Pupation rate/ Taux de pupaison	47.30	78 136.00**	17 425.00**	30.00**	9.50	0.90
Shell ratio/ Richesse soyeuse	4.91**	9.84**	0.79*	0.63	0.42	0.96
Filament length/ Longueur de la bave	25 260.00**	42 227.00**	3 199.00**	3 704.00**	1 367.00	0.96

*, ** significant at 5% and 1% level respectively/
taux de signification de 5 et 1 % respectivement

Table II. Analysis of variance for general and specific combining ability and reciprocal difference for nine multivoltine races.

Tableau II. Analyse de la variance des liaisons générale et spécifique et de la différence réciproque pour neuf races polyvoltines.

Races/ Races	Fecundity/ Fécondité	Shorter larval duration/ Période larvaire réduite	Cocoon yield/ Rendement en cocons	Pupation rate/ Taux de pupaison	Shell ratio/ Richesse soyeuse	Filament length/ Longueur de la bave
Pure Mysore				ao		
Hosa Mysore	aD				A	
Kollegal Jawan	od	o	oD		Od	aOD
Mysore Princess	ADD	d	ADD	d	aoD	Aod
Nistari		AOD		O		
Diazo		AD		AD		
NN6D		Ad	a		A	
Sarupat		OD				
Moria				d		

A, O, D and a, o, d, are high and low quantities during August, October and December respectively/
A, O, D et a, o, d représentent respectivement les quantités les plus élevées et les quantités les
plus faibles en août, octobre et décembre

Table III. General combining ability quantities for nine multivoltine races during
three rearing seasons for six independent characters.

Tableau III. Liaisons quantitatives générales pour neuf races polyvoltines au cours de
trois saisons d'élevage pour six caractères indépendants.

Races/ Races	Fecundity/ Fécondité	Shorter larval duration/ Période larvaire réduite	Cocoon yield/ Rendement en cocons	Pupation rate/ Taux de pupaison	Shell ratio/ Richesse soyeuse	Filament length/ Longueur de la bave
1. PM x HM	o		A	Ad		A
2. PM x KJ		o	od			
3. PM x MP		D	ad		D	
4. PM x N	a			a		
5. PM x Diazo						o
6. PM x NN6D	D		d		a	
7. PM x S	a	a				
8. PM x M	OD					
9. HM x KJ	d	AD				
10. HM x MP	a	A				
11. HM x N		A	o	d	O	a
12. HM x Diazo		A	aO	o	od	aD
13. HM x NN6D	D	A	d	A	d	
14. HM x S	o		d			o
15. HM x M			o	d		a
16. KJ x MP	a					o
17. KJ x N			aA	o		o
18. KJ x Diazo	A			a	ad	a
19. KJ x NN6D	o					d
20. KJ x S						od
21. KJ x M		od	D	o	o	d
22. MP x N	Od		aO			a
23. MP x Diazo	d					
24. MP x NN6D	a					Aod
25. MP x S					D	oD
26. MP x M	o		o		o	
27. N x Diazo					a	d
28. N x NN6D						
29. N x S						
30. N x M						
31. Diazo x NN6D					Ad	a
32. Diazo x S				D		
33. Diazo x M		d				
34. NN6D x S						
35. NN6D x M			o	od		
36. S x M		OD	o			

PM: Pure Mysore; HM: Hosa Mysore; KJ: Kollegal Jawan; MP: Mysore Princess; N: Nistari; S: Sarupat; M: Moria

A, O, D and a, o, d are high and low quantities during August, October and December respectively/
A, O, D et a, o, d représentent respectivement les quantités les plus élevées et les quantités les plus faibles en août, octobre et décembre

Table IV. Specific combining ability quantities of multivoltine hybrids for six independent characters.

Tableau IV. Liaisons quantitatives spécifiques d'hybrides polyvoltins pour six caractères indépendants.

Hybrids/ Hybrides	Fecundity/ Fécondité	Shorter larval duration/ Période larvaire réduite	Cocoon yield/ Rendement en cocons	Pupation rate/ Taux de pupaison	Shell ratio/ Richesse soyeuse	Filament length/ Longueur de la bave
1. PM x HM	oD	Od	aD		0	d
2. PM x KJ	a		aoD	Ad		D
3. PM x MP	0	a0	o6		d	ao
4. PM x N			aD	d	o	D
5. PM x Diazo	d	OD				
6. PM x NN6D	D					
7. PM x S		o	d		o	
8. PM x M			D	D		
9. HM x KJ		d	Aod	Od	Ad	
10. HM x MP		D	A0	AO	aOD	
11. HM x N	o		AO			
12. HM x Diazo		d	oD			D
13. HM x NN6D	D	ad	D	o	0	A
14. HM x S					0	
15. HM x M	Od	o	0		oD	
16. KJ x MP			OD	o	d	a
17. KJ x N	a	d	AD	a	d	0
18. KJ x Diazo	o	d	D	o	o	0
19. KJ x NN6D	a	a	aOd	o		oD
20. KJ x S			D			D
21. KJ x M	OD		D			D
22. MP x N	ao	D	Aod		ad	
23. MP x Diazo			OD			oD
24. MP x NN6D	Ad	0	AO	o	D	0
25. MP x S			D		D	
26. MP x M	Od	oD	D		o	
27. N x Diazo			d	D		
28. N x NN6D		a	AD	d	o	
29. N x S		d				
30. N x M		0		D		
31. Diazo x NN6D	o					
32. Diazo x S		o			od	
33. Diazo x M		o			0	
34. NN6D x S	D		OD		D	
35. NN6D x M	o	D			o	
36. S x M	0		Od		od	

PM: Pure Mysore; HM: Hosa Mysore; KJ: Kollegal Jawan; MP: Mysore Princess; N: Nistari; S: Sarupat; M: Moria

A, O, D and a, o, d are high and low quantities during August, October and December respectively/
A, O, D et a, o, d représentent respectivement les quantités les plus élevées et les quantités les plus faibles en août, octobre et décembre

Table V. Reciprocal difference among 36 multivoltine hybrids for six independent characters.

Tableau V. Différence réciproque chez 36 hybrides polyvoltins pour six caractères indépendants.

ANALYSE DES POSSIBILITES DE COMBINAISONS CHEZ LES RACES POLYVOLTINES
DE BOMBYX MORI L.

G.D. PERSHAD*, R.K. DATTA, S.K. BHARGAVA,
H.V. VIJAYAKUMAR et M.S. JOLLY

*Silkworm Genetics Laboratory,
Central Sericultural Research & Training Institute,
Mysore,
Inde.*

Les effets des possibilités de combinaisons de neuf races polyvoltines de Bombyx mori L. sont analysés par croisement diallétique 9x9 pour le rendement en cocons, la fécondité, la réduction de la période larvaire, le taux de pupaison, la richesse soyeuse et la longueur de la bave au cours de trois saisons d'élevage. Les liaisons quantitatives générales (GCA) et spécifiques (SCA) sont significatives pour tous les caractères étudiés. Le rapport $2\sigma_g^2/(2\sigma_g^2 + \sigma_s^2)$ se situe entre 0,91 et 0,97 sauf pour la fécondité (0,25) et indique que les GCA sont suffisantes chez ces races pour pouvoir réussir une sélection sur le rendement en cocons et un taux de survie plus élevé. Les liaisons quantitatives générales sont supérieures aux liaisons quantitatives spécifiques pour tous les caractères comme l'indiquent les rapports $2\sigma_g^2/(2\sigma_g^2 + \sigma_s^2)$. Les liaisons GCA indiquent que la race Mysore Princess suivie de Kollegal Jawan, donne de bonnes combinaisons générales. La plupart des croisements de Hosa Mysore avec des races polyvoltines indigènes et exotiques se révèlent de bonnes combinaisons spécifiques. Les effets réciproques positifs chez les hybrides de Hosa Mysore indiquent l'accumulation des gènes cytoplasmiques. L'utilisation sélective de ces races dans un futur programme de sélection est discutée.

* Adresse actuelle : Regional Tasar Research Station, Imphal (Manipur), Inde.

INTRODUCTION

Les races polyvoltines de *Bombyx mori* L. ont une importance énorme dans la sériciculture tropicale. Jusqu'ici l'amélioration des caractères économiques s'est limitée à l'examen des différences selon les races et à la sélection à partir de la variabilité induite sans beaucoup de recherches génétiques. Les études sur les qualités combinatoires sont utiles car elles permettent d'évaluer l'aptitude au croisement des parents ce qui aide à choisir les parents qui donneront, par croisement, de meilleures races. C'est l'une des techniques les plus au point que l'on connaisse, qui permet de sélectionner les parents et les hybrides adéquats pour une exploitation future, et on a besoin de mettre au point de nouveaux croisements pour remplacer les races locales à faible rendement qui sont utilisées de manière extensive pour le grainage d'hybrides bivoltins x polyvoltins (Sengupta et Datta, 1975; Datta *et al.*, 1981; Jolly, 1983; Datta, 1984). Bien que les qualités combinatoires aient été utilisées extensivement pour la sélection dans le domaine des productions végétales, elles n'ont pas été utilisées efficacement pour améliorer le ver à soie. Ceci nous aide cependant à choisir les parents destinés à l'hybridation (Hirobe, 1968). La présente recherche a été entreprise pour connaître la nature des possibilités combinatoires qui lèguent les quelques caractères de base significatifs et pour identifier les meilleurs croisements destinés à être exploités dans un programme de sélection du ver à soie.

MATERIEL ET METHODES

Neuf races polyvoltines de ver à soie (*Bombyx mori* L.), races indigènes, exotiques et améliorées décrites dans le Tableau I, conservées dans cet Institut, sont croisées dans un système diallélique complet 9x9 et élevées en laboratoire à une température de 23-29°C et une humidité de 60-85%. Trois replicata pris complètement au hasard d'une ponte chacun, de chacun des hybrides et des races parentales, sont élevés pendant trois saisons (août, octobre et décembre 1983).

L'analyse de variance a été faite selon la méthode de Snedecor (1967) en convenant que les races ont été choisies et n'ont pas été prises au hasard. L'analyse des liaisons générales et spécifiques et des différences réciproques pour le rendement en cocons, la fécondité, la durée de la période larvaire, le taux de pupaison, la richesse soyeuse et la longueur de la bave, est effectuée selon le Modèle II de Griffing (1956) et selon Stangland *et al.* (1983). Le modèle d'analyse utilisé est le suivant :

$$X_{ijkl} = g_i + g_j + s_{ij} + r_{ij} + 1/bk \text{ bk} + 1/bk \sum (bv)_{ijk} + 1/bc \sum k \sum l e_{ijkl}$$

où :

g_i et g_j sont respectivement les liaisons quantitatives générales du ième parent femelle et du jème parent mâle ;

s_{ij} et r_{ij} sont respectivement les liaisons quantitatives spécifiques du croisement (ixj) et des effets réciproques.

Pour chaque croisement (ixj), la valeur ($g_i + g_j + s_{ij}$) est calculée et l'hypothèse nulle est testée à partir de la valeur zéro, en supposant qu'il n'y a pas de différences génotypiques entre les F_1 .

RESULTATS

Les liaisons quantitatives générales et spécifiques et les différences réciproques pour les six caractères de base chez les neuf races polyvoltines *per se*, sont présentées dans le Tableau II. Les hybrides ont des valeurs très significatives pour tous les caractères sauf le taux de pupaison. Les liaisons générales et spécifiques pour tous les caractères (sauf pour la richesse soyeuse) montrent des différences significatives importantes. Le rapport de Baker : $2\sigma_p^2 / (2\sigma_q^2 + \sigma_e^2)$ va de 0,90 à 0,97 sauf pour la fécondité (0,25). Les rapports sont les suivants : rendement en cocons : 0,97, période larvaire réduite : 0,96, richesse soyeuse : 0,96, longueur de la bave : 0,96 et taux de pupaison : 0,90. De la même manière, les différences réciproques sont très significatives pour tous les caractères à l'exception de la richesse soyeuse. Il est intéressant de noter que, bien que la somme moyenne des carrés des hybrides pour le taux de pupaison ne soit pas significative, les liaisons générales et spécifiques ainsi que leur différence réciproque sont hautement significatives.

Effets des liaisons générales :

Pour les neuf races polyvoltines, les liaisons générales quantitatives pour les six caractères de base, détaillées dans le Tableau III qui mesure les performances des parents, montrent que ni les caractères, ni les saisons n'induisent de différences significatives. Les quantités concernant les GCA chez Mysore Princess sont significatives pour la fécondité, le rendement en cocons, la richesse soyeuse et la longueur de la bave pour toutes les saisons, mais en décembre seulement pour la période larvaire réduite et le taux de pupaison. Parmi les autres races, la race indigène Nistari a de bonnes qualités de combinaison pour la période larvaire et la race améliorée Kollegal Jawan, pour la longueur de la bave, en toutes saisons. Les autres races ont également de bonnes qualités mais se réduisant à quelques caractères significatifs et à quelques saisons uniquement (Tableau III). Les liaisons quantitatives générales globales confirment que Mysore Princess est le meilleur parent suivi de Kollegal Jawan, pour ce qui concerne les caractères de base indépendants.

Effets des liaisons spécifiques :

Pour les hybrides polyvoltins, les liaisons quantitatives spécifiques (Tableau IV) sont élevées pour la fécondité chez Pure Mysore, Hosa Mysore et Mysore Princess, pour le rendement en cocons chez Pure Mysore, Hosa Mysore, Kollegal Jawan et Mysore Princess, pour la période larvaire réduite et le taux de pupaison chez Hosa Mysore, pour la richesse soyeuse, chez Hosa Mysore et Mysore Princess, et pour la longueur de la bave, chez Hosa Mysore, Kollegal Jawan et Mysore Princess. Les hybrides de Hosa Mysore montrent les valeurs les meilleures pour la plupart des caractères de base.

Effets réciproques :

Les différences réciproques chez 36 hybrides élevés pendant trois saisons, pour les six caractères de base (Tableau V) montrent que les combinaisons de Mysore Princess (suivie de Kollegal Jawan et Hosa Mysore) comme parent femelle avec d'autres races donnent des différences significatives pour le rendement en cocons et d'autres caractères. Les différences réciproques pour la fécondité et la période larvaire réduite sont significatives pour les hybrides de Mysore Princess ce qui indique la supériorité de Mysore Princess en tant que parent femelle.

DISCUSSION

Parmi les neuf races polyvoltines de ver à soie, les races indigènes (Pure Mysore, Nistari, Sarupat et Moria) sont peu productives à la fois pour la qualité et la quantité de soie (Pershad *et al.*, 1985). Les liaisons quantitatives générales et spécifiques positives pour presque tous les caractères chez les parents *per se* indiquent qu'il faut améliorer les races indigènes qui sont utilisées extensivement dans les exploitations commerciales en Inde, en sélectionnant des parents supérieurs pour obtenir un pool génétique large et diversifié. Les valeurs quantitatives élevées des liaisons générales et spécifiques montrent que les deux types d'actions des gènes, additive et non-additive, jouent un rôle important pour la transmission d'un caractère indépendant comme le rendement en cocons ou d'autres chez les races polyvoltines de ver à soie. Le rapport $2\sigma_g^2/(2\sigma_g^2 + \sigma_s^2)$ obtenu en utilisant la formule de Baker (1978) est très élevé pour tous les caractères (Tableau II), indiquant les effets additifs des gènes. Le rapport indique que la sélection basée sur les performances individuelles des lignées devrait être efficace pour améliorer le rendement en cocons et le taux de pupaison. Cependant les valeurs obtenues pour les hybrides *per se* ne sont pas significatives pour les caractères et influencées par les interactions importantes avec l'environnement. Ceci devient encore plus évident en étudiant les valeurs des liaisons quantitatives générales (GCA) et spécifiques (SCA) au cours des différentes saisons (Tableaux III et IV).

Mysore Princess et Kollegal Jawan ont des valeurs GCA élevées pour le rendement en cocons. Les effets des SCA sont significatifs dans trois combinaisons, impliquant chacune Mysore Princess et Kollegal Jawan. La supériorité de Mysore Princess et Kollegal Jawan peut être due à la présence de gènes dominants ou épistatiques. La souche indigène Nistari a des valeurs GCA significatives pour la période larvaire réduite et le taux de pupaison dans toutes les saisons mais les valeurs SCA ne sont pas significatives ce qui indique que la supériorité de Nistari pour les caractères spécifiques peut être due à des gènes ayant des effets additifs. L'action des gènes additifs est confirmée chez Mysore Princess, Kollegal Jawan et Hosa Mysore pour lesquelles les valeurs GCA sont élevées pour beaucoup de caractères dans toutes les saisons (Tableau III). On a maintenant établi que Mysore Princess est la meilleure race parentale pour le rendement en cocons et pour d'autres caractères de base (Tableaux III et IV). Comme les effets des gènes additifs et non-additifs sont importants pour mettre au point de bons croisements, on s'attend à ce que les croisements impliquant Mysore Princess, Kollegal Jawan et Nistari aient comme résultat l'obtention de quelques ségrégants utiles pour appliquer une sélection ayant pour but de fixer une lignée avec une période larvaire réduite, un taux de pupaison plus élevé et un meilleur rendement en cocons. Etant donné que les valeurs SCA des croisements de Mysore Princess avec Moria et Pure Mysore sont très significatifs pour presque tous les caractères dans une saison ou une autre, on peut penser que les gènes additifs comme les gènes non-additifs se sont accumulés dans cette race et seront utiles pour mettre au point un futur programme de sélection.

Les différences réciproques élevées chez les croisements de Mysore Princess et Kollegal Jawan avec d'autres races, pour le rendement en cocons, et de Hosa Mysore croisée avec Kollegal Jawan, Mysore Princess, Dinzo, Moria et NN6D pour beaucoup d'autres caractères, confirment le rôle positif de l'hérédité cytoplasmique. Comme le rendement en cocons dépend de la fécondité, le contingent femelle de Mysore Princess et Kollegal Jawan a un meilleur avenir dans le programme de sélection. On peut observer d'une manière globale que Mysore Princess peut être incluse dans le programme de sélection comme parent mâle ou femelle étant donné que les valeurs GCA et SCA sont élevées dans la plupart de ses combinaisons.

CONTRIBUTION A L'ETUDE DES MECANISMES DE REGULATION
DE LA METAMORPHOSE CHEZ BOMBYX MORI L.

G. REALI

*Istituto Sperimentale per la Zoologia Agraria,
Sezione specializzata per la Bachicoltura,
Via dei Colli, 28
Padova,
Italie.*

A la suite d'une série d'expériences concernant les mécanismes hormonaux régulant la mue et la métamorphose chez *Bombyx mori* L., Fukuda (1941, 1944) fut le premier à attribuer une fonction endocrine à la glande prothoracique, découverte par Lyonet en 1762 et décrite en premier lieu par Toyama en 1902 sous le nom de glande hypostigmatique.

L'analyse des résultats obtenus avec des larves de ver à soie ligaturées en différentes positions le long du corps - avec ou sans transplantation de tissus ou d'organes, ou transfusion d'hémolymphe - avait conduit aux conclusions suivantes :

- le cerveau ne produit pas d'hormones susceptibles d'induire la pupaison ou la métamorphose imaginale ;

- la mue larvaire est régulée par l'interaction de deux hormones, l'une (MH) étant produite par le ganglion prothoracique, l'autre (JH) par les *corpora allata* ;

- la pupaison et la différenciation imaginale sont liées à l'action de la seule MH, dont l'activité se manifeste brusquement à une étape physiologique déterminée ("période critique") de la vie post-embryonnaire, en absence ou à des niveaux faibles d'activité antagoniste de la JH.

Pour ses expériences, Fukuda avait utilisé des souches de *Bombyx mori* à quatre mues larvaires : un hybride de races japonaises, sur lequel les ligatures et les transplantations sont effectuées au 5ème âge larvaire entre la dernière mue et la montée des vers ; et une race pure chinoise, sur laquelle les essais sont effectués après la montée, pendant le filage.

Les conclusions de l'auteur viennent des observations suivantes :

- L'ablation du cerveau ou la décapitation des larves du 5ème âge n'empêchent pas la pupaison. La proportion de larves qui donnent une chrysalide augmente en fonction de l'époque de l'intervention, pour atteindre plus de 80 % pour les larves opérées à la veille de la montée. Quelques larves décérébrées terminent la métamorphose en donnant un petit adulte dépourvu de cerveau mais avec des gonades développées ;

- En séparant le corps de la larve du 5ème âge en deux tronçons par une ligature médiane effectuée à différents niveaux, il n'y a pas de pupaison lorsque la ligature est effectuée avant que la larve soit mûre. Si la larve est mûre, on observe une métamorphose dans la partie antérieure, qui contient la glande prothoracique, et non dans la partie postérieure ;

- Lorsque le corps des larves prises après la montée est ligaturé en une ligne médiane à différents niveaux, seule la partie qui contient les glandes prothoraciques se transforme en chrysalide alors que l'autre partie ne se transforme pas. Ceci si l'opération a lieu dans les 24 heures qui suivent le début du filage ; la transformation de la partie postérieure est partielle si les larves sont opérées dans les 12 heures suivantes et complète si l'opération a lieu 36 heures ou plus après le début du filage.

La confirmation des résultats obtenus par Fukuda sur les larves opérées avant maturité est fournie par nos propres observations effectuées il y a plusieurs années (Reali, 1951). Utilisant un polyhybride à cocon blanc d'origine orientale, nous n'avons pas obtenu de pupaison chez des larves ligaturées lors du 5ème jour du dernier âge larvaire au niveau d'un intersegment thoracique ou abdominal mais seulement une survie importante (642 heures dans un cas) de la partie postérieure du corps.

Les résultats de Fukuda ne sont pas en accord complet avec les observations précédentes de Sacchi (1926) concernant une étude sur la survie des larves de ver à soie soumise à décapitation ou ligature, pendant le 5ème âge larvaire jusqu'à la fin du filage du cocon.

Les résultats expérimentaux de cette recherche, réalisée avec une souche indigène à quatre mues et deux souches croisées colorées (indigènes ou orientales ?), coïncident essentiellement avec ceux de Fukuda dans le cas de décapitation des larves (soit matures, soit à la fin du filage du cocon), mais divergent sensiblement dans le cas des larves ligaturées au niveau du thorax et de l'abdomen.

Les proportions de pupaison obtenue par les deux auteurs sont indiquées dans le tableau I. On constate qu'il existe des analogies et des contradictions entre ces résultats expérimentaux ainsi qu'avec ceux que nous obtenons ici.

• Pour analyser les divergences entre les résultats des auteurs cités, nous apportons ici les premiers résultats d'une étude encore en cours, afin de fournir une contribution à la compréhension des mécanismes complexes qui régulent la métamorphose chez *Bombyx mori*.

MATERIEL ET METHODES

Le matériel expérimental utilisé est le suivant :

- un polyhybride à cocon blanc, obtenu par croisement d'un hybride F_1 de deux souches japonaises à cocon cintré avec un hybride F_1 de deux souches chinoises à

cocon sphérique, normalement utilisé en Italie pour l'élevage,

- une race pure chinoise à cocon blanc sphérique.

Dans les deux cas, la durée du 5ème âge est de huit jours, de la fin de la dernière mue à la montée des vers, pour une température de 23 à 24°C, le filage du cocon se terminant dans les 70 heures suivantes.

La ligature est effectuée dans le sillon intersegmentaire avec un fil de coton fin et résistant serré par un noeud coulant assuré par un noeud simple supplémentaire.

La larve non encore mature est opérée à la première heure le matin, 10 heures après le dernier repas du jour précédent ; pour opérer les larves matures on attend qu'elles se soient "purgées" après l'arrêt de l'alimentation ; les interventions après la filature du cocon sont effectuées sur des larves extraites des cocons deux jours après la montée et maintenues en observation pendant quelques heures pour être sûr de l'émission totale de la soie.

Les essais ont été répétés de nombreuses fois, avec du matériel provenant d'élevages différents effectués à différentes années et différentes époques de l'année.

RESULTATS *

1. Larves du 5ème âge opérées avant la montée

1.1. 24 heures après la dernière mue

La réaction à la ligature effectuée dans différents sillons intersegmentaires du thorax et de l'abdomen se caractérise par des mouvements brusques des larves accompagnés quelquefois de régurgitation puis elles s'immobilisent rapidement et réagissent seulement à une stimulation mécanique ; quelques larves ligaturées au niveau abdominal mangent à nouveau une petite quantité de feuille.

Aucune larve ne présente de signes de métamorphose : pour les deux tronçons du corps, en commençant par la partie antérieure, les réactions aux stimuli externes diminuent puis cessent complètement entre les 6ème et 7ème jours, puis les tissus se nécrosent progressivement en conservant toutes les caractéristiques larvaires ; les tissus de la partie antérieure dégénèrent les premiers avant ceux de la partie postérieure, sauf dans le cas des ligatures appliquées dans les 5ème et 6ème sillons abdominaux où la nécrose des tissus est simultanée dans les deux tronçons.

1.2. Après les jours 5, 6, et 7 de la dernière mue (cf. Planche, 1)

Les ligatures sont effectuées dans trois groupes distincts d'animaux, après 120, 114 et 168 heures suivant la dernière mue, dans le sillon céphalo-thoracique, dans le sillon thoraco-abdominal et dans divers sillons abdominaux.

Dans ce cas également on ne constate aucun signe de pupaison quel que soit le tronçon du corps, dont les tissus se nécrosent de la même façon que dans le cas précédent, avec perte de vitalité aux alentours des 9ème et 10ème jours.

