

sericologia

Revue des Vers à Soie

Journal of Silkworms

Publiée par la Commission Séricicole Internationale
Published by the International Sericultural Commission
25, quai Jean-Jacques Rousseau - 69350 La Mulatière - France

Directeur Gérant
Rédacteur en Chef
Rédacteur Adjoint

H. BOUVIER
G. CHAVANCY
A. FOURNIER

Managing Director
Chief Editor
Deputy Editor

COMITE DE REDACTION **EDITORIAL BOARD**

BEAULATON J. (France)
BECK D. (France)
BOSQUET G. (France)
COUBLE P. (France)
DANDIN S.B. (Inde / India)
DATTA R.K. (Inde / India)
DOIRA H. (Japon / Japan)
FONSECA T.C. (Brésil / Brazil)
FOURCHE J. (France)
FREDDI G. (Italie / Italy)
GOLDSMITH M.R. (USA)
IATROU K. (Canada)
JOLLY M.S. (Inde / India)
KAWAKAMI K. (Japon / Japan)
KOBAYASHI M. (Japon / Japan)
KRISHNASWAMY S. (Inde / India)

LEGAY J-M. (France)
LIU S-X. (Chine / China)
LU H-S. (Chine / China)
MANO Y. (Japon / Japan)
NARASIMHANNA M.N. (Inde / India)
PERSOONS C.J. (Pays-Bas / Netherlands)
PRUDHOMME J-C. (France)
REALI G. (Italie / Italy)
SHIMURA K. (Japon / Japan)
SHIRATA A. (Japon / Japan)
SONWALKAR T.N. (Inde / India)
TAKAHASHI R. (Brésil / Brazil)
TAZIMA Y. (Japon / Japan)
VAGO C. (France)
VEY A. (France)
XIA J-G. (Chine / China)
YAMASHITA O. (Japon / Japan)

SOMMAIRE - CONTENTS

Informations CSI	i
ISC announcements	ii
Articles originaux / Original papers	
Evaluation of biofertilizers for establishment of mulberry (<i>Morus alba</i> L.)	173
Evaluation d'engrais biologiques pour l'implantation du mûrier (<i>Morus alba</i> L.)	183
S.K. GANGWAR & K. THANGAVELU	
Biogenic electrogenesis from mulberry leaves irradiated with UV	187
Electrogenèse biogénique chez les feuilles de mûriers irradiées aux rayons ultra-violet	193
M. YAZAWA, T. SHIMIZU, T. HIRAO & N. ARAI	
Promising bi × bi hybrids of silkworm (<i>Bombyx mori</i> L.)	197
Vers à soie (<i>Bombyx mori</i> L.) hybrides bivoltins prometteurs	205
B.K. GUPTA, M. VERMA, V.K. KHAROO & K. SINGH	
Superior multi × bi hybrids of silkworm (<i>Bombyx mori</i> L.) for adverse rearing seasons	209
Hybrides polyvoltins × bivoltins du ver à soie (<i>Bombyx mori</i> L.) adaptés aux saisons d'élevage défavorables	215
B.K. GUPTA, V.K. KHAROO, N.K. SAHNI & K. SINGH	
Effect of age-related mating schedule on reproduction in the silkworm, <i>Bombyx mori</i> L.	217
Effet de la période d'accouplement sur la reproduction chez le ver à soie <i>Bombyx mori</i> L.	223
M.A. HANIFFA & A.J. THATHEYUS	
Metabolic profiles of the haemolymph and fat body of the silkworm, <i>Bombyx mori</i> , in response to parasitization by the uzifly, <i>Exorista sorbillans</i> (Diptera : Tachinidae), during the final instar	227
Profils métaboliques de l'hémolymph et du corps adipeux du ver à soie <i>Bombyx mori</i> après infestation par la mouche uzi <i>Exorista sorbillans</i> (Diptera : Tachinidae) au cours du dernier âge larvaire	235
K. VENKATA RAMI REDDY, K.V. BENCHAMIN & O.K. REMADEVI	
Selection of better genotypes through path coefficient analysis in segregating generation of <i>Antheraea mylitta</i> D.	239
Sélection de génotypes améliorés par analyse des coefficients chez une génération ségrégante d' <i>Antheraea mylitta</i> D.	247
A.A. SIDDIQUI, M.K. SINHA, A. KUMAR, C.M. BAJPEYI & S.S. SINHA	
Notes brèves / Brief notes	
An evaluation on the suitability of new mulberry varieties for chawki rearing of bivoltine hybrids	251
Evaluation de nouvelles variétés de mûrier pour l'élevage des jeunes larves des vers à soie hybrides bivoltins	257
MALA V.R., S. V. PILLAI & K. SENGUPTA	

Economic traits and growth indices of eri silkworm, <i>Samia cynthia ricini</i> Boisduval, as influenced by substitution of castor leaves with other food plants	259
Influence de la substitution du ricin par d'autres plantes nourricières sur les caractères économiques du ver à soie <i>Samia cynthia ricini</i> Boisduval	265
R. GOVINDAN, T.K. NARAYANASWAMY, M.C. DEVAIAH, S. RANGAIAH & R. MUNIRAJAPPA	
A simple mathematical formula for evolving the price of silkworm cocoons in terms of volume	269
Formulation mathématique simple pour évaluer le prix des cocons en fonction de leur volume	273
SHAMACHARY	
Shell compactness : A volume concept for cocoon character	277
Compacité de la coque : un concept de volume pour l'évaluation des caractères du cocon	283
SHAMACHARY	
Correlation and regression studies between leaf length and leaf length-breadth ratio of different morphotypes of Som (<i>Machilus bombycina</i> King)	287
Etudes de corrélation et de régression entre la longueur de la feuille et le rapport longueur sur largeur de feuille chez différents morphotypes de Som (<i>Machilus bombycina</i> King)	293
G.S. YADAV & B.C. GOSWAMI	
Exploitation of promising mulberry germplasm genotypes for yield potentiality	295
Exploitation de génotypes de mûriers à potentiel de rendement prometteur	301
B.N. SUSHEELAMMA, J.S. KUMAR, A.K. SIKDAR, S.B. DANDIN, M.S. JOLLY & K. SENGUPTA	
Physiological effects of stomatal characters in mulberry at three ploidy levels	305
Effets physiologiques des caractères des stomates chez le mûrier pour trois degrés de ploidie	309
T. MOGILI, B.N. SUSHEELAMMA, K. SENGUPTA, M.N. PADMA, J.S. KUMAR & N. SURYANARAYANA	
Effect of tukra disease on the nutritional composition of mulberry (<i>Morus alba</i> L.)	311
Effet de la maladie de tukra sur la composition nutritionnelle du mûrier (<i>Morus alba</i> L.)	317
P.C. BOSE, S.K. MAJUMDER & K. SENGUPTA	
Evolution of high yielding bivoltine silkworm (<i>Bombyx mori</i> L.) genotypes	321
Sélection de génotypes de vers à soie (<i>Bombyx mori</i> L.) bivoltins performants	325
A.R. TRAG, A.S. KAMILI, G.N. MALIK & F.A. KUKILOO	
Use of phenol as an effective ovicide for the control of maggot disease of silkworm, <i>Bombyx mori</i> L.	327
Utilisation du phénol comme ovicide dans la lutte contre l'infestation par les asticots chez le ver à soie <i>Bombyx mori</i> L.	331
A. NAHAR, A.C. BARMAN & K. PASHA	
Bibliographie / Bibliography	335

INFORMATIONS CSI

I. Adhésion de deux nouveaux Etats.

La CSI compte désormais deux Etats membres de plus : l'Indonésie et la Turquie. Bienvenue à ces nouvelles délégations qui viennent renforcer le potentiel de la CSI.

II. Le prochain Comité exécutif de la CSI aura lieu le 29 octobre 1992 à l'Ambassade d'Inde à Paris. A l'ordre du jour :

1. Accueil des représentants des nouveaux Etats membres : Indonésie et Turquie.
2. Préparation du XVI^e Congrès et de la XIV^e Conférence de 1993 au Caire (Egypte).

- Date et lieu
 - Organisation des sections
 - Frais d'inscription.
3. Mise en place du comité de classification des cocons.
4. Mise à jour des statistiques cocons et soie grège.
5. Mise au point de la liste des experts.
6. Le prix Louis Pasteur 1993.
7. Budget 1992.
- Prévisionnel.
 - Situation des participations financières des Etats membres.
8. Sericologia.
- La nouvelle rubrique : "Actualités".
 - Le Comité de Rédaction.
 - Le "prix" de Sericologia. Le tarif des inscriptions de Membres associés.
9. Questions diverses.

III. Le Gouvernement de la République arabe d'Egypte a accepté d'organiser le prochain Congrès (XVI^e) et la prochaine Conférence (XIV^e) de la CSI fin octobre-début novembre 1993 au Caire.

Tous les représentants des Etats membres et le Secrétaire général de la CSI remercient vivement le Gouvernement égyptien de cette invitation.

Les représentants des Etats membres et les Membres associés de la CSI recevront prochainement les dossiers d'inscriptions.

Pour toute demande de dossiers d'inscription, prière de contacter le secrétariat de la CSI.

ISC ANNOUNCEMENTS

I. Two new Member States.

The ISC now numbers two more Member States : Indonesia and Turkey.

Welcome to these new delegations which have come to strengthen the potential of the ISC.

II. The next ISC Executive Committee will be held on 29th October 1992 at the Embassy of India in Paris. On the agenda :

1. Reception of the representatives of the new Member States : Indonesia and Turkey.

2. Preparation of the XVIth Congress and XIVth Conference of 1993 in Cairo (Egypt).

- Date and venue.

- Organisation of sections.

- Registration fees.

3. Setting up of the cocoon classification committee.

4. Updating of cocoon and raw silk statistics.

5. Constitution of the list of experts.

6. The 1993 Louis Pasteur Prize.

7. 1992 budget.

- Estimated budget.

- Member States' financial subscriptions statement.

8. Sericologia.

- The new section : 'News'.

- The Editorial Board.

- The 'price' of Sericologia. Associate Membership registration rates.

9. Any other business.

III. The Government of the Arab Republic of Egypt has kindly accepted to organise the **next ISC Congress (XVIth) and Conference (XIVth)** in late October-early November 1993 in Cairo.

All the representatives of Member States and the Secretary-General of the ISC warmly thank the Egyptian Government for this invitation.

The representatives of Member States and Associate Members of the ISC will shortly receive the registration documents.

All applications for registration documents should be made to the ISC secretariat.

EVALUATION OF BIOFERTILIZERS FOR ESTABLISHMENT OF MULBERRY (*MORUS ALBA* L.)

S.K. GANGWAR* & K. THANGAVELU**

Regional Sericultural Research Station, Allikuttai, P.O. Gandhinagar, Salem - 636 003,
Tamil Nadu, India.

The nitrogen fixing bacteria, *Azotobacter chroococcum* and *Azospirillum brasilense*, were tested for improving the establishment of mulberry gardens and quality leaf production. Both biofertilizers, when used basally for the treatment of mulberry cuttings before planting, increased the sprouting and rooting percentages thereby ensuring establishment of more mulberry plants. Plant growth characters, viz. plant height, root length, number of roots/plant, number of leaves/plant, dry matter of shoots, roots and leaves, and protein contents of leaves were higher in saplings raised from biofertiliser treated cuttings as compared to those raised from control cuttings (water treated). Farmyard manure was found to be better than *Acacia* gum for preparing the slurry (adherent and bulking medium) of biofertilizers during the treatment of mulberry cuttings which produced better saplings and increased the population of *Azotobacter chroococcum* and *Azospirillum brasilense* in the rhizosphere. The mulberry roots exhibited more population of *Azospirillum brasilense* in the treated plots than in the check. Long-term effects of biofertilizers in mulberry establishment have been discussed.

Keywords : *Morus alba*, mulberry establishment, biofertilizers, *Azotobacter chroococcum*, *Azospirillum brasilense*.

INTRODUCTION

Azotobacter chroococcum and *Azospirillum brasilense* have received great importance as biofertilizers for crop production (Subba Rao, 1979, 1984). Most of the work on biofertilizers relates to cereal crops and vegetables (Kasirajan, 1976 ; Subba Rao, 1982 ; Subba Rao *et al.*, 1979). More recently, efforts have been made to evaluate these biofertilizers for improving mulberry leaf yield and silkworm crop production (Nagarajan *et al.*, 1986). An attempt was made to evaluate these two biofertilizers for improving the establishment of mulberry gardens under Tamil Nadu conditions in view of the poor establishment of improved mulberry varieties under high temperature, alkaline soil and inadequate irrigation.

MATERIALS AND METHODS

Field trials during 1988-89 both monsoon and winter seasons were conducted with *Azotobacter chroococcum* and *Azospirillum brasilense*. Authentic cultures of these bacteria were mass multiplied

Present addresses :

* Regional Sericultural Research Station, Vinod Villa, West End Park, Hehal, Ranchi - 834 005, India.

** Central Tasar Research and Training Institute, Piska Nagri, Ranchi - 835 303.

in specific media (Walkman's no. 77 medium for *Azotobacter chroococcum* and nitrogen-free malic acid medium for *Azospirillum brasilense*) and stored in peat soil (cell counts 10^8 - 10^9 /g peat soil) for further use. This culture in peat soil was designated as biofertilizer. Fifteen cm-long mulberry (*Morus alba* L. var. Kanva 2) cuttings with 3-4 buds were used for plantation. The biofertilizers were taken in the form of slurry (1 kg of biofertilizer in 2 litres of water supplemented with either 200 g *Acacia* gum or 1 kg farmyard manure (FYM) for increasing adherence and bulking the contents. The mulberry cuttings were dipped to a depth of 8 cm keeping the buds facing upwards. After 30 minutes, the cuttings were removed, dried in the shade and planted immediately in raised nursery beds at 15 cm $\times$ 15 cm spacing in the experimental farm of Regional Sericultural Research Station, Salem, (11°7' N, 78°1' E) in a randomized block design. One hundred cuttings were planted in each plot with 4 replications for each treatment. Cuttings treated with only gum solution, FYM slurry or water separately served as controls. The soil of the experimental plot was calcareous alkaline (pH 8.8-9.0) and low in nutrients (N = 145 kg/ha, K₂O = 265 kg/ha and P₂O₅ = 4.2 kg/ha). The soil was ameliorated with gypsum (4 t/ha), sand (20 t/ha) and red earth (20 t/ha), and a basal dose of FYM (20 t/ha) and NPK (120 kg, 60 kg and 60 kg/ha) were supplied prior to the experiment.

Sprouted cuttings were counted and recorded on the 30th day of planting, which was used for calculating the sprouting percentage based on the total cuttings planted. For the rooting percentage, the established plants were recorded on the 105th day of planting for the monsoon and 120th day of planting for the winter season. The rooting percentage was calculated by multiplying the established plants by 100 and dividing the product by the total number of cuttings planted. Rooting time in mulberry varies from 90 to 150 days depending upon temperature, soil conditions and irrigation. Mulberry growth in winter is comparatively slow and hence more days were allowed for the winter season mulberry to grow before collecting the final data. Ten sample plants from each plot were then randomly uprooted without damaging the root system and were used for recording plant growth parameters, viz. plant height, root length, number of branches/plant, number of roots/plant, number of leaves/plant, dry matter production and crude protein percentage in leaves (weight/weight on a dry matter basis). For recording dry matter production, shoot, root and leaf samples were separated and dried in a hot air oven at 80 °C till constant weight achieved. For crude protein, the percentage of nitrogen in plant samples was estimated by Kjeldahl method. 0.2 g powdered sample was digested in 4-6 ml H₂SO₄ by heating and using H₂O₂ as oxidant. The volume was made up to 50 ml. Ten ml of this solution + 10 ml 40 % NaOH was used in Kjeldahl flask for release of ammonia vapour which was collected in 25 ml 4 % boric acid having 1-2 drops of mixed indicator. The solution was titrated against N/14 H₂SO₄ and the percentage of nitrogen was calculated as follows :

$$\% N = x \times 2.5$$

where :

x = volume of the N/14 H₂SO₄ in ml.

% crude protein = % N $\times$ 6.25

% N = percentage of nitrogen.

Soil samples from each plot were collected before planting and at the time of final data collection, the latter samples included both rhizosphere soil and mulberry roots. The *Azotobacter* population in the soil was determined by the serial dilution plate method using Walkman's medium no. 77. The *Azospirillum* population in both soil and mulberry roots was enumerated by the 'most probable number' (MNP) method of Hegazi *et al.* (1979) using a nitrogen-free malic acid medium. The *Azotobacter* population in the mulberry root was not determined because its association with the plant root system is not yet established.

RESULTS

1. Sprouting and rooting of mulberry :

The results presented in Table I show that all the treatments except *Azospirillum* with FYM during the monsoon season increased sprouting and rooting of mulberry cuttings as compared to their

respective checks (FYM or gum). Sprouting was found to be maximum in *Azotobacter* with FYM (94.8 % during the monsoon and 95.8 % during the winter season) and these figures were significantly higher than those under *Azospirillum* with gum in the respective seasons (87.3 % and 88.8 %). The difference in sprouting amongst the treatments, viz. *Azotobacter* with FYM, *Azotobacter* with gum and *Azospirillum* with FYM was, however, non-significant in both seasons. Rooting was also

Table I. Sprouting and rooting percentages of Kanva 2 mulberry as influenced by biofertilizers, Salem 1988-89.

Tableau I. Effet des engrais biologiques sur les pourcentages de bourgeonnement et de racinement du mûrier Kanva 2 (Salem 1988-89).

Treatment	Sprouting percentage		Rooting percentage	
	Monsoon	Winter	Monsoon	Winter
<i>Traitement</i>	<i>Bourgeonnement (%)</i>		<i>Racinement (%)</i>	
	<i>Mousson</i>	<i>Hiver</i>	<i>Mousson</i>	<i>Hiver</i>
<i>Azotobacter</i> with FYM	94.8	95.8	70.3	87.5
<i>Azotobacter avec fumier</i>	(76.8)	(77.9)	(57.0)	(69.3)
<i>Azotobacter</i> with gum	90.5	94.3	67.3	73.7
<i>Azotobacter avec gomme</i>	(72.1)	(75.7)	(55.1)	(58.9)
<i>Azospirillum</i> with FYM	91.5	93.0	68.8	77.0
<i>Azospirillum avec fumier</i>	(74.4)	(75.4)	(56.0)	(61.4)
<i>Azospirillum</i> with gum	87.3	88.8	64.8	69.5
<i>Azospirillum avec gomme</i>	(69.7)	(70.5)	(53.6)	(56.5)
FYM	88.8	85.5	61.8	70.3
<i>Fumier</i>	(70.5)	(67.8)	(51.8)	(57.0)
Gum	79.3	80.8	58.8	61.8
<i>Gomme</i>	(63.0)	(64.1)	(50.0)	(51.8)
Plain water	86.8	83.5	60.8	66.3
<i>Eau ordinaire</i>	(68.7)	(66.1)	(51.2)	(54.5)
CD at 5 %	6.2	5.0	3.4	4.1
CV %	5.9	4.7	4.2	4.7

Sprouting data on the 30th day of plantation and rooting percentage on the 105th and 120th days of planting for the monsoon and winter seasons, respectively.

Les données concernant le bourgeonnement sont relevées 30 jours après la plantation ; le pourcentage de racinement est relevé 105 et 120 jours après la plantation pour la mousson et l'hiver, respectivement.

Figures in parentheses are Arc Sin $\sqrt{P}$ transformation.

Les chiffres entre parenthèses indiquent les transformées Arc Sin $\sqrt{P}$.

maximum under *Azotobacter* with FYM (70.3 % during the monsoon and 87.5 % during the winter season) and similar to sprouting results, these figures were significantly more than those under

Table II. Mulberry growth characters as influenced by biofertilizers, Salem 1988-89.

Tableau II. Effet des engrais biologiques sur les caractères de croissance du mûrier (Salem 1988-89).

Treatment	Plant height (cm)		Root length (cm)		No. of branches per plant		No. of roots plant		No. of leaves/ per plant	
	Monsoon season	Winter season	Monsoon season	Winter season	Monsoon season	Winter season	Monsoon season	Winter season	Monsoon season	Winter season
	Hauteur du plant (cm)		Longueur des racines (cm)		Nombre de branches par plant		Nombre de racines par plant		Nombre de feuilles par plant	
Traitement	Mousson	Hiver	Mousson	Hiver	Mousson	Hiver	Mousson	Hiver	Mousson	Hiver
<i>Azotobacter</i> with FYM	30.1.	37.5	28.2	20.9	3.5	1.8	18.0	10.5	20.8	18.5
<i>Azotobacter</i> avec fumier										
<i>Azotobacter</i> with gum	30.0	38.4	16.7	20.4	2.8	1.5	18.2	10.4	14.9	17.4
<i>Azotobacter</i> avec gomme										
<i>Azospirillum</i> with FYM	34.4	41.4	21.9	19.5	2.9	1.6	14.4	9.5	19.6	18.9
<i>Azospirillum</i> avec fumier										
<i>Azospirillum</i> with gum	31.5	33.7	28.0	18.1	2.8	1.7	15.7	9.2	16.9	16.3
<i>Azospirillum</i> avec gomme										
FYM / Fumier	28.2	33.2	19.6	16.7	2.4	1.6	10.2	7.2	15.5	16.0
Gum / Gomme	25.2	28.0	15.1	15.5	1.9	1.4	9.1	6.4	13.4	13.1
Plain water / Eau ordinaire	24.5	27.1	16.8	15.3	1.9	1.6	9.8	6.7	14.2	14.0
CD at 5 %	9.7	4.0	4.8	1.7	NS	NS	3.6	1.2	1.6	1.9
CV %	18.4	7.9	15.4	6.3	23.6	27.6	19.0	9.3	10.9	7.7

Data on the 105th and 120th days of planting for the monsoon and winter seasons, respectively.

Données relevées 105 et 120 jours après la plantation pour la mousson et l'hiver, respectivement.

Azospirillum with gum in the respective seasons (64.8 % and 69.5 %). The winter season results show that the rooting percentage under *Azotobacter* with FYM (87.5 %) and *Azospirillum* with FYM (77.0 %) were significantly higher than those under *Azotobacter* with gum (73.7 %) and *Azospirillum* with gum (69.5 %), respectively. The three checks (FYM, gum and plain water) did not show any significant difference in sprouting and rooting percentage except that sprouting during monsoon and rooting during winter seasons were more under FYM as compared to those under gum.

2. Plant growth characters :

During the monsoon season, the cuttings treated in *Azospirillum* with FYM had only shown a significantly higher plant height (34.3 cm) than those treated with water (24.5 cm), although the difference was not striking when compared to the treatment with FYM alone (28.2 cm), showing that this difference may be due to FYM response. During the winter season, most of the treatments exhibited a higher plant height than their corresponding checks (FYM or gum) (Table II). Root length during the monsoon season was more under *Azotobacter* with FYM (28.2 cm) and *Azospirillum* with gum (28.0 cm) than their corresponding checks (FYM = 19.6 cm and gum = 15.1 cm) while during the monsoon season, all the biofertilizer treatments showed a higher root length than their respective checks. The number of branches/plant was not significantly different under the different treatments during both seasons. During both seasons, all the biofertilizer treatments had shown a higher number of roots/plant than their corresponding checks and the number of leaves/plant was also high in most of the biofertilizer treatments except *Azotobacter* with gum during the monsoon season (Table II).

3. Dry matter production of shoot, root and leaves and protein contents of the leaves :

During the monsoon season, there was no difference in shoot/root dry weight between biofertilizer treatments and corresponding checks though gum alone reduced shoot and root dry weight (9.81 kg and 1.20 g). During the winter season, all the biofertilizer treatments showed more dry weight of shoot and root over the corresponding checks. Leaf dry weight was, however, higher in all the biofertilizer treatments than the corresponding checks irrespective of the season. *Azotobacter* with FYM showed maximum leaf dry weight in both seasons (3.74 g during monsoon and 3.48 g during winter). Root/shoot ratio (weight/weight) was not significantly different among the treatments in both seasons (Table III). The protein content of the leaves was also high under *Azotobacter* either with FYM or with gum in both seasons, and under *Azospirillum* with FYM in the winter season.

4. Population of *Azotobacter chroococcum* and *Azospirillum brasilense* in soil and mulberry root system :

Both *Azotobacter chroococcum* and *Azospirillum brasilense* population in soil strikingly increased after planting treated mulberry cuttings especially in the plots where FYM was used as the adherent and bulking medium for biofertilizers (Table IV). The initial level of the population of both *Azotobacter chroococcum* and *Azospirillum brasilense* in soil before planting during the winter season was also found high in the plots where FYM was used as the adherent and bulking medium for biofertilizers (38.85×10^2 as against 12.38×10^2 in check plots) and this may be due to the residual effect of biofertilizers during the second season where the same plots were used for the corresponding treatments. The mulberry roots from *Azospirillum* treated plots exhibited a high population (0.52×10^5 for *Azospirillum* with gum as compared to 0.17×10^5 for check).

DISCUSSION

Improvement in sprouting and rooting (establishment) of mulberry (*Morus alba* L. var. Kanva 2) by basal use of *Azotobacter chroococcum* and *Azospirillum brasilense* is evident from the present experiment. The efficacy of *Azotobacter* and *Azospirillum* for mulberry growth and silkworm rearing has been reported earlier (Nagarajan *et al.*, 1986). The present investigation revealed the efficacy of the test biofertilizers in improving the establishment of mulberry plants by enhancing sprouting, rooting, plant height, root length, number of roots/plant, number of leaves/plant and increasing the dry matter production of shoot, root and leaves and protein contents of the leaves of mulberry plants.

Table III. Dry matter of shoots, roots and leaves and protein contents of the leaves in mulberry as influenced by biofertilizers, Salem 1988-89.

Tableau III. Effet des engrais biologiques sur les contenus en matière sèche des pousses, des racines et des feuilles et le contenu en protéines des feuilles de mûrier (Salem 1988-89).

Treatment	Shoot		Root		Leaf		Root/shoot ratio		Crude protein of leaves (%)	
	Monsoon season	Winter season	Monsoon season	Winter season	Monsoon season	Winter season	Monsoon season	Winter season	Monsoon season	Winter season
	<i>Pousse</i>		<i>Racine</i>		<i>Feuille</i>		<i>Rapport racine sur pousse</i>		<i>Protéines brutes des feuilles (%)</i>	
<i>Traitement</i>	<i>Mousson</i>	<i>Hiver</i>	<i>Mousson</i>	<i>Hiver</i>	<i>Mousson</i>	<i>Hiver</i>	<i>Mousson</i>	<i>Hiver</i>	<i>Mousson</i>	<i>Hiver</i>
Azotobacter with FYM	16.24	11.06	2.24	1.68	3.74	3.48	0.14	0.15	27.31	29.41
Azotobacter avec fumier										
Azotobacter with gum	12.85	10.99	1.61	1.57	2.90	2.71	0.13	0.14	27.35	27.31
Azotobacter avec gomme										
Azospirillum with FYM	13.04	11.04	1.62	1.60	3.16	2.93	0.12	0.14	23.29	28.50
Azospirillum avec fumier										
Azospirillum with gum	13.40	10.94	1.85	1.52	2.17	2.87	0.12	0.14	21.90	24.31
Azospirillum avec gomme										
FYM / Fumier	12.88	10.75	1.53	1.41	1.53	2.01	0.12	0.13	22.00	23.00
Gum / Gomme	9.81	10.63	1.20	1.37	1.46	1.72	0.13	0.13	13.81	20.45
Plain water / Eau ordinaire	10.48	10.63	1.33	1.41	1.40	1.97	0.13	0.13	22.25	22.40
CD at 5 %	3.80	0.21	1.03	0.11	0.50	0.59	NS	NS	-	-
CV %	19.6	16.5	12.5	10.5	10.3	12.7	14.1	13.6	-	-

Azotobacter had an edge over *Azospirillum* in its response to mulberry plants and one of the contributing factors could be the production of IAA and gibberellin-like substances closely resembling GA₃ by *Azotobacter* (Rao et al., 1976).

Table IV. Population of *Azotobacter* and *Azospirillum* under different treatments.

Tableau IV. Population d'*Azotobacter* et d'*Azospirillum* en fonction des différents traitements.

Biofertilizer	Adherent and bulking medium	Population		
		Before planting ²	3 months after planting	% increase
Engrais biologique	Milieu d'adhérence et de tassement	Population		
		Avant plantation ²	3 mois après plantation	Pourcentage d'augmentation
1. <i>Azotobacter</i> in rhizosphere <i>Azotobacter dans la rhizosphère</i>	FYM / <i>Fumier</i>	38.85 × 10 ²	45.92 × 10 ²	18.2
	Gum / <i>Gomme</i>	12.08 × 10 ²	13.93 × 10 ²	15.3
	Check (plain water)	12.38 × 10 ²	12.45 × 10 ²	0.5
	Témoin (eau ordinaire)			
2. <i>Azospirillum</i> in rhizosphere <i>Azospirillum dans la rhizosphère</i>	FYM / <i>Fumier</i>	7.35 × 10 ⁵	10.70 × 10 ⁵	37.0
	Gum / <i>Gomme</i>	2.58 × 10 ⁵	2.95 × 10 ⁵	14.3
	Check (plain water)	2.27 × 10 ⁵	2.32 × 10 ⁵	2.2
	Témoin (eau ordinaire)			
3. <i>Azospirillum</i> in rhizoplane <i>Azospirillum dans le rhizoplan</i>	FYM / <i>Fumier</i>	A	0.52 × 10 ⁵	-
	Gum / <i>Gomme</i>	A	0.45 × 10 ⁵	-
	Check (plain water)	A	0.17 × 10 ⁵	-
	Témoin (eau ordinaire)			

1. The population per g soil or root on dry weight for the final winter season only was estimated.

1. La population par g de sol ou de racine en poids sec a été estimée uniquement pour le dernier hiver.

2. Only soil samples from the respective plots were collected before planting. A = absence of sample, as no root was available before planting.