1.3 Larves matures (cf. Planche, 2)

A la fin de la période d'alimentation, la "purge" ayant éliminé tous les résidus alimentaires contenus dans le tube digestif, la larve devient translucide et s'apprête à filer son cocon : cette phase définit la larve mûre.

* Tous les résultats sont groupés dans le tableau II.

Les ligatures, effectuées dans les sillons de divers métamères, entraînent la mort des larves 13 jours au plus après l'intervention, sans signe de métamorphose dans les deux tronçons (excepté dans 4 cas sur 311).

La nécrose des tissus intervient d'abord dans la portion céphalique puis dans la partie caudale, qui réagit encore aux stimuli externes alors que la partie antérieure est complètement dégénérée. Les battements du vaisseau dorsal, devenus subitement arythmiques après l'intervention, cessent rapidement dans la partie antérieure après avoir inversé le sens de l'onde péristaltique.

Quelques larves ligaturées dans les deux derniers sillons abdominaux ont émis une quantité notable de soie et construit un cocon de forme irrégulière.

Pour trois larves ligaturées au niveau du 7ème sillon abdominal et trois larves ligaturées au niveau du 8ème sillon abdominal, on a constaté une métamorphose dans le tronçon antérieur, se manifestant par un détachement de la cuticule larvaire, l'éfilement des trachées à travers les stigmates, la formation du tégument nymphal et le rejet de l'exuvie larvaire.

2. Larves opérées après la montée

2.1. Larves opérées 24 h. après le début du filage du cocon (cf. Planche, 3)

L'intervention a lieu sur des larves extraites du cocon le jour suivant le début du filage ; la ligature pratiquée sur des sillons abdominaux n'empêche pas l'émission de la soie qui conduit à la formation de cocons rudimentaires de faible consistance et de forme irrégulière.

Sauf dans un cas, les parties antérieures des larves ligaturées ne présentent pas de signes de métamorphose et les tissus se nécrosent en conservant les caractéristiques larvaires. Pour le cas unique d'une larve ligaturée au niveau du 8ème sillon abdominal, la partie antérieure du corps a subi la métamorphose complète, donnant une chrysalide puis un adulte ne possédant pas le dernier somite mais apparemment parfaitement formé.

Au contraire, la partie postérieure des diverses larves ligaturées au niveau du sillon céphalo-thoracique, du sillon thoraco-abdominal et du 2ème sillon abdominal est le siège d'un début de nymphose, marqué par le décollement de l'exuvie larvaire et l'éfilement des trachées à travers les stigmates. La nymphose n'est pas complète et ne va pas jusqu'à la métamorphose imaginaire, et le tronçon perd toute vitalité après un temps prolongé (20 jours).

Les tissus des parties postérieures de toutes les autres larves ne présentent aucune modification et se nécrosent à l'état larvaire.

2.2. A la fin du filage du cocon (cf. Planche, 4 ; Figures 1, 2, 3)

Les ligatures ont été effectuées dans tous les sillons intersegmentaires, sur des larves extraites des cocons 72 heures après la montée et qui ont complètement terminé le filage de la soie.

Selon la position de la ligature, l'issue de l'intervention a des caractéristiques bien définies.

a) Chez les larves ligaturées dans les sillons thoraciques, dans le sillon thoraco-abdominal ou les 1er, 2ème, 3ème et 4ème sillons abdominaux, le tronçon antérieur conserve toutes les caractéristiques larvaires et reste vivant quelques jours,

à la fin desquels il perd la capacité de réagir aux stimuli puis se nécrosent rapidement. Au contraire, le tronçon postérieur présente une nymphose normale avec néoformation du tégument nymphal et détachement de l'exuvie larvaire, se maintenant longtemps en vie et demeurant mobile ; pour une moitié (21 sur 39) des larves ligaturées au niveau du sillon céphalo-thoracique, on obtient aussi la métamorphose imaginale, avec rejet de l'exuvie nymphale, donnant des adultes sans tête mais ayant toutes les caractéristiques imaginales ; nous n'avons pas obtenu d'accouplement ou de pontes.

b) Les larves ligaturées dans le 5ème et le 6ème sillon abdominal ne présentent aucun signe de nymphose (sauf dans un cas) dans les deux tronçons, perdent leur vitalité et se nécrosent dans les 6 à 7 jours, gardant un tégument larvaire.

c) Chez les larves ligaturées au niveau des 7ème et 8ème sillons abdominaux le tronçon antérieur se nymphose entièrement, se transformant en chrysalide ; de telles chrysalides donnant des papillons adultes, bien que privés du dernier somite comme dans le cas de larves ligaturées au niveau du 8ème sillon, ont pu être accouplées et les femelles ont pondu des oeufs fécondés et vivants ; les chrysalides une fois transformées en adultes se sont libérées sans difficulté de l'exuvie. Le petit tronçon postérieur, constitué des derniers somites abdominaux, s'est rapidement desséché en rejetant l'exuvie larvaire sans manifester le moindre signe de nymphose.

DISCUSSION

La constance des résultats, confirmés par des répétitions à des années diverses et à différentes époques d'une même année et la grande uniformité des comportements des larves des différents lots expérimentaux, indépendamment de l'origine génétique, constituent une sécurité pour formuler des hypothèses.

1. L'action des mécanismes hormonaux qui régulent la nymphose et la métamorphose ne se manifeste pas avant que commence le filage de la soie.

Aucune souche de *Bombyx mori* à quatre mues n'a montré de modifications morphologiques attribuables au phénomène de nymphose chez les larves opérées avant le début de l'émission de soie.

Des 579 sujets opérés au cours du 5ème âge, entre le jour suivant la dernière mue et la montée, 575 sont restés à l'état larvaire et sont morts au bout d'un temps plus ou moins long, sans qu'apparaisse un signe de nymphose dans les deux parties séparées par la ligature.

Les quatre larves mûres ligaturées au niveau des deux derniers sillons abdominaux ont entamé la nymphose dans la partie antérieure, mais il faut considérer que la ligature appliquée à l'extrémité caudale n'a pas empêché l'émission d'une quantité notable de soie, et même la formation d'un cocon même irrégulier.

Ces résultats ne concordent pas avec ceux des auteurs précédents qui ont signalé chez les larves mûres avant le début du filage des cas de nymphoses dans des proportions variables selon les souches de *Bombyx mori* utilisées :

- du tronçon postérieur, chez les larves ligaturées au niveau du sillon céphalo-thoracique ,

- du tronçon antérieur seul (Fukuda) ou du tronçon postérieur seul (Sacchi), chez les larves ligaturées au niveau du sillon thoraco-abdominal.

Des résultats identiques ont été obtenus aussi chez les larves opérées 24 heures après la montée.

La majeure partie des larves (160 sur 195) est morte sans montrer le moindre signe de nymphose et une seule larve (sur 24) ligaturée au niveau du 8ème inter-segment abdominal a donné une métamorphose imaginale pour la portion antérieure du corps, alors que 34 larves (sur 77) ligaturées dans les sillons céphalo-thoracique, thoraco-abdominal et 2ème abdominal ont donné lieu à des modifications morphologiques de début de nymphose dans la partie postérieure du corps seulement.

Le cas de la larve qui s'est métamorphosée entièrement peut être assimilé par analogie des circonstances dans lesquelles ce phénomène s'est vérifié, aux quatre cas des larves mûres de la précédente série d'essais alors que pour les 34 autres individus, la nymphose a pu intervenir car les larves, au moment de l'opération, avaient déjà émis de la soie en quantité notable.

Les éléments provenant de la seconde série d'essais ne concordent pas non plus complètement avec les observations de Fukuda, lequel avait noté la nymphose complète de la partie contenant le prothorax et la nymphose partielle de l'autre partie du corps.

L'opération intervenant après l'émission complète de la soie donne de manière constante une nymphose concernant :

- la partie postérieure des 269 larves ligaturées jusqu'au niveau du 4ème inter-segment abdominal ;

- la partie antérieure des 30 larves (sur 38) ligaturées dans le 7ème sillon et des 34 larves (sur 36) ligaturées dans le 8ème sillon abdominal.

A l'exception d'une larve (sur 39) ligaturée dans le 6ème sillon abdominal, où la partie antérieure a nymphosé (ce qui doit être considéré comme une mauvaise manipulation due à la difficulté de situer exactement la position d'un intersegment lorsque le corps est fortement contraint et la peau ratatinée après la vidange des réservoirs de soie), nous n'avons constaté aucune nymphose dans les deux tronçons du corps des autres 74 larves ligaturées dans les 5ème et 6ème sillons abdominaux.

Enfin, une partie des animaux a donné une métamorphose imaginale de la portion du corps précédemment nymphosée : 21 larves (sur 39) ligaturées au niveau du sillon céphalo-thoracique, 18 larves (sur 30) et 27 larves (sur 34) ligaturées dans les 7ème et 8ème sillons abdominaux.

Les résultats que nous avons obtenus concordent pour l'essentiel avec ceux de Sacchi et divergent de ceux de Fukuda qui, dans la totalité des cas, avait obtenu une nymphose des deux parties du corps des larves ligaturées à la fin du filage.

De leurs analyses, on peut déduire que la "période critique" intervient au moment où la larve mûre commence à filer la soie et que le mécanisme physiologique de la métamorphose se réalise entièrement seulement après le vidage complet de l'appareil séricigène.

2. La fonction des tubes de Malpighi apparaît déterminante dans le mécanisme de métamorphose.

L'essai effectué sur des larves à la fin du filage total de la soie a mis en évidence un comportement constant : pas de nymphose lorsque la ligature est pratiquée dans les 5ème et 6ème sillons abdominaux ; à l'inverse, la nymphose concerne la

partie du corps qui comprend la région anatomique où est localisé le confluent entre les vaisseaux de Malpighi et le tube digestif, à la hauteur du pilore.

Ce territoire coïncide avec le 6ème somite abdominal et la ligature pratiquée à proximité interrompt évidemment la communication entre le système d'excrétion et le tube digestif, entraînant l'arrêt de l'écoulement des excréta contenus dans les tubes de Malpighi, parmi lesquels serait compris - selon l'hypothèse formulée par Bounhiol (1944) et que les résultats des travaux présents confirment - la JH (ou de ses métabolites).

La circulation permanente forcée de l'hormone juvénile empêche le prolongement des effets au delà de la "période critique" normale, et en conséquence, la nymphose n'intervient pas dans la partie du corps dans laquelle l'hormone n'est pas éliminée, c'est-à-dire :

- la partie céphalique, pour les larves ligaturées à un quelconque sillon antérieur au 5ème abdominal,
- la portion caudale, dans le cas des larves ligaturées à un sillon postérieur au 6ème abdominal,
- dans les deux portions, lorsque la ligature est effectuée au 5ème ou 6ème sillon abdominal.

Il est intéressant de noter que chez les larves opérées avant d'atteindre la maturité, les deux tronçons du corps ont la même survie lorsque les ligatures sont pratiquées à proximité du 6ème somite abdominal alors que, dans le cas contraire, le tronçon postérieur survit plus longtemps que l'autre.

Les indications qui découlent des expériences décrites ci-dessus, qui concordent seulement partiellement avec les résultats obtenus par les autres auteurs, permettent quelques confrontations avec ce que l'on connaît de la mécanique du phénomène de métamorphose chez *Bombyx mori*.

L'hypothèse la plus admise aujourd'hui considère la nymphose (phase initiale de la métamorphose imaginale) comme la conséquence du rapport quantitatif entre la JH et la MH, rapport qui est en faveur de la MH à la fin du 5ème âge : soit par une réduction de l'activité sécrétrice des *corpora allata* (selon Fukuda), soit par l'augmentation progressive de la sécrétion du ganglion prothoracique (selon Bodenstein, 1953).

Le comportement des larves opérées après la montée ne permet pas de favoriser l'une ou l'autre des deux hypothèses.

La présence simultanée des deux hormones impliquées dans le processus de la métamorphose (quel que soit leur rapport quantitatif) doit produire le même effet sur les deux tronçons du corps, indépendamment de la position de la ligature. Ceci n'est constaté que dans le cas des ligatures pratiquées dans les 5ème et 6ème sillons abdominaux, pour lesquelles aucun des deux tronçons ne subit de modifications morphologiques, mais dans aucun autre cas ceci n'est vérifié, un des tronçons conservant les caractéristiques larvaires, l'autre présentant simultanément une nymphose.

Ceci laisse supposer que l'action de la JH est inhibitrice (plutôt qu'antagoniste) de celle de la MH (ce qui confirme l'hypothèse de Bounhiol, 1937) et que, par conséquent, la nymphose ne peut se déclencher que lorsque la JH est totalement absente, soit parce qu'elle n'est plus produite par les *corpora allata*, soit parce qu'elle est éliminée en permanence de la circulation hémolymphatique.

En accord avec Bodenstein, l'arrêt impromptu de l'activité des *corpora allata* étant peu probable, et devant exclure (au vu de l'absence de la nymphose du tronçon antérieur des larves ligaturées jusqu'au 6ème sillon abdominal) la résorption de la JH par les mêmes organes qui l'ont produite (contrairement aux insectes hémimétaboles selon Wigglesworth), on doit retenir que lorsqu'on atteint la "période critique", l'hormone juvénile est éliminée par un appareil excréteur actif, c'est-à-dire le système malpighien.

CONCLUSIONS

Les éléments d'évaluation sûrs et répétitifs, confirmés par les résultats expérimentaux permettent d'exprimer quelques opinions qui intègrent les connaissances actuelles sur le mécanisme de régulation de la métamorphose chez *Bombyx mori*.

1. La "période critique" semble coïncider avec le début du filage chez la larve mûre, avant même que l'hormone de la métamorphose manifeste son propre effet.

2. L'action de la JH, antagoniste de celle de la MH dans la phase initiale de nymphose, devient inhibitrice au moment de la métamorphose imaginale qui se réalise en absence totale de l'hormone juvénile. Ces conditions semblent vérifiées à la fin du filage de la soie.

3. La réduction graduelle puis l'élimination totale de la JH ne semblent pas dues à l'arrêt de l'activité sécrétrice des *corpora allata*, ni à une réabsorption de l'hormone (ou de ses dérivés) par les mêmes organes qui l'ont produite, mais liée à la fonction excrétrice active de l'appareil malpighien.

BIBLIOGRAPHIE

- BODENSTEIN D., (1953), The role of hormones in molting and metamorphosis. In: Roeder K.D. - Insect physiology, Wiley & Sons, New York.
- BOUNHIOL J.J., (1937), La métamorphose des insectes serait inhibée dans leur jeune âge par les *corpora allata*. C.R. Soc. Biol., 126, 1189-1190.
- BOUNHIOL J.J., (1944), La rétention, expérimentalement provoquée, dans les tubes de Malpighi entrave la nymphose des chenilles de *Bombyx mori* L. C.R. Acad. Sci., 220, 64-65.
- COULON M., (1979), *Bombyx mori* development: the context for its endocrine system. Biochimie, 61, 147-152.
- FUKUDA S., (1944), The hormonal mechanism of larvae molting and metamorphosis in the silkworm. J. Fac. Sci. Tokyo Imp. Univ., IV, 6(4), 477-532.
- REALI G., (1951), Effetti delle legature sulla contrattura da DDT in larve di *Bombyx mori* L. Boll. Zool. agr. Bachic., XVII(1), 51-58.
- SACCHI R., (1926), Sulle conseguenze della decapitazione e dello strozzamento di larve del baco da seta. Boll. R. St. sper. Gelsic. Bachic. Ascoli Pierno, V(5), 157-179.
- WIGGLESWORTH V.B., (1953), The principles of insect physiology. Methuen & Co, London.

	Ligature dans le sillon/ Ligature in the groove							
	céphalo-thoracique/ cephalo-thoracic				thoraco-abdominal/ thoraco-abdominal			
	larves matures/ mature larvae		à la fin du filage/ at the end of spinning		larves matures/ mature larvae		à la fin du filage/ at the end of spinning	
	ant.	post.	ant.	post.	ant.	post.	ant.	post.
Sacchi, 1926 a	-	5.7	-	83.3	0	61.1	0	100.-
Sacchi, 1926 b	-	57.5	-	100.-	0	100.-	0	87.5
Sacchi, 1926 c	-	80.-	-	80.-	0	25.-	0	66.6
Fukuda, 1944	-	82.-	-	100	80.-	0	100.-	100.-
Reali, 1986	-	0	-	100	0	0	0	100.-

Tableau I. Pourcentages de pupaison obtenus par les différents auteurs
chez les larves de *Bombyx mori* ligaturées.

Table I. Pupation rate (%) obtained by different authors with ligated larvae of *Bombyx mori*.

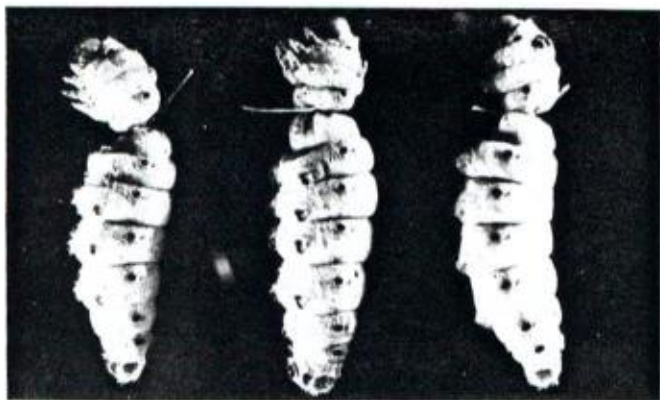
Epoque de l'opération/ Time of ligature	Ligature au sillon/ Groove	Larves/ Larvae		Pupaïson/ Pupation		Métamorphose/ Metamorphosis	
		opérées/ operated	mortes/ dead	ant.	post.	ant.	post.
24 heures après la dernière mue/ 24 hours after the last moult	céphalo-thoracique/ cephalo-thoracic 1 ^o thoracique/ 1st thoracic 2 ^o thoracique/ 2nd thoracic thoraco-abdominal/ thoraco-abdominal 1 ^o abdominal/ 1st abdominal 2 ^o abdominal/ 2nd abdominal	20 18 19 16 20 18	20 18 19 16 20 18	- - - - - -	- - - - - -	- - - - - -	- - - - - -
120 heures après la dernière mue/ 120 hours after the last moult	céphalo-thoracique/ cephalo-thoracic thoraco-abdominal/ thoraco-abdominal 2 ^o abdominal/ 2nd abdominal 5 ^o abdominal/ 5th abdominal	24 24 23 10	24 24 23 10	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -
144 heures après après la dernière mue/ 144 hours after the last moult	céphalo-thoracique/ cephalo-thoracic thoraco-abdominal/ thoraco-abdominal 2 ^o abdominal/ 2nd abdominal 3 ^o abdominal/ 3rd abdominal 5 ^o abdominal/ 5th abdominal	10 10 8 7 9	10 10 8 7 9	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -
168 heures après la dernière mue/ 168 hours after the last moult	céphalo-thoracique/ cephalo-thoracic thoraco-abdominal/ thoraco-abdominal 3 ^o abdominal/ 3rd abdominal 5 ^o abdominal/ 5th abdominal	8 8 8 8	8 8 8 8	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -
larves matures/ mature larvae	céphalo-thoracique/ cephalo-thoracic 1 ^o thoracique/ 1st thoracic 2 ^o thoracique/ 2nd thoracic thoraco-abdominal/ thoraco-abdominal 2 ^o abdominal/ 2nd abdominal 3 ^o abdominal/ 3rd abdominal 4 ^o abdominal/ 4th abdominal 5 ^o abdominal/ 5th abdominal 6 ^o abdominal/ 6th abdominal 7 ^o abdominal/ 7th abdominal 8 ^o abdominal/ 8th abdominal	28 28 27 30 30 29 25 29 27 28 30	28 28 27 30 30 29 25 29 27 27 27	- - - - - - - - - 1 3	- - - - - - - - - - -	- - - - - - - - - - -	- - - - - - - - - - -

24 heures après le début du filage/ 24 hours after the beginning of spinning	céphalo-thoracique/ cephalo thoracic	27	12	-	15	-	-
	thoraco-abdominal/ thoraco-abdominal	25	13	-	12	-	-
	2° abdominal/ 2nd abdominal	25	18	-	7	-	-
	4° abdominal/ 4th abdominal	8	8	-	-	-	-
	5° abdominal/ 5th abdominal	28	28	-	-	-	-
	6° abdominal/ 6th abdominal	30	30	-	-	-	-
	7° abdominal/ 7th abdominal	28	28	-	-	-	-
	8° abdominal/ 8th abdominal	24	23	1	-	1	-
à la fin du filage/ at the end of spinning	céphalo-thoracique/ cephalo-thoracic	39	0	-	39	-	21
	1° thoracique/ 1st thoracic	37	0	-	37	-	-
	2° thoracique/ 2nd thoracic	38	0	-	38	-	-
	thoraco-abdominal/ thoraco-abdominal	37	0	-	37	-	-
	1° abdominal/ 1st abdominal	37	0	-	37	-	-
	2° abdominal/ 2nd abdominal	24	0	-	24	-	-
	3° abdominal/ 3rd abdominal	28	0	-	28	-	-
	4° abdominal/ 4th abdominal	29	0	-	29	-	-
	5° abdominal/ 5th abdominal	36	36	-	-	-	-
	6° abdominal/ 6th abdominal	39	38	1	-	-	-
	7° abdominal/ 7th abdominal	38	8	30	-	18	-
	8° abdominal/ 8th abdominal	36	2	34	-	27	-

Tableau II. Résultats obtenus dans les essais de ligature chez les larves de *Bombyx mori*.

Table II. Results obtained with ligated *Bombyx mori* larvae.

a)



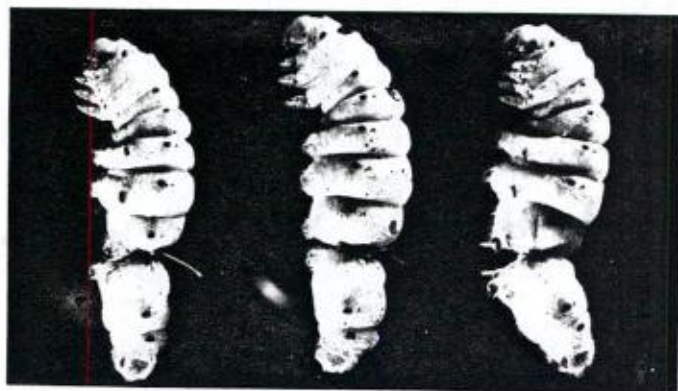
b)



Fig. 1. Chenilles de *Bombyx mori* à la fin du filage du cocon, ligaturées au 1er sillon abdominal (a). Six jours après (b), le tronçon antérieur garde complètement les caractéristiques larvaires, tandis que le tronçon postérieur présente une nymphose normale.

Fig. 1. *Bombyx mori* larvae at the end of cocoon spinning, ligated on the 1st abdominal groove (a). Six days later (b), the anterior part keeps complete larval characters, whereas the posterior part shows normal pupation.

a)



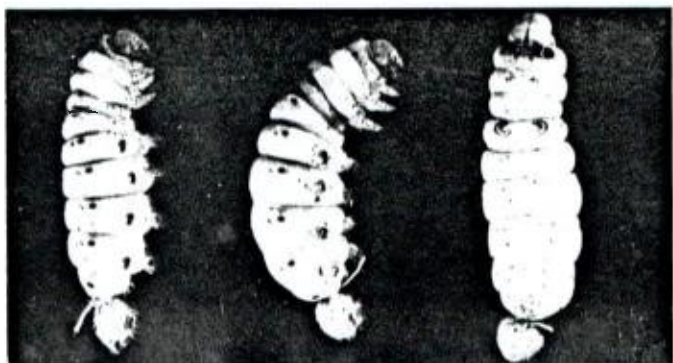
b)



Fig. 2. Chenilles de *Bombyx mori* à la fin du filage du cocon, ligaturées au 5ème sillon abdominal (a). Six jours après (b), les tronçons gardent tous les deux les caractéristiques larvaires.

Fig. 2. *Bombyx mori* larvae at the end of cocoon spinning, ligated on the 5th abdominal groove (a). Six days later (b), both anterior and posterior parts show larval characters.

a)



b)



c)

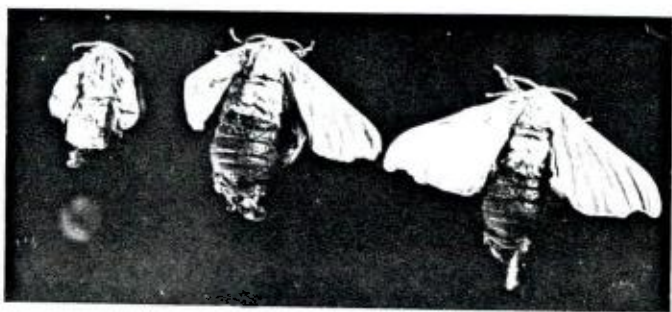


Fig. 3. Chenilles de *Bombyx mori* à la fin du filage du cocon, ligaturées au 7ème sillon abdominal (a). Six jours après (b), le seul tronçon antérieur a accompli la nymphose, puis la métamorphose (c), donnant des adultes mutilés des derniers somites.

Fig. 3. *Bombyx mori* larvae at the end of cocoon spinning, ligated on the 7th abdominal groove (a). Six days later (b), the anterior part only undergoes pupation then metamorphosis (c), giving adults without the last somites.

Planche. Comportement des larves de *Bombyx mori* ligaturées à différents niveaux et à différentes périodes du 5ème âge.