2. On a prélevé uniquement des échantillons de sol dans les parcelles respectives avant la plantation. A = absence d'échantillon, aucune racine n'étant disponible avant la plantation.

- The *Azotobacter* population in the mulberry roots was not enumerated because its association with the plant root system has not yet been established.

- La population d' *Azotobacter* dans les racines de mûriers n'est pas indiquée car son association avec le système racinaire du plant n'a pas encore été établie.

Out of the two adherent and bulking media used, FYM had a better effect than the gum specially for *Azotobacter* because the former is a good source of organic carbons for the growth of bacteria. The better response of organic carbons to *Azotobacter* has been reported by a number of workers (Channal *et al.*, 1989; Kasirajan *et al.*, 1976; Rangaswami and Sadasviam, 1964). Gum was included as the adherent and bulking medium in the experiment due to its better sticking nature that may hold more population of bacteria onto the mulberry cuttings during the treatment with the slurry of biofertilizer.

A better response of biofertilizers during the winter season than the monsoon season can be explained from the fact that :

1) In the Tamil Nadu plains, the top soil temperature during June-July reaches up to 55-60 °C (Purushothaman and Vijila, 1988) while winter temperature never falls below 20 °C. Therefore, the winter season in Tamil Nadu seems to be more favourable for bacterial multiplication than the summer and monsoon seasons. The same reason is true for mulberry establishment also.

2) There may be a residual effect of biofertilizers during the winter season as is evident from the high population of *Azotobacter chroococcum* and *Azospirillum brasilense* in the soil of treated plots before the start of the winter season experiment. The winter season experiment consisted of corresponding plots for different treatments during monsoon. Considering the above points, it may be summerized that both *Azotobacter chroococcum* and *Azospirillum brasilense* can be exploited for better sprouting and establishment of mulberry gardens under Tamil Nadu conditions where high temperature, low nutrient levels and feeble irrigation facilities in many parts play a limiting factor for mulberry establishment. The use of these biofertilizers can also improve the mulberry leaf quality with a minimal expenditure as compared to the chemical fertilizers.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to Prof. D. Purushothaman (Head of the Dept. of Agricultural Microbiology, Agricultural Collect and Research Institute, Madurai) for his valuable help and suggestions during the experiment. Also our thanks are due to Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore, and Central Sericultural Research and Training Institute, Mysore, for providing laboratory facilities.

REFERENCES

- CHANNAL K.T., ALAGAWADI A.R., BHARAMAGOUDAR T.D., UDUPA S.G., PATIL L., MANNIKERI I.M. (1989) *Azotobacter* population as influenced by soil of North Karnataka. Curr. Sci., 58, 70-71.
- HEGAZI N.A., AMER H., MONIB M. (1979) Enumeration of N₂-fixing spirilla. Soil Biol. Biochem., 11, 437-438.
- KASIRAJAN C., PURUSHOTHAMAN D., SANKARAN N., SUBRAMANIAN V. (1976) Usefulness of *Azotobacter* in economising nitrogenous fertilizers in crop production. pp 253-259. In Nitrogen assimilation crop productivity. S.P. Sen, Y.P. Abrol & S.K. Sinha (eds.), Associated Press, New Delhi.
- NAGARAJAN P., RADHA N.B., OBLISWAMI G. (1986) Influence of biofertilizer application to the mulberry field on economic characters of silkworm, *Bombyx mori* L. Proc. National Seminar on Prospects and Problems of Sericulture in India, March 27-30, Bangalore, p. 9.
- PURUSHOTHAMAN D., VIJILA K. (1958) Screening of high temperature resistant strains of *Azospirillum*. National Acad. Sci. Lett., 11, 97-100.
- RANGASWAMI G., SADASIVAM K.V. (1964) Studies on the occurrence of *Azotobacter* in some soil types. J. Indian Soc. Soil Sci., 1, 43-49.
- RAO D.L.N., VARMA A.K., SUBBA RAO S.N. (1976) Dinitrogen fixation by *Azotobacter chroococcum* and its isocitrate dehydrogenase activity. pp. 215-220. In Nitrogen assimilation and crop productivity. S.P. Sen, Y.P. Abrol and S.K. Sinha (eds.), Associated Publ. Co., New Delhi.
- SUBBA RAO N.S. (1979) Recent advances in biological nitrogen fixation. N.S. Subba Rao (ed.), Oxford & I.B.H. Publ. Co., New Delhi, 486 pp.

- SUBBA RAO N.S. (1982) Biofertilizers. *In* Advances in agricultural microbiology. N.S. Subba Rao (ed.), Oxford I.B.H. Publ. Co., New Delhi, 704 pp.
- SUBBA RAO N.S. (1984) Current development of biological nitrogen fixation. N.S. Subba Rao (ed.), Oxford I.B.H. Publ. Co., New Delhi, 274 pp.
- SUBBA RAO N.S., TILAK K.V.B.R., SINGH C.S., LAXMI KUMARI M. (1979) Response of a few economic species of graminaceous plants to inoculation with *Azospirillum brasilense*. *Curr. Sci.*, 48, 133-134.

EVALUATION D'ENGRAIS BIOLOGIQUES POUR L'IMPLANTATION DU MURIER (*MORUS ALBA* L.)

S.K. GANGWAR* & K. THANGAVELU**

Regional Sericultural Research Station, Allikuttai, P.O. Gandhinagar, Salem - 636 003,
Tamil Nadu, Inde.

On a testé les bactéries fixatrices d'azote Azotobacter chroococcum et Azospirillum brasilense en vue d'améliorer l'implantation des mûraies et la qualité de la production des feuilles. Ces deux engrais biologiques augmentent les pourcentages de bourgeonnement et de racinement lorsqu'ils sont utilisés en traitement basal des boutures de mûriers avant la plantation et permettent ainsi d'assurer l'implantation d'un plus grand nombre de plants. Les caractères de croissance du plant, à savoir : la hauteur du plant, la longueur de la racine, le nombre de racines par plant, le nombre de feuilles par plant, le contenu en matière sèche des pousses, des racines et des feuilles et le contenu en protéines des feuilles, sont plus élevés chez les arbustes obtenus à partir de boutures traitées avec des engrais biologiques que chez les arbustes obtenus à partir des boutures témoins (traitées à l'eau). Le fumier est plus adapté que la gomme d'Acacia pour la préparation de la boue (milieu d'adhérence et de tassement) d'engrais biologiques au cours du traitement des boutures de mûrier, traitement qui permet une meilleure production d'arbustes et une augmentation de la population d'Azotobacter chroococcum et d'Azospirillum brasilense dans la rhizosphère. Les racines de mûriers ont une population d'Azospirillum brasilense plus dense dans les parcelles traitées que dans les parcelles témoins. L'effet à long terme des engrais biologiques sur l'implantation des mûriers est discuté.

INTRODUCTION

On s'est beaucoup intéressé à *Azotobacter chroococcum* et *Azospirillum brasilense* comme engrais biologiques pour la production des cultures (Subba Rao, 1979, 1984). La majeure partie des travaux sur les engrais biologiques porte sur les cultures céréalières et les légumes (Kasirajan, 1976 ; Subba Rao, 1982 ; Subba Rao et coll., 1979). Plus récemment, on a tenté d'évaluer ces engrais biologiques en vue d'améliorer le rendement en feuilles de mûrier et la production de vers à soie (Nagarajan et coll., 1986). Etant donnée l'introduction médiocre des variétés de mûrier améliorées dans des conditions de haute température, de sol alcalin et de faible irrigation, on a évalué les qualités de ces deux engrais biologiques en vue d'améliorer l'établissement des mûraies dans les conditions du Tamil Nadu.

Adresses actuelles :

* Regional Sericultural Research Station, Peppe Compound, Main Road, Ranchi - 834 001, Inde.

** Central Tasar Research and Training Institute, Piska Nagri, Ranchi - 835 303, Inde.

MATERIELS ET METHODES

Azotobacter chroococcum et *Azospirillum brasilense* ont été testés sur le terrain en 1988-1989 pendant la saison d'hiver et la mousson. Des cultures de ces bactéries ont été multipliées en masse dans des milieux spécifiques (milieu n° 77 de Walkman pour *Azotobacter chroococcum* et milieu d'acide malique sans azote pour *Azospirillum brasilense*) et conservées dans de la tourbe (nombre de cellules : 10^8 - 10^9 par gramme de tourbe) avant utilisation. Cette culture en sol de tourbe a été appelée engrais biologique. Des boutures de mûrier (*Morus alba* L. var. Kanva 2) de 15 cm de long comportant 3 à 4 bourgeons ont été utilisées pour la plantation. Les engrais biologiques sont utilisés sous forme de boue contenant 1 kg d'engrais biologique pour 2 litres d'eau additionnés soit de 200 g de gomme d'*Acacia* ou d'1 kg de fumier (FYM) afin d'augmenter l'adhésion et le mélange des composants. Les boutures de mûriers sont plongées à une profondeur de 8 cm sans immerger les bourgeons. Après 30 minutes, les boutures sont collectées, séchées à l'ombre et plantées immédiatement dans les litiers de culture à intervalles d'espacement de 15 cm $\times$ 15 cm à la ferme expérimentale de la Regional Sericultural Research Station de Salem (11°7'N, 78°1'E) selon la méthode des blocs aléatoires. Cent boutures ont été plantées dans chaque parcelle et chaque traitement comprend quatre réplicats. Les boutures témoins sont traitées uniquement avec la solution à base de gomme, avec de la boue de fumier ou à l'eau. Le sol de la parcelle expérimentale est calcaire et alcalin (pH 8,8-9,0) et pauvre en éléments nutritifs (N = 145 kg/ha, K₂O = 265 kg/ha et P₂O₅ = 4,2 kg/ha). Le sol a été amélioré avec du gypse (4 t/ha), du sable (20 t/ha) et de la terre rouge (20 t/ha) ; une dose basale de fumier (20 t/ha) et une dose basale de NPK (120 kg, 60 kg et 60 kg) ont été ajoutées avant l'expérience.

Les boutures bourgeonnées sont comptées 30 jours après la plantation afin de déterminer le pourcentage de bourgeonnement calculé sur la base du nombre total de boutures plantées. Pour le pourcentage de racinement, on relève le nombre de plants implantés 105 jours après la plantation pour la mousson et 120 jours après la plantation pour l'hiver. Le pourcentage de racinement est déterminé en multipliant le nombre de plants implantés par 100 et en divisant le produit par le nombre total de boutures plantées. Le racinement chez le mûrier varie de 90 à 150 jours suivant la température, la nature du sol et l'irrigation. La croissance du mûrier en hiver est comparativement lente et un plus grand nombre de jours ont donc été prévus pour permettre la croissance des mûriers d'hiver avant de relever les résultats. Dix échantillons de chaque parcelle ont ensuite été déracinés au hasard sans endommager le système racinaire pour permettre le relevé des paramètres de croissance, c'est-à-dire hauteur du plant, longueur de la racine, nombre de ramifications par plant, nombre de racines par plant, nombre de feuilles par plant, production de matière sèche et pourcentage de protéines brutes dans les feuilles (poids par poids sur la base de la matière sèche). Pour déterminer la production de matière sèche, des échantillons de pousses, de racines et de feuilles sont isolés et séchés dans un four à air chaud à 80 °C jusqu'à obtention d'un poids constant. Pour les protéines brutes, le pourcentage d'azote dans les échantillons de plantes est estimé d'après la méthode de Kjeldahl. Un échantillon pulvérisé de 0,2 g est digéré dans 4 à 6 ml de H₂SO₄ par chauffage en utilisant du H₂O₂ comme oxydant. Le volume est ajusté à 50 ml. On verse 10 ml de cette solution + 10 ml de NaOH à 40 % dans un flacon de Kjeldahl pour libérer la vapeur d'ammoniaque qui est ensuite collectée dans 25 ml d'acide borique à 4 % contenant 1 à 2 gouttes d'indicateur mélangé. La solution est titrée par rapport à N/14 H₂SO₄ et le pourcentage d'azote est calculé comme suit :

$$\% N = x \times 2,5$$

où :

x = le volume de N/14 H₂SO₄ exprimé en ml

% protéines brutes = % N $\times$ 6,25

% N = pourcentage d'azote

Des échantillons de sol de chaque parcelle ont été prélevés avant la plantation et au moment du relevé des données finales ; pour ces dernières, les échantillons comprennent à la fois du sol de la rhizosphère et des racines de mûrier. La population d'*Azotobacter* dans le sol est déterminée par la méthode de la lame de dilution en série à l'aide du milieu n° 77 de Walkman. La population

d'*Azospirillum* dans le sol et dans les racines de mûriers est dénombrée selon la méthode du "nombre le plus probable" d'Hegazi et coll. (1979) en utilisant un milieu d'acide malique sans azote. La population d'*Azotobacter* dans la racine n'a pas été déterminée car son association avec le système racinaire du plant n'a pas encore été établie.

RESULTATS

1. Bourgeonnement et racinement du mûrier :

Les résultats présentés dans le tableau I montrent que tous les traitements, à l'exception du traitement utilisant *Azospirillum* avec du fumier au cours de la mousson, améliorent le bourgeonnement et le racinement des boutures de mûrier par rapport à leurs témoins respectifs (fumier ou gomme). Le bourgeonnement est maximal dans le cas d'*Azotobacter* avec du fumier (94,8 % pendant la mousson et 95,8 % pendant l'hiver), ces pourcentages étant significativement supérieurs à ceux obtenus dans le cas d'*Azospirillum* avec de la gomme pour les mêmes saisons (87,3 % et 88,8 %). La différence de bourgeonnement entre les traitements (*Azotobacter* avec du fumier, *Azotobacter* avec de la gomme et *Azospirillum* avec du fumier) n'est pas significative, quelle que soit la saison. Le racinement est également maximal dans le cas d'*Azotobacter* avec du fumier (70,3 % pendant la mousson et 87,5 % pendant l'hiver) et suit la même tendance que le bourgeonnement : ces chiffres sont significativement plus élevés que ceux obtenus dans le cas d'*Azospirillum* avec de la gomme pour les mêmes saisons (64,8 % et 69,5 %). Les résultats de la saison d'hiver montrent que le pourcentage de racinement obtenu dans le cas d'*Azotobacter* avec du fumier (87,5 %) et d'*Azospirillum* avec du fumier (77,0 %) sont nettement plus élevés que ceux obtenus dans le cas d'*Azotobacter* avec de la gomme (73,7 %) et d'*Azospirillum* avec de la gomme (69,5 %). Il n'y a pas de différence significative des pourcentages de bourgeonnement et de racinement entre les trois témoins (fumier, gomme et eau ordinaire), mais le bourgeonnement pendant la mousson et le racinement pendant l'hiver sont plus élevés avec le fumier qu'avec la gomme.

2. Caractères de croissance du plant :

Pendant la mousson, les boutures traitées avec *Azospirillum* et du fumier donnent des hauteurs de plant nettement plus élevées (34,3 cm) que les boutures traitées à l'eau (24,5 cm), bien que la différence ne soit pas flagrante par rapport aux boutures traitées au fumier seul (28,2 cm), ce qui indique que la différence pourrait être liée à une réaction au fumier. Pendant l'hiver, la plupart des boutures traitées présentent des hauteurs de plants supérieures à celles de leurs témoins (fumier ou gomme) (Tableau II). La longueur de la racine pendant la mousson est supérieure dans le cas d'*Azotobacter* avec du fumier (28,2 cm) et d'*Azospirillum* avec de la gomme (28,0 cm) à celle de leurs témoins (19,6 cm pour le fumier et 15,1 cm pour la gomme) ; tous les lots traités à base d'engrais biologiques donnent des longueurs de racines supérieures à celles de leurs témoins respectifs. Le nombre de ramifications par plant ne diffère pas de manière significative entre les traitements, quelle que soit la saison. Pendant les deux saisons, tous les lots traités à base d'engrais biologiques donnent des nombres de racines par plant supérieurs à ceux de leurs témoins respectif et le nombre de feuilles par plant est également élevé pour tous les lots traités sauf dans le cas d'*Azotobacter* avec de la gomme pendant la mousson (Tableau II).

3. Production de matière sèche dans la pousse, la racine et la feuille et contenu en protéines des feuilles :

Pendant la mousson, on ne constate aucune différence entre les traitements et leurs témoins pour ce qui concerne le poids sec de pousse et de racine, bien que la gomme utilisée seule réduise le poids sec de pousse et de racine (9,81 kg et 1,20 g). Pendant l'hiver, tous les lots traités présentent un poids sec de pousse et de racine supérieur à celui du témoin. Cependant, le poids sec de feuille est plus élevé dans les lots traités que chez les témoins, quelle que soit la saison. *Azotobacter* avec du fumier donne un poids sec de feuille maximal pour les deux saisons (3,74 g pour la mousson et 3,48 g pour l'hiver). Le rapport racine sur pousse (poids par poids) ne diffère pas de manière significative entre les traitements ni entre les saisons (Tableau III). Le contenu en protéines des feuilles est également

supérieur dans le cas d'*Azotobacter* soit avec du fumier soit avec de la gomme pour les deux saisons et dans le cas d'*Azospirillum* avec du fumier pendant l'hiver.

4. Populations d'*Azotobacter chroococcum* et d'*Azospirillum brasilense* dans le sol et dans le système racinaire du mûrier :

Les populations d'*Azotobacter chroococcum* et d'*Azospirillum* augmentent de manière significative après plantation des boutures de mûrier traitées, particulièrement dans les parcelles où le fumier est utilisé comme milieu d'adhésion et de tassement des engrais biologiques (Tableau IV). Le niveau initial des populations d'*Azotobacter chroococcum* et d'*Azospirillum brasilense* dans le sol avant plantation pendant l'hiver est également élevé dans ces mêmes parcelles ($38,85 \times 10^2$ contre $12,38 \times 10^2$ dans les parcelles témoins) ; ceci pourrait être dû à l'effet résiduel des engrais biologiques pendant la deuxième saison, là où les mêmes parcelles ont été utilisées pour les traitements correspondants. Les racines de mûrier des parcelles traitées avec *Azospirillum* présentent une population importante ($0,52 \times 10^5$ pour *Azospirillum* avec du fumier et $0,45 \times 10^5$ pour *Azospirillum* avec de la gomme contre $0,17 \times 10^5$ pour le témoin).

DISCUSSION

La présente expérience montre clairement que l'utilisation basale d'*Azotobacter chroococcum* et d'*Azospirillum brasilense* améliore le bourgeonnement et le racinement (implantation) du mûrier (*Morus alba* L. var. Kanva 2). L'efficacité d'*Azotobacter* et d'*Azospirillum* dans la croissance du mûrier et l'élevage du ver à soie a déjà été observée (Nagarajan et coll., 1986). Cette étude révèle l'efficacité des engrais biologiques testés dans l'amélioration de l'implantation des plants de mûrier en favorisant le bourgeonnement, le racinement, la hauteur du plant, la longueur de la racine, le nombre de pousses par plant, le nombre de feuilles par plant et augmentant la production de matière sèche chez la pousse, la racine et la feuille ainsi que le contenu en protéines des feuilles. *Azotobacter* donne de meilleurs résultats qu'*Azospirillum* sur les plants de mûriers, l'un des facteurs de contribution pourrait être la production, par *Azotobacter*, d'acide indol-acétique et de substances similaires à la gibberelline, proches du GA₃ (acide gibberellique) (Rao et coll., 1976).

Des deux milieux d'adhésion et de tassement utilisés, le fumier a de meilleurs effets que la gomme, particulièrement pour *Azotobacter* car il constitue une bonne source de carbones organiques pour la croissance des bactéries. Le fait que les carbones organiques réagissent mieux à *Azotobacter* a été observé par un certain nombre de chercheurs (Channal et coll., 1989 ; Kasirajan et coll., 1976 ; Rangaswami et Sadasviam, 1964). La gomme a été utilisée comme milieu d'adhésion et d'entassement dans cette expérience en raison de sa nature adhésive qui peut contenir une population plus importante de bactéries sur les boutures de mûrier au cours du traitement dans la boue à base d'engrais biologiques.

Le fait que les engrais biologiques donnent de meilleurs résultats en hiver qu'à la mousson peut s'expliquer de deux façons.

1. Dans les plaines du Tamil Nadu, la température maximale du sol en juin-juillet atteint jusqu'à 55-60 °C (Purushothaman et Vijila, 1988) alors qu'en hiver la température ne tombe jamais en dessous de 20 °C. L'hiver dans cette région semble donc plus propice à la multiplication bactérienne que l'été et la mousson. Cette raison vaut également pour l'implantation du mûrier.

2. Il pourrait y avoir un effet résiduel des engrais biologiques pendant l'hiver comme le montre la population importante d'*Azotobacter chroococcum* et d'*Azospirillum brasilense* dans le sol des parcelles traitées avant le début de l'expérience d'hiver qui comprend les parcelles correspondantes pour les différents traitements. On peut donc en conclure qu'*Azotobacter chroococcum* et *Azospirillum brasilense* peuvent tous deux être exploités si l'on veut améliorer le bourgeonnement et l'implantation des mûraies dans les conditions du Tamil Nadu où la température élevée, la teneur faible en éléments nutritifs et l'équipement insuffisant en irrigation dans de nombreuses zones font obstacle à l'implantation des mûriers. L'utilisation de ces engrais biologiques peut également améliorer la qualité des feuilles de mûriers pour un coût minimal par rapport aux engrais chimiques.

BIOGENIC ELECTROGENESIS FROM MULBERRY LEAVES IRRADIATED WITH UV

M. YAZAWA*, T. SHIMIZU*, T. HIRAO** & N. ARAI**

* Department of Insect Physiology and Behavior, National Institute of Sericulture and
 Entomological Science, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan.

** Department of Applied Physiology, National Institute of Agrobiological Resources, Kannondai,
 Tsukuba, Ibaraki 305, Japan.

*To investigate the effect of UV radiation on mulberry leaves, **Morus alba** (Moraceae), biogenic electric potentials were measured. A distinct change in the electric potential in response to light-on and light-off (photoelectric response) was recorded in the normal leaves, but leaves irradiated with UV at 254 nm did not generate this normal electric potential. After exposure to UV at 310 nm the leaves did generate the normal electric potential. From these data, we concluded that the mulberry leaves were damaged by UV (254 nm) irradiation (0.3 mW/cm²) even when the leaves were apparently normal following the treatment.*

Keywords : Mulberry leaves, photosynthesis, UV irradiation, electrogenesis from leaves.

INTRODUCTION

Solar-ultraviolet wavelengths (more than 290 nm ; UV-A and -B) irradiate plants on the earth. It is well known that UV irradiation is injurious to chloroplasts and thus to photosynthesis (Klein, 1978). One can obtain information about how much UV is absorbed in the plant leaf and is converted into biogenic electrogenesis (Aimi and Shibasaki, 1975 ; Fuji *et al.*, 1978 ; Hirao and Arai, 1988). We also measured the biogenic electrogenic signal from the mulberry leaves irradiated with UV. We report here the photoelectric potential and biogenic electrogenesis responses to light of intact mulberry leaves irradiated with UV at either 254 or 310 nm.

MATERIALS AND METHODS

UV irradiation of mulberry leaves

Mulberry leaves, *Morus alba*, were obtained from the field of our Institute. The leaf-surface of mulberry leaf with petiole was irradiated for 60 min with ultraviolet light. General UV irradiation (254 nm) was applied for 60 min using a 15 W UV-lamp (National Electric Co. Ltd., Japan) ; its level was ca. 0.3 mW/cm² on the leaf-surface. A diffraction grating irradiation spectroscopy (CRM-FA) (JASCO, Tokyo) and color glass filter (Toshiba Glass Co. Ltd., Japan) were also used for setting up the UV wavelength of 310 nm. This wavelength (310 nm) was then applied to picked plant leaves for 60 min, because the naturally occurring portion of the UV-B spectrum at the earth's surface is between 290 and 320 nm. UV light levels were again 0.3 mW/cm², which is similar to the 254 nm exposure experiments. The UV irradiated leaves were kept in darkness until the start of illumination (9,000 lux), these leaves appeared normal to the naked eye.

Measurement of biogenic electric potential

The general measurement methods used in the experiments were the same as those described previously by Aimi and Shibasaki (1975) and Hirao and Arai (1988). Briefly, felt electrodes developed by Hirao (1986) were used for measurement of bioelectric potentials from the surface of each mulberry leaf with petiole. The indifferent electrode (Ag-AgCl) was inserted into a hydroponic solution (0.1 % Hyponex, Hyponex Chemical Co., Copley, Ohio, USA). The conductivity between the felt electrode from the surface of leaf and the indifferent electrode was measured. The sample leaf was kept at 25 °C in a measurement-box. Fourteen 40 W, 9,000 lux lamps, placed both under the ceiling and inside the box provided illumination for 30 min.

RESULTS

A distinct change in the electric potential in response to light-on and -off (photoelectric response) was recorded in the normal leaves. The peak potential value of photoelectric response was ca. 13-34 mV at light off (Fig. 1-A). In a leaf previously irradiated with 254 nm (15 W UV light), the level of photoelectric response was low, below the electric potential, < 3-12 mV (Fig. 1-B). No similar

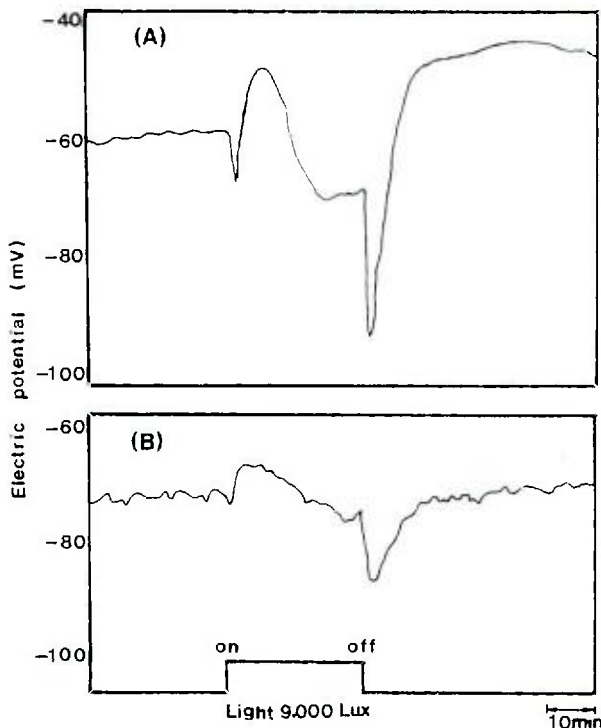


Fig. 1 : Electric potential pattern of the mulberry leaf irradiated with UV at 254 nm.

A. Photoelectric response pattern in the normal leaf.

B. Photoelectric response pattern in the leaf irradiated with 254 nm UV light (15 W).

Fig. 1 : Profil du potentiel électrique de la feuille de mûrier irradiée aux UV à 254 nm.

A. Profil de la réponse photoélectrique chez la feuille normale.

B. Profil de la réponse photoélectrique chez la feuille irradiée aux UV à 254 nm (15 W).

suppressed electric potential of photoelectric response was observed when leaves had been exposed to precise narrow bands of 310 nm UV wavelength ; their pattern was quite similar to that of the control (Fig. 2-B). Fig 3 shows a general photoelectric response to light-on and -off, which permits comparison of the data obtained. These variations are characteristic of a photoelectric response. The

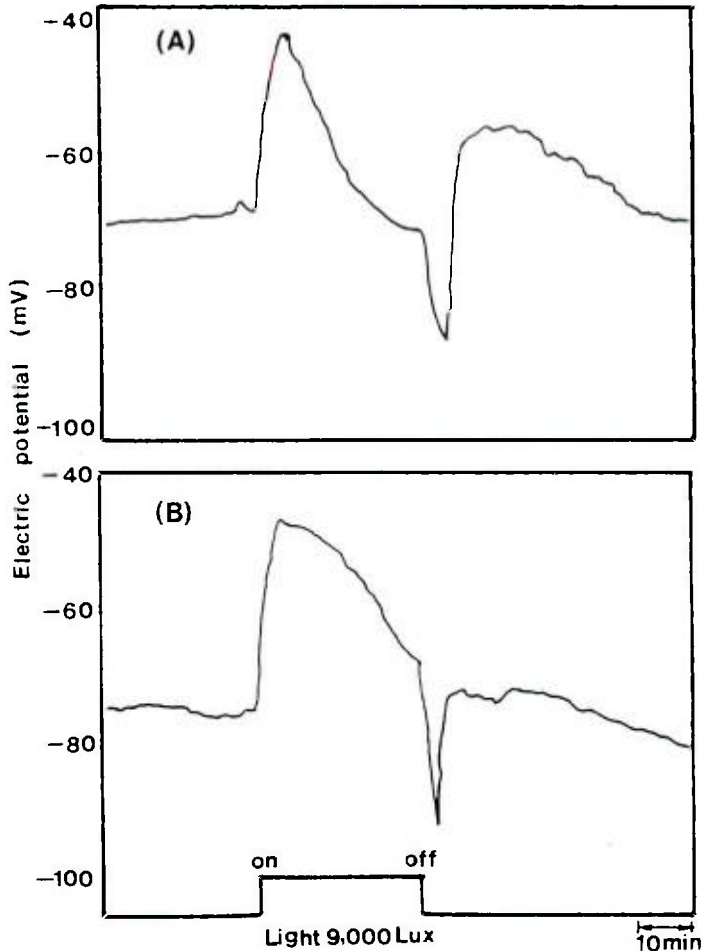


Fig. 2 : Electric potential pattern of the mulberry leaf irradiated with UV at 310 nm.