1. 6 jours après l'opération, effectuée 144 heures après la dernière mue.
2. 3 jours (en haut) et 6 jours (en bas) après l'opération, effectuée sur des larves matures.
3. 6 jours après l'opération, effectuée 24 heures après le début du filage du cocon.
4. 6 jours (en haut) et 15 jours (en bas) après l'opération, effectuée à la fin du filage du cocon.

Plate. *Bombyx mori* larvae ligated at different levels and at different periods of the 5th instar.

1. 6 days after ligature, performed 144 hours after the last moult.
2. 3 days (top) and 6 days (bottom) after ligature, performed on mature larvae.
3. 6 days after ligature, performed 24 hours after the beginning of cocoon spinning.
4. 6 days (top) and 15 days (bottom) after ligature, performed at the end of cocoon spinning.



1



2



3



4

CONTRIBUTION TO THE STUDY OF THE METAMORPHOSIS
REGULATION MECHANISM IN BOMBYX MORI L.

G. REALI

*Istituto sperimentale per la Zoologia Agraria,
Sezione specializzata per la Bachicoltura,
Via dei Colli, 28
Padova,
Italie.*

Following a series of experiences concerning the hormonal mechanisms regulating moult and metamorphosis in the silkworm *Bombyx mori* L., Fukuda (1941, 1944) was the first to attribute an endocrine function to the prothoracic gland, discovered by Lyonet in 1762 and previously described by Toyama in 1902 as the hypostigmatic gland.

The analysis of the results from silkworm larvae ligated at different places along the body - with or without any transplanting tissue or organ or haemolymph transfusion - led to the following conclusions :

- the brain does not produce any hormone susceptible to induce imaginal metamorphosis ;

- the larval moult is regulated by the interaction between two hormones, one (MH) being produced by the prothoracic gland, the other (JH) by the *corpora allata* ;

- pupation and imaginal differentiation are linked to the action of MH only, whose activity is revealed suddenly at a fixed physiological period (called "critical period") of the post-embryonic life, without or with a low antagonist activity.

To achieve his experiences, Fukuda used tetramoulter *Bombyx mori* strains : a Japanese hybrid on which ligature and transplanting were done at the fifth instar, between the last moult and mounting ; and a pure Chinese race, on which tests were made after mounting, during spinning.

The author's conclusions proceed from the following :

- The brain ablation or the decapitation of the 5th instar larvae do not prevent pupation. The proportion of larvae yielding pupae increases according to the period of intervention, to reach more than 80% with larvae operated the day before mounting. A few of the dauer larvae complete their metamorphosis by giving a small dauer adult with developed gonads ;

- when dividing the body of the 5th instar larvae into two sections with a median ligature at different levels, no pupation occurs when the ligature is carried out before the larva is mature. On a mature larva, metamorphosis can be observed in its fore part, which contains the prothoracic gland, and none in its posterior part.

- When the larvae taken after mounting are ligated on median line at different levels, only the prothoracic glands containing part pupates, whereas the other part does not get transformed. This is true when ligature is done within 24 hours following the beginning of spinning ; the transformation of the posterior part is partial if the larvae are operated within the next 12 hours and is complete if the operation takes place 36 hours or more after the spinning begins.

Our previous observations confirm the results obtained by Fukuda on the non mature operated larvae (Reali, 1951). The experiments were carried out on a white cocoon polyhybrid of oriental origin ; no pupation occurred with larvae ligated on the 5th day of the last instar at a thoracic or abdominal intersegment level, an important survival of the posterior part of the body only was observed (642 hours in one case).

Fukuda's results do not totally agree with previous observations from Sacchi (1926) on the survival of silkworm larvae beheaded or ligated during the 5th instar up to the end of the cocoon spinning.

The experimental results obtained in this work on a four moulting indigenous strain and two coloured crossed strains (indigenous or oriental ?) agree with Fukuda's results in the case of the beheading of larvae (either mature, either at the end of the cocoon spinning), but considerably differ in the case of larvae ligated at a thoracic or abdominal level.

Pupation rates achieved by the authors are indicated in Table 1. Evidence is produced of the analogies and contradictions existing between those experimental results and these obtained here.

In view of analysing differences between the results of the above listed authors, we bring on the first results of a study still in progress, in order to contribute to the understanding of the complex mechanisms regulating metamorphosis in *Bombyx mori*.

MATERIAL AND METHODS

The experimental material was the following :

- a white cocoon polyhybrid, obtained by crossing F_1 hybrid from two Japanese spindle cocoon strains with a F_1 hybrid from two spherical cocoon Chinese strains, normally used for rearing in Italy.

- a pure Chinese race with spherical white cocoons.

In both cases, the 5th instar was eight days long, from the end of last moult to mounting, at a temperature of 23° to 24°C, the spinning of the cocoon ending within the next 70 hours.

The ligature was done in the intersegmental groove with thin and strong cotton thread tied in a slipknot secured by an additional simple knot.

The non mature larva was operated in the early morning, ten hours after the last feeding of the previous day ; operation of the mature larvae had to be done after the "purging" following the feeding stop. In order to ensure the complete secretion of silk, operations following the spinning of the cocoon were carried out on larvae extracted from the cocoons two days after the mounting and kept under observation for a few hours.

The tests were repeated many times, with silkworm from different rearings carried out in different years and different periods of the year.

RESULTS *

1. Fifth instar larvae operated before mounting

1.1 24 hours after the last moult

The reaction to the ligature made in different intersegmental grooves of the thorax and the abdomen is characterized by curt movements of the larvae, with regurgitation occurring sometimes, then they are rapidly brought to a standstill and only react to mechanical stimulation ; some of the larvae ligated on the abdomen eat another small quantity of leaves.

The larva did not show any metamorphosis symptom : in the two sections of the body, starting with the anterior part, the reaction to the external stimuli decreases then completely stops between the 6th and 7th days ; the tissues then gradually necrose, keeping their larval features; the anterior part tissues degenerate first, before those of the posterior part except in case of ligatures applied in the 5th and 6th abdominal groove where necrosis occurs simultaneously in both sections.

1.2. After the days 5,6 and 7 of the last moult (Plate. 1)

The ligatures are made in three separate groups of animals, 120, 144 and 168 hours after the last moult in the cephalo-thoracic groove, in the thoraco-abdominal groove and in different abdominal grooves.

In this case too, no sign of pupation can be observed, whatever the section of the body, whose tissues necrose in the same way as in the preceding case, with a loss of vitality around the 9th and 10th days.

1.3. Mature larvae

At the end of the feeding period, after elimination of all the food residues contained in the midgut, the larva becomes translucent and is ready for spinning : this state defines the mature larva.

Ligatures made in the different metameres lines, provoke the larvae death 13 days at the most after the intervention, without any sign of metamorphosis in the two sections (except in four cases out of 311).

* All results are shown on Table II.

Necrosis of the tissue occurs primarily in the cephalic part, then in the caudal part which still reacts to the external stimuli while the anterior part is completely degenerated. The beats of the dorsal canal, having become suddenly arrhythmic after the intervention, soon stop in the anterior part after having reversed the direction of the peristaltic waves.

Some of the larvae ligated in the last abdominal grooves secrete a fairly important quantity of silk and build an irregular shaped cocoon.

For one larva ligated at the seventh abdominal groove and three ligated at the eighth abdominal groove, a metamorphosis in the anterior part can be observed, showed by the detachment of the larval cuticle, tapering of the trachea through the spiracles, formation of the pupal tegument and larval exuvia rejection.

2. larvae operated after mounting.

2.1. Larvae operated 24 h. after the beginning of cocoon spinning (Plate, 3)

The operation is performed on larvae extracted from the cocoon, the day following the beginning of the spinning; the ligature made on the abdominal grooves does not prevent the secretion of silk leading to the building up of irregular flimsy cocoons.

Except for one case, the anterior part of the ligated larva does not show any sign of metamorphosis and the tissues necrose and keep their larval features.

For the only case of a larva ligated at the eighth abdominal groove, the anterior part of the body undergoes a complete metamorphosis, yielding the pupa then an adult without its last somite, but apparently perfectly developed.

On the contrary, the posterior part of the different larvae ligated at the cephalo-thoracic level, thoraco-abdominal groove and the second abdominal groove is the center of the first steps of pupation, marked by separation of the larval exuvia and tapering of the trachea through the spiracles. Pupation is not complete and does not reach imaginal metamorphosis, and the sections loose vitality after a prolonged period (20 days).

The posterior part tissues of all the other larvae do not show any change and necrose at the larval state.

2.2. At the end of cocoon spinning (Plate, 4 : Figures 1, 2, 3)

The ligatures are made in all the intersegmental grooves, on cocoon extracted larvae 72 hours after the mounting, which have completed silk spinning.

The effect of the intervention are depending on the tying position.

a) On the larvae ligated at the thoracic grooves, at the thoraco-abdominal groove or at the 1st, 2nd, 3rd and 4th abdominal grooves, the anterior section keeps all its larval features and remains alive for a few days at the end of which they loose their ability to react to the stimuli then rapidly necroses. On the contrary, the posterior section shows a normal pupation with a neoformation of the pupal tegument and severance of the larval exuvia, remaining alive for long, and moving, for half of the ligated larvae (21 out of 39) at the cephalo-thoracic groove; imaginal metamorphosis is also reached with the rejection of the pupal exuvia, giving beheaded adults but having all the imaginal features; We get no mating nor laying.

b) The ligated larvae in the 5th and 6th abdominal groove show no sign of pupation in the two sections, except in one case, they loose their vitality and necrose within 6 or 7 days, keeping their larval tegument.

c) On the larvae ligated in the 7th and 8th abdominal grooves, the anterior section completely pupates ; such pupae giving adult moths, although deprived of the last somite, as is the case with the 8th groove ligated larvae, could be mated and the females lay fertilized and living eggs ; when changed into adult moths, pupae liberate easily from exuvia. The little posterior section made of the last abdominal somites, rapidly dries, rejecting the larval exuvia without showing any pupal sign.

DISCUSSION

The recurring results, borne out by replicates done in different years and at different periods of the same year, and the great steadiness of the larvae behaviours of the different experimental batches, independently from their genetic origin are a security which enables the assumption of the following hypothesis .

1. There is no sign of the action of the hormonal factors regulating pupation and metamorphosis before the beginning of silk spinning.

No strain of four moult *Bombyx mori* showed any morphological changes ascribable to the pupation phenomenon with larvae operated before the beginning of silk spinning.

Out of the 579 operated cases during 5th instar, between the day following the last moult and mounting, 575 stayed at a larval state and died after a more or less long period, without showing any pupation sign in the two parts separated by the ligature.

The four mature larvae ligated at the last two abdominal grooves started pupation in the anterior part, but it must be noted that the ligature applied at the caudal end did not prevent secretion of a fairly important quantity of silk, and even of the building of a cocoon, even though irregular.

Those results do not agree with those of the preceding authors who noted, on the mature larvae before the beginning of the spinning, cases of nymphosis in various proportions according to the *Bombyx mori* strains used.

- in the posterior part of the cephalo-thoracic groove ligated larvae,
- in the anterior section alone (Fukuda) or the posterior section alone (Sacchi) on the thoraco-abdominal groove ligated larvae.

Similar results have been obtained on larvae operated 24 hours after mounting.

The main part of the larvae (160 out of 195) died without showing the least sign of pupation and only one larva (out of 24) ligated at the 8th abdominal segment led to imaginal metamorphosis in the anterior section of the body, whereas 34 larvae (out of 77) ligated in the cephalo-thoracic, cephalo-abdominal and 2nd abdominal grooves showed morphological changes and began to pupate in the posterior section of the body only.

The case of the wholly transformed larva can be compared, because of similar circumstances in which this phenomenon can be observed, to the four cases of mature larvae of the previous series of test, whereas pupation could happen in the 34 other individuals, because the larvae had already yielded a fairly good quantity of silk at the time of the operation.

The elements coming from the second series of tests do not entirely agree with Fukuda's results which showed complete pupation of the prothorax containing section and partial pupation of the other section of the body.

The operation carried out after a complete yielding of silk gives constant pupation concerning :

- the posterior section of the 269 larvae ligated up to the 4th abdominal segment,
- the anterior part of the 30 larvae (out of 38) ligated at the 7th groove and of the 34 larvae (out of 36) ligated at the 8th abdominal groove.

Except for one larva (out of 39) ligated at the 6th abdominal groove, where the anterior part pupated (this has to be considered as an improper manipulation due to the difficulty to precisely locate the position of an intersegment when the body is highly shrivelled and the skin shrunk after pumping of the silk reservoirs), no pupation could be observed in the two sections of the other 74 larvae ligated in the 5th and 6th abdominal grooves.

Finally, part of the animals gave a metamorphosis of the previously pupated section of the body : 21 larvae (out of 39) ligated at the 7th and 8th abdominal groove.

Our results agree for the most part with Sacchi's and diverge from Fukuda's who had in all cases a pupation of both sections of the body of larvae ligated at the end of spinning.

From their analysis, it can be inferred that the "critical period" comes when the spinning of the mature larva begins when the physiological mechanism of the metamorphosis is only completed after the complete emptying of the silk gland.

2. Malpighi tube role appears as decisive in the metamorphosis mechanism.

The test performed on larvae at the end of silk spinning showed out a constant behaviour : no pupation occurred when ligation was done on the 5th and 6th abdominal grooves ; on the contrary pupation affected the part of the body which includes the confluent of Malpighian canals with midgut.

This area coincides with the 6th abdominal somite and the ligation made close by, obviously interrupt the connection between excreting system and midgut, bringing about a stop in the flow of excretas contained in the Malpighian pipes - among which would be found JH (or its metabolite) - according to Boundhio hypothesis (1944) borne out by the current work results.

The forced continuous circulation of juvenile hormone prevented the effect to extend beyond the normal "critical period" and consequently, pupation did not occur in the part of the body in which the hormone is not eliminated, viz :

- the cephalic section, for larvae ligated at any of the anterior fifth abdominal groove.

- the caudal section for larvae ligated at the groove posterior to the abdominal sixth.

- in both sections, when ligature is made on the 5th or 6th abdominal section.

It is interesting to note that on larvae operated before maturation, both sections of the body showed a similar survival when ligatures were made next to the 6th abdominal somite, whereas in the opposite case, the posterior section survived longer than the other.

The information derived from the above described experiences, which only partially agrees with the results from the other authors, enables a comparison with what is known of the *Bombyx mori* metamorphosis phenomenon;

The best accepted hypothesis nowadays takes into account pupation (initial phase of imaginal metamorphosis) as well as the consequence of the quantitative ratio between JH and MH, which favours MH at the end of 5th instar: either by a reduced secreting activity of the *corpora allata* (according to Fukuda), either by a progressive increase of the prothoracic gland secretion (according to Bodenstein, 1953).

The behaviour of larvae operated after mounting did not permit to favour any of those two hypothesis.

The simultaneous presence of both hormones implied in the metamorphosis process (whatever their quantitative ratio is) must have the same consequence on the section of the body, wherever the ligature is. This observation can only be made with ligatures in the 5th and 6th abdominal grooves, for which none of the two sections undergo any morphological change, but this was observed in no other case, one of the section keeping its larval characteristics, the other presenting pupation as well.

This allows to assume that JH action is inhibiting (rather than antagonistic) of MH's (which corroborates Bounhiol's assumption, 1937) and consequently that pupation can start when JH is totally absent, either because it is no longer produced by the *corpora allata*, either because it is constantly eliminated by hemolymphatic circulation.

In accordance with Bodenstein, the impromptu stop of the *corpora allata* activity being unlikely, and (seeing the lack of the anterior section pupation of the ligated larvae up to the 6th abdominal groove) having to exclude JH resorption by the same organs which produced it (contrary to the hemimetabole insects, according to Wigglesworth), it must be noted that when the "critical period" is reached, the juvenile hormone is eliminated by an active excretory system, viz. the Malpighian system.

CONCLUSIONS

The reliable and repetitive elements, corroborated by the experimental results permit to convey some opinions which integrate the current knowledge on the mechanism of metamorphosis in *Bombyx mori*.

1. The "critical period" seems to coincide with the beginning of the spinning of the mature larva, even before the metamorphosis hormone shows its effect.

2. The JH action, antagonist of the MH in its terminal pupation phase, becomes inhibiting at the imaginal metamorphosis, which is performed without the juvenile hormone. These conditions seem to be confirmed at the end of the spinning.

3. The progressive reduction then total elimination of JH do not seem to be due to the secretory activity stop of the *corpora allata*, nor to the hormone (or its derivative) reabsorption by the same organs that produced it, but linked to the active secretory function of the Malpighian part.

ECONOMIC ANALYSIS OF SILKWORM REARING IN BURSA PROVINCE OF TURKEY

E. REHBER

*Department of Agricultural Economics,
Agricultural Faculty,
University of Uludag,
Bursa,
Turkey.*

and V. AKSOY

*Sericulture Research Institute,
Bursa,
Turkey.*

INTRODUCTION

Turkey has a long history for about 1 500 years in sericulture. There is not more knowledge about sericulture up to the 19th century. Production of fresh cocoons had reached its highest level of 18 000 tons at the beginning of the 20th century. From this date, the level of production fluctuated due to several reasons. But in the last decade, production of fresh cocoons has been increased by nearly 20% and reached 1 811.4 tons in 1985. Raw silk production amounted to nearly 330 tons in 1984. The fresh cocoons are reeled in mills equipped with automatic and manual systems or by hand. Most of raw silk is used for weaving carpets to export (Aksoy, 1985; Kara, 1980).

According to the 1985 statistics, 46 642 small farms deal with sericulture in 41 provinces out of 67 in Turkey. Sericulture is mainly located in Marmara Region. In spite of studies to extend sericulture to the other suitable regions, Marmara Region is still leading, having the 70% share of the total fresh cocoons production of Turkey. One of the important provinces in this region is Bursa having 50% share of the region total production and 35% of the total production of Turkey (Aksoy, 1985).

In this study, the investigation of general features of sericulture and analysis of resource use and efficiency in silkworm rearing in Bursa were aimed.

DATA AND METHODS

The data used in this research were collected from the 62 sample farms during spring rearing period in 1985. The number of sample farms represents about 0,5 % of all the sericultural farms in Bursa province.

In the economic analysis, Cobb-Douglas type production functions were used (Açıl and Rehber, 1979; Heady and Dillon, 1957; Rehber, 1978; Snedecor and Cochran, 1976). Using production function analysis, production elasticities, marginal productivity and efficiency coefficients of production factors used in silkworm rearing were estimated.

It is evident that the quality and quantity of fresh cocoons production is affected by too many factors such as quality of mulberry leaves, environmental conditions, disinfection, methods of hatching, rearing and harvesting, silkworm variety, etc. In this study, the variable production costs, labour, and the space in the rearing rooms are considered as important production factors. Besides, the analysis related to these quantitative production factors, effects of the location of farm and the way of egg hatching were investigated by using dummy variables in two different models.

GENERAL STRUCTURE OF SERICULTURE IN BURSA

Bursa has rather favourable conditions for sericulture. About 14 000 farms deal with silkworm rearing in 460 villages (Aksoy, 1985). But silkworm rearing is not the main activity in these farms. It is realized as a supplementary activity to revalue waste time of family labour and to get money in cash.

Only mulberry leaves are used for feeding silkworms. There are suitable ecological conditions for mulberry cultivation but it can not be said that the quality of mulberry leaves is good. Also, the cultivation and mulberry leaves harvesting methods are not well-developed. Most of the mulberries are of domestic varieties and planted mixed with other kind of trees or near by the roads in the farm.

Silkworm rearing can be conducted in two seasons in Bursa, but at present mostly spring rearing is being done and autumn rearing level is very low. In the recent years, some studies were carried out to promote autumn rearing. The share of the producers who make autumn rearing reached 12% of the total producers in 1984.

The supply of high yielding silkworm eggs is provided by the Sericulture Research Institute, the Union of Cocoon Cooperatives and the Görükle Silkworm Egg Production Cooperative which are located in Bursa. The Sericulture Research Institute also provides the producers with extension services.

Generally, there are not separate silkworm rearing rooms in the farms, the farmers use their home as a rearing house during the rearing period. Only 13% of the total farms have an own separate rearing house in Bursa Province (Aksoy, 1985).

On the other hand, the level of knowledge of the farmers about rearing techniques is rather primitive.

Bursa has a special place in the marketing of fresh cocoons. More than one third of the total production of Turkey is marketed in Bursa. In marketing of the fresh cocoons, a price support system is applied by the Union of Cocoon Cooperatives.

THE EMPIRICAL RESULTS

The average farm size is 4.46 ha in the farms studied. 8% of the annual total gross value of products comes from sericulture. An average of 2.5 boxes of eggs is hatched per farm. While the average fresh cocoon production is 69 kg per farm, the amount of production per box hatched is 26.8 kg.

Three production factors were determined as important factors, variable costs (Turkish Liras, TL), labour (man days, MD) and space of rearing rooms (square meters, SM). The level of these factors in terms of geometric means were 7 211.10 TL, 32.94 MD and 47.02 SM per farm respectively.

In order to analyse the resource efficiency, a Cobb-Douglas production function was estimated as follows:

$$(1) Y = 0.1323 X_1^{0.2992} X_2^{0.6236} X_3^{0.2962}$$

$$R^2 = 0.905 \quad (P < 0.01)$$

Where Y is the amount of fresh cocoons (kg), X_1 , the variable cost (TL), X_2 , labour (MD) and X_3 is the capacity of the rearing room (SM).

The sum of the production elasticities was 1.219 indicating nearly constant return to scale. As it can be seen above, the multiple regression coefficient ($R^2 = 0.905$) was found statistically significant at 1% probability level. This can be interpreted as a good estimation was done (Klein, 1962). Further, the production elasticities of each factor were significant at the 5% and 1% level of probability. Labour was found the most important factor with a 0.6236 production elasticity.

Interpreting the value of marginal product and the efficiency coefficients of each factor (Table 1), it can be said that labour was used efficiently while the X_1 and X_3 were used under the optimal level.

Increasing the variable costs and the capacity of the rearing room will provide for an increase in the fresh cocoon production.

These economic interpretations of estimated production functions seems reasonable if we take into consideration the technical conditions of silkworm rearing of the farms studied.

From the technical point of view, co-operative hatching and the location of farms are also mentioned as important factors in silkworm rearing. In order to analyse the importance of these two factors, two models were estimated including dummy variables for location of farms (D_1) and co-operative hatching (D_2) as follows:

$$(2) Y = 0.1440 D_1^{-0.0817} X_1^{0.3143} X_2^{0.5505} X_3^{0.3105}$$

$$R^2 = 0.91137 \quad (P < 0.01)$$

Where Y , X_1 , X_2 , X_3 , are the same as in the first model, D_1 is the dummy variable which represents farm location (is equal to zero for the farms in plain and 1 for the farms in mountains). Production elasticity of D_1 was found statistically significant at the 1% probability level. Accepting D_1 has no effect on the production elasticity of other factors, when it is equal to 1, it has a negative effect on production which is decreasing by 0.0246 kg in terms of geometric mean.

In the third model D_2 was included while the others are the same as in the second model. D_2 is equal to zero for the farms which have made the hatching their own way, and is equal to 1 for the farms which have used cooperative hatching.

$$(3) Y = 0.2059 D_1^{-0.0831} D_2^{0.0381} X_1^{0.2541} X_2^{0.5794} X_3^{0.3282}$$

$$R^2 = 0.9148 \quad (P < 0.01)$$

Production elasticity of D_1 could not be found statistically significant, but when D_2 is equal to 1, it has a positive effect on the production which is increasing by 0.0198 kg in terms of geometric mean.

CONCLUSIONS

It seems possible to enlarge the production of fresh cocoons when we take into consideration the technical and ecological production factors of Bursa province, by developing the production techniques and increasing the number of producers who deal with sericulture.

According to the economic analysis of resource use and efficiency, labour is the most important factor and almost used at the optimal level in the farms studied. Increasing variable costs and enlarging the space of rearing room will increase production when the other factors are of constant level.

On the other hand, when enlarging silkworm rearing, it will be better to give incentives to the farms located in plain. Promoting and extending cooperative hatching will have positive effects on the amount of production.

REFERENCES

- ACIL A.F., REHBER E., (1979), The economic analysis of grape production in Nevsehir Province. Ankara Universitesi Ziraat Fakültesi Yilligi, 28(3/4), 964-976.
- AKSOY V., (1985), An investigation on the economic structure of sericulture and the problems of cocoon marketing in Bursa and Bilecik provinces, Sericulture Research Institute, Bursa, unpublished research paper.
- HEADY E.O., DILLON J.L., (1957), Agricultural production functions, Cushing-Malley Inc. Englewood Cliffs, N.J.
- KARA M., (1980), Economic study on the sample of sericulture farms in four provinces of Turkey, Sericulture Research Institute, Bursa, unpublished research paper.
- KLEIN L.R., (1962), An introduction to econometrics, Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, N.J.

REHBER E., (1978), The economic analysis of potato farms in Nevsehir Province. Ph.D. Thesis (unpublished), Ankara.

SNEDECOR G.W., COCHRAN W.G., (1976), Statistical methods. Sixth Edition, Iowa State Press, Ames Iowa.