A. Photoelectric response pattern in the normal leaf.

B. Photoelectric response pattern in the leaf irradiated with UV (310 nm).

Fig. 2 : Profil du potentiel électrique chez la feuille de mûrier irradiée aux UV à 310 nm.

A. Profil de la réponse photoélectrique chez la feuille normale.

B. Profil de la réponse photoélectrique chez la feuille irradiée aux UV à 310 nm (15 W).

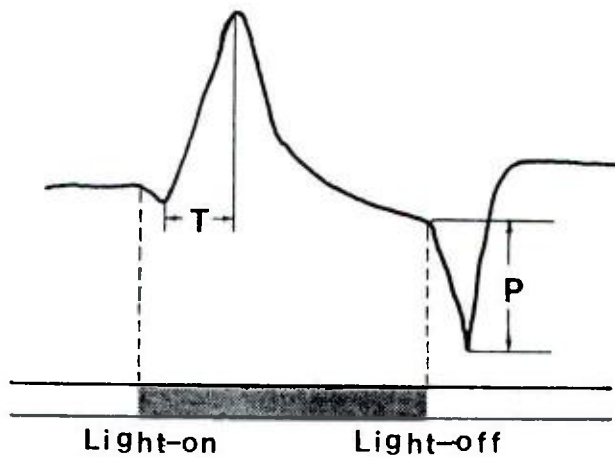


Fig. 3 : A general electric potential pattern (photoelectric response) in response to light-on and -off.

Fig. 3 : Un spectre général de potentiel électrique (réaction photoélectrique) en réponse à l'alternance éclairage/obscurité.

increased potential during "T" appeared within several min after light-on. The decreased potential indicated as "P" appeared at light-off, reached ca. -80 mV, and then gradually returned to the level before light-on. Table I shows the transient pattern of "T" (time) and electric potentials of "P" generated at light-off. After exposure to 254 or 310 nm, "T" was not different from that of the control, but, after exposure to 254 nm, "P" levels were not as deep as those of controls or of leaves exposed to 310 nm (Table I).

DISCUSSION

In the present experiments, the mulberry leaves irradiated with UV at 254 nm did not generate the "P" level of electric potential found in normal leaves when illuminated at 9,000 lux for 30 min. It is well known that UV irradiation is injurious to chloroplasts and thus to photosynthesis. Therefore, the mulberry leaves irradiated at 254 nm received damage which appeared to numb their photosynthetic response. If it is so, these irradiated mulberry leaves must be unable to perform photosynthesis. Indeed, the sucrose contents in such irradiated mulberry leaves was measured, and their level was lower than that of normal leaves (Yazawa *et al.*, 1992).

After mulberry leaves were exposed to 254 or 307 nm, *Bombyx mori* larvae decreased their feeding response to leaves treated with 254 nm, but the larvae consumed the leaves irradiated at 307 nm at normal rates (Yazawa, 1992). Therefore, we feel there may be a relationship between harmful substance(s) generated at 254 nm, but not at 307 nm, and the low photoelectric response generated at 254 nm in the present experiment.

The naturally occurring portion of the UV-B spectrum at the earth's surface is between 290 and 320 nm (Takeuchi *et al.*, 1989). In the present experiments, 310 nm UV wavelength was applied to the picked plant leaves, so that the photoelectric response would be similar to that of control leaves.

Table I. Electric potentials from a mulberry leaf irradiated with UV.

Tableau I. Potentiels électriques d'une feuille de mûrier irradiée aux UV.

Treatment	Transient pattern*			
	N	T (time, min)	P (mV)	T/P (min/mV)
Traitement	Modèle de transition*			
	N	T (temps, min)	P (mV)	T/P (min/mV)
Normal leaf <i>Feuille normale</i>	7	3.86 ± 1.46	22.43 ± 6.82	0.17
UV light (254 nm) treated leaf <i>Feuille traitée aux UV (254 nm)</i>	3	2.00 ± 1.58	7.00 ± 3.74	0.29
UV light (310 nm) treated leaf <i>Feuille traitée aux UV (310 nm)</i>	3	2.33 ± 1.70	13.67 ± 6.02	0.17

* The explanation of the values of T (min) and P (transient potential) is found with Fig. 3.

* L'explication des valeurs de T (min) et P (potentiel de transition) est présentée dans la Fig. 3.

Hirao and Arai (1988) have also used this measurement system on the white region of the chimera-leaf of *Syngonium* and confirmed that the photoelectric response occurred only in the presence of chloroplasts, it is thus not due to a transient variation caused by transpiration. Furthermore, they observed that the bioelectric potential pattern was influenced by the addition of a photosynthesis inhibitor, prometrin. From these data, Hirao and Arai (1988) concluded that the phenomenon of the photoelectric response of the electric potential in response to light-on and -off is closely related to photosynthesis. In photosynthesis, it is known that the light energy absorbed by photosynthetic pigments is converted into three different energy forms, chemical energy via photochemical reactions, light energy re-emitted as fluorescence, and heat (Inoue *et al.*, 1979). Therefore, we assumed that the light energy absorbed by normal photosynthetic pigments is converted into biogenic electrogenic signals and thereby generates photoelectric potentials.

REFERENCES

- AIMI R., SHIBAZAKI S. (1975) Diurnal change in bioelectric potential of *Phaesolus* plant in relation to leaf movement and light condition. *Plant Cell Physiol.*, 16, 1157-1162.
- FUJII S., SHIMMEN T., TAZAWA M. (1978) Light-induced changes in membrane potential in *Spirogyra*. *Plant Cell Physiol.*, 219, 573-590.
- HIRAO T. (1986) Test of electrode for measurement of bioelectric potential on plant surface. *Annu. Rep. Natl. Inst. Agrobiol. Resour.*, 2, 43-45.
- HIRAO T., ARAI N. (1988) Development of measurement system of bioelectric potentials in plant. *Bull. Natl. Inst. Agrobiol. Resour.*, 4, 65-92.
- INOUE Y., WATANABE A., SHIBATA K. (1979) Transient variation of photoacoustic signal from leaves accompanying photosynthesis. *FEBS Letters*, 101, 321-323.

KLEIN R.M. (1978) Plants and near-ultraviolet radiation. Bot. Rev., 44, 1-127.

TAKEUCHI Y, AKIZUKI M., SHIMIZU H., KONDO N., SUGAHARA K. (1989) Effect of UV-B (290-320 nm) irradiation on growth and metabolism of cucumber cotyledons. Physiol. Plant, 76, 425-430.

YAZAWA M., SHIMIZU T., HIRAO T. (1992) UV-irradiation of mulberry leaves affects feeding response of the silkworm, *Bombyx mori*. J. Chemical Ecol., 18(4), 561-569.

YAZAWA M. (1992) Feeding response of *Bombyx mori* to mulberry leaves irradiated with UV. J. Sericul. Sci., 61(1), 76-79.

ELECTROGENESE BIOGENIQUE CHEZ LES FEUILLES DE MURIERS IRRADIEES AUX RAYONS ULTRA-VIOLETS

M. YAZAWA*, T. SHIMIZU*, T. HIRAO** & N. ARAI**

* Department of Insect Physiology and Behavior, National Institute of Entomological Science, Tsukuba, Ibaraki 305, Japon.

** Department of Applied Physiology, National Institute of Agrobiological Resources, Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305, Japon.

*On a mesuré les potentiels électriques biogéniques afin d'étudier l'effet du rayonnement UV sur les feuilles de mûrier, **Morus alba** (Moraceae). On observe un changement du potentiel électrique chez les feuilles témoins en réponse à l'alternance lumière/obscurité (réaction photoélectrique), mais les feuilles irradiées aux UV à 254 nm n'ont pas produit ce potentiel électrique normal. Ce potentiel électrique demeure chez les feuilles exposées aux UV à 310 nm. Nous avons conclu de ces données que l'irradiation (0,3 mW/cm²) aux UV (254 nm) est nocive pour les feuilles de mûrier, même quand elles présentent une apparence normale après traitement.*

INTRODUCTION

Les longueurs d'ondes solaires des ultra-violets (plus de 290 nm ; UV-A et -B) irradiant toutes les plantes. On sait que le rayonnement UV affecte les chloroplastes et, donc, la photosynthèse (Klein, 1978). Il existe des informations sur la quantité d'UV absorbée par la feuille et convertie en électrogenèse biogénique (Aimi and Shibazaki, 1975 ; Fujii et coll., 1978 ; Hirao et Arai, 1988). Nous avons également mesuré le signal électrogène biogénique produit par les feuilles de mûrier irradiées aux UV. Nous décrivons ici le potentiel photoélectrique et les réactions d'électrogenèse biogénique à la lumière des feuilles de mûrier intactes irradiées aux UV à 254 nm et 310 nm.

MATERIELS ET METHODES

Irradiation aux UV des feuilles de mûrier :

Les feuilles de mûrier, *Morus alba*, proviennent de la plantation de notre Institut. La surface foliaire de la feuille de mûrier comprenant le pétiole est irradiée pendant 60 minutes aux rayons UV. L'irradiation totale aux UV (254 nm) est réalisée pendant 60 minutes à l'aide d'une lampe à UV de 15 W (National Electric Co., Ltd., Japan) dont l'intensité est de ca. 0.3 mW/cm² sur la surface foliaire. On a également utilisé un spectroscope à irradiation à réseau de diffraction (CRM-FA) (JASCO, Tokyo) et un filtre en verre teinté (Toshiba Glass Co., Ltd., Japan) pour obtenir la longueur d'onde UV de 310 nm. Cette longueur d'onde (310 nm) est ensuite appliquée sur des feuilles de mûrier pendant 60 minutes car la partie du spectre de l'UV-B que l'on trouve à l'état naturel sur la surface terrestre se situe entre 290 et 320 nm. Le niveau du rayonnement ultra-violet est de 0,3 mW/cm², ce niveau étant similaire à celui des expériences d'exposition à 254 nm. Les feuilles irradiées aux UV sont conservées dans l'obscurité jusqu'au début de l'exposition (9 000 lux). Elles paraissent normales à l'oeil nu.

Mesure du potentiel électrique biogénique :

Les méthodes de mesure globale utilisées dans ces expériences sont identiques à celles décrites précédemment par Aimi et Shibasaki (1975) et Hirao et Arai (1988). En résumé, on a utilisé les électrodes mis au point par Hirao (1986) pour mesurer les potentiels bioélectriques de la surface de chaque feuille comportant un pétiole. L'électrode neutre (Ag-AgCl) est insérée dans une solution hydroponique (0,1 % Hyponex, Hyponex Chemical Co., Copley, Ohio, USA). On a mesuré la conductivité entre l'électrode de la surface foliaire et l'électrode neutre. L'échantillon de feuilles est conservé à 25 °C dans une boîte à mesure. L'exposition, d'une durée de 30 minutes, est réalisée à l'aide de quatorze lampes de 40 W, 9 000 lux, placées sous le plafond et à l'intérieur de la boîte.

RESULTATS

On note un changement distinct du potentiel électrique en réponse à l'alternance éclairage/obscurité (réaction photoélectrique) chez les feuilles normales. La valeur pic de la réaction photoélectrique est de 13 à 34 mV dans l'obscurité (Fig. 1-A). Dans une feuille préalablement irradiée à 254 nm (15 W lumière UV), le niveau de la réaction photoélectrique est faible, en dessous du potentiel électrique (3 à 12 mV, Fig. 1-B). Aucune suppression analogue du potentiel électrique de réaction photoélectrique n'apparaît après exposition des feuilles à des bandes étroites précises d'une longueur d'onde UV de 310 nm ; leur profil est tout à fait similaire à celui du témoin (Fig. 2-B). La figure 3 présente une réaction photoélectrique globale à l'alternance éclairage/obscurité et permet de comparer les données obtenues. Ces variations sont caractéristiques d'une réponse photoélectrique. L'augmentation du potentiel pendant "T" apparaît plusieurs minutes après éclairage. La diminution du potentiel, indiquée par la lettre "P", apparaît à l'extinction de la lumière, atteint ca. -80 mV, puis retourne progressivement au niveau du potentiel avant éclairage. Le tableau I montre le profil transitoire de "T" (temps) et les potentiels électriques de "P" générés à l'extinction de la lumière. Après exposition à 254 ou 310 nm, "T" ne diffère pas du témoin, mais, après exposition à 254 nm, les niveaux de "P" ne sont pas aussi profonds que ceux des témoins ou des feuilles exposées à 310 nm (Tableau I).

DISCUSSION

Dans cette étude, les feuilles de mûrier irradiées aux UV à 254 nm ne produisent pas le niveau "P" du potentiel électrique observé chez les feuilles normales lorsqu'elles sont exposées à 9 000 lux pendant 30 minutes. On sait que l'irradiation aux UV est nocive pour les chloroplastes et, donc, pour la photosynthèse. Cette nocivité semble se traduire, chez les feuilles de mûrier, par une paralysie de leur réponse photoélectrique. Si c'est le cas, les feuilles de mûrier irradiées doivent être incapables d'effectuer leur photosynthèse. En effet, on a mesuré les contenus en sucrose chez de telles feuilles et on a observé que leur niveau était plus faible que celui mesuré chez des feuilles normales (Yazawa et coll., 1992).

Après exposition des feuilles de mûrier à 254 ou 307 nm, la réaction nutritionnelle des larves de *Bombyx mori* aux feuilles traitées à 254 nm diminue, mais les larves consomment les feuilles irradiées à 307 nm à des taux normaux (Yazawa, 1992). Il nous semble donc qu'il existe une relation entre la ou les substance(s) nocive(s) produite(s) à 254 nm, mais pas à 307 nm, et la faiblesse de la réaction photoélectrique produite à 254 nm observée dans cette expérience.

La partie du spectre de l'UV-B qu'on trouve à l'état naturel à la surface terrestre se situe entre 290 et 320 nm (Takeuchi et coll., 1989). Dans cette expérience, la longueur d'onde UV de 310 nm est appliquée à des feuilles de mûrier cueillies, pour obtenir un modèle de réaction photoélectrique similaire à celui des feuilles témoins.

Hirao et Arai (1988) ont également utilisé ce système de mesure sur la partie blanche de la feuille-chimère de *Syngonium* et ont confirmé que la réaction photoélectrique n'apparaît qu'en présence des chloroplastes et qu'elle n'est donc pas due à une variation transitoire provoquée par la transpiration. En outre, ils ont observé que le profil du potentiel bioélectrique était affecté par l'addition d'un inhibiteur de la photosynthèse, la prométrine. Sur la base de ces données, Hirao et Arai (1988) ont conclu que le phénomène de la réponse photoélectrique du potentiel électrique en réponse à l'alternance éclairage/obscurité était étroitement lié à la photosynthèse. Dans la

photosynthèse, on sait que l'énergie de la lumière absorbée par les pigments photosynthétiques est convertie en trois formes d'énergie : l'énergie chimique, via les réactions photoélectriques, l'énergie de la lumière réémise sous forme de fluorescence et la chaleur (Inoue et coll., 1979). Nous présumons donc que l'énergie de la lumière absorbée par les pigments photosynthétiques normaux est convertie en signaux électrogènes biogéniques et génère ainsi les potentiels photoélectriques.

PROMISING BI $\times$ BI HYBRIDS OF SILKWORM (*BOMBYX MORI* L.)

B.K. GUPTA*3, M. VERMA, V.K. KHAROO & K. SINGH

Regional Sericultural Research Station, P.O. Majra - 248 171, Dehradun, Uttar Pradesh, India.

Heterosis studies of commercial characters of bivoltine hybrids of six female (JD6, SH6, YS3, SF19, YS5 and SF4) and three male (NB4D2, C122 and KA) component races were carried out. In general, KA was identified better male component in this combining ability analysis. Among hybrids, SH6 $\times$ KA, SF19 $\times$ KA and YS3 $\times$ KA could be exploited during spring rearing while SH6 $\times$ KA could be used both for spring and autumn seasons.

Keywords : Bi $\times$ bi hybrids, *Bombyx mori*, heterosis.

INTRODUCTION

While Krishnaswami *et al.* (1964) conducted diallel analysis of quantitative characters in multivoltine races, Sengupta *et al.* (1974) were interested in hybrid vigour and genetic analysis of quantitative traits in the multivoltine silkworm. However, Govindan *et al.* (1987) and Kantaratanakul *et al.* (1987) emphasised the selection of promising multi $\times$ bi hybrid of the silkworm through heterosis analysis. Reviewing the above literature, an attempt was initiated to investigate promising bi $\times$ bi hybrids on the basis of heterotic behaviour of F₁ crosses.

MATERIALS AND METHODS

Among the existing 19 bivoltine races, six races (JD6, SH6, YS3, SF19 and SF4) as female and three races (NB4D2, C122 and KA) as male parents were selected for heterosis study.

The races JD6 and SH6 having slightly elongated cocoons differ in their hatching behaviour because in JD6 unseasonal hatching is observed. The cocoons of both SF19 and SF4 are oval in shape but the effective rate of rearing (ERR) and cocoon yield of SF19 appeared higher than those of SF4 while the cocoon weight of SF4 is better than that of SF19.

The cocoons of YS3 and YS5 are oval in shape but the ERR, cocoon yield and cocoon weight of YS3 are better than those of YS5.

As regards male parents, NB4D2 cocoon is constricted while that of KA is elongated and that of C122 is oval in shape. In this selection of races, attempts were made to select most popular as well as better parents as female components of F₁ hybrids.

Six commercial characters relating to fecundity (no.), hatchability (%), effective rate of rearing (%), cocoon yield/100 layings (kg), cocoon weight (g) and shell weight (g) of all nineteen bivoltine races (Table I) were arranged in order of merit to group the races into 4 classes (Table II). It is to be mentioned that the silkworm races grouped in class I and class II are considered superior over the races of the other two classes.

* DY. Director, National Sericulture Project, Hospital Road, P.O. Dt. Kishanganj, Bihar, India..

Table I. Arrangement of the races on the basis of the rearing performances.

Tableau I. Classement des races en fonction des performances d'élevage.

Character	Class	Range of value of class	Races
Caractère	Classe	Fourchette des valeurs	Races
Fecundity (in no)	I	> 640	CC ₁ (649), NB ₄ D ₁ (657), NB ₄ D ₂ (648), SH ₆ (646), SH ₆ (642), CS ₈ (641)
Fécondité (en nombre)	II	625-640	YS ₃ (636), C ₁₂₂ (636), YS ₅ (630), JD ₆ (629), CA ₂ (629)
	III	600-625	SF ₄ (620), KA (616), SF ₁₉ (605)
	IV	< 600	NB ₂ D ₁ (582), SF ₂₁ (571), NB ₃ D ₁ (515), NN ₆ D (512), NB ₃ C ₁ (509)
Hatchability (%)	I	> 95	YS ₅ (96.47), SH ₆ (96.39), JD ₆ (96.05), YS ₃ (95.91)
Eclorabilité (%)	II	90-95	SF ₁₉ (94.16), NN ₆ D (93.96), CS ₈ (93.4), SF ₄ (93.12)
	III	85-90	NB ₄ D ₂ (92.65), SH ₂ (92.39), NB ₄ D ₁ (92.25), SF ₂₁ (91.27), C ₁₂₂ (90.11)
	IV	< 85	NB ₃ D ₁ (89.69), CC ₁ (89.06), CA ₂ (88.38), KA (88.10), NB ₂ D ₁ (86.35), NB ₃ C ₁ (84.35)
ERR (%)	I	> 87	NB ₄ D ₂ (90.27), JD ₆ (89.86), NN ₆ D (88.74), NB ₃ C ₁ (88.65), SH ₆ (87.70), YS ₃ (87.40)
	II	65-87	CS ₈ (86.90), CA ₂ (86.57), CC ₁ (86.41), NB ₃ D ₁ (85.96), SF ₁₉ (85.77)
	III	82-85	SH ₂ (84.17), C ₁₂₂ (83.38), NB ₂ D ₁ (82.55), YS ₅ (82.41)
	IV	< 82	NB ₄ D ₁ (81.77), SF ₂₁ (78.37), KA (78.02), SF ₄ (77.50)
Cocoon yield/ 100 dils (kg)	I	> 75	YS ₃ (77.63), SH ₆ (77.20), CC ₁ (76.56)
Rendement en cocons pour 100 pontes saines (kg)	II	70-75	CA ₂ (72.97), SH ₂ (72.88), SF ₁₉ (72.53), CS ₈ (70.38), JD ₆ (70.25)
	III	60-70	NB ₃ D ₁ (67.93), YS ₅ (66.72), NB ₄ D ₂ (66.06), SF ₄ (62.07), NB ₄ D ₁ (60.24)
	IV	< 60	NB ₂ D ₁ (58.84), NB ₃ D ₁ (58.29), C ₁₂₂ (56.56), SF ₂₁ (55.81), KA (53.00), NN ₆ D (52.30)
Cocoon weight (g)	I	> 1.9	CC ₁ (2.24), CA ₂ (2.16), YS ₃ (1.95), SH ₆ (1.94), SF ₄ (1.92)
Poids d'un cocon (g)	II	1.8-1.9	SF ₁₉ (1.89), NB ₄ D ₂ (1.86), NB ₄ D ₁ (1.84), NB ₂ D ₁ (1.81)
	III	1.7-1.8	CS ₈ (1.79), SF ₂₁ (1.78), SH ₂ (1.77), YS ₅ (1.76), NB ₃ C ₁ (1.74), JD ₆ (1.72)
	IV	< 1.7	C ₁₂₂ (1.68), KA (1.61), NN ₆ D (1.51)
Shell weight (g)	I	> 0.38	CC ₁ (0.43), CA ₂ (0.41), SF ₁₉ (0.40), SH ₆ (0.39), SF ₄ (0.38)
Poids d'une coque (g)	II	0.35-0.38	NB ₂ D ₁ (0.37), NB ₄ D ₂ (0.36), NB ₄ D ₁ (0.36), CS ₈ (0.36), SH ₂ (0.35)
	III	0.30	YS ₅ (0.35), SF ₂₁ (0.35)
	IV	< 0.30	NB ₃ C ₁ (0.34), JD ₆ (0.33), C ₁₂₂ (0.30), KA (0.29), NN ₆ D (0.26)

ERR : Effective rate of rearing / Taux effectif d'élevage.

The data of each race are indicated in parentheses. Les données sont indiquées entre parenthèses pour chaque race.

A total of eighteen crosses of hybrid layings prepared out of six female and three male parents were reared along with their parents in both spring and autumn rearings for a period of three years with three replicated layings of each race and hybrid as well. On the basis of the average rearing performances of three years, seasonwise heterosis (%) over the better parent value (BPV) and mid-parent value (MPV) were calculated to select promising F₁ hybrids of bivoltine silkworm races.

RESULTS AND DISCUSSION

In accordance with the breeding plans, SH₆ and YS₃ of class I, JD₆ and SF₁₉ of class II and YS₅ and SF₄ of class III were selected as female parents while NB₄D₂ of class II, C₁₂₂ of class III and KA of class IV were taken as male components to prepare and rear 18 hybrids both in spring and autumn rearings. Simultaneously, both female and male parents were also reared to analyse the hybrid vigour of each F₁ cross through heterosis study. Seasonwise heterotic values over better parent and mid-parent for every character of each hybrid are presented in Table III.

Table II. Grouping as per class value.

Tableau II. Répartition en fonction de la valeur de la classe.

Group <i>Classe</i>	Name of race <i>Nom de la race</i>
I	SH ₆ (24) YS ₃ (23) CC ₁ (21)
II	CA ₂ (19), NB ₄ D ₂ (19) JD ₆ (18), SF ₁₉ (18), CS ₈ (18) SH ₂ (17)
III	NB ₄ D ₁ (16), SF ₄ (16), YS ₅ (16) NB ₃ D ₁ (12), NB ₃ C ₁ (12), NB ₂ D ₁ (12), C ₁₂₂ (12)
IV	NN ₆ D (11), SF ₂₁ (11) KA (8)

The figures in parentheses indicate the marks allotted to the race.

Les chiffres entre parenthèses indiquent la note attribuée à chaque race.

Most of the hybrids of JD₆ gave negative heterosis with respect to BPV for more than one character in the autumn season. However, in the spring season, the hybrids JD₆ × NB₄D₂ and JD₆ × KA responded towards positive heterosis for BPV for most of the characters except ERR. It is to be mentioned that these two hybrids yielded positive heterosis for MPV during spring for all the characters.

Table III. Heterotic values of the characters of bivoltine crosses.

Tableau III. Valeurs d'hétérosis des caractères des croisements bivoltins.

Crosses	Season	Heterosis over	Value of heterosis for					
			Fecundity (no.)	Weight of 10 larvae (g)	Yield/ 10,000 larvae (g)	ERR	Cocoon weight (g)	Shell weight (g)
Croisements	Saison	Hétérosis sur	Valeur de l'hétérosis pour					
			Fécondité (nombre)	Poids de 10 larves (g)	Rendement/ 10 000 larves (g)	ERR	Poids d'un cocon (g)	Poids d'une coque (g)
JD ₆ × NB ₄ D ₂	Spring	BPV	+ 198	+ 10.88	+ 8.82	- 0.42	+ 4.51	+ 9.35
	Printemps	MPV	+ 2.83	+ 21.52	+ 25.18	+ 6.44	+ 15.41	+ 18.93
	Autumn	BPV	- 15.77	- 0.94	- 5.88	- 5.06	+ 4.00	+ 1.86
	Automne	MPV	- 12.25	+ 2.21	- 1.32	- 3.16	+ 4.45	+ 1.86
JD ₆ × C ₁₂₂	Spring	BPV	+ 13.71	- 19.56	+ 20.25	- 3.08	+ 21.40	+ 91.79
	Printemps	MPV	+ 13.89	+ 27.77	+ 31.45	+ 3.98	+ 25.48	+ 77.92
	Autumn	BPV	- 13.10	+ 6.83	- 6.03	- 4.42	+ 4.09	- 2.49
	Automne	MPV	- 7.58	+ 9.06	+ 5.61	+ 0.04	+ 7.85	+ 14.23
JD ₆ × KA	Spring	BPV	+ 1.24	+ 18.68	+ 36.70	- 2.40	+ 24.20	+ 29.01
	Printemps	MPV	+ 4.25	+ 24.49	+ 40.43	+ 4.71	+ 26.03	+ 34.84
	Autumn	BPV	- 11.24	+ 12.11	- 1.83	- 1.26	+ 6.83	- 1.86
	Automne	MPV	- 6.60	+ 15.03	+ 6.64	+ 0.63	+ 7.63	+ 5.35
SH ₆ × NB ₄ D ₂	Spring	BPV	+ 0.57	+ 20.33	+ 6.52	- 2.10	+ 8.51	+ 11.42
	Printemps	MPV	+ 10.30	+ 23.56	+ 19.00	+ 3.92	+ 17.83	+ 14.70
	Autumn	BPV	- 6.39	- 2.88	+ 12.21	- 1.02	+ 8.06	+ 0.60
	Automne	MPV	+ 4.84	+ 0.06	+ 14.98	+ 5.62	+ 8.98	+ 2.45
SH ₆ × C ₁₂₂	Spring	BPV	+ 12.80	+ 20.95	+ 17.85	- 4.88	+ 22.68	+ 16.52
	Printemps	MPV	+ 20.23	+ 21.02	+ 24.86	+ 2.19	+ 24.89	+ 62.69
	Autumn	BPV	- 13.24	- 3.85	+ 1.64	+ 9.10	+ 1.63	+ 0.30
	Automne	MPV	- 9.91	+ 4.08	+ 12.14	+ 9.47	+ 6.54	+ 9.54
SH ₆ × KA	Spring	BPV	+ 4.78	+ 12.52	+ 22.15	+ 6.50	+ 17.22	+ 8.26
	Printemps	MPV	+ 5.27	+ 14.70	+ 23.63	+ 8.02	+ 17.63	+ 19.09
	Autumn	BPV	- 0.87	- 4.27	+ 5.61	+ 6.97	+ 1.75	- 3.31
	Automne	MPV	+ 0.15	+ 4.12	+ 12.27	+ 10.27	+ 3.77	+ 2.63
YS ₃ × NB ₄ D ₂	Spring	BPV	+ 19.32	+ 16.37	+ 8.04	- 3.42	+ 9.06	+ 11.94
	Printemps	MPV	+ 20.13	+ 23.59	+ 26.09	+ 6.56	+ 21.83	+ 19.06
	Autumn	BPV	+ 3.12	+ 5.17	+ 13.63	- 4.39	+ 11.95	+ 4.23
	Automne	MPV	+ 7.61	+ 5.32	+ 14.13	+ 2.14	+ 13.14	+ 5.83