	X ₁ (TL)	X ₂ (MD)	X ₃ (SM)	Y (kg)
Geometric means/ Moyennes géométriques	7 211.10	32.94	47.02	52.27
Marginal product (kg)/ Produit marginal (kg)	0.0022	0.9895	0.3292	
Value of marginal product (TL)/ Valeur du produit marginal (TL)	3.498	1 573.30	523.40	
Factor prices (TL)/ Facteurs prix (TL)	1.350 ^X	1 500.00 ^{XX}	250.00 ^{XXX}	
Marginal efficiency coefficients/ coefficients d'efficacité marginale	2.5851	1.048	2.004	

TL = Turkish Lira/ livre turque : MD = man day/ journée de travail
SM = Square meters/ mètres carrés

X = One TL, plus interest rate/ Une livre turque, plus taux d'intérêt

XX = Wage of one productive man day/ Salaire d'une journée de travail

XXX = Fixed, plus variable costs related to 1 SM of rearing room/

Frais fixes + coûts variables pour 1 m² de locaux d'élevage

Table 1. Geometric means of production and production factors, physical amount and value of marginal products, factor prices and efficiency coefficients.

Tableau 1. Moyennes géométriques de production et des facteurs de production, quantité et valeur des produits marginaux, facteurs prix et coefficients d'efficacité.

ANALYSE ECONOMIQUE DE L'ELEVAGE DU VER A SOIE
DANS LA PROVINCE DE BURSA EN TURQUIE

E. REHBER

*Department of Agricultural Economics,
Agricultural Faculty,
University of Uludag,
Bursa,
Turquie.*

et V. AKSOY

*Sericulture Research Institute,
Bursa,
Turquie.*

INTRODUCTION

L'histoire séricicole de la Turquie remonte à environ 1 500 ans. Ce n'est qu'au 19ème siècle que les connaissances en sériciculture se sont améliorées. La production de cocons frais a atteint son maximum avec 18 000 tonnes au début du 20ème siècle. A partir de cette époque, le niveau de production a varié pour différentes raisons. Mais pendant les dix dernières années, la production de cocons frais a augmenté de près de 20 % et a atteint 1 811,4 tonnes en 1985. La production de soie grège s'est élevée à près de 330 tonnes en 1984. Les cocons frais sont filés à la main ou dans des filatures équipées de systèmes automatiques ou manuels. La plus grande partie de la soie grège est utilisée pour la filature de tapis destinés à l'exportation (Aksoy, 1985 ; Kara, 1980).

Selon les statistiques de 1985, 46 642 petites fermes s'occupent de sériciculture en Turquie dans 41 provinces sur 67. La sériciculture est située principalement dans la région de Marmara. En dépit des études faites pour essayer d'étendre la sériciculture à d'autres régions propices, la région de Marmara est toujours en tête, avec 70 % de la production totale de cocons frais de Turquie. L'une des provinces les plus importantes de cette région est le Bursa avec 50 % de la production totale de la région et 35 % de la production totale de Turquie (Aksoy, 1985).

Cette étude est centrée autour des caractéristiques générales de la sériciculture, de l'analyse de l'utilisation des ressources et de l'efficacité de l'élevage du ver à soie au Bursa.

DONNEES ET METHODES

Les données utilisées pour cette étude ont été collectées dans 62 fermes-témoins pendant l'élevage de printemps de 1985. Le nombre de fermes-témoins représente environ 0,5 % de toutes les fermes séricicoles de la province de Bursa.

Dans cette analyse économique, nous avons utilisé les fonctions de production type de Cobb-Douglas (Açil et Rehber, 1979 ; Heady et Drillon, 1957 ; Rehber, 1978 ; Snedecor et Codrau, 1976). L'analyse des fonctions de production a permis d'estimer l'élasticité de la production, la productivité marginale et les coefficients d'efficacité des facteurs de production utilisés dans l'élevage des vers à soie.

Il est évident que la qualité et la quantité de la production de cocons frais dépendent d'un trop grand nombre de facteurs tels que la qualité des feuilles de mûriers, les conditions d'environnement, la désinfection, les méthodes d'éclosion, d'élevage et de récoltes, les variétés de vers à soie. Dans cette étude nous avons accordé de l'importance aux facteurs de production tels que les coûts de production variables, la main d'oeuvre et la grandeur des bâtiments d'élevage. D'autre part, l'analyse de ces facteurs de production quantitatifs, les effets du lieu d'implantation des fermes et les méthodes d'éclosion ont été examinés en utilisant des variables factices dans deux exemples différents.

STRUCTURE GENERALE DE LA SERICICULTURE A BURSA

Bursa jouit de conditions assez favorables à la sériciculture. Environ 14 000 fermes dans 460 villages pratiquent l'élevage du ver à soie (Aksoy, 1985). Mais l'élevage du ver à soie n'est pas la seule activité de ces fermes. Ce n'est qu'une activité complémentaire leur permettant de revaloriser la main d'oeuvre familiale inoccupée et d'apporter de l'argent liquide.

Seules les feuilles de mûrier sont utilisées pour nourrir les vers à soie. Les conditions écologiques pour la culture du mûrier sont convenables, mais on ne peut pas dire que la qualité des feuilles de mûrier soit bonne. D'autre part, les méthodes de culture et de récolte des feuilles de mûrier ne sont pas très développées. La plupart des mûriers sont des variétés domestiques et sont plantées au milieu d'autres sortes d'arbres ou dans les fermes en bordures des routes.

L'élevage des vers à soie peut être conduit deux saisons par an à Bursa mais actuellement, l'élevage de printemps est le plus pratiqué, l'élevage d'automne étant à un niveau très bas. Dernièrement, des études ont été faites pour encourager l'élevage d'automne. 12 % de la totalité des producteurs ont pratiqué l'élevage d'automne en 1984.

La fourniture d'oeufs de vers à soie à haut rendement est assurée par le Sericulture Research Institute, l'Union of Cocoon Cooperatives et la Görükle Silkworm Egg Production Cooperative qui sont situés à Bursa. Le Sericulture Research Institute met également à la disposition des producteurs un service de formation.

En général, les fermes ne possèdent pas de magnaneries indépendantes. Les fermiers utilisent leurs habitations comme locaux d'élevage. Dans la province de

Bursa, 13 % des fermes seulement possèdent leurs locaux d'élevage indépendants (Aksoy 1985). D'autre part, le niveau des connaissances techniques d'élevage est assez bas. Bursa occupe une place particulière dans la commercialisation à Bursa. Un système de soutien des prix est organisé par l'Union of Cocoon Cooperatives.

RESULTATS EMPIRIQUES

La taille moyenne des fermes étudiées est de 4,46 ha. Huit % de la valeur brute annuelle totale des produits provient de la sériciculture. En moyenne, 2,5 boîtes d'oeufs éclosent chaque année. Alors que la production moyenne de cocons frais est de 69 kg par ferme, la production est de 26,8 kg par boîte.

On a défini trois facteurs de production importants, les coûts variables (Turkish Liras, TL), la main d'oeuvre (journées de travail MD), la grandeur des salles d'élevage (mètres carrés, SM). Le niveau de ces facteurs exprimés en moyenne géométrique était par ferme de : 7 211,10 TL, 32,94 MD et 47,02 SM.

La fonction de production de Cobb-Douglas a été définie de la manière suivante, afin d'analyser l'efficacité des ressources :

$$(1) Y = 0,1323 X_1^{0,2992} X_2^{0,6236} X_3^{0,2962}$$

$$R^2 = 0,905 \quad (P < 0,01)$$

Y représente la quantité de cocons frais (kg), X_1 , le coût variable (TL), X_2 , la main d'oeuvre (MD) et X_3 , la capacité des locaux d'élevage (SM).

La somme des élasticités de production est de 1,219, indiquant un retour presque constant au niveau. Comme nous pouvons le voir plus haut, le coefficient de régression multiple ($R^2 = 0,905$) a été défini comme statistiquement significatif à un seuil de probabilité de 1%. Cette interprétation peut être faite grâce à de bonnes évaluations (Klein, 1962). De plus, les élasticités de production de chaque facteur étaient significatives au seuil de probabilité 5% et 1%. Le facteur le plus important s'est avéré être la main d'oeuvre, avec une élasticité de production de 0,6236.

Après examen de la valeur du produit marginal et des coefficients d'efficacité de chaque facteur (Tableau 1), on peut dire que la main d'oeuvre a été utilisée efficacement, alors que X_1 et X_3 ont été sous-utilisés.

L'augmentation des coûts variables et la capacité des locaux d'élevage entraînent une augmentation de la production de cocons frais.

Ces interprétations économiques des fonctions de production estimées semblent raisonnables si l'on considère les conditions techniques de l'élevage de vers à soie des fermes étudiées.

Du point de vue technique, l'éclosion en coopératives et l'emplacement des fermes sont aussi considérés comme importants. Pour analyser l'importance de ces deux facteurs, nous avons fait les estimations suivantes, sur deux modèles, comprenant des variables factices correspondant à l'emplacement des fermes (D_1) et à l'éclosion en coopératives (D_2) :

$$(2) Y = 0,1440 D_1^{-0,0817} X_1^{0,3143} X_2^{0,5505} X_3^{0,3105}$$

$$R^2 = 0,91137 \quad (P < 0,01)$$

Alors que Y , X_1 , X_2 , X_3 sont les mêmes que dans le premier exemple, D_1 est la variable factice qui représente l'emplacement des fermes (égal à zéro pour les fermes situées en plaine, égal à un pour celles situées en montagne). L'élasticité de production de D_1 est statistiquement significative, à un seuil de probabilité de 1%. Si l'on accepte que D_1 n'a aucun effet sur l'élasticité de la production d'autres facteurs lorsqu'il est égal à 1, il a un effet négatif sur la production qui diminue de 0,0246 kg en terme de moyenne géométrique.

Dans le 3e exemple, nous avons inclus D_2 tandis que les autres facteurs sont les mêmes que dans le second modèle. D_2 est égal à zéro pour les fermes qui se sont occupées elles-mêmes de l'éclosion, et il est égal à 1 pour les fermes qui ont utilisé l'éclosion en coopératives :

$$(3) Y = 0,2059 D_1^{-0,0831} D_2^{0,0381} X_1^{0,2541} X_2^{0,5794} X_3^{0,3282}$$

$$R^2 = 0,9148 \quad (P < 0,01)$$

L'élasticité de production de D_1 n'est pas statistiquement significative, mais lorsque D_2 est égal à 1, l'effet sur la production est positif ; celle-ci augmente de 0,0198 kg en terme de moyenne géométrique.

CONCLUSIONS

Il semble possible d'améliorer la production de cocons frais si l'on tient compte des facteurs de production techniques et écologiques de la province de Bursa, en développant les techniques de production et en augmentant le nombre des producteurs en sériciculture.

D'après l'analyse économique de l'utilisation des ressources et de son efficacité, la main d'oeuvre est le facteur le plus important. Il a été utilisé presque à son niveau optimal dans les fermes étudiées. L'augmentation des coûts variables et l'agrandissement de l'espace des locaux d'élevage entraînera une augmentation de la production alors que les autres facteurs restent à un niveau constant.

D'autre part, si l'on étend l'élevage des vers à soie, il faudra stimuler les fermes installées en plaine. La promotion et l'extension de l'éclosion en coopératives aura des effets positifs sur la production.

STUDIES ON THE INCIDENCE, BIOLOGY AND CONTROL OF FLY-PEST
OF OAK-TASAR SILKWORM, ANTHARAEA PROYLEI J. (LEPIDOPTERA : SATURNIIDAE)

P.N. SINGH* and B. PRASAD

Department of Life Sciences,
Manipur University,
Canchipur, Manipur,
India.

Parasarcophaga knabi (Parker) is a fly-pest of oak-tasar silkworm, *Antheraea proylei* J. Its incidence was found to be more serious in the autumn rearing than in the spring rearing of the worm. Heavy infestation starts in 4th instar and reaches its peak in 5th instar larvae killing them at a rate of 30% to 40% before and after spinning cocoon. As such, the parasite causes damage in production of seed cocoon as well as reeling cocoon which are the main raw materials for the industry. The fly-pest has been reared under laboratory conditions for the first time on 10% honey solution and fish refuses for adult and maggots respectively. The pest completes its life cycle in 24 to 33 days depending upon the climatic conditions. The fly seems to exhibit multivoltine behaviour and finds an alternate host on dead-animal matters or faecal matters when the tasar worms are not in the field. Minimisation of the pest incidence has been obtained by strict sanitary cares in the rearing field and neighbouring areas. Effective control measure of the fly has been achieved by using cheap nets of desirable size to cover the worms on the oak-bushes at the time of rearing which keeps total separation of the worms from the fly-pest.

* Sericulture Training Centre, Kwakta, Bishrupur District, Manipur, India.

INTRODUCTION

Parasarcophaga knabi (Parker) commonly known as fly-pest is the most serious pest of oak-tasar silkworm, *Antheraea proylei* J. in Manipur. The pest brings about 30 to 40% loss in the tasar production per crop. A fairly good amount of reports on uzi-fly pests on different silkworms are known by various workers (Das Gupta, 1962; Krishnaswami *et al.*, 1968; Rath, 1966; Bharali, 1968; Jolly, 1981; Singh & Prasad, 1981), but no information is on record regarding the incidence, extent of damage, biology and control of fly-pest infestation on the indigenous *A. proylei* in Manipur. An attempt is, therefore, made to study the incidence, mode of infestation and biology of the parasite for further studies in order to find out effective control measures.

MATERIALS AND METHODS

The fly pupae were collected from Govt. Tasar Seed Farms (TSF), viz., Bungmual, Phouljang, Khoirentak and Thumkhonglok at the time of tasar cocoon harvesting during the months of May-June and October-November, 1982 to 1984. The pupae were kept in closed petri dishes at room temperature. The newly emerged flies were transferred to wire-meshed cages (6"x6"x6") feeding on 10% solution of honey and water. Two petri dishes, one with cotton-soaked honey and the other with water only were kept in a cage containing 10 pairs of flies. Spraying water on the cages 3 to 5 times a day was administered in order to increase humidity. Alive 5th instar worms or lean fish-heads or cut fish-pieces were supplied and were subjected to infestation. The infested host-larvae were reared in wire-meshed cages (3"x2"x3") feeding on *Quercus serrata* twigs fitted in bottles filled with water. Whereas, the fly-infested fish-heads and cut-fishes were kept in petri dishes inside the cages (6"x6"x6") at room temperature and at about 70% relative humidity.

OBSERVATIONS

Incidence:

The fly-pest is extensively met with oak-tasar worms both in spring (April to May) and autumn (August to October) crops. But it is more serious in the latter crop. As the fly is attracted towards human or animal faecals, its incidence is higher in those places or rearing sites which are closer to villages (Table I & II). The dead silkworms and faecal matters lying in the rearing site welcome the fly-pest thereby enhancing the incidence to a considerable degree. Therefore, it has been observed that the sanitary cares alone can lower the incidence of the fly.

Mode of infestation:

The female-fly lays eggs preferably in the segmental grooves of the silkworm body usually on the dorsal or lateral sides. It used to lay eggs in 4th and 5th instar worms when they were sufficiently big to allow the fly to alight on them. It laid eggs singly at a time within a few seconds. It has also been observed that it laid a limited number of eggs on a worm. On an average 1-5 eggs were found on a worm. But severe infestation may be caused by several flies on a worm upto a range of 55 eggs. The maggot after hatching out the egg bores its way into the integument of the worm. The affected area turns black, forming a round scar by which it is very easy to identify the infestation. After a period of about 15 days feeding inside the body contents of the worm, the full grown maggots come out killing the worm or pupa by piercing the cocoon shell if the worm has already spun the cocoon. If the deposition of the eggs by the female fly occurs at the early 3rd or 4th age worms, the full grown

maggot will come out in the 5th instar after killing the host. If it is in the latter stages of 5th instar, the maggot may come out from the spun cocoon. As fly-pest infestation is high in late instar worms the loss has been observed more in cocoon stage to an extent of 15.46% in spring crop and 21.49% in autumn crop (Table I). Whereas, the infestation in worm stage, 8.22% has been observed in spring crop and 11.07% in autumn crop (Table II).

Biology:

As in other dipterans this fly has four distinct stages viz., egg, maggot, pupa and adult fly. The adult flies (Fig.1, G) look alike common house fly in appearance but bigger in size. The male fly is nearly 15 mm in length with wing expanse of 20 mm, while the female is 13 mm in length with wing-expanse of 18 mm. They are greyish black in colour with 5-black striped thorax and six prominent longitudinal rows of bristles by the stripes. The 4 segments of abdomen are clearly seen with black white cheques. Bristles on the body are black, long, conspicuous and are more prominent in males.

Although mating in cages or in captive conditions have been found to be difficult, successful mating could be observed by keeping together 2 days old males and females in cage (6"x6"x6") near the tasar rearing field or keeping the cage close to fish-refuses. They mate 3-5 times a day each for a duration of a half to one hour. The female lays individual egg on the host body and usually glued on the cuticle (Fig.1, A-x). On an average 2-15 eggs are laid per worm. A female fly lays 250 to 300 eggs within a week and its life ranges from 11 to 13 days. Maximum of eggs are laid between the 6th to 8th day after emergence and continues till death.

The egg (Fig.1, B) is yellowish in colour and oval in shape. It measures about 1 mm in length and 0.5 mm in breadth. It hatches into maggot within 2-3 days. The empty egg-shell remains attached to the host skin. This helps in easy counting of penetrated maggots inside the host.

The maggot (Fig.1, C) is soft, with pointed head and truncated posterior-end. A pair of prominent mouth-hooks is present in the head and posteriorly a pair of spiracles on deep pit. The newly hatched maggot (Fig.1, C) is transparent-white in colour. It pierces the skin of the worm with the help of mouth-hooks, leaving a minute black spot near the hatched egg-shell. The spot afterwards enlarges to form a rounded black scar (Fig.1, A-y). The maggot undergoes three instars inside the host body in about 10 to 15 days. The first and second instar maggots generally remain near the scar portion. The body segmentations are not distinct in these two stages of the parasite. In the 1st instar the mouth-hook is a simple median hook. But in 2nd and 3rd, a pair of prominent hooks is developed. The 2nd instar maggots are creamy-white in colour and measure 12 mm in length and 4 mm in width. The body segmentation and spiracles are well developed. It can move freely inside the host-body actively feeding on fat-bodies and body tissues excluding the silk-glands. The mature maggot wriggles out by piercing the host's larval or pupal body with its pharyngeal hooks and finally kills the host. The maggots use to come out in the morning hours. They crawl in search of suitable places (cracks and crevices) for pupation in soil. If the maggot fails to find such a place, it tends to pupate in dark places. It takes 24 to 35 hours for pupation.

The pupae (Fig.1, F) are oval in shape and reddish-brown in colour. The newly pupated ones are reddish and afterwards they turn reddish brown in colour. It measures 8 mm in length and 4 mm in width. The puparium is formed by hardening of the last larval skin. The two lateral sides are clearly marked by means of ridges. The pupal period lasts for 12-15 days. The dark-brown pupal colour to slight blackish indicates the emergence of the adult.

The adult fly escapes out through the puparium by forcing off a cap-shaped ptilinum and works its way through the soil beneath which it had been pupating. It moves freely and within 1 hour stretches its wing in vertical posture. The ptilinum decreases in size and the adult can fly in 1 hour. The life cycle of the fly is completed in 24 to 33 days.

Control measures:

Total eradication of the fly is not possible as the tasar worms are reared outdoors unlike eri and mulberry silkworms. The use of pesticides gives a serious harmful effect to the silkworm, but pesticides mixed with fish-refuses can attract the flies and give partial control to the pest-population. Sterilization by using chemo-sterilants may be used as a means under laboratory conditions.

Effective separation between the parasite and the host is attained by using desirable sizes of cheap nets for covering the worms along with the oak-bushes. For this mode of control, an economic plantation with well pruned bushes is recommended. The net checks not only the fly infestation but also easily avoids other pest incidences. From these control measures, we can get sure seed-cocoons and reeling-cocoons for the next rearing and tasar-silk production.

DISCUSSION

The incidence of the fly-pest is more serious in the autumn crop than in the spring crop, this view is in conformity with the works of Krishnaswami *et al.* (1963). Its incidence is higher in the tasar rearing sites which are closer to villages as the pest is attracted towards dead animals and faecal matters (Nandi, 1978).

The fly-pest oviposites eggs on the 3rd, 4th and 5th instar tasar worms, but the oviposition is more important in late stages like 4th and 5th instars when they are sufficiently big to allow the fly to alight on them. As such the infestation is high in late instar worms which is in conformity with Sriharan *et al.* (1971). The pest usually lays on an average 1-5 eggs on a worm. But in cases of severe infestation even nearly 55 eggs were recorded in a single worm which becomes a case of super-parasitization as mentioned by Andrewartha *et al.* (1954). The rate of parasitization (1-5) maggots per host-worm gives no effect on the parasites' population as regards its survival. However, a high degree of super-parasitization (6-20 parasitic larvae per host) reduces the parasite survival tremendously. Such observations are in conformity with Shahjahan (1968).

The 1st and 2nd instar maggots feed on the fat-bodies and body tissues of the larva near the penetration made by them. They keep their spiracle upwards and head downwards for easy respiration but in 3rd instar the maggots move freely inside the host and take all the body contents except silk glands. Similar condition has been noted by Rahaman (1970) on uzi fly, *Exorista flaviceps*.

The maggots bore into the body of the host-worm and complete their larval period inside the host causing serious damage to green-cocoon crop by killing the silkworm larvae and pupae on cutting the cocoon. Thus, the pest results into serious damage as regards the seed-cocoon production and reeling-cocoon production which are the main theme in tasar-culture. It is in conformity with Krishnaswami *et al.* (1968).

Mating in captive condition has been found difficult but it has been overcome by keeping the pairs near rearing spots or close to fish-refuses. This may be due to the stimulation given by the host-materials. A similar observation was made by Shahjahan (1968) also.

The use of attractants as a control measure enhances the pest infestation instead of pest minimisation. This is due to the stimulating action raised by the attractants on the parasites in mating and oviposition. This view is in conformity with Shahjahan (1968). But Rao (1972) and Calvin *et al.* (1970) are of different opinion. Likewise, repellants like phenyl and its derivatives also are not found effective against the pest. However, a little reduction of the population has been attained in the present finding which is in conformity with those of Bishop *et al.* (1923) and Parman *et al.* (1928).

Mechanical control measures like quick scraping of deposited eggs of the pest before penetration in the host body and other measures of killing maggots and pupae, may be taken up in the grainage centres and factory levels in order to minimise the pest incidence. A similar conclusion was also advocated by Rath (1982).

An effective control measure may be obtained with a least investment by purchasing a desirable size of cheap net to envelop the oak bushes with tasar worms and enabling absolute separation of the pest and host and also from other pests. This control is in use in case of *A. assama* (Bharali, 1968).

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are most gratefully thankful to Dr. H. Tombi Singh, Professor and Head of the Department of Life Sciences and Dean of the Faculty of Sciences, Manipur University and Mr C.R. Sastry, Director, Department of Sericulture, Manipur, for laboratory facilities and encouragement.

REFERENCES

- ANDREWARTHA H.G., BRICH L.C., (1954), The distribution and abundance of animals. The University of Chicago Press Publication, 1-782.
- BHARALI N., (1968), Some observations on fly pest infestation of muga silkworm, *Antheraea assama*. Indian J. Seri., 7(1), 42-44.
- BISHOP F.C., CDOK F.C., PARMAN D.C., LAAKE E.W., (1923), Progress report of investigations relating to repellants, attractants and larvicides for the screwworm and other flies. J. Econ. Entomol., 16, 222-224.
- CALVIN M.J., DELBERT D.O., WENDELL SNOW J., ROLLAND R.G., (1976), A chemical attractant for screw-worm flies. J. Econ. Entomol., 69(3), 389-391.
- DAS GUPTA K.P., (1962), Observations on the behaviours of uzi-fly maggots. Indian J. Seri., 1(2), 16-18.
- JOLLY M.S., (1981), Uzi-fly: its identification, prevention and control. Bul. No.4, C.S.R.&T.I. (C.S.B.), Govt. of India, Srirampuram, Mysore.
- KRISHNASWAMI S., JOLLY M.S., DUTTA K., (1968), A study on the fly-pest infestation of the larva and cocoon of *B. mori* L.. Indian J. Seri., 71(1), 7-12.
- NANDI B.C., (1978), Flesh flies (Diptera : Sarcophagidae) in the collection of forest research institute, Dehra Dun, India. Oriental Insects, 12(3), 377-386.

- PARMAN D.C., LAAKE E.W., BISHOP F.C., ROARK R.C., (1928), Tests of blowfly baits and repellents during 1926. U.S.D.A. Tech. Bull., 80.
- PRASAD B., SINGH K.G., (1981), A new record of a parasitic flesh-fly, *Parasarcophaga knabi* (Parker) (Sarcophagidae : Diptera) on the oak tasar silkworm. J. Bombay natural Hist. Society, 79, 435-436.
- RAHAMAN M., (1970), *Exorista flaviceps*, a tachinid parasite of *Pieris rapae* in South Australia. J. Econ. Entomol., 63(3), 836-841.
- RAO NAGARAJA H.A., (1972), New device for controlling fly pest in tasar culture. Indian Silk, 15-16.
- RATH B.B., (1966), Fly parasites of tasar silkworm. Indian Silk, 5(1), 8.
- RATH B.B., (1982), Control measure on Tachiniidae, a fly pest of tasar silkworm. Indian Silk, 20(11), 11.
- SHAHJAHAN M., (1968), Super parasitization of the south green stink bug by the tachinid parasite, *Trichopoda pennipes pilipes* and its effect on the host and parasite survival. J. Econ. Entomol., 61, L(4), 1088-1091.
- SRIHARAN T.P., SAMSON M.Y., KRISHNASWAMI S., DUTTA P.K., (1971), Laboratory investigations on uzi-fly, *Tricholyga bombycis* Beck., a tachinid parasite of silkworm, *B. mori*, rearing and reproduction of the parasite, Indian J. Seri., 10(1), 14-22.