Continued / Suite page suivante

Table III. Continued / *Tableau III. Suite.*

Crosses	Season	Heterosis over	Value of heterosis for					
			Fecundity (no.)	Weight of 10 larvae (g)	Yield/ 10,000 larvae (g)	ERR	Cocoon weight (g)	Shell weight (g)
<i>Croisements</i>	<i>Saison</i>	<i>Hétérosis sur</i>	<i>Valeur de l'hétérosis pour</i>					
			<i>Fécondité (nombre)</i>	<i>Poids de 10 larves (g)</i>	<i>Rendement/ 10 000 larves (g)</i>	<i>ERR</i>	<i>Poids d'un cocon (g)</i>	<i>Poids d'une coque (g)</i>
YS ₃ × C ₁₂₂	Spring	BPV	+ 18.39	+ 16.60	+ 13.62	- 4.05	+ 18.45	+ 22.94
	<i>Printemps</i>	MPV	+ 20.45	+ 20.75	+ 26.13	+ 8.00	+ 23.80	+ 68.55
	Autumn	BPV	- 2.56	- 3.24	- 5.42	- 7.60	+ 8.23	+ 44.22
	<i>Automne</i>	MPV	+ 3.79	+ 1.71	- 1.61	- 7.19	+ 11.46	+ 23.65
YS ₃ × KA	Spring	BPV	+ 5.29	+ 18.93	+ 22.12	- 0.62	+ 24.31	+ 28.82
	<i>Printemps</i>	MPV	+ 10.10	+ 20.82	+ 26.86	+ 0.01	+ 27.66	+ 37.74
	Autumn	BPV	- 0.29	- 2.79	- 4.88	- 7.97	- 6.98	+ 5.13
	<i>Automne</i>	MPV	+ 0.15	+ 2.38	- 1.65	- 5.03	+ 12.59	+ 14.47
SF ₁₉ × NB ₄ D ₂	Spring	BPV	- 0.16	+ 18.69	+ 7.60	- 9.23	+ 14.98	+ 16.34
	<i>Printemps</i>	MPV	+ 4.94	+ 19.97	+ 15.49	- 2.52	+ 18.49	+ 21.00
	Autumn	BPV	- 7.58	+ 6.24	+ 5.85	- 6.41	+ 1.13	- 5.89
	<i>Automne</i>	MPV	- 4.57	+ 7.86	+ 10.99	+ 5.33	+ 2.90	- 3.33
SF ₁₉ × C ₁₂₂	Spring	BPV	+ 2.46	+ 20.83	+ 27.75	- 1.94	+ 22.78	+ 15.38
	<i>Printemps</i>	MPV	+ 19.19	+ 23.04	+ 29.73	+ 5.68	+ 27.92	+ 67.83
	Autumn	BPV	- 7.26	+ 1.96	+ 16.08	- 0.21	+ 12.85	+ 2.65
	<i>Automne</i>	MPV	- 1.21	+ 8.85	+ 19.86	+ 5.92	+ 19.32	+ 12.98
SF ₁₉ × KA	Spring	BPV	- 7.78	+ 19.42	+ 27.78	+ 10.56	+ 13.91	+ 15.62
	<i>Printemps</i>	MPV	+ 1.196	+ 23.65	34.95	+ 13.52	+ 20.83	+ 35.11
	Autumn	BPV	- 12.40	+ 1.87	- 1.69	- 16.91	+ 2.45	- 0.88
	<i>Automne</i>	MPV	- 7.83	+ 9.29	- 0.26	- 9.47	+ 7.49	+ 9.09
YS ₅ × NB ₄ D ₂	Spring	BPV	- 0.340	+ 16.34	+ 4.63	- 6.45	+ 9.51	+ 11.69
	<i>Printemps</i>	MPV	+ 0.67	+ 21.48	+ 22.87	+ 5.21	+ 20.04	+ 21.81
	Autumn	BPV	- 6.66	+ 3.15	- 4.27	- 13.93	+ 3.23	- 2.38
	<i>Automne</i>	MPV	- 6.37	+ 4.44	- 0.59	- 2.80	+ 3.80	0.00
YS ₅ × C ₁₂₂	Spring	BPV	+ 4.62	+ 19.72	+ 13.30	- 4.42	+ 19.38	+ 17.82
	<i>Printemps</i>	MPV	+ 6.07	+ 21.86	+ 30.85	+ 7.82	+ 21.07	+ 63.95
	Autumn	BPV	- 1.85	+ 5.86	- 2.41	- 6.71	+ 4.51	- 2.08
	<i>Automne</i>	MPV	0.00	+ 10.10	+ 1.59	+ 1.00	+ 9.24	+ 7.51
YS ₅ × KA	Spring	BPV	- 10.59	+ 27.51	+ 38.36	+ 8.032	+ 24.84	+ 21.44
	<i>Printemps</i>	MPV	- 6.36	+ 27.76	+ 45.13	+ 16.47	+ 25.41	+ 32.92
	Autumn	BPV	- 0.58	+ 3.80	+ 0.314	- 12.76	+ 0.114	+ 1.33
	<i>Automne</i>	MPV	+ 1.32	+ 8.51	+ 0.319	- 5.04	+ 4.75	+ 9.0

Continued / *Suite page suivante*

Table III. Continued / *Tableau III. Suite.*

Crosses	Season	Heterosis over	Value of heterosis for					
			Fecundity (no.)	Weight of 10 larvae (g)	Yield/ 10,000 larvae (g)	ERR	Cocoon weight (g)	Shell weight (g)
Croisements	Saison	Hétérosis sur	Valeur de l'hétérosis pour					
			Fécondité (nombre)	Poids de 10 larves (g)	Rendement/ 10 000 larves (g)	ERR	Poids d'un cocon (g)	Poids d'une coque (g)
SF ₄ × NB ₄ D ₂	Spring	BPV	+ 2.85	+ 14.40	+ 2.87	- 8.28	+ 8.63	+ 9.35
	<i>Printemps</i>	MPV	+ 14.17	+ 17.73	+ 25.07	+ 6.096	+ 17.83	+ 18.92
	Autumn	BPV	- 13.83	+ 6.32	- 4.31	- 13.51	+ 6.90	- 6.52
	<i>Automne</i>	MPV	- 5.08	+ 6.70	+ 6.90	+ 1.65	+ 7.49	
SF ₄ × C ₁₂₂	Spring	BPV	+ 17.95	+ 20.43	+ 4.63	- 11.30	+ 19.60	+ 22.91
	<i>Printemps</i>	MPV	+ 28.10	+ 20.76	+ 21.28	+ 2.93	+ 21.16	+ 65.41
	Autumn	BPV	- 12.50	+ 2.61	- 3.74	- 17.63	+ 7.78	+ 6.77
	<i>Automne</i>	MPV	- 1.76	+ 8.37	- 0.03	- 8.30	+ 11.54	+ 10.33
SF ₄ × KA	Spring	BPV	- 16.97	+ 19.49	+ 24.38	- 0.96	+ 22.75	+ 25.69
	<i>Printemps</i>	MPV	- 4.82	+ 23.24	+ 35.52	+ 9.96	+ 23.53	+ 30.96
	Autumn	BPV	- 16.49	+ 6.39	- 4.59	- 12.03	+ 7.47	+ 0.33
	<i>Automne</i>	MPV	- 7.29	+ 12.92	+ 2.99	+ 0.27	+ 8.08	+ 3.49

BPV : Better parent value / *Valeur des meilleurs parents.*MPV : Mid-parent value / *Valeur des parents moyens.*

Better heterotic behaviours were recorded in the case of the hybrids of SH₆. During spring, positive heterosis over BPV for all characters was found in SH₆ × KA while the other two hybrids of SH₆ gave positive heterosis over BPV for most of the characters except ERR. During autumn, the hybrid SH₆ × KA also gave better heterosis with low negative heterosis for fecundity and larval weight over BPV. It is to be pointed out that the hybrid gave positive heterosis over MPV for all the characters even during autumn.

In the spring rearing, all hybrids of YS₃ gave positive heterosis over BPV except ERR but very low negative heterosis for ERR was obtained in the case of YS₃ × KA. On the other hand, during autumn, only YS₃ × NB₄D₂ yielded better heterosis for all the characters other than ERR. At the same time, it gave positive heterosis for all characters over MPV during autumn.

As regards the hybrids of SF₁₉, though SF₁₉ × KA responded for positive heterosis over BPV for most of the characters, including ERR, it gave a negative heterotic value for fecundity during spring. Further, the predominance of negative heterosis over BPV was found in most of the characters of the hybrid of SF₁₉ × KA during the autumn rearing. The hybrid SF₁₉ × NB₄D₂ gave negative heterosis over BPV in respect of fecundity, ERR and shell weight, while the hybrid SF₁₉ × C₁₂₂ also gave negative heterosis over BPV for fecundity and ERR only during the autumn season.

Similar is the case of the hybrids of YS₅. Only YS₅ × KA with negative heterosis for fecundity gave positive heterosis for all the characters, including ERR over BPV in the spring season but its hybrids gave negative heterosis during autumn for more than one character.

As the ERR is the most important criterion for the success of rearing, it is necessary to encourage the rearing of hybrids that responded positive heterosis for ERR with respect to BPV.

It is to be highlighted that during spring, the hybrids, namely SH₆ × KA, SF₁₉ × KA and YS₅ × KA responded to the positive heterosis for ERR while only SH₆ × KA, gave positive heterosis for all characters. It is further to be pointed out that SH₆ × KA also yielded positive heterosis over BPV with respect to ERR during autumn also and no other hybrid gave positive heterosis for ERR over BPV during the autumn season.

CONCLUSION

It is therefore clear from the foregoing discussions that a good number of bi × bi hybrids of silkworm, e.g. SH₆ × KA, YS₃ × KA and SF₁₉ × KA, could be exploited for commercial rearing.

REFERENCES

- GOVINDAN R., NAGADUM S.B., SATENAHALLI S.B. (1987) Breeding with some polyvoltine and bivoltine strains of the silkworm, *Bombyx mori* L. *Sericologia*, 27(4), 597-608.
- KANTARATANAKUL S., THARVORNANULKIT C., WONG THONG S., CHAREONYING S., CAMPIRANON A., SAKSOONG P. (1987) Heterosis in F₁ hybrid between polyvoltine and bivoltine silkworm (*Bombyx mori* L.) *Sericologia*, 27(3), 373-380.
- KRISHNASWAMI S., JOLLY M.S., SUBBA RAO S. (1964) Diallel analysis of quantitative characters in multivoltine races. *Ind. J. Genet.*, 24, 213-222.
- SENGUPTA K., YUSUF M.R., GROVER S.P. (1974) Hybrid vigour and genetic analysis of quantitative traits in silkworm. *Ind. J. Genet.*, 34A, 249-256.

VERS A SOIE (*BOMBYX MORI* L.) HYBRIDES BIVOLTINS PROMETTEURS

B.K. GUPTA, M. VERMA, V.K. KHAROO & K. SINGH

Regional Sericultural Research Station, P.O. Majra - 248 171, Dehradun, Uttar Pradesh, Inde.

On a réalisé l'étude de l'hétérosis des caractères commerciaux des hybrides bivoltins de six composants femelles (JD₆, SH₆, YS₃, SF₁₉ et SF₄) et de trois composants mâles (NB₄D₂, C₁₂₂ et KA). Dans l'ensemble, cette analyse de la capacité combinatoire fait apparaître KA comme le meilleur parent mâle. Pour ce qui concerne les hybrides, SH₆ × KA, SF₁₉ × KA et YS₃ × KA peuvent être utilisés pour l'élevage de printemps, tandis que SH₆ × KA peut être utilisé à la fois au printemps et à l'automne.

INTRODUCTION

Krishnaswami et coll. (1964) ont effectué l'analyse diallélique des caractères quantitatifs des races polyvoltines. Sengupta et coll. (1974) se sont par ailleurs intéressés à la résistance des hybrides et ont réalisé l'analyse génétique des traits quantitatifs chez le ver à soie polyvoltin. Govindan et coll. (1987) et Kantaratanakul et coll. (1987) ont mis l'accent sur la sélection d'hybrides polyvoltins × bivoltins prometteurs du ver à soie par l'analyse de l'hétérosis. A la lecture de ces travaux, on a initié une étude portant sur des hybrides bivoltins × bivoltins prometteurs en fonction des résultats de l'hétérosis chez les croisements F₁.

MATERIELS ET METHODES

Parmi les 19 races bivoltines existantes, on a sélectionné six races (JD₆, SH₆, YS₃, SF₁₉, YS₅ et SF₄) comme parents femelles et trois races (NB₄D₂, C₁₂₂ et KA) comme parents mâles pour l'étude de l'hétérosis.

Les races JD₆ et SH₆, qui donnent des cocons légèrement allongés, ont des comportements d'éclosion différents, l'éclosion chez JD₆ étant irrégulière. Bien que les cocons de SF₁₉ et SF₄ soient de forme ovale chez ces deux races, le taux effectif d'élevage et le rendement en cocons chez SF₁₉ semble supérieur à celui de SF₄, tandis que le poids du cocon chez SF₄ est supérieur à celui de SF₁₉.

Les cocons de YS₃ et YS₅ sont de forme ovale mais le taux effectif d'élevage, le rendement en cocons et le poids du cocon sont meilleurs chez YS₃ que chez YS₅.

Pour ce qui concerne les parents mâles, le cocon de NB₄D₂ est ceintré tandis que celui de KA est allongé et celui de C₁₂₂ est de forme ovale. Dans cette sélection de races, nous avons tenté de choisir les souches les plus utilisées et les meilleurs parents comme composants femelles des hybrides F₁.

Six caractères commerciaux concernant la fécondité (en nombre), le taux d'éclosion (%), le taux effectif d'élevage (%), le rendement en cocons pour 100 pontes saines (kg), le poids du cocon (g) et le poids de la coque (g) des 19 races bivoltines (Tableau I) ont été classés par ordre de valeur afin de regrouper les races en quatre classes (Tableau II). Il faut souligner que les races de ver à soie regroupées dans les classes I et II sont considérées comme supérieures aux races des autres classes.

Au total, dix-huit croisements de pontes d'hybrides préparés à partir de six parents femelles et trois parents mâles ont été élevés parallèlement à leurs parents au cours des élevages de printemps et

d'automne pendant trois ans avec trois répliquats de chaque race et chaque hybride. On a calculé l'hétérosis par saison (%) sur la valeur des meilleurs parents (BPV) et celle des parents moyens (MPV) sur la base des performances moyennes d'élevage de trois années en vue de sélectionner des hybrides de vers à soie bivoltins F₁ prometteurs.

RESULTATS ET DISCUSSION

Conformément aux plans de sélection, SH₆ et YS₃ de la classe I, JD₆ et SF₁₉ de la classe II et YS₅ et SF₄ de la classe III ont été choisis comme parents femelles, tandis que NB₄D₂ de la classe II, C₁₂₂ de la classe III et KA de la classe IV ont été pris comme composants mâles pour la préparation et l'élevage des 18 hybrides au printemps et à l'automne. Parallèlement, on a élevé les parents mâles et femelles afin d'analyser la résistance de l'hybride de chaque croisement F₁ par étude de l'hétérosis. Les valeurs par saison de l'hétérosis sur les meilleurs parents et les parents moyens pour chaque caractère chez chacun des hybrides sont présentées dans le tableau III.

La plupart des hybrides de JD₆ donnent une hétérosis négative par rapport aux meilleurs parents pour plus d'un caractère à la saison d'automne. Cependant, au printemps, les hybrides JD₆ × NB₄D₂ et JD₆ × KA tendent à donner une hétérosis positive sur les valeurs des meilleurs parents pour la plupart des caractères à l'exception du taux effectif d'élevage. Ces deux hybrides donnent une hétérosis positive par rapport aux valeurs des parents moyens au printemps pour tous les caractères.