Name of farms/ Noms des fermes séricicoles	Year/ Année	Crop*/ Elevage	No. of cocoons harvested/ Nb. de cocons récoltés			% of inferior cocoons/ % de cocons de qualité inférieure	Fly infestation (%)/ % d'infestation	
			Seed/ Grainage	Inferior/ Inférieur	Total/ Total		Inferior cocoons/ Cocons inférieurs	Total of cocoons/ Total des cocons
Phouljang (Altd. : 750 mtrs)	1982	S	80	190	270	70.3	50.50±0.09	16.10±0.05
	1982	A	10	16	26	61.5	46.08±0.06	22.94±0.08
	1983	S	5	15	20	75.0	54.09±0.08	15.88±0.11
	1983	A	585	720	1237	56.8	41.35±0.12	20.30±0.10
	1984	S	4558	3839	8397	45.7	31.60±0.06	16.88±0.06
	1984	A	681	5224	5905	88.5	54.90±0.15	30.10±0.05
	Mean (spring crops)/ Moyenne (élevages de printemps)					63.7	45.39	16.23
	Mean (autumn crops)/ Moyenne (élevages d'automne)					58.9	47.44	24.44
Khoirentak (Altd. : 900 mtrs)	1982	S	1583	562	2145	26.2	19.56±0.10	10.32±0.07
	1982	A	600	725	1325	54.7	36.59±0.06	20.08±0.09
	1983	S	1034	486	1520	31.9	27.05±0.05	12.92±0.12
	1983	A	26	94	120	78.3	50.98±0.09	20.99±0.01
	1984	S	3951	2149	6100	35.2	30.05±0.06	13.63±0.11
	1984	A	5220	2333	7553	30.8	20.62±0.11	12.08±0.16
	Mean (spring crops)/ Moyenne (élevages de printemps)					31.1	25.55	12.29
	Mean (autumn crops)/ Moyenne (élevages d'automne)					54.6	36.06	17.71
Thumkhonglok (Altd. : 850 mtrs)	1982	S	5875	4151	9026	45.9	31.52±0.12	16.97±0.09
	1982	A	100	352	452	77.8	55.02±0.08	26.96±0.10
	1983	S	159	344	503	68.3	41.52±0.06	23.66±0.13
	1983	A	270	150	420	35.7	30.05±0.10	13.66±0.14
	1984	S	4565	2070	6635	31.1	24.69±0.09	12.83±0.09
	1984	A	842	2227	3069	72.5	51.20±0.05	26.34±0.15
	Mean (spring crops)/ Moyenne (élevages de printemps)					48.4	32.57	17.82
	Mean (autumn crops)/ Moyenne (élevages d'automne)					62.0	45.42	22.32
Total mean (spring crops)/ Moyenne globale (élevages de printemps)							34.50	15.46
Total mean (autumn crops)/ Moyenne globale (élevages d'automne)							42.97	21.49

* S = spring crop (May-July)/ élevage de printemps (mai-juillet) ; A = autumn crop (Sep-Nov)/ élevage d'automne (sept-nov).

Table I. The rate of fly-pest infestation on the cocoons of *Antheraea proylei* during the year 1982-1984 in three tasar seed farms of Churachandpur District (Manipur).

Tableau I. Taux d'infestation par la mouche parasite sur les cocons de *Antheraea proylei* de 1982 à 1984 dans trois fermes de grainage séricicoles du District de Churachandpur (Manipur).

Name of farms/ Noms des fermes séricoles	Year/ Année	Crop*/ Elevage	% of Fly-pest infestation in different instars/ % d'infestation aux différents âges larvaires					Total infestation %/ % total d'infestation
			1st instar/ 1er âge	2nd instar/ 2ème âge	3rd instar/ 3ème âge	4th instar/ 4ème âge	5th instar/ 5ème âge	1st to 5th instar/ du 1er au 5ème âge
Phoulijang (Altd. : 750 mtrs)	1982	S	-	-	1.17±0.04	3.35±0.10	5.51±0.15	13.05±0.29
	1982	A	-	-	1.91±0.06	3.82±0.13	5.73±0.08	11.47±0.26
	1983	S	-	-	1.24±0.03	3.48±0.09	5.72±0.06	13.44±0.18
	1983	A	-	-	1.69±0.08	3.38±0.05	5.07±0.10	10.15±0.23
	1984	S	-	-	1.40±0.12	2.81±0.11	4.20±0.20	8.44±0.43
	1984	A	-	-	2.50±0.05	5.01±0.21	7.50±0.13	15.05±0.39
	Mean (S)/ Moyenne (S)				1.27	3.21	5.14	9.62
	Mean (A)/ Moyenne (A)				2.03	4.07	6.10	12.22
Khoirentak (Altd. : 900 mtrs)	1982	S	-	-	0.86±0.08	1.72±0.15	2.58±0.13	5.16±0.36
	1982	A	-	-	1.67±0.05	3.34±0.12	5.01±0.09	10.04±0.26
	1983	S	-	-	1.07±0.09	2.15±0.06	3.21±0.10	6.46±0.25
	1983	A	-	-	2.25±0.07	4.49±0.09	6.77±0.13	13.49±0.29
	1984	S	-	-	1.13±0.06	2.27±0.13	3.39±0.09	6.81±0.28
	1984	A	-	-	1.00±0.09	2.01±0.15	3.00±0.14	6.04±0.38
	Mean (S)/ Moyenne (S)				1.02	2.04	3.06	6.14
	Mean (A)/ Moyenne (A)				1.64	3.28	4.92	9.85
Thumkhonglok (Altd. : 850 mtrs)	1982	S	-	-	1.41±0.13	2.82±0.10	4.23±0.15	8.48±0.38
	1982	A	-	-	2.25±0.08	4.49±0.10	6.75±0.08	13.48±0.26
	1983	S	-	-	1.97±0.06	3.94±0.21	5.91±0.11	11.83±0.17
	1983	A	-	-	1.14±0.07	2.28±0.16	3.42±0.10	6.83±0.33
	1984	S	-	-	1.06±0.09	2.13±0.09	3.18±0.12	6.41±0.30
	1984	A	-	-	2.19±0.11	4.39±0.15	6.57±0.13	13.71±0.39
	Mean (S)/ Moyenne (S)				1.48	2.96	4.44	8.90
	Mean (A)/ Moyenne (A)				1.86	3.72	5.58	11.16
Total Mean/ Moyenne globale (S)								8.22
Total Mean/ Moyenne globale (A)								11.07

* S = spring crop (March-May)/élevage de printemps (Mars-Mai) ; A = autumn crop (Aug-Oct)/ élevage d'automne (Août-Oct.).

Table II. The rate of fly-pest infestation on the larvae of *Antheraea proylei* during the year 1982-1984 in three tasar seed farms of Churachandpur District (Manipur).

Tableau II. Taux d'infestation par la mouche parasite sur les larves de *Antheraea proylei* de 1982 à 1984 dans trois fermes de grainage séricicoles du District de Churachandpur (Manipur).

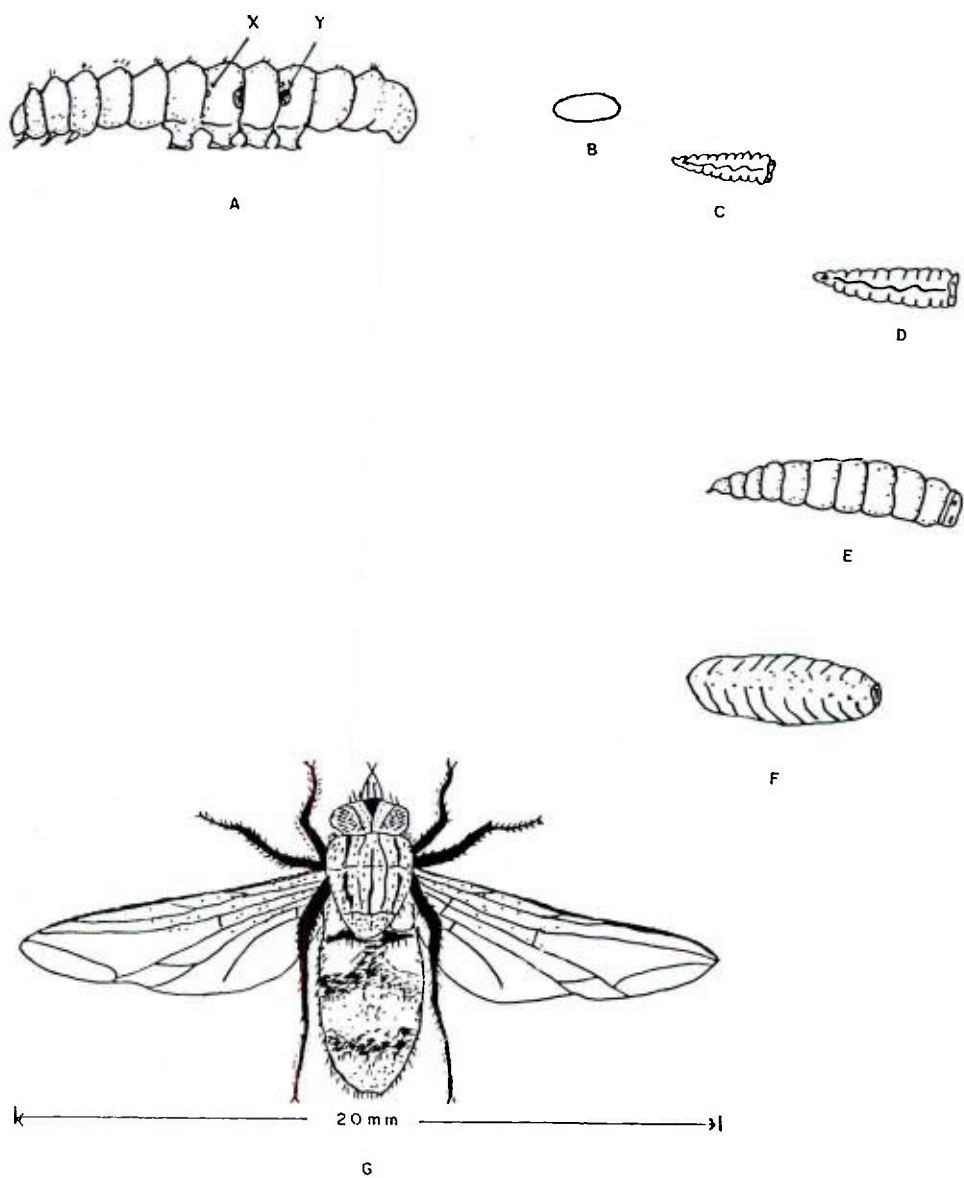


FIGURE 1.

Figure 1. Life cycle of fly pest (*Parasarcophaga knabi* Parker).

Figure 1. Cycle de la mouche parasite *Parasarcophaga knabi* Parker.

- A Silkworm of oak-tasar (*Antheraea proylei* J.)
Ver à soie du chêne (*Antheraea proylei* J.)
- A-x Egg of fly-pest (*P. knabi* Parker) on the skin of the silkworm.
Oeuf de la mouche parasite sur la peau du ver à soie.
- A-y Infestation 'scar' mark on the skin of silkworm.
Cicatrice sur la peau du ver à soie révélant l'infestation.
- B Egg of the fly-pest.
Oeuf de la mouche parasite.
- C First instar maggot of the fly-pest.
Larve de la mouche parasite au 1er âge.
- D Second instar maggot of the fly-pest.
Larve de la mouche parasite au 2ème âge.
- E Third instar maggot of the fly-pest.
Larve de la mouche parasite au 3ème âge.
- F Cocoon of the fly-pest.
Cocon de la mouche parasite.
- G Adult fly-pest.
Mouche adulte.

ETUDES SUR L'INCIDENCE, LA BIOLOGIE ET L'ELIMINATION DE LA MOUCHE
PARASITE DU VER A SOIE DU CHENE, ANTHERAEA PROYLEI J.
(LEPIDOPTERA : SATURNIIDAE)

P.N. SINGH* and B. PRASAD

Department of Life Sciences,
Manipur University,
Canchipur, Manipur,
Inde.

Parasarcophaga knabi Parker est une mouche parasite du ver à soie tussah du chêne Antheraea proylei J. Son incidence sur les élevages de ver à soie est plus grave en automne qu'au printemps. L'infestation commence à être importante au 4ème âge et culmine au 5ème âge en tuant 30 à 40 % des larves avant et après le filage du cocon. Ce parasite occasionne des dégâts dans la production des cocons destinés au grainage comme des cocons pour la filature qui sont les deux principaux produits commercialisés. La mouche parasite a été élevée en laboratoire pour la première fois avec une solution de miel à 10 % pour les adultes et des déchets de poisson pour les larves. Le cycle du parasite dure de 24 à 33 jours selon les conditions climatiques. La mouche semble être polyvoltine et trouve comme hôte de remplacement, les cadavres d'animaux ou les matières fécales en dehors des périodes d'élevage des vers à soie tussah. Une forte diminution du parasitisme est obtenue en observant des conditions sanitaires strictes sur le terrain de l'élevage et aux alentours. Le contrôle de la mouche a été obtenu de manière effective par l'utilisation de filets de taille adéquate pour couvrir les buissons de chêne portant les vers à soie au moment de l'élevage, et séparer ainsi totalement les vers à soie de la mouche parasite.

* Sericulture Training Centre, Kwakta, Bishrupur District, Manipur, India.

INTRODUCTION

Parasarcophaga knabi (Parker), appelée communément mouche parasite, est le parasite le plus important du ver à soie tussah du chêne *Antheraea proylei* J., dans le Manipur. Ce parasite entraîne 30 à 40 % de pertes dans la production tussah à chaque élevage. Beaucoup d'articles ont été écrits sur la mouche ouzi par divers chercheurs tels que Das Gupta (1962), Krishnaswami *et al.* (1968), Rath (1966), Bharali (1968), Jolly (1981), Singh & Prasad (1981), mais on ne dispose pas d'informations sur l'incidence, l'importance des dégâts occasionnés, la biologie et le contrôle de la mouche parasite sur le ver à soie indigène *A. proylei* dans le Manipur. Nous avons donc entrepris d'étudier l'incidence, le mode d'infestation et la biologie du parasite pour mettre au point des méthodes de contrôle efficaces.

MATERIELS ET METHODES

Les chrysalides de la mouche parasite ont été récoltées dans les fermes séricicoles de grainage gouvernementales de Bungmual, Phouljang, Khoirentak et Thumkhonglok au moment de la récolte des cocons tussah, pendant les mois de Mai-Juin et Octobre-Novembre, de 1982 à 1984. Les chrysalides ont été gardées à température ambiante dans des boîtes de Pétri fermées. Les mouches nouvellement émergées ont été transférées dans des cages grillagées de (6"x6"x6") et ont été nourries avec une solution de miel à 10 %. Deux boîtes de Pétri, l'une avec du coton imbibé de miel, et l'autre avec du coton imbibé simplement d'eau sont placées dans une cage contenant dix couples de mouches. Une vaporisation d'eau est effectuée 3 à 5 fois par jour sur les cages afin d'accroître l'humidité. Des vers à soie vivants du 5ème âge larvaire ou des têtes de poisson ou du poisson coupé en morceaux sont introduits dans les cages pour être soumis à l'infestation. Les larves-hôtes parasitées sont élevées dans des cages grillagées (3"x2"x3") et nourries sur des rameaux de *Quercus serrata* disposés dans des bouteilles remplies d'eau. Les têtes de poisson ou morceaux de poisson infestés sont conservés dans des boîtes de Pétri à l'intérieur de cages (6"x6"x6") à température ambiante et à un taux d'humidité relative de 70 % environ.

OBSERVATIONS

Incidence:

La mouche parasite est présente dans les élevages de vers à soie tussah au printemps (Avril à Mai) et à l'automne (Août à Octobre), mais ses ravages sont plus importants en automne. La mouche est attirée par les matières fécales humaines ou animales, et son incidence est donc plus grande dans les endroits et terrains d'élevage qui sont proches des villages (Tableau I et II). Les cadavres de ver à soie et les matières fécales se trouvant sur le lieu de l'élevage attirent la mouche parasite et favorisent considérablement son incidence. Il a donc été observé que des conditions sanitaires strictes peuvent à elles seules faire diminuer l'incidence de la mouche.

Mode d'infestation:

La mouche femelle pond ses oeufs de préférence dans les replis des segments, sur le dos et les côtés du corps du ver à soie. Elle pond ses oeufs sur les larves du 4ème et du 5ème âge lorsqu'ils sont assez gros pour que la mouche puisse se poser sur eux. Elle pond ses oeufs un à un en l'espace de quelques secondes. On observe également qu'elle pond un nombre d'oeufs limité par ver à soie : en moyenne, 5 à 6 oeufs. Mais une infestation importante peut être occasionnée par plusieurs mouches sur un ver à soie, jusqu'à 55 oeufs. Après l'éclosion, l'asticot se fraie un chemin

à travers le tégument. L'endroit affecté devient noir, formant une cicatrice ronde grâce à laquelle on peut facilement détecter l'infestation. Après une période de 15 jours environ durant laquelle l'asticot s'est nourri avec le contenu du corps du ver à soie, il ressort à l'extérieur en tuant la larve ou la chrysalide et en perçant le cocon si le ver à soie a déjà filé son cocon. Si les oeufs ont été pondus par la mouche femelle sur des vers à soie au 3ème ou au début du 4ème âge, l'asticot mature ressortira au 5ème âge du ver à soie après avoir tué son hôte.

Si les oeufs ont été pondus à la fin du 5ème âge, l'asticot sortira du cocon filé. Comme l'infestation est plus importante chez les vers à soie du 5ème âge, on observe une plus grande perte au stade des cocons, jusqu'à 15,46 % pour les élevages de printemps et 21,49 % pour les élevages d'automne (Tableau II). En ce qui concerne l'infestation au stade larvaire, on a observé des pertes de 8,22 % pour les élevages de printemps et 11,07 % pour les élevages d'automne (Tableau II).

Biologie:

Comme les autres diptères, cette mouche passe par quatre stades distincts: oeuf, larve, puppe et mouche adulte. La mouche adulte (Fig.1), ressemble à la mouche commune mais est de plus grande taille. Le mâle mesure près de 15 mm de long, avec une envergure d'aile de 20 mm, tandis que la femelle mesure 13 mm de long et a une envergure de 18 mm. La mouche est gris foncé avec 5 rayures noires sur le thorax et six rangs de soies proéminents et longitudinaux le long des rayures. Les quatre segments de l'abdomen se voient bien grâce aux dessins blancs et noirs. Sur le corps, les soies sont noires, longues, très visibles et plus proéminentes chez les mâles.

Bien que l'accouplement dans les cages ou dans des conditions de captivité ait été difficile à réaliser, il a pu être réussi en laissant ensemble des femelles et des mâles âgés de 2 jours dans des cages (6"x6"x6") placées près du champ de l'élevage ou près des déchets de poisson. Les mouches s'accouplent 3 à 5 fois par jour, pendant une durée de 1/2 heure à 1 heure. La femelle pond ses oeufs un à un sur le corps de l'hôte, collés sur la cuticule (Fig.1 A-x). Elle pond en moyenne 2 à 15 oeufs par ver à soie. Une mouche femelle pond de 250 à 300 oeufs en l'espace d'une semaine et vit de 11 à 13 jours. Elle pond un maximum d'oeufs entre le 6ème et le 8ème jour et continue jusqu'à sa mort.

L'oeuf (Fig.1,B) est de couleur jaunâtre et de forme ovale. Il mesure environ 1 mm de long et 0,5 mm de large. Il éclot en 2 à 3 jours. Le chorion vide reste attaché à la peau de l'hôte. Ceci aide à compter le nombre d'asticots qui sont entrés à l'intérieur de l'hôte.

La larve (Fig.1,C) est molle, avec une tête allongée et la partie postérieure du corps divisée en tronçons. On observe une paire de pinces bucales proéminentes et une paire de stigmates à l'arrière dans un creux profond. La larve néonate (Fig.1,C) est de couleur blanche translucide, elle perce la peau de ver à soie à l'aide des pinces bucales, en laissant un minuscule point noir près du chorion vide. Ce point s'agrandit ensuite pour former une cicatrice ronde et noire (Fig.1,A-Y). La larve passe par trois âges à l'intérieur du corps de l'hôte pendant environ 10 à 15 jours. Les larves du 1er et du 2ème âge restent généralement près de l'endroit par lequel elles sont entrées. Les segmentations du corps ne sont pas distinctes pendant ces deux âges larvaires du parasite. Au 1er âge, la pince bucale est un simple crochet médian. Mais au 2ème âge et au 3ème âge se développe une paire de crochets proéminents. Les larves du 2ème âge mesurent environ 5 mm de long. Les larves du 3ème âge ou dernier âge sont de couleur blanc crème et mesurent 12 mm de long et 4 mm de large. La segmentation du corps et les stigmates sont bien développés. La

larve se meut aisément dans le corps de l'hôte et se nourrit du corps gras et des autres tissus à l'exception de la glande séricigène. La larve mature sort en perçant le corps du ver à soie ou de la chrysalide avec ses pinces bucales et enfin tue son hôte. Les larves sortent en général le matin. Elles rampent à la recherche d'un endroit adéquat (creux ou crevasses dans le sol) pour s'y transformer en chrysalides. Si la larve n'arrive pas à trouver un tel endroit, elle effectue sa pupaison dans un endroit sombre. La pupaison s'effectue en 25 à 35 heures.

Les pupes (Fig.1,F) sont de forme ovale et de couleur brun-rougeâtre. Les pupes qui viennent de se transformer sont rougeâtres et deviennent ensuite de couleur brun-rougeâtre. Elles mesurent 8 mm de long et 4 mm de large. Le puparium est formé grâce au durcissement de la dernière peau larvaire. Les deux côtés latéraux sont clairement visibles grâce aux stries. Le stade dure de 12 à 15 jours. Lorsque la couleur de la chrysalide passe du brun foncé au gris-noir, c'est que l'éclosion de l'adulte va intervenir.

La mouche adulte fraie son chemin à travers le puparium en poussant un ptilinum en forme de capsule qui l'aide aussi à traverser le sol au-dessous duquel elle a effectué sa pupaison. Elle se déplace librement et en l'espace d'une heure déplie ses ailes à la verticale. La taille du ptilinum diminue et la mouche peut voler au bout d'une heure. La vie de la mouche adulte se termine 24 à 33 jours après l'éclosion.

Mesures de prévention:

L'élimination radicale de la mouche n'est pas possible car l'élevage du ver à soie tussah se pratique en plein air, au contraire des vers à soie eri et du mûrier. L'utilisation de pesticides est très néfaste pour les vers à soie, mais les pesticides utilisés associés à des déchets de poisson peuvent attirer les mouches et l'on obtient ainsi l'élimination d'une partie de la population de parasites. La stérilisation au moyen de stérilisants chimiques ne peut être utilisée qu'en laboratoire.

La séparation effective de l'hôte et du parasite est obtenue en utilisant des filets bon marché de taille adéquate pour en recouvrir les vers à soie et les buissons de chêne. Pour cette méthode de prévention, il est recommandé de planter serré et d'avoir des buissons bien taillés. Le filet empêche le parasitisme de la mouche, mais également l'incidence d'autres parasites. Cette méthode permet d'obtenir des cocons fiables pour le grainage et la filature.

DISCUSSION

L'incidence de la mouche parasite est plus sérieuse pendant les élevages d'automne que pendant les élevages de printemps, cette remarque est en accord avec les recherches de Krishnawamsi *et al.* (1963). Son incidence est plus importante dans les élevages situés près des villages car la mouche est attirée par les cadavres d'animaux et les matières fécales (Nandi, 1978).

La mouche pond ses oeufs sur les vers à soie du 3ème, du 4ème et du 5ème âge, mais l'oviposition est la plus importante dans les derniers âges lorsque les vers à soie sont suffisamment gros pour que la mouche puisse se poser. Sriharan *et al.* (1971) ont fait la même observation. La mouche pond en moyenne 1 à 5 oeufs par ver à soie. Mais il a été observé jusqu'à près de 55 oeufs sur un seul ver à soie, dans des cas d'infestation importante, ce qui devient un cas de super-parasitisme comme l'ont décrit Andrewartha *et al.* (1954). Le taux de parasitisme de 1 à 5 larves par ver à soie/hôte n'a pas d'effet sur le taux de survie de la population parasite. Cependant, un taux de parasitisme élevé (de 6 à 20 larves parasites par hôte) réduit fortement le taux de survie du parasite. Les observations sont en accord avec celles

de Shahjahan (1968).

Les larves parasites du 1er et du 2ème âge se nourrissent du corps gras et des tissus corporels du ver à soie après leur pénétration à l'intérieur de l'hôte. Elles maintiennent leurs stigmates en haut et la tête en bas pour respirer facilement, mais à partir du 3ème âge, les larves parasites se déplacent librement à l'intérieur de l'hôte et vident le corps de son contenu à l'exception de la glande séricigène. Des observations semblables ont été faites par Rahaman (1970) sur la mouche ouzi *Exorista flaviceps*.

Les larves parasites rentrent dans le corps de l'hôte et passent la période larvaire à l'intérieur de celui-ci provoquant ainsi des dégâts importants sur la récolte de cocons frais en tuant les larves ou les chrysalides des vers à soie et en perçant les cocons. Ce parasite entraîne donc des pertes élevées dans la production de cocons pour le grainage et pour la filature qui sont les deux débouchés de la sériciculture tussah. Ces observations sont conformes à celles de Krishnaswami *et al.* (1968).

L'accouplement des parasites en captivité a été difficile à réaliser, mais on a surmonté la difficulté en plaçant les couples de mouches près du lieu de l'élevage ou près de déchets de poisson. Ceci est peut être dû à la stimulation exercée par la proximité des matériels hôtes. Des observations similaires ont été faites également par Shahjahan (1968).

L'utilisation d'attractifs comme mesure de prévention favorise le parasitisme au lieu de le minimiser. Ceci est dû à l'action stimulante des attractifs sur les parasites en ce qui concerne l'accouplement et la ponte. Cette remarque est conforme à celles de Shahjahan (1968). Mais Rao (1972) et Calvin *et al.* (1970) ont un avis différent. Des répulsifs tels que le phénol et ses dérivés ne sont pas efficaces non plus contre le parasite. Cependant, nous avons obtenu une petite diminution de la population parasite, ce qui est conforme aux résultats de Bishop *et al.* (1923) et Parman *et al.* (1928).

Les méthodes mécaniques de contrôle comme le grattage des oeufs parasites avant la pénétration dans le corps de l'hôte, ou comme d'autres méthodes pour tuer les larves et les chrysalides parasites, peuvent être employées dans les centres de grainage et les fabriques pour réduire l'incidence du parasite. Une telle conclusion a également été soutenue par Rath (1982).

Un contrôle efficace peut être obtenu avec un investissement minimal par l'achat de filets de taille adéquate pour envelopper les buissons de chêne supportant les vers à soie tussah, et permettre ainsi la séparation absolue de l'hôte et du parasite, et également d'autres parasites. Cette méthode est déjà employée dans les cas de *A. assama* par Bharali (1968).

REMERCIEMENTS

Les auteurs sont extrêmement reconnaissants envers le Dr. H. Tombi Singh, Professeur et chef du Department of Life Sciences, Doyen de la Faculty of Sciences, Manipur University, et M. C.R. Sastry, Directeur du Department of Sericulture, Manipur, pour les facilités accordées en laboratoire et leur soutien.

CHANGES IN THE MICROBIAL POPULATION ON MULBERRY LEAVES UNDER PROLONGED STORAGE

J. SUKUMAR* and A. RAMALINGAM

Post-Graduate Department of Botany,
University of Mysore,
Manasagangotri,
Mysore 570 006,
India.

Preserved mulberry leaves were sampled for three days at 24 hours intervals during summer, winter and rainy seasons to estimate the changes in the concentration of microflora. Prolonged storage registered a many-fold increase in the populations of bacteria and fungi. *Aspergillus flavus* and *A. niger*, two pathogenic fungi on silkworms and *Staphylococcus*, a well known human and animal pathogenic bacterium were isolated in increased numbers in addition to many non-pathogenic forms.

INTRODUCTION

Freshly harvested mulberry leaves are highly palatable and nutritious to silkworms (Rangaswamy *et al.*, 1976). They have been shown to harbour a large number of bacteria and fungi on their surface (Sukumar, 1983). Under village conditions, the harvested mulberry leaves are preserved by covering them with a wet gunny cloth. Much studies have been carried out on the effect of long period of storage on nutritional changes in the leaves. However, information on the qualitative and quantitative changes in the microflora of such leaves is lacking. The present study reports the changes in the concentration of microorganisms and their probable role on silkworm health is discussed.

* Karnataka State Sericulture Development Institute, Thilaghattapura, Bangalore 560 062, India.

MATERIALS AND METHODS

Mulberry leaves of the variety M5 of *Morus indica* L. were harvested, wrapped in a sterilized wet gunny cloth and stored in a cool place. The leaves were sampled at 24 hours intervals for three days by dilution plate technique using Czepek Dox yeast extract agar with 25 ppm chloramphenicol and Beef peptone agar to isolate fungi and bacteria respectively (Tuite, 1969). Using a sterile cork borer, leaf discs, 2.1 cm diameter were cut from the leaves selected at random. Twenty-four such leaf discs were placed in 100 ml sterilized distilled water with a drop of Tween-80, contained in 250 ml Erlenmeyer's flask. The leaf discs were agitated for 30 minutes on a magnetic stirrer to bring the microorganisms into suspension. Three suitable serial dilutions were prepared from the leaf washings and used for plating. One ml of each dilution was placed in sterile Petri dishes using sterile pipettes and the plates were poured with molten agar medium, approximately at 35°C. The Petri dishes were swirled to distribute the solution and the agar was allowed to solidify. Triplicates were maintained for each dilution. The Petri dishes were incubated at room temperature (24-28°C). The colony counts of filamentous fungi were taken on the third and sixth day, and those of yeasts on second and third day of incubation. For the enumeration of bacteria, higher dilutions of leaf washings were plated and counts were made on the third day of incubation. The concentration of microorganisms was estimated per unit area of the leaf surface sampled. To test the pathogenicity of fungi to silkworms, spore suspension (10^5 spores/ml) prepared from 10 day old culture of the test fungi was sprayed on the 3rd instar larvae and the percentage of infection was scored. The experiments were conducted during summer, winter and rainy seasons. The data presented are the averages of all the seasons.

RESULTS

A total of 15 types of filamentous fungi, 4 bacteria and 4 yeasts were isolated from the leaves. The concentration of microorganisms which were consistently isolated are given in the Table I. The sterile forms and those isolated sporadically were grouped as other bacteria, yeasts and fungi. A tremendous increase in the concentration of microbes was noticed with increased period of preservation. Bacteria in general outnumbered the fungi. *Cladosporium cladosporioides* was the dominant constituent among filamentous fungi followed by *Phoma sorghina*, *Nigrospora sphaerica*, *Curvularia lunata*, *Aspergillus niger*, *A. nidulans*, *A. flavus*, sphaeropsidales, *Drechslera sorokiniana* and *D. bicolor*. Among yeasts, *Cryptococcus laurentii* was the most predominant type and *Sporobolomyces roseus* occupied the second position. The majority of the bacterial population was represented by *Erwinia herbicola* followed by *Corynebacterium* sp., *Staphylococcus* sp. and *Pseudomonas maltophilia*. The highest concentration of microorganisms was recorded during rainy season (Table II) which decreased in summer. Yeasts in general were more during winter months. The microorganisms reached peak concentration on the third day of preservation. The bacteria/fungi ratio was more on the first day and gradually decreased towards the third day due to the fast multiplication of the fungi. Among the fungi tested for pathogenicity, three isolates each of *Aspergillus flavus* and *A. niger* caused aspergillosis in 4.3 and 6.1% of the larvae treated and the others were non-pathogenic.

DISCUSSION

Prolonged storage of mulberry leaves in addition to reducing the nutritive quality (Rangaswamy *et al.*, 1976), increases the microbial population on their surfaces (present study). Under village conditions the leaves are preserved in a wet gunny

cloth. During summer a fine spray of water is also given by some farmers to the harvested leaves before preservation. This method provides enough relative humidity for the maximum multiplication of microorganisms present on the leaves. Though prolonged preservation is not a common practice among farmers, very often the excess leaves left-over under such conditions are generally fed to the worms. This provides opportunity for the pathogenic forms to induce disease in silkworms.

Most of the microorganisms isolated are either residents or casuals in the phylloplane of mulberry (Sukumar, 1983) and their concentration is influenced by leaf age, season and plant height. It is possible that the phylloplane microorganisms of mulberry bring about early senescence of leaves under storage by degrading proteins into amino acids and carbohydrates into simple sugars. These breakdown products serve as nutrients for the enhanced multiplication of microbes. Dickinson (1965, 1967) and Hudson (1962) have also shown that senescing plant parts support a large number of microorganisms. The majority of the fungi isolated in the present study except a few isolates of *Aspergillus flavus* and *A. niger* are non-pathogenic. Sukumar (1983) has shown that high concentration of *Cryptococcus laurentii* on leaves can reduce the cocoon yield by 1.07 times while *Sporobolomyces roseus* on the other hand increased the yield by 1.20 times compared to the control. *Aspergillus flavus* and *A. niger* causing aspergillosis of silkworms showed 10 and 24 fold increase respectively on the third day of incubation. The isolation of *Staphylococcus* sp., a well known animal and human pathogenic genus, and other bacteria from mulberry leaves warrant a critical study on their role in silkworm health. Detailed investigations have been carried out on the occurrence of these microorganisms in the phylloplane of mulberry and its concentration on different leaves through seasons. The data will be published elsewhere. The present study indicates that prolonged preservation of mulberry leaves results in malnutrition, predisposing the silkworms for attack by pathogenic forms, which enormously multiply on leaves during preservation.

ACKNOWLEDGEMENT

We sincerely thank the University of Mysore for facilities and CSIR, New Delhi for financial assistance.

REFERENCES

- DICKINSON C.H., (1965), The mycoflora associated with *Halimione portulacoides*, III. Fungi on green and moribund leaves. Trans. Br. Mycol. Soc., 48, 603-610.
- DICKINSON C.H., (1967), Fungal colonization on *Pisum* leaves. Can. J. Bot., 45, 915-927.
- HUDSON H.J., (1962), Succession of fungi on ageing leaves of *Saccharum officinarum*. Trans. Br. Mycol. Soc., 45, 395-423.
- RANGASWAMY G., NARASIMHANNA M.N., KASHIVISWANATHAN K., SASTRY C.R., (1976), Sericulture manual. 1. Mulberry cultivation, FAO Agric. Ser. Bull., FAO, Rome, 150 p.
- SUKUMAR J., (1983), Studies on the phylloplane microflora of mulberry (*Morus indica* L.), Ph.D. thesis, Univ. Mysore, Mysore, India, 233 p.
- TUITE J., (1969), Plant pathological methods. Fungi and bacteria. Burgess Publ. Co., Minn., 239 p.

Microorganisms/ Microorganismes	Days of preservation/ Jours de stockage			
	0	1	2	3
	No. of colonies/cm ² leaf surface/ Nb de colonies/cm ² de surface de feuille			
<u>Bacteria/ Bactéries</u>				
1. <u>Erwinia herbicola</u>	301	1 512	5 664	13 296
2. <u>Corynebacterium</u> sp.	153	1 399	2 347	7 524
3. <u>Staphylococcus</u> sp.	2	29	109	142
4. <u>Pseudomonas maltophila</u>	5	38	60	75
5. Other bacteria/ Autres bactéries	78	600	1 060	4 070
Total bacteria/ Total des bactéries	539	3 578	9 240	25 107
<u>Yeasts/ Levures</u>				
1. <u>Cryptococcus laurentii</u>	6	40	60	200
2. <u>Sporobolomyces roseus</u>	3	15	27	130
3. Other yeasts/ Autres levures	5	27	16	24
Total yeasts/ Total des levures	14	82	103	354
<u>Filamentous fungi/ Champignons filamenteux</u>				
1. <u>Cladosporium cladosporioides</u>	14	29	216	760
2. <u>Phoma sorghina</u>	12	19	41	125
3. <u>Nigrospora sphaerica</u>	10	19	91	125
4. <u>Curvularia lunata</u>	3	5	2	19
5. <u>Aspergillus niger</u>	2	5	7	48
6. <u>Aspergillus nidulans</u>	2	2	5	10
7. <u>Sphaeropsidales</u>	2	2	5	10
8. <u>Alternaria</u> spp.	1	2	7	19
9. <u>Aspergillus flavus</u>	1	2	5	10
10. <u>Curvularia lunata</u>	1	2	5	10
11. <u>Drechslera sorokiniana</u>	1	2	6	10
12. <u>Drechslera bicolor</u>	1	2	5	10
13. Other fungi/ Autres champignons	7	14	31	202
Total filamentous fungi/ Total des champignons filamenteux	57	105	426	1 358
Total microorganisms/ Total des microorganismes	610	3 766	9 769	26 819
Bacteria/fungi ratio/ Ratio bactéries/champignons	7.59	19.13	13.68	14.66

Table I. Concentrations of microorganisms isolated from mulberry leaves during different periods of preservation.

Tableau 1. Concentrations des microorganismes isolés à partir de feuilles de mûrier aux différents stades du stockage.

Microorganism/ Microorganisme	Season/ Saison	Days of preservation/ Jours de stockage			
		0	1	2	3
		No. of colonies/cm ² leaf surface/ Nb. de colonies/cm ² de surface de feuille			
Bacteria/ Bactéries	Summer	278	1 767	4 640	12 501
	Rainy	801	5 389	13 800	37 714
	Winter	539	3 578	8 280	25 107
Yeasts/ Levures	Summer	3	39	52	160
	Rainy	14	72	87	360
	Winter	85	140	171	542
Filamentous fungi/ Champignons filamenteux	Summer	21	53	209	629
	Rainy	94	146	634	2 037
	Winter	57	117	443	1 408

Table II. Seasonal variations in the populations of bacteria, yeasts and filamentous fungi on preserved mulberry leaves.

Tableau II. Variations saisonnières chez les populations de bactéries, levures et champignons filamenteux sur les feuilles de mûrier conservées en stockage.

VARIATIONS DANS LA POPULATION MICROBIENNE DES FEUILLES DE MURIER AU COURS DE CONSERVATION PROLONGEE

J. SUKUMAR* et A. RAMALINGAM

Post-Graduate Department of Botany,
University of Mysore,
Manasagangothri,
Mysore 570 006,
Inde.

Les feuilles de mûrier stockées ont été prélevées pendant trois jours, à 24 heures d'intervalle pendant l'été, l'hiver et la saison des pluies, afin d'évaluer les changements de concentration de la microflore. Un stockage prolongé a permis d'enregistrer une augmentation importante des bactéries et des champignons. *Aspergillus flavus* et *A. niger*, deux champignons pathogènes du ver à soie et *Staphylococcus*, une bactérie bien connue pathogène envers l'homme et les animaux ont été isolés en nombre croissant, ainsi que de nombreuses formes non pathogènes.

INTRODUCTION

Les feuilles de mûrier fraîchement ramassées sont extrêmement sapides et nutritives pour les vers à soie (Kangaswamy et al. 1976). Il a été démontré qu'elles abritent à leur surface un grand nombre de bactéries et de champignons (Sukumar, 1983). Dans les villages, les feuilles de mûrier récoltées sont protégées par une couverture en toile de jute humide. Plusieurs études ont été faites sur les variations nutritionnelles des feuilles dans le cas de stockage prolongé. Pourtant nous manquons d'informations sur les variations qualitatives et quantitatives de la microflore de ces feuilles. Cette étude rend compte des variations de concentration des microorganismes et de leur conséquences probables sur la santé du ver à soie.

* Karnataka State Sericulture Development Institute, Thalaghattapura, Bangalore 560 062, Inde.

MATERIEL ET METHODES

Les feuilles de mûrier de la variété M5 de *Morus indica* L. sont récoltées, enveloppées dans une toile de jute humide stérilisée, puis conservées dans un endroit frais. Les feuilles sont analysées à 24 heures d'intervalle, sur trois jours, par la technique de dilution sur plaque en utilisant de l'extrait de levure Czepek Dox gélosé avec 25 ppm de chloramphénicol et de la gélose de peptone de boeuf pour isoler les champignons et les bactéries (Tuite, 1969). Des disques de 2,1 cm de diamètre sont découpés dans des feuilles prises au hasard, à l'aide d'un emporte-pièce stérile. 24 de ces disques sont placés dans 100 ml d'eau distillée stérilisée avec une goutte de Tween-80 dans un Erlenmeyer de 250 ml. Les disques sont agités pendant 30 minutes à l'aide d'un agitateur magnétique afin d'amener les microorganismes en suspension. Trois dilutions appropriées sont préparées à partir du lavage des feuilles et utilisées pour la préparation des plaques. 1 ml de chaque dilution est placé dans des boîtes de Pétri stériles à l'aide de pipettes stériles et les plaques sont couvertes de gélose molle et mises à 35°C environ. Les boîtes de Pétri sont brassées pour répartir la solution et amener la gélose à se solidifier. Chaque dilution est répétée trois fois. On laisse incuber les boîtes de Pétri à température ambiante (24-28°C). La numération (ou dénombrement) des champignons filamenteux a été faite les 3ème et 6ème jours, celle des levures, les 2ème et 3ème jours d'incubation. Des dilutions plus fortes du lavage des feuilles sont placées sur plaques pour la numération des bactéries qui est effectuée le 3ème jour de l'incubation. La concentration des microorganismes est estimée par unité de surface de feuille. Pour tester la pathogénicité des champignons envers les vers à soie, on vaporise sur les vers à soie du 3ème âge larvaire une suspension de spores (10^5 spores/ml) préparée à partir d'une culture de champignons-échantillons, datant de dix jours et on enregistre le pourcentage d'infection. Les expériences ont été menées pendant l'été, l'hiver et la saison des pluies. Les chiffres présentés sont la moyenne de toutes les saisons.

RESULTATS

Au total, 15 champignons filamenteux, 4 bactéries et 4 levures ont été isolés à partir des feuilles. La concentration des microorganismes isolés de manière permanente est donnée dans le Tableau I. Les formes stériles et celles qui ont été isolées sporadiquement sont groupées dans la rubrique "autres bactéries, levures et champignons". Une augmentation très forte de la concentration des microbes a été notée lorsque la période de stockage se prolonge. En général, le nombre des bactéries dépasse celui des champignons. *Cladosporium cladosporioides* est le constituant dominant parmi les champignons filamenteux, suivi de *Phoma sorghina*, *Nigrospora sphaerica*, *Curvularia lunata*, *Aspergillus niger*, *A. nidulans*, *A. flavus*, sphaeropsidales, *Drechslera sorokiniana* et *D. bicolor*. Parmi les levures, le type prédominant est *Cryptococcus laurentii*, suivi de *Sporobolomyces roseus*. La majorité de la population bactérienne est représentée par *Erwinia herbicola*, suivi de *Corynebacterium* sp., *Staphylococcus* sp. et *Pseudomonas maltophilia*. La concentration la plus forte en microorganismes est enregistrée pendant la saison des pluies (Tableau II). Elle diminue pendant l'été. Les levures sont en général plus importantes pendant les mois d'hiver. Les microorganismes atteignent leur concentration maximum le 3ème jour de conservation. La proportion de bactéries/champignons, plus importante le 1er jour, diminue généralement jusqu'au 3ème jour, en raison de la multiplication rapide des champignons. Parmi les champignons testés pour leur pathogénicité, trois isolats de *Aspergillus flavus* et *A. niger* provoquent l'aspergillose sur 4,3 et 6,1 % des larves traitées, les autres étant non-pathogènes.

DISCUSSION

Le stockage prolongé des feuilles de mûrier diminue leur qualité nutritive (Rangaswamy *et al.*, 1976) et accroît la population microbienne à la surface (présente étude). Dans les villages, les feuilles sont conservées dans une toile de jute. Pendant l'été, certains fermiers vaporisent légèrement les feuilles d'eau, avant la conservation. Cette méthode assure une humidité relative suffisante pour permettre une multiplication maximum des microorganismes présents sur les feuilles. Bien que le stockage prolongé ne soit pas une pratique courante chez les fermiers, l'excédent de feuilles est très souvent donné en nourriture aux vers à soie sous cette forme. Les formes pathogènes provoquent ainsi des maladies chez le ver à soie.

La plupart des microorganismes isolés sont présents sur la surface foliaire du mûrier de manière permanente ou occasionnelle, et leur concentration dépend de l'âge de la feuille, la saison et la hauteur de la plante. Il est possible que pendant le stockage, les microorganismes de la surface foliaire du mûrier entraînent la sénescence des feuilles par dégradation des protéines en acides aminés et des hydrates de carbone en sucres simples. Ces produits décomposés sont des substances nutritives qui accélèrent la multiplication des microbes. Dickinson (1965, 1967) et Hudson (1962) ont également montré que les parties sénescentes des plantes portent un grand nombre de microorganismes. La majorité des champignons isolés dans cette étude, exception faite de quelques isolats de *Aspergillus flavus* et de *A. niger* ne sont pas pathogènes. Sukumar (1983) a montré qu'une forte concentration de *Cryptococcus laurentii* sur les feuilles peut réduire le rendement en cocon de 1,07 fois alors que *Sporobolomyces roseus* améliore le rendement en cocon de 1,2 fois par rapport à l'échantillon témoin. *Aspergillus flavus* et *A. niger* provoquant l'aspergillose du ver à soie augmentent de 10 et 24 fois respectivement, au 3ème jour de l'incubation. L'isolement à partir des feuilles de mûrier de *Staphylococcus* sp., pathogène humain bien connu, et d'autres bactéries, justifie une étude critique de leur rôle sur la santé du ver à soie. Des recherches détaillées ont été faites sur la présence de ces microorganismes à la surface foliaire du mûrier et sur leur concentration sur les différentes feuilles pendant les diverses saisons. Les résultats seront publiés ultérieurement. Cette étude indique que le stockage prolongé des feuilles de mûrier provoque une malnutrition et prédispose les vers à soie à l'attaque des formes pathogènes qui se multiplient sur les feuilles pendant le stockage.

REMERCIEMENTS

Nous remercions sincèrement l'Université de Mysore pour les facilités accordées et le C.S.I.R., New Delhi pour son aide financière.

REVUE SIGNALETIQUE

BIBLIOGRAPHY

INDICATIFS DES LANGUES UTILISEES

LANGUAGE SYMBOLS USED

(Bg)	Bulgare, Bulgarian.	(C)	Chinois, Chinese.
(D)	Allemand, German.	(E)	Anglais, English.
(F)	Français, French.	(J)	Japonais, Japanese.
(K)	Coréen, Korean.	(Pl)	Polonais, Polish.
(Pt)	Portuguais, Portuguese.	(R)	Russe, Russian.
(Ro)	Roumain, Rumanian.	(S)	Espagnol, Spanish.

Les lettres minuscules correspondantes sont utilisées pour indiquer la langue du résumé.

The corresponding small letters are used for indicating the language of the summary.

Sériciculture Générale

General Sericulture

An.

Muga culture.

Elevage du ver à soie muga.

Indian Silk, 1986, 25(3), 17. (E)

An.

Eri culture.

Elevage du ver à soie eri.

Indian Silk, 1986, 25(3), 20. (E)

An.

Eri and mulberry culture in Manipur.

Elevage du ver à soie eri et du ver à soie du mûrier dans le Manipur.

Indian Silk, 1986, 25(3), 23. (E)

An.

Scope of sericulture in Nagaland.

La sériciculture du Nagaland.

Indian Silk, 1986, 25(3), 25. (E)

BOUVIER H.

Perspectives d'avenir dans l'élevage du ver à soie.

Prospects of silkworm rearing.

In La Soie, 1986,, Pub. Musée d'Art et d'Histoire, Neuchâtel, 27. (F)

ISA M. THANGAVELU K.

Improved technology for muga food plant cultivation.

Techniques améliorées pour la culture des plantes nourricières du muga.

Indian Silk, 1986, 25(3), 31. (E)

General sericulture

NARASIMHANA MURTHY C.V., SHEKHARAPPA B.M., MAHADEVAPPA D.

A new perspective of sericultural extension supervision.

Une nouvelle perspective de la supervision de l'extension séricicole.

Indian Silk, 1986, 25(2), 24. (E)

RAPP A.

Histoire de la soierie européenne jusqu'à l'époque de Napoléon.

History of the European silk industry up to Napoleon era.

In La Soie, 1986, Pub. Musée D'Art et d'Histoire, Neuchâtel, 31. (F)

ROYLE J.G.

Silk culture in India.

Production de la soie en Inde.

Indian Silk, 1986, 25(2), 3. (E)

WIEDEMANN H.G., BAYER G.

Des insectes producteurs de fibres pour tissu. Cinq millénaires de sériciculture.

Insects producing fibres for fabrics. Five thousand years of sericulture.

In La Soie, 1986, Pub. Musée d'Art et d'Histoire, Neuchâtel, 11. (F)

Mûrier

Mulberry

ANGRISH R., DHIR K., NEHRANWALIA I., PUBBI S.

Seasonal morphogenetic behaviour of generative buds of *Morus nigra* cultured *in vitro*.
Comportement morphogénétique saisonnier des bourgeons générateurs de *Morus nigra* cultivé *in vitro*.

Plant Physiol., 1986, 122, 267-274. (E)

CHAKRAVORTY R.

Mulberry culture.

Culture du mûrier.

Indian Silk, 1986, 25(3), 14. (E)

DAIGO K., INAMORI Y., TAKEMOTO T.

Studies on the constituents of the water extract of the root of mulberry tree (*Morus bombycis* Koidz.).

Etudes sur les composants de l'extrait aqueux de la racine du mûrier (*Morus bombycis* Koidz.).

Chem. Pharm. Bull., 34, 2243.

FUKAI T., IKUTA J., NOMURA T.

Components of *Broussonetia papyfera* L. 3) Structures of two new isoprenylated flavonols, Broussonetiflavonols C and D.

Composants de *Broussonetia papyfera* L. 3) Structures de deux nouveaux flavonols isoprénylés, les Broussonetiflavonols C et D.

Chem. Pharm. Bull., 1986, 34, 1987.

HANO Y., FUKAI T., TSUBURA H., NOMURA T.

Pigments and related compounds of *Morus* rootbark.

Pigments et dérivés de l'écorce de la racine de *Morus*.

Tennen Yuki Kagobutsu Toroukai koen Yoshishu, 1985, 27, 710-711. (J)

- HASEGAWA I., HAYASAKA T.
Movement and distribution of rain water and leaching of nutrients in the volcanic ash soil under mulberry cultivation in the warm area with high rainfall.
Mouvement et distribution de l'eau de pluie et lessivage des éléments nutritifs dans le sol de cendre volcanique planté en mûriers dans les régions chaudes avec une pluviométrie élevée.
Sanshi Shikenjo Hokoku, 1985, 29(5), 533-560. (J)
- HIRAKURA K., FUJIMOTO Y., FUKAI T., NOMURA T.
Constituents of the cultivated mulberry tree. 30) Two phenolic glycosides from the root bark of the cultivated mulberry tree (*Morus Ihou*).
Composants du mûrier cultivé. 30) Deux phénol glycosides provenant de l'écorce de la racine du mûrier cultivé (*Morus Ihou*).
J. of natural Products (Lloydia), 1986.
- IIZUKA T.
Content of minor metallic elements and zinc deficiency in mulberry trees.
Contenu en éléments métalliques mineurs et carence en zinc chez les mûriers.
J. Seric. Sci. Jpn., 1986, 55(3), 209-215. (J,e)
- IKUTA J., HANO Y., NOMURA T., KAWAKAMI Y., SATO T.
Components of *Broussonetia kazinoki* Sieb. 1) Structures of two novel isoprenylated flavons and five new isoprenylated 1,3 diphenyl propane derivatives.
Composants de *Broussonetia kazinoki* Sieb. 1) Structures de deux nouveaux flavones isoprénylés et de cinq nouveaux dérivés de 1,3 diphenyl propane isoprénylés.
Chem. Pharm. Bull., 1986, 34, 1968.
- KAWAKAMI K., SHIMANE T.
Microbial control of the yellow-spotted longicorn beetle, *Psacotha hilaris* Pascoe (Coleoptera : Cerambycidae) by an entomogenous fungus, *Beauveria tenella*.
Contrôle microbien du scarabée longicorne à tâches jaunes *Psacotha hilaris* Pascoe (Coleoptera : Cerambycidae) par un champignon des insectes : *Beauveria tenella*.
J. Seric. Sci. Jpn., 1986, 55(3), 227-234. (J,e)
- KANDASAMY D., RADHA N.V., OBLISAMI G.
Response of different mulberry varieties to the inoculation of VA-mycorrhizal fungi.
Réponse de différentes variétés de mûrier à l'inoculation de champignons VA-mycor-rhizes.
Indian J. Seric., 1986, 25(1), 36-39. (E)
- KIM H., PATEL K.R., THORPE T.A.
Regeneration of mulberry plantlets through tissue culture.
Régénération de plantules de mûrier par la culture des tissus.
Bot. Gaz., 1985, 146(3), 335-340. (E)

KIMURA Y., OKUDA H., NOMURA T., FUKAI T., ARICHI S.
Effects of flavonoids and related compounds of mulberry tree on arachidonate metabolism in rat platelet homogenates.

Effet des flavonoïdes du mûrier et de leurs composés sur le métabolisme de l'arachidonate dans des homogénats de plaquettes sanguines de rat.

Chem. Pharm. Bull., 1986, 34, 1223. (E)

LOKANATH R., SHIVASHANKAR K.

Effect of foliar application of micronutrients and magnesium on the growth, yield and quality of mulberry (*Morus alba* Linn.).

Effet de l'application foliaire de micro-éléments nutritifs et de magnésium sur la croissance, le rendement et la qualité du mûrier (*Morus alba* Linn.).

Indian J. Seric., 1986, 25(1), 1-5. (E)

OHNISHI T.

Freezer storage method for mulberry leaves pretreated with boiling water.

Méthode de conservation au froid des feuilles de mûrier préalablement traitées à l'eau bouillante.

J. Seric. Sci. Jpn., 1986, 55(2), 137. (E)

OHNISHI T., YASUKURA F., TAN J.

Preservation of mulberry callus by the addition of both abscissic acid (ABA) and p-aminobenzoate (PABA) in culture medium.

Conservation des cals de mûrier par addition d'acide abscissique (ABA) et de p-aminobenzoate (PABA) dans le milieu de culture.

J. Seric. Sci. Jpn., 1986, 55(3), 252-255. (J,e)

OHNISHI T., KOBAYASHI Y.

Initial growth of mulberry stem apex cultures in liquid culture medium with a filter paper bed.

Croissance initiale des cultures souches d'apex de tige de mûrier dans un milieu liquide sur une couche en papier filtre.

J. Seric. Sci. Jpn., 1986, 55(3), 259. (E)

PARK K.J., NAM H.W., CHUNG T.A.

The characteristics of "Jogiljiroe" with brown branch, a different line from Ichinose variety.

Caractéristiques du "Jogiljiroe" à branche marron, une lignée différente de la variété Ichinose.

Res. Rep. Off. Rural Dev. (Suwon), 1984, 26, 65-68. (E)

SARKAR A., DAS B.C., CHAKRABORTY S.P.

Yield stability in mulberry.

Stabilité du rendement chez le mûrier.

Indian J. Agric. Sci., 1986, 56(4), 305. (E)

SHIKATA M., HASHINO M., SHINJO M., FURUSAWA T., KUSUIR E.

Massive improvement on survival ratio of hardwood cuttings in subtropical mulberry varieties pretreated with girdling.

Amélioration importante du taux de survie des boutures ligneuses chez les variétés subtropicales de mûrier préalablement traitées par incision annulaire.

J. Seric. Sci. Jpn., 1986, 55(2), 173. (J)

SIDDAPAJI G., PUTTARAJU T.B., VENKATAGIRIYAPPA S.

Icerya aegyptiaca Douglas, a new pest of mulberry (*Morus alba* Linn.) in India and its control.

Icerya aegyptiaca Douglas, un nouveau parasite du mûrier (*Morus alba* Linn.) en Inde et son contrôle.

Current Science, 1984, 53(24), 1298-1299. (E)

SIKDAR A.K., GOVINDAIAH, MADHAVA RAO Y.R., JOLLY M.S., GIRIDHAR K.

Control of root-knot nematode disease of mulberry by temik 10G and oil cakes.

Lutte contre la maladie du noeud de la racine du mûrier due à un nématode par le témik 10G et les pâtes huileuses.

Indian J. Seric., 1986, 25(1), 33-35. (E)

SUSHEELAMMA B.N., JOLLY M.S.

Evaluation of morpho-physiological parameters associated with drought resistance in mulberry.

Evaluation des paramètres morphophysiologiques associés à la résistance à la sécheresse chez le mûrier.

Indian J. Seric., 1986, 25(1), 6-14. (E)

TOJYO I., WATANABE Y., HAYASAKA S.

Breeding of new triploid mulberry cultivars, Shinkenmochi and Aobanezumi.

Sélection de nouveaux cultivars de mûrier triploïdes, Shinkenmochi et Aobanezumi.

Bull. Ser. Exp. Stat. (Yatabe), 1986, 30(2), 151-250. (J,e)

YAMASHITA T.

Mobilization of carbohydrates, amino acids and adenine nucleotides in hardwood stems during regrowth after partial shoot harvest in mulberry trees (*Morus alba* L.).

Mobilisation des hydrates de carbone, des acides aminés et des nucléotides d'adénine chez les tiges ligneuses pendant la repousse après récolte partielle des rameaux chez le mûrier (*Morus alba* L.).

Ann. Bot., 1986, 57(2), 237-244. (E)

YOSHI T., SUZUKI T.

On the nematodes found in mulberry trunks and yellow-spotted longicorn beetles (Coleoptera : Cerambycidae).

Les nématodes que l'on trouve sur les troncs des mûriers et les scarabées longicornes à tâches jaunes (Coleoptera : Cerambycidae).

Annual Rep. Soc. Plant Protection of North Japan, 1985, 33, 129-130. (J)

B. mori : élevage, nutrition, pathologie.

B. mori : rearing, feeding, pathology.

AOKI J., HAMANO K.

Opportunistic injection of *Mucor* sp. (Mucolales : Mucolacea) to the silkworm, *Bombyx mori* (Lepidoptera : Bombycidae).

Injection opportune de *Mucor* sp. (Mucolales : Mucolacea) chez le ver à soie *Bombyx mori* (Lepidoptera : Bombycidae).

Appl. Ent. Zool., 1985, 20(2), 230-232. (E)

BABURASHVILI E.I., NONTKASHVILI L.V., AMIRANASHVILI M.K., SIKHARULIDZE K.L.

Results of the action of imanine on polyhedrosis of the silkworm.

Résultats de l'action de l'imanine sur la polyédrose chez le ver à soie.

In Novoe v selektsii i agrotekhnike tutovogo shelkopryada i shelkovitsy (Ed. by Natishvili O.G.), Gruzinskii Sel'skokhozyaistvennyi Institut, Tbilissi, 1984. (R)

CHERNYSH S.I., LUKHTANOV V.A., SIMONENKO N.P.

Adaptation to damage in the silkworm *Bombyx mori* L. (Lepidoptera : Bombycidae). III. Adaptogenesis and resistance of larvae to stress-induced activation of latent virus infection.

Adaptation aux agressions chez le ver à soie *Bombyx mori* L. (Lepidoptera : Bombycidae). III. Adaptogénèse et résistance des larves à l'activation induite par stress d'une infection virale latente.

Entomologicheskoe Obozrenie, 1985, 64(2), 267-272. (R)

DZNELADZE A.N., TOPURIYA T.S.P., BAKHTURIDZE D.K., TABISHVILI T.S.I.

Productivity of complex hybrids in the conditions of Georgia, developed from local and Bulgarian strains of silkworm.

Productivité d'hybrides complexes développés à partir de souches locales et de souches bulgares de vers à soie dans les conditions de la Géorgie.

In Novoe v selektsii i agrotekhnike tutovogo shelkopryada i shelkovitsy (Ed. by Natishvili O.G.), Gruzinskii Sel'skokhozyaistvennyi Institut, Tbilissi, 1984, 41-51.

Bombyx rearing

DZNELADZE A.N., TSERETELI T.A., LEBSVERIDZE L.

Dynamics of weight increase and haemolymph growth of 5th-instar larvae of various strains of the silkworm.

Dynamique de la prise de poids et de la croissance de l'hémolymphe des larves du 5ème âge de diverses souches de ver à soie.

In Novoe v selektsii i agrotekhnike tutovogo shelkopryada i shelkovitsy (Ed. by Natishvili O.G.), Gruziinskii Sel'skokhozyaistvennyi Institut, Tbilissi, 1984, 56-61.

EREMINA O.Y., TKACHEVA E.V.

Pyrethroid toxicity to the silkworm.

Toxicité du pyrèthroïde envers le ver à soie.

Zashch. Rast. (Moscow), 1986, (3), 44-55. (R)

HOSNY A., EL-KARAKSY I.A., KOTBY F.A.

Effects of some disinfectants on larval mortality rates and silk yield of the mulberry silkworm, *Bombyx mori* L.

Effets de certains désinfectants sur les taux de mortalité larvaire et le rendement en soie du ver à soie du mûrier *Bombyx mori* L.

Indian J. Seric., 1986, 25(1), 29-32. (E)

HUKUHARA T., ISO M., ABE H.

The effect of serotonin on the midgut motility and virus resistance in the silkworm, *Bombyx mori*.

Effet de la sérotonine sur la mobilité de l'intestin moyen et la résistance aux virus chez le ver à soie *Bombyx mori*.

J. Seric. Sci. Jpn., 1986, 55(2), 158. (J,e)

IMANISHI S.

The simple method of detection of the hydroperoxide lipids in the artificial diet for the silkworm, *Bombyx mori*.

Une méthode simple de détection des lipides hydroperoxydés dans l'aliment artificiel pour le ver à soie *Bombyx mori*.

J. Seric. Sci. Jpn., 1986, 55(2), 175. (J)

KARPOV A.E.

The frequency of spontaneous and induced nuclear polyhedrosis of *Bombyx mori* silkworm moth progeny of healthy and diseased insects.

Fréquence de la polyédrose spontanée et induite dans la descendance de papillons de *Bombyx mori* sains et malades.

Microbiol. Zh. (Kiev), 1984, 46(5), 56-59. (R)

KATAOKA K., IMAI T.

Cocoon quality and physical properties of the cocoon filaments produced by silkworms reared on mulberry leaves and artificial diet.

Qualité des cocons et propriétés physiques de la bave produits par des vers à soie élevés avec des feuilles de mûrier et avec des aliments artificiels.

J. Seric. Sci. Jpn., 1986, 55(2), 112. (J,e)

KAWASUGI S., MATSUDA M.

Changes of antiseptics in an artificial diet of the silkworm. 1) Sorbic acid.

Changements apportés par les antiseptiques dans les aliments artificiels pour le ver à soie. 1) Acide sorbique.

Sanshi kenkyu, 1985, 132, 71-77. (J)

KIUCHI M., ABE S., AKAI H.

Growth and food efficiency in precocious trimolter silkworms induced by the administration of an anti-JH compound.

Croissance et utilisation de la nourriture chez les vers à soie trimuants précoces induits par administration d'un composé anti-JH.

J. Seric. Sci. Jpn., 1986, 55(3), 246-251. (J,e)

LEE S.P., HONG K.W., SOHN K.W., CHOI S.R., MAH Y.I., KIM K.Y.

Breeding of new spring silkworm variety Baegokjam.

Sélection d'une nouvelle variété Baegokjam de ver à soie pour l'élevage de printemps.

Res. Rep. Off. Rural Dev. (Suwon), 1984, 26, 58-64. (E)

LIU S.X., et al.

A summary of the techniques for the control of *Nosema bombycis* Nagell in *Bombyx mori* with instant acid treatment at high temperature.

Un aperçu des techniques de lutte contre *Nosema bombycis* Nagell chez *Bombyx mori* avec le traitement instantané à l'acide à haute température.

Guangdong Agricultural Science, 1984, 3, 20-21. (C)

LOKANATHI R., SHIVASHANKAR R., KASIVISWANATHAN K.

Effect of foliar application of magnesium and micro-nutrients to mulberry on the quality and production of cocoons.

Effets de l'application sur les feuilles de mûrier de micro-éléments nutritifs et de magnésium sur la qualité et la production de cocons.

Indian J. Seric., 1986, 25(1), 40. (E)

MATHAVAN S., BASKARAN K., ANITHA SIRONMANI T., PANDIAN T.J.

Studies on the utilization of single cell protein by the silkworm *Bombyx mori*.

Etude sur l'utilisation des protéines d'unicellulaires par le ver à soie *Bombyx mori*.

Entomol. exp. appl., 1984, 36, 61-68. (E)

MIYAJIMA S., KAWASE S.

Inhibitory effects of several guanidine salts and derivatives on the incidence of infectious flacherie in the silkworm, *Bombyx mori*.

Effets inhibiteurs de plusieurs sels de guanidine et dérivés sur l'incidence de la flacherie infectieuse chez le ver à soie *Bombyx mori*.

J. Seric. Sci. Jpn., 1986, 55(3), 202-204. (J,e)

MIYAJIMA S., WASHIDA S., KURASHIMA H., KAWASE S.

Effects of guanidine administration for the control of infectious flacherie of the silkworm on the quality of the cocoon.

Effets de l'administration de guanidine employée pour lutter contre la flacherie du ver à soie sur la qualité du cocon.

J. Seric. Sci. Jpn., 1986, 55(3), 216-219. (J,e)

NARAYAMA SWAMY T.K., SHYAMALA M.B., R. GOVINDAN

Cross infectivity studies of kenchu virus of silkworm, *Bombyx mori* L. to *Spodoptera litura* (Fabricius) and *Spilosoma obliqua* Walker.

Etude de l'infectivité croisée du virus kenchu du ver à soie *Bombyx mori* L. envers *Spodoptera litura* (Fabricius) and *Spilosoma obliqua* (Walker).

Indian J. Seric., 1986, 25(1), 21-24. (E)

OGAWA H.

Panocon, a new acaricide.

Le Panocon, un nouvel acaricide.

Japan Pesticide Information 1985 46, 11-17 (E)

SAMSON M.V., REMADEVI O.K.

A new record on the parasites of the uzi fly, *Tricholyga bombycis* Beck.

Nouvelles données sur les parasites de la mouche ouzi *Tricholyga bombycis* Beck.

Current Science, 1985, 54(21), 1144. (E)

SEKI H.

Moulting of Silkworm, *Bombyx mori*, larvae administered with an imidazole group fungicide.

La mue chez les larves de ver à soie *Bombyx mori*, auxquelles on a administré un fongicide du groupe imidazole.

Nippon Oyo Dobutsu Konchu Gakkaishi, 1985, 29(3), 247-250. (J)

SZILACYI M., ORDOGH G.

Control of *Pseudaulacaspis pentagona*.

Lutte contre le *Pseudaulacaspis pentagona*.

Mezogazd. Kemizalasa (Konf.), 1985, 102-106, Nehezvegyip. Kut. Intez : veszprem, Hung

TANAKA Y.

Studies on utilization of *Chlorella* powder in artificial diets for young larvae of Chinese strains.

Etudes sur l'utilisation de la poudre de *Chlorella* dans les aliments artificiels pour les jeunes larves de souches chinoises.

Rep. Silk Sci. Res. Inst., 1986, 34, 27-35. (J,e)

TOJO A.

Mode of action of bipyramidal δ -endotoxin of *Bacillus Thuringiensis* subsp Kurstaki.
Mode d'action de la δ -endotoxine bipyramidale de *Bacillus Thuringiensis* subsp.
Kurstaki.

Appl. environm. Micorbiol., 1986, 51, 630-633. (E,e)

VENUGOPALA PILLAI S., JOLLY M.S.

Studies on the population build up and control measures of the red spider mite,
Tetranychus equatorius (McGr).

Etudes sur le développement de la population et les moyens de lutte contre l'araignée
rouge *Tetranychus equatorius* (MCCR).

Indian J. Seric., 1986, 25(1), 15-20. (E)

VORONKOV M.G., NASIRILLAREV U.N., PARPIEV B.A., D'YAKOV V.M.

Effect of highly dispersed silicon dioxide on silkworm productivity.

Effet du dioxyde de silicone hautement dispersé sur la production du ver à soie.

Dokl. Akad. Nauk. SSR, 1985, 285(5), 1235-1238. (R)

Vers à soie : génétique. Silkworms: genetics.

EGUCHI R., FURUTA Y., NINAKI O.

Dominant nonsusceptibility to densovirus in the silkworm, *Bombyx mori*.
Caractère dominant d'insensibilité au virus de la denso-nucléose chez le ver à soie *Bombyx mori*.

J. Seric. Sci. Jpn., 1986, 55(2), 177. (E)

GVINEPADZE SH. K., DZNELADZE A.N., MATSURASZE E.I., LEZHAVA V.A., DZIDZIGURI N.D.
Result of selection of lines obtained from simple Japanese Hybrids of the silkworm *Bombyx mori*.

Résultats de la sélection de lignées obtenues à partir d'hybrides japonais simples du ver à soie *Bombyx mori*.

In Nauchnye osnovy razvitiya shelkovodstva (Ed. by Natishvili O.G.), Gruzinskii Sel'skokhozyaistvennyi Institut, Tbilissi, 1985, 11-20, (R)

HARA W., FUJII H., SAKAGUCHI B.

The *ae* locus and the genes controlling cathodal amylase isozymes of digestive juice in *Bombyx mori*.

Le locus *ae* et les gènes contrôlant les izozymes de l'amylase cathodique du suc digestif chez *Bombyx mori*.

J. Seric. Sci. Jpn., 1986, 55(2), 147. (J,e)

KAWAGUCHI Y., BANNO Y., SHIMADA T., KOBAYASHI M.

Linkage studies on the storage protein-2 gene (*Pst*) in *Bombyx mori*.

Etudes de linkage du gène de la protéine-2 de stockage (*Pst*) chez *Bombyx mori*.

J. Seric. Sci. Jpn., 1986, 55(3), 243-245. (J,e)

OHNUMA A., TAZIMA Y.

Further studies on non-preference mutations in the silkworm 3. A new sex-linked mutant that shows defective food preference.

Etudes supplémentaires sur les mutations non-préférentielles chez le ver à soie 3. Un nouveau mutant lié au sexe qui montre une déficience pour la préférence de nourriture.

Rep. Silk Sci. Res. Inst., 1986, 34, 17-26. (J)

TAZIMA Y., ONHUMA A.

Further studies on non-preference mutations in the silkworm. 2. Genetic analyses of mutant strains and their interrelationship.

Etudes supplémentaires sur les mutations non-préférentielles chez le ver à soie. 2. Analyses génétiques de souches mutantes et leurs interrelations.

Rep. Silk Sci. Res. Inst. Jpn., 1986, 34, 1-16, (J, e)

YANG M.G., WU J.Z.

Inheritance of a spontaneous mutation "wingless" in the silkworm (*Bombyx mori*).

Héritabilité d'une mutation "sans ailes" chez le ver à soie (*Bombyx mori*).

Hereditas, 1984, 6(2), 24-26, (C)

Vers à soie : physiologie, biochimie. Silkworms : physiology, biochemistry.

ANDOL T., ARIMA R., MORI A., UCHIYAMA M.

Incorporation of ^{14}C -fatty acids into Bombykol, a female sex pheromone of the silkworm moth.

Incorporation d'acides gras ^{14}C dans le Bombykol, une phéromone sexuelle du papillon femelle du ver à soie.

Agr. Biol. Chem., 1986, 50, 1093.

ASKARI S., SHARAN R.K.

Studies of different coupling durations on preoviposition, fecundity and fertility of mulberry silkmoth, *Bombyx mori* L. (*Bombycidae* : *Lepidoptera*).

Etude de l'effet des différentes durées de l'accouplement sur la préoviposition, la fécondité et la fertilité du papillon *Bombyx mori* L. (*Bombycidae* : *Lepidoptera*).

Journal of Advanced Zoology, 1984, 5(2), 114-119.

DOI M., SHIOI Y., SASA T.

Purification and characterization of a blue-colored red fluorescent protein from the silkworm (*Bombyx mori*) larvae.

Purification et caractérisation d'une protéine à fluorescence rouge colorée en bleu provenant des larves du ver à soie *Bombyx mori*.

Comp. Biochem. Physiol., 1986, 83, 569.

FUJIMOTO Y., KIMURA M., KHALIFA I.A.M., IKEKAWA N.

Side chain structural requirements for utilization of sterols by the silkworm for growth and development. Non stereo-selective utilization of the 24-steroisomeric pairs of 24-Alkylsterols.

Besoins structuraux en chaînes latérales pour l'utilisation des stérols par le ver à soie pour sa croissance et son développement. Utilisation non stéréo-sélective des 24 paires stéréo-isomères de 24-alkylstérols.

Chem. Pharm. Bull., 1984, 32, 4372. (E)

HOU R.F., CHANG J.K.

Cellular Defense Response to *Beauveria bassina* in the silkworm *Bombyx mori*.

Réponse de défense cellulaire envers *Beauveria bassina* chez le ver à soie *Bombyx mori*.

Appl. Ent. Zool., 1985, 20(2), 118-125. (E)

INAGAKI S., YAMASHITA O.

Metabolic shift from lipogenesis to glycogenesis in the last instar larval fat body of the silkworm, *Bombyx mori*.

Basculement métabolique de la lipogenèse à la glycogénèse chez le corps adipeux des larves au 5e âge du ver à soie *Bombyx mori*.

Insect Biochemistry, 1986, 16, 327.

INOUE H., KIMURA S.

Fluorescent Antibody Study of Chitobiase in Uninfected and Nuclear-Polyhedrosis-virus infected larvae of the silkworm, *Bombyx mori* (Lepidoptera : Bombycidae).

Etude par anticorps fluorescent de la chitobiase chez les larves saines et les larves infectées par le virus de la polyédrose nucléaire, du ver à soie *Bombyx mori* (Lepidoptera : Bombycidae).

Appl. Ent. Zool., 1985, 20(2), 131-136. (E)

KANZAKI R., SHIBUYA T.

Descending protocerebral neurons related to the mating dance of the female silkworm moth.

Neurones protocérébraux descendants liés à la parade nuptiale du papillon mâle du ver à soie.

Brain Research, 1986, 377-378.

KATO Y., SAKATE S.

Oxygen consumption in summer diapause pupae of the Japanese oak silkworm, *Antheraea yamamai*.

Consommation d'oxygène chez les chrysalides en diapause estivale du ver à soie japonais du chêne *Antheraea yamamai*.

J. Seric. Sci. Jpn., 1986, 55(2), 168. (E,e)

KAWASAKI H., KIGUCHI K., AGUI N., IWASHITA Y.

Ecdysteroid tittle and wing development during the pupal-transformation of *Bombyx mori*.

Taux d'ecdystéroïde et développement des ailes pendant la transformation nymphale-adulte de *Bombyx mori*.

Zool. Sci., 1986, 3(2), 301-308. (E)

LAKSHMI, BHAGYA S.K., RAMAIAH T.R.

Partial purification of prostaglandin synthetase (EC.1.14.99.1) from silkworm *Bombyx mori*.

Purification partielle de la prostaglandine synthetase (EC.1.14.99.1) du papillon *Bombyx mori*.

Insect Biochem., 1984, 14(6), 725-728. (E)

MIKHAILOV V.S., MARLYEV K.A., ATAIEVA J.O., KULLYEV P., ATRAZHEV A.M.
Characterization of 3'-5' exonuclease associated with DNA polymerase of silkworm nuclear polyhedrosis virus.

Caractérisation de la 3'-5' exonucléase associée à la DNA polymérase du virus de la polyhédrose nucléaire du ver à soie.

Nuc. Ac. Res., 1986, 14, 3841.

MORI T., KIGUCHI K.

Correlations between histological changes of larval integument and haemolymph ecdysteroid levels during the last larval instar of the silkworm *Bombyx mori*.
Corrélation entre les changements histologiques, du tégument larvaire et des niveaux d'ecdystéroïdes de l'hémolymphe au cours du dernier âge larvaire de *Bombyx mori*.

Jpn., J. Appl. ent. Zool., 1985, 29, 284-297. (J,e)

OHNISHI E., MANABU O., WAKABAYASHI K., FUJIMOTO Y., IKEKAWA N.

Identification of Estradiol in the ovaries of the silkworm, *Bombyx mori*.

Identification d'estradiol chez les ovaires du ver à soie *Bombyx mori*.

General and Comparative endocrinology, 1985, 60, 35-38. (E,e)

OSANAI M.

Effects of insect hormones on the aging changes in protein to longevity of the silkworm, *Bombyx mori*.

Effets des hormones des insectes sur les variations des protéines dues au vieillissement et sur la longévité du papillon de *Bombyx mori*.

Biomed. Gerontol., 1984, 8, 62-63.

OSANAI M.

Lepidoptera as experimental animals for aging studies.

Les lépidoptères comme matériel expérimental pour les études sur le vieillissement.

Interdiscipl. Topics Geront., 1985, 21, 142-163. (E)

PETTY- SAPHON S., LIGHT J.A.

Silk production.

Production de soie.

Brit. UK Pat. Appl. GB., 1986, 2, 162-190.

REGAN L., DIGMAN J.D., SCIMMEL P.

A bacterial and Silkworm aminoacyl tRNA synthetase have a common epitope which maps to the catalytic Domain of each.

Une aminoacyl tRNA synthetase de bactérie et du ver à soie ayant un épitope commun qui se situe dans le domaine catalytique de chacune.

The Journal of Biological chemistry, 1985, 261(12) 5241-5244. (E,e)

RUBENSTEIN E.C., KELLY T.J., CULBERT C., WOODS C.W., WEEKS B.

Ecdysteroids in developing ovarian follicles of *Hyalophora cecropia*.

Ecdystéroïdes des follicules ovariens en développement de *Hyalophora cecropia*.

Arch. of Insect Biochem. & Physiol., 1986, 3, 253-263.

SARANGI S.K.

Alkaline protease in the midgut of the silkworm *Bombyx mori*: changes during metamorphosis.

Protéase de l'appareil digestif du ver à soie *Bombyx mori*: changements pendant la métamorphose.

Proc. Indian Acad. Sci., Anim. Sci., 1985, 94(5), 567-572. (E)

SEKIJIMA Y., FUKIJIMA Y. KONO T.

Activation of the human alternative complement pathway by heated cells of *Bacillus thuringiensis* subs. *thuringiensis*: inhibition by the hemolymph of silkworm *B. mori*.

Activation de la voie métabolique du complément humain par les cellules chauffées de *Bacillus thuringiensis*: inhibition par l'hémolymphe du ver à soie *B. mori*.

Appl. Entomol. Zool., 1986, 21(1), 182-184.

SHIMZU S., ARAKAWA A.

Latex agglutination test for the detection of the cytoplasmic polyhedrosis virus and the denonucleosis virus of the silkworm, *Bombyx mori*.

Test d'agglutination au latex pour la détection du virus de la polyhédrose cytoplasmique et du virus de la denonucleose du ver à soie, *Bombyx mori*.

J. Seric. Sci. Jpn., 1986, 55(2), 153. (J,j,e)

SINHA A.K., GOEL R.K., SENGUPTA K.

Studies on the larval and pupal cuticles of tasar silkworm *Antheraea mylitta* D. Etudes sur les cuticules larvaires et nymphales du ver à soie tussah *Antheraea mylitta* D.

Indian J. Seric., 1986, 25(1), 25-28.

SMITH-JOHANNSEN H., WITKIEWICZ H., IATROU K.

Infection of silkworm follicular cells with *Bombyx mori* nuclear polyhedrosis virus. Infection des cellules folliculaires du papillon du ver à soie par le virus de la polyhédrose nucléaire de *Bombyx mori*.

J. Invert. Pathol. 1986, 48, 74.

TANAKA K., IKEDA M., KOBAYASHI M.

Ultrastructure of the pericardial cells in the 4th and 5th instars and AcPase activity of proteinic granules in the silkworm, *Bombyx mori*.

Ultrastructure des cellules péricardiales au 4e et au 5e âge et activité AcPase des granules protéiques chez le ver à soie, *Bombyx mori*.

J. Seric. Sci. Jpn., 1986, 55(3), 183-190. (J,e)

TESHIMA T., UEKI Y., NAKAI T., SHIBA T., KIKUCHI N.

Structure determination of lepidopteran self-defense substance produced by silkworm. Détermination de la structure de la substance auto-défensive lépidoptérienne produite par le ver à soie.

Tetrahedron, 1986, 42, 829.

TOJO A., SAMASANTI W., YOSHIDA N., AIZAWA K.

Effects of the three proteases from gut juice of the silkworm *Bombyx mori*, on the two morphologically different inclusions of δ -endotoxin by *Bacillus thuringiensis* Kurstaki HD 1 strain.

Effet des trois protéases provenant du suc digestif du ver à soie *Bombyx mori* sur les deux inclusions morphologiquement différentes de la δ -endotoxine de la souche HD 1 de *Bacillus thuringiensis* Kurstaki.

Agr. Biol. Chemistry, 1986, 50, 575.

WEI D., GUO F.

The effect of exogenous 20-hydroxyecdysone on the pupal development of eri silkworm *Philosamia cynthia ricini*.

Effet de 20-hydroxyecdysone exogène sur le développement de la chrysalide du ver à soie *Philosamia cynthia ricini*.

Kunchong Xuebao, 1985, 28(4), 357-361

XIAMING QU., GUORONG O.I., ZIRAN H.

Comparative studies on antibacterial substances of silkworm after *Escherchia coli* injection by ultrasonic treatment.

Etudes comparatives par traitement aux ultra sons des substances antibactériennes du ver à soie après injection de *Escherchia coli*.

Kunchong Xuebao, 1984, 27(3), 275-279.

YAMADA M., INOKUCHI T.

Dietary effects on conversion of arginine to urea in the silkworm, *Bombyx mori*.

Effets de l'alimentation sur la conversion de l'arginine en urée chez le ver à soie *Bombyx mori*.

Nippon Oyo Dobutsu Konchu Gakkaishi, 1985, 29(1), 31-35. (J)

YOSHIDA H., ASHIDA M.

Microbial activation of two serine enzymes & prophenoloxidase in the plasma fraction of hemolymph of the silkworm, *Bombyx mori*.

Activation microbienne de deux enzymes de la sérine et de la prophénoloxydase dans la fraction plasmatique de l'hémolymphe du ver à soie *Bombyx mori*.

Insect Biochemistry, 1986, 16, 539. (E,e)

Vers à soie : oeufs, embryologie.

Silkworms: eggs, embryology.

DOREL C.

Etude de l'expression génique au niveau de la traduction au cours de l'embryogenèse et de la diapause de *Bombyx mori*.

Study on the gene expression at the translation level during embryogenesis and diapause of *Bombyx mori*.

Thèse Univ. LYON I, br., 1986, 56 p, 39 p, fig. (F)

FUJIMOTO V., IKEKARA N., OGISO M., OHNISHI E.

Characterization of 17 β -estradiol 3-(β -D-glucopyranoside) and 17-(α -D-glucopyranoside) as the metabolites of 17- β -estradiol in the cultured ovaries of the silkworm *Bombyx mori*.

Caractérisation du 17- β -estradiol 3- (β -D-glucopyranoside) et 17- (α -D-glucopyranoside) comme les métabolites du 17- β -estradiol chez les ovaires en culture du ver à soie *Bombyx mori*.

Experientia, 1986, 42, 567.

KAI H., KAWAI T., DOI S.

Esterase A4 elevation in cholesterol ester hydrolysis with respect to *Bombyx* egg diapause development.

Elévation de l'estérase A4 lors de l'hydrolyse ester du cholestérol en rapport avec le développement de l'oeuf diapausant de *Bombyx mori*.

J. Seric. Sci. Jpn., 1986, 55(2), 143. (E,e)

LEGAY J.M., GAUTIER N.

Contribution to modelling of the morphogenetic development of the silkworm egg (*Bombyx mori*).

Contribution à la modélisation du développement morphogénétique de l'oeuf du ver à soie (*Bombyx mori*).

Archives de Biologie, 1984, 95(4), 429-443. (F,e)

Embryogenèse chez un mutant à létalité embryonnaire, "oeuf en forme de haricot" de *Bombyx mori*, en tenant spécialement compte de la différenciation du mésoderme.

International Journal of Invertebrate Reproduction and Development, 1985, 8(4/5), 263-367, (E)

NAGASAWA H., KAMITO T., FUGO H., SUZUKI A.
Eclosion Hormone of the silkworm, *Bombyx mori*.
Hormone d'éclosion du ver à soie *Bombyx mori*.

Neurosecretion Biol. Neuro. Peptides Proc. Int. Symp. 9th, 1984, 386-391, published by Japan Sci. Soc. Press. Tokyo.

OSANAI M., YONEZAWA Y.
Changes in aminoacid pools in the silkworm, *Bombyx mori* during embryonic life. Alanine accumulation & its conversion to proline during diapause.
Variation dans les pools d'acides aminés chez le ver à soie *Bombyx mori* au cours de sa vie embryonnaire. Accumulation d'alanine et sa conversion en proline pendant la diapause.

Insect Biochemistry, 1986, 16, 373. (E)

PAPANIKOLAOU A.M., MARGARITIS L.H., HAMODRAKAS S.J.
Ultrastructural analysis of chorion formation in the silkworm *Bombyx mori*.
Analyse ultra structurale de la formation du chorion chez le papillon de *Bombyx mori*.
Can J. Zool., 1986, 64, 1158.

SONOBE H., ODAKE H.
Studies on embryonic diapause in the pnd mutant of the silkworm *Bombyx mori*.
5) Identification of a pnd+ gene specific protein.
Etude de la diapause embryonnaire chez le mutant pnd du ver à soie *Bombyx mori*.
5) Identification d'une protéine spécifique au gène pnd+.

Roux's Arch. Develop. Biol., 1986, 195, 229. (E)

SPOEREL N., NGUYEN H.T., KAFATOS F.C.
Gene regulation and evolution in the chorion locus of *Bombyx mori*. Structural and developmental characterization of four eggshell genes and their flanking DNA regions.
Régulation des gènes et évolution dans le locus du chorion de *Bombyx mori*. Caractérisation de la structure et du développement de quatre gènes du chorion et des séquences d'ADN flanquantes.

J. Mol. Biol., 1986, 190, 23.

SURGULADZE N.I., VERULASHVILI L.D.
The effect of some external factors in the parent generation on heat susceptibility of silkworm eggs.
Effet de certains facteurs externes chez la génération parentale sur la sensibilité à la chaleur des oeufs de ver à soie.

In Novoe v selektassii i agrotekhnike tutovogo shelkopryada i shelkovitsy (Ed. by Natishvili O.G.), Gruzinskii Sel'skokhozyalstvennyi Institut, Tbilissi, 1984, 51-55. (R)

TAKESUE S., KEINO H.

Microtubules during blastoderm formation in the eggs of the silkworm *Bombyx mori*.
Les microtubules au cours de la formation du blastoderme chez les oeufs de ver à soie *Bombyx mori*.

Develop. Growth & Diff., 1986, 28, 267.

YAGINUMA T., YAMASHITA O.

Malate-aspartate cycle as an effective hydrogen shuttle at the termination of diapause in the eggs of *Bombyx mori*.

Cycle malate-aspartate en tant que navette efficace de l'hydrogène à la fin de la diapause chez les oeufs de *Bombyx mori*.

Insect Biochemistry, 1986, 16, 677.

YOSHIMI T., SHIKATA M., FURUSAWA T., TADA M.

Chlorine distribution in the shells, and pH value of the contents from *Bombyx mori* eggs treated with HCl.

Distribution du chlore dans les chorions et pH du contenu chez les oeufs de *Bombyx mori* traités à l'acide chlorhydrique.

J. Seric. Sci. Jpn., 1986, 55(3), 197-201.

Vers à soie : glandes séricigènes.

Silkworms: silk glands.

AKAI H.

Scanning electron microscopic observations of fibroin secretion into the lumen of silk gland in *Bombyx mori*.

Observation au microscope électronique à balayage de la sécrétion de fibroïne dans le lumen de la glande séricigène chez *Bombyx mori*.

J. Seric. Sci. Jpn., 1986, 55(2), 163. (E,e)

DAI Y.J., LI R., ZHANG Y.Q.

Moulting hormone and silk protein synthesis : effect of ecdysone on nucleic acid metabolism in the posterior portion of silk gland in *Bombyx mori*.

L'hormone de mue et la synthèse des protéines de la soie : effet de l'ecdysone sur le métabolisme des acides nucléiques dans la partie postérieure de la glande séricigène chez *Bombyx mori*.

Acta Entomologica Sinica, 1985, 28(1), 8-14. (E)

KAMIJO S., LIZARDI P.M.

Low temperature causes accumulation of unspliced fibroin mRNA precursor molecules in silkworm larvae.

Une basse température entraîne l'accumulation des molécules précurseurs non épissées du mRNA de la fibroïne chez les larves du ver à soie.

Mol. Biol. Rep., 1986, 11, 77.

KUSUDA J., TAZIMA Y., ONIMARU K., NINAKI O., SUZUKI Y.

The sequence around the 5' end of the fibroin gene from the wild silkworm, *Bombyx mandarina*, and comparison with that of the domesticated species, *Bombyx mori*.

La séquence environnant l'extrémité 5' du gène de la fibroïne provenant du ver à soie sauvage *Bombyx mandarina*, et comparaison avec celle de l'espèce domestiquée *B. mori*.

M.G.C., 1986, 203, 359.

MING Z.H., TANG S.

Studies on the genetic material from the posterior silk gland of *Bombyx mori*.

Etude sur le matériel génétique provenant de la partie postérieure de la glande séricigène de *Bombyx mori*.

Hereditas China, 1985, 5(6), 5-8. (E)

Silkglands

NARAIN S., DIXIT R.P.

5'-nucleotidase activity in the spinning gland cells of *Diacrisis obliqua* (Arctiidae : Lepidoptera).

Activité 5'-nucleotidase chez les cellules de la glande fileuse de *Diacrisis obliqua* (Arctiidae : Lepidoptera).

Folia Histochem. Cytobiol., 1985, 23(4), 217-219. (E,e)

TAKADA N., MIYAJIMA N., OGURA T., MAEKAWA H.

The high molecular weight DNA prepared from the posterior silkgland of *Bombyx mori* by use of "Freezer-mill".

L'ADN à poids moléculaire élevé préparé à partir de la partie postérieure de la glande séricigène de *Bombyx mori* en utilisant un broyeur à congélation.

Nippon Oyo Dobutsu Konchu Gakkaishi, 1985, 29(51), 83-85. (J)

TILLINGHAST E.K., TOWNLES M.A.

The independent regulation of protein synthesis in the major ampullate glands of *Araneus cavaticus*.

Régulation indépendante de la synthèse des protéines dans les glandes ampoulées majeures de *Araneus cavaticus*.

J. Insect Physiol., 1986, 32, 117-123.

Soie

Silk

BERNEGGER M., RHONHEIMER H.G.

La soierie zurichoise, de la révolution industrielle à nos jours.
Zurich silk industry from the industrial revolution to the present days.

La soie, pub. Musée d'art et d'histoire, Neuchâtel, 1986, 141. (F)

BESSE N.

Aux côtés de la soierie lyonnaise, la rubannerie stéphanoise.
Besides Lyon silk industry, Saint Etienne ribbon manufacture.

La Soie, pub. Musée d'art et d'histoire, neuchâtel, 1986, 109. (F)

BESSE N.

Art, technique et valorisations professionnelles dans la fabrique de rubans de Saint Etienne.

Art, technique and professional enhancement in ribbon manufacture in Saint Etienne.

La Soie, pub; Musée d'art et d'Histoire, Neuchâtel, 1986, 115. (F)

BUADZE E.P., MERABISHVILI M.S., KRASNIKOVA L.Y., KORCHAGIN M.V.

Study of modified silk by I.R. spectroscopy.

Etude de la soie modifiée par spectroscopie à infrarouges.

Soobshch. Akad. Nauk gruz SSR, 1985, 119(3), 537-539. (R)

CURRIE R.

La soierie lyonnaise en 1986.

Silk industry in Lyon in 1986.

La Soie, pub. Musée d'art et d'Histoire, Neuchâtel, 1986, 67. (F)

DUPERRAY P.

La création contemporaine dans la soierie d'ameublement.

Contemporary creation in furnishing silk fabrics.

La soie, pub. Musée d'Art et d'Histoire, Neuchâtel, 1986, 55. (F)

Silk

FUJII A.

Dyeing properties of wild silk yarns bleached by three different methods.

Propriétés tinctoriales des fils de soie sauvage blanchis par différentes méthodes.

J. Seric. Sci. Jpn., 1986, 55(3), 220-226. (J,e)

GOSLINE J.M., DEMONT M.E., DENNY M.W.

The structure and properties of spider silk.

Structure et propriété de la soie d'araignée.

Endeavor, 1986, 10, 37. (E,e)

GRUBER A.

L'influence de l'Extrême Orient sur l'art textile européen, de l'antiquité au XIXe siècle.

The Far Eastern influence on European Textile art from the Antiquity to the XIXth century.

La Soie, pub. Musée d'Art et d'Histoire, Neuchâtel, 1986, 43. (F)

HANUMAPPA H.G., ERAPPA S.

Silk reeling : technology and viability.

Filature de la soie : technique et viabilité.

Indian Silk, 1986, 25(2), 14. (E)

ISLER U.

La soierie zurichoise, des origines au XIXe siècle.

Zurich silk industry, from the beginning to the XIXth century.

La Soie, pub. Musée d'Art et d'Histoire, Neuchâtel, 1986, 127. (F)

JOUSSELIN W.

Quelques précisions sur la soie sauvage.

More information about wild silk.

Bull. Soc. Vét. Prot. de France, 1986, 70(4), 247. (F)

KAKO T., KATAYAMA A.

Color fastness of mulberry and tussah yarn.

Rapidité de teinture des fils de soie mûrier et tussah

J. Seric. Sci. Jpn., 1986, 55(2), 118. (J,j,e)

KANNAN V.A.

Gold lace jarí.

Fil à broder de soie et d'or.

Indian Silk, 1986, 25(2), 21. (E)

KATO H.

Finishing of silk fabrics by polyethyleneglycol di (meta) acrylate.

Apprêt des tissus de soie avec du polyéthyléneglycol di (méta) acrylate.

J. Seric. Sci. Jpn., 1986, 55(3), 235-242. (J,e)

KURUPPILLAI R.V., HERSH S.P., TUCKER P.A.

Degradation of silk by heat and light.

Dégradation de la soie par la chaleur et la lumière.

Adv. Chem. Ser., 212 (Hist. Text. Rep. Mater.), 1986, (E)

KUWAKARA A., MASUJIMA H.

Reduction of frictional resistance by the fatty acid and amide treatment on the raw silk with different sericin content and fineness.

Réduction de la résistance à la friction par le traitement à l'amide et aux acides gras, de soies grèges ayant des taux de séricine et des diamètres différents.

J. Seric. Sci. Jpn., 1986, 55(2), 131. (J,e)

MASAGO Y., MATSUMOTO T., SAIJO M.

On the dupions reeled by chemical cocoon cooking at low temperature.

Les douppions dévidés par cuisson chimique des cocons à basse température.

Rep. Silk Sci. Res. Inst., 1986, 34, 99-102. (J)

MATSUMOTO T., MASAGO Y.

On the project symposium of swelling treatment of raw silk and raw silk fabrics.

Projet de symposium sur le traitement gonflant de la soie grège et des tissus de soie grège.

Rep. Silk Sci. Res. Inst., 1986, 34, 103-116. (J)

MATSUZAKI H.

Studies on the preliminary treatment in cocoon cooking. VI. On the solubility of cocoon shells treated with buffer solution of monobasic organic acids.

Etude sur les traitements préliminaires à la cuisson des cocons VI. Solubilité des coques soyeuses traitées avec une solution tampon des acides organiques monobasiques.

Rep. Silk Sci. Res. Inst., 1986, 43, 91-98. (J)

NAMAKURA S., SAEGUSA Y., YAMAGUCHI Y., MAGOSHI J., KAMIYAMA S.

Physical properties and structure of silk. 11) Glass transition temperature of wild silk fibroins.

Propriétés physiques et structure de la soie. 11) Température de transition pâteuse des fibroïnes de soies sauvages.

J. Appl. Polym. Sci., 1986, 31(3), 955-956. (E)

PETER-MULLER I.

La rubanerie bâloise.

Ribbon manufacture in Bâle.

La Soie, pub. Musée d'Art et d'histoire, Neuchâtel, 1986, 119. (F)

RIHAM D.

La Soie dans l'art contemporain.

Silk in contemporary art.

La soie, pub. Musée d'Art et d'histoire, Neuchâtel, 1986, 169. (F)

Silk

SAIJO M.

Method of manufacture of the hand spun silk yarn by the GAIDO yarn.
Méthode de fabrication manuelle du fil de schappe par le fil GAIDO.

Rep. Silk Sci. Res. Inst., 1986, 34, 117-132. (J)

SARATCHANDRA B.

Use of modified ambarcharkha for muga silk reeling.

Utilisation d'une charkha modifiée pour le dévidage de la soie muga.

Indian Silk, 1986, 25(3), 27. (E)

SHOU G., MIURA M., NISHIOKA T., SHIMAZAKI A.

Analysis of the mixed type of distribution of the length of a non-broken filament.

Analyse du type mixte de la distribution de la longueur d'un filament sans cassures.

J. Seric. Sci. Jpn., 1986, 55(3), 191-196. (J,e)

SONG Z., SPEAKMAN P.T.

Silk fibroin light chain polypeptides.

Les polypeptides de la chaîne légère de la fibroïne.

Biochem. Soc. Trans., 1986, 14(2), 332-333. (E)

TAKANO Y., NAKAJIMA Y., ARAI M., OKUYAMA K., HIRABAYASHI K.

The β -relaxation of silk fibroin by model compounds containing serine side chains.

Le relâchement de la structure β de la fibroïne par des composés modèles contenant des chaînes latérales de sérine.

Sen'i Gakkaishi, 1986, 42(3), 177-181. (J)

TSUKADA M.

Effect of α -chymotrypsin on the structure of silk fibroin.

Effet de l' α -chymotrypsine sur la structure de la fibroïne.

J. Seric. Sci. Jpn., 1986, 55(2), 126. (J,e)

TSUKADA M.

Effect of the drying rate on the structure of tussah silk.

Effet du taux de dessiccation sur la structure de la soie tussah.

J. Polym. Sci. Part B Polym. Phys., 457-460.

TSUKADA M., KIMURA K., SHIBUKAWA A., AKAI H.

Mechanical properties of the cocoon filament from the silkworm, *Bombyx mori*, treated with a juvenile hormone analogue.

Propriétés mécaniques du filament du cocon provenant de ver à soie *Bombyx mori* traité avec un analogue de l'hormone juvénile.

J. Seric. Sci. Jpn., 1986, 55(3), 205-208. (J,e)

TSUKADA M., SIOZAKI H.

The effect of reducing agent on the sericin fixation and color retardation of the silk fiber.

Effet d'un agent réducteur sur la fixation de la séricine et le retard de coloration de la fibre de soie.

J. Seric. Sci. Jpn., 1986, 55(3), 257. (J)

VALANSOT O.

Du métier Bouchon à la mécanique Jacquard.

From the Bouchon loom to the Jacquard mechanic system.

In La Soie, 1986, Musée d'Art et d'Histoire, Neuchâtel, 103. (F)

VERZIER P.

Chronique d'une fabrique lyonnaise de soieries. La manufacture Prelu de 1752 à nos jours.

History of a Lyonese silk manufacture. The Prelu manufacture since 1752.

In La Soie, 1986, Musée d'Art et d'Histoire, Neuchâtel, 57. (F)

VIAL G.

Le textile, les tissus.

Textile and fabrics.

In La Soie, 1986, Musée d'Art et d'Histoire, Neuchâtel, 71. (F)

WIEDERKEHR A.

Les dessinateurs lyonnais du XVIIIe siècle.

The Lyonese designers in the XVIIIth century.

In La Soie, 1986, Musée d'Art et d'Histoire, Neuchâtel, 49. (F)

YAMADA A.

On the relations between water and filature. I. The properties and the betterments of water in filature.

Relations entre l'eau et la filature. Propriétés et améliorations de l'eau pour la filature.

Rep. Silk Sci. Res. Inst., 1986, 34, 37-90. (J)

ZIRUKOVA N.I.

Aminoacid composition of protein of the silk of *Dendrolimus sibiricus* Ischs and *Actios artemis* Breem silkworms.

Composition en acides aminés de la protéine de la soie des vers à soie *Dendrolimus sibiricus* Ischs et *Actios artemis* Breem.

Issled. Komponentov TRstit., Zhivot. i Mineral. Syr'ya Dal. Vost., Khabarovsk, 1984, 34-38. (R)

ZUMSTEG G.

La soie suisse et la haute couture parisienne.

Swiss silk and Parisian haute couture.

In La Soie, 1986, Musée d'Art et d'Histoire, Neuchâtel, 163. (F)

Directeur Gérant : Dr. H. BOUVIER

Dépôt légal : 3ème Trimestre 1986