On a observé des comportements hétérotiques meilleurs pour les hybrides de SH₆. Au printemps, SH₆ × KA présente une hétérosis positive pour tous les caractères sur la valeur des meilleurs parents, les deux autres hybrides de SH₆ donnent une hétérosis positive sur la valeur des meilleurs parents pour la plupart des caractères sauf le taux effectif d'élevage. En automne, l'hybride SH₆ × KA donne également une meilleure hétérosis et une hétérosis négative faible pour la fécondité et le poids larvaire par rapport à la valeur du meilleur parent. En outre, cet hybride donne une hétérosis positive par rapport au parent moyen pour tous les caractères même à l'automne.

Pour l'élevage de printemps, tous les hybrides de YS₃ donnent une hétérosis positive par rapport à la valeur du meilleur parent, sauf pour le taux effectif d'élevage, mais YS₃ × KA donne une hétérosis négative très basse pour le taux effectif d'élevage. Par ailleurs, en automne, seul YS₃ × NB₄D₂ donne une hétérosis supérieure pour tous les caractères autres que le taux effectif d'élevage. Parallèlement, il donne une hétérosis positive pour tous les caractères par rapport au meilleur parent au cours de l'automne.

En ce qui concerne les hybrides de SF₁₉, bien que SF₁₉ × KA donne une hétérosis positive par rapport à la valeur du meilleur parent pour la plupart des caractères, y compris le taux effectif d'élevage, il donne une hétérosis négative pour la fécondité au printemps. De plus, on observe une prédominance de l'hétérosis négative par rapport à la valeur du meilleur parent pour la plupart des caractères de l'hybride SF₁₉ × KA au cours de l'élevage d'automne. L'hybride SF₁₉ × NB₄D₂ donne une hétérosis négative par rapport à la valeur du meilleur parent pour la fécondité, le taux effectif d'élevage et le poids de la coque tandis que l'hybride SF₁₉ × C₁₂₂ donne également une hétérosis négative par rapport au meilleur parent pour la fécondité et le taux effectif d'élevage uniquement à l'élevage d'automne.

Les hybrides de YS₅ présentent un cas similaire. Seul YS₅ × KA, avec une hétérosis négative pour la fécondité, montre une hétérosis positive pour tous les caractères, y compris le taux effectif d'élevage, par rapport au meilleur parent à l'élevage de printemps mais ses hybrides présentent une hétérosis négative à l'automne pour plus d'un caractère.

Le taux effectif d'élevage étant le critère le plus important pour la réussite de l'élevage, il est nécessaire d'encourager l'élevage d'hybrides donnant une hétérosis positive sur la valeur du meilleur parent pour ce critère.

Il faut ajouter que, au cours de l'élevage de printemps, les hybrides SH₆ × KA, SF₁₉ × KA et YS₅ × KA présentent une hétérosis positive pour le taux effectif d'élevage alors que seul SH₆ × KA donne une hétérosis positive pour tous les caractères. En outre, SH₆ × KA montre également une hétérosis positive sur la valeur du meilleur parent pour le taux effectif d'élevage à l'automne et aucun

autre hybride ne donne d'hétérosis positive pour le taux effectif d'élevage sur la valeur du meilleur parent pendant la saison d'automne.

CONCLUSION

Les discussions qui précèdent montrent clairement qu'un grand nombre d'hybrides de vers à soie bivoltins $\times$ bivoltins peuvent être élevés de manière satisfaisante au printemps, par exemple $SH_6 \times KA$, $YS_3 \times KA$ et $SF_{19} \times KA$, mais à l'automne seul $SH_6 \times KA$ peut être utilisé à l'échelle commerciale.

SUPERIOR MULTI $\times$ BI HYBRIDS OF SILKWORM (*BOMBYX MORI* L.) FOR ADVERSE REARING SEASONS

B.K. GUPTA*, V.K. KHAROO, N.K. SAHNI & K. SINGH

Regional Sericultural Research Station, P.O. Majra - 248 171, Dehradun (UP), India.

The race MY₁ among popular multivoltine silkworm races, viz. N, O, MY₁, G and AP₁, and YS₃ among popular bivoltine races, viz. JD₆, SH₆, YS₃, SF₁₉ and NB₄D₂, are responsible for higher cocoon yield of their hybrids in comparison with that of the rest multi $\times$ bi hybrids of the mentioned races particularly in adverse rearing seasons. The hybrid MY₁ $\times$ NB₄D₂ responded for the highest cocoon yield both in late autumn (67.77 kg/100 dfls) and late spring (51.13 kg/100 dfls). Further, the performance of MY₁ $\times$ YS₃ is also satisfactory in both seasons.

Keywords : Multi $\times$ bi hybrids, *Bombyx mori* L., adverse seasons.

INTRODUCTION

Inferior cocoon characters of multivoltine and poor survival of bivoltine silkworm (*Bombyx mori* L.) races are the major drawbacks of the sericulture industry in tropical countries like India. Govindan *et al.* (1987) and Kantaratanakul *et al.* (1987) emphasized the use of multi $\times$ bi hybrids of silkworm eggs for commercial rearing. Similar attempts have been initiated to find out suitable component races of multi $\times$ bi hybrids for silkworm rearing during unfavourable seasons, that is, late spring and late autumn.

MATERIALS AND METHODS

In this study, five multivoltine races, namely Nistari, O, G, MY₁ and AP₅, and five bivoltine races, viz. JD₆, SH₆, YS₃, SF₁₉ and NB₄D₂ were considered. The above races are most popular in the multivoltine and bivoltine zones of the country. Among the multivoltine races, Nistari, O and G were collected from West Bengal while MY₁ and AP₅ were received from Karnataka. The three multivoltine races collected from West Bengal produce yellow cocoons. While Nistari produces pointed cocoons, the cocoons of G and O are almost oval in shape but the cocoons of MY₁ and AP₅ are light in colour and slightly elongated in shape. As regards bivoltine races, NB₄D₂ cocoons are constricted, while the cocoons of the races JD₆ and SH₆ are slightly elongated. In JD₆ unseasonal hatching is also observed. Both SF₁₉ and YS₃ produce oval shape cocoons. All the bivoltine races are white in colour.

Layerings of 25 crosses made out of five multivoltines (Nistari, O, G, MY₁ and AP₅) and five bivoltines (JD₆, SH₆, YS₃, SF₁₉ and NB₄D₂) were reared with three replications of every multi $\times$ bi hybrid both in late spring and late autumn for a period of three continuous years. Six commercial characters, namely fecundity, hatchability, effective rate of rearing, cocoon yield/100 layerings, cocoon

* DY. Director, National Sericulture Project, Hospital Road, P.O. Dt. Kisshanganj, Bihar, India.

Table I. Rearing performance of multi $\times$ bi silkworm hybrids.Tableau I. Performance d'élevage des hybrides polyvoltins $\times$ bivoltins du ver à soie.

Hybrid	Season	Fecundity	Hatchability (%)	ERR	Cocoon yield/ 100 dfls (kg)	Single cocoon weight (g)	Single shell weight (g)
Hybride	Saison	Fécondité	Éclosabilité (%)	Taux effectif d'élevage	Rendement en cocons/100 pontes saines (kg)	Poids d'un cocon (g)	Poids d'une coque (g)
N $\times$ JD ₆	Late autumn	435	84.70	89.48	46.70	1.44	0.205
N $\times$ SH ₆	Fin automne	365	83.79	85.11	39.70	1.54	0.228
N $\times$ YS ₃		396	86.45	92.18	43.86	1.51	0.223
N $\times$ SF ₁₉		312	78.40	83.70	34.26	1.59	0.224
N $\times$ NB ₄ D ₂		376	90.69	89.81	41.65	1.41	0.199
Average / Moyenne		376	84.80	88.05	41.23	1.49	0.215
N $\times$ JD ₆	Late spring	413	84.47	84.99	41.10	1.406	0.197
N $\times$ SH ₆	Fin printemps	395	83.38	81.60	39.62	1.490	0.235
N $\times$ YS ₃		372	85.47	86.77	44.10	1.479	0.236
N $\times$ SF ₁₉		421	89.32	88.04	46.87	1.425	0.228
N $\times$ NB ₄ D ₂		420	87.85	89.90	48.58	1.455	0.225
Average / Moyenne		404	86.09	86.26	44.05	1.451	0.224
O $\times$ JD ₆	Late autumn	373	89.86	89.01	43.80	1.54	0.231
O $\times$ SH ₆	Fin automne	403	86.80	87.97	48.27	1.58	0.250
O $\times$ YS ₃		401	88.32	88.62	45.83	1.59	0.256
O $\times$ SF ₁₉		473	80.21	89.28	52.50	1.61	0.264
O $\times$ NB ₄ D ₂		410	93.92	85.92	49.67	1.54	0.230
Average / Moyenne		412	87.82	88.16	48.01	1.57	0.246
O $\times$ JD ₆	Late spring	427	85.31	84.07	41.07	1.355	0.217
O $\times$ SH ₆	Fin printemps	458	86.91	83.64	44.50	1.359	0.256
O $\times$ YS ₃		408	87.77	87.89	45.27	1.458	0.262
O $\times$ SF ₁₉		433	86.16	87.33	46.50	1.432	0.219
O $\times$ NB ₄ D ₂		466	83.80	86.80	51.03	1.465	0.245
Average / Moyenne		438	85.99	85.94	45.67	1.413	0.239
MY ₁ $\times$ JD ₆	Late autumn	524	91.43	61.00	63.467	1.51	0.233
MY ₁ $\times$ SH ₆	Fin automne	492	94.02	84.01	58.230	1.64	0.247
MY ₁ $\times$ YS ₃		480	93.31	87.97	61.467	1.64	0.256
MY ₁ $\times$ SF ₁₉		510	91.66	90.77	65.633	1.64	0.256
MY ₁ $\times$ NB ₄ D ₂		516	93.84	95.68	67.770	1.61	0.236
Average / Moyenne		504	92.85	83.88	63.313	1.60	0.245

(Average of 3 years' data / Moyenne des données de trois années)

Continued / Suite page suivante

Table I. Continued / *Tableau I. Suite.*

Hybrid	Season	Fecundity	Hatchability (%)	ERR	Cocoon yield/ 100 difs (kg)	Single cocoon weight (g)	Single shell weight (g)
<i>Hybride</i>	<i>Saison</i>	<i>Fécondité</i>	<i>Éclosabilité</i> (%)	<i>Taux</i> <i>effectif</i> <i>d'élevage</i>	<i>Rendement</i> <i>en cocons/100</i> <i>pontes saines</i> (kg)	<i>Poids d'un</i> <i>cocon</i> (g)	<i>Poids d'une</i> <i>coque</i> (g)
MY ₁ × JD ₆	Late spring	511	82.31	83.45	44.00	1.314	0.219
MY ₁ × SH ₆	<i>Fin printemps</i>	494	80.06	84.26	46.18	1.404	0.239
MY ₁ × YS ₃		511	77.77	84.10	51.90	1.528	0.279
MY ₁ × SF ₁₉		481	82.21	79.74	46.78	1.484	0.250
MY ₁ × NB ₄ D ₂		507	83.11	85.33	52.13	1.463	0.222
Average / <i>Moyenne</i>		500	81.09	83.37	48.19	1.438	0.241
G × JD ₆	Late autumn	443	87.71	87.55	46.700	1.48	0.224
G × SH ₆	<i>Fin automne</i>	435	89.09	91.66	53.100	1.56	0.251
G × YS ₃		369	03.08	79.12	37.767	1.53	0.248
G × SF ₁₉		419	85.91	85.50	49.533	1.67	0.263
G × NB ₄ D ₂		435	88.51	89.85	51.230	1.51	0.226
Average / <i>Moyenne</i>		420	88.86	86.73	47.666	1.55	0.242
G × JD ₆	Late spring	422	77.64	79.92	34.18	1.330	0.211
G × SH ₆	<i>Fin printemps</i>	419	84.84	83.71	43.37	1.429	0.236
G × YS ₃		418	77.91	84.84	38.85	1.440	0.247
G × SF ₁₉		429	82.41	83.87	45.78	1.510	0.270
G × NB ₄ D ₂		389	78.70	83.38	33.13	1.330	0.214
Average / <i>Moyenne</i>		415	80.30	83.14	39.06	1.406	0.235
AP ₅ × JD ₆	Late autumn	440	60.82	77.87	25.300	1.42	0.227
AP ₅ × SH ₆	<i>Fin automne</i>	440	63.06	73.27	31.200	1.56	0.270
AP ₅ × YS ₃		400	69.46	89.13	25.300	1.53	0.265
AP ₅ × SF ₁₉		389	62.16	82.52	26.150	1.53	0.280
AP ₅ × NB ₄ D ₂		456	66.85	78.56	31.250	1.53	0.239
Average / <i>Moyenne</i>		425	64.47	80.29	27.840	1.51	0.256
AP ₅ × JD ₆	Late spring	504	88.08	78.79	46.88	1.530	0.217
AP ₅ × SH ₆	<i>Fin printemps</i>	474	81.17	82.75	45.97	1.400	0.248
AP ₅ × YS ₃		498	79.60	81.21	46.43	1.450	0.266
AP ₅ × SF ₁₉		484	87.99	83.25	51.67	1.530	0.279
AP ₅ × NB ₄ D ₂		468	85.02	85.91	48.23	1.430	0.255
Average / <i>Moyenne</i>		485	84.57	82.38	47.83	1.468	0.253

(Average of 3 years' data / *Moyenne des données de trois années*)

Table II. Behaviour of females in multi × bi hybrid races.

Tableau II. Comportement des femelles dans les croisements polyvoltins × bivoltins.

Characters Caractères	Season Saison	Order of influence of females Ordre d'influence des femelles							
Fecundity (no. of eggs) Fécondité (nombre)	Late spring / <i>Fin printemps</i> Late autumn / <i>Fin automne</i>	MY ₁ (500) MY ₁ (504)	AP ₅ (485) AP ₅ (425)	G (450) G (420)	O (438) O (412)	N (404) N (376)			
Hatchability (%) Éclosabilité (%)	Late spring / <i>Fin printemps</i> Late autumn / <i>Fin automne</i>	N (86.09) MY ₁ (92.85)	O (85.99) G (88.86)	AP ₅ (83.57) O (87.82)	MY ₁ (81.09) N (84.80)	G (80.30) AP ₅ (64.47)			
Larval life (days) Vie larvaire (jours)	Late spring / <i>Fin printemps</i> Late autumn / <i>Fin automne</i>	O (25.13) AP ₅ (27.23)	N (25.16) N (28.11)	G (25.24) G (28.11)	AP ₅ (26.08) O (29.13)	MY ₁ (26.16) MY ₁ (30.05)			
ERR (%) ERR (%)	Late spring / <i>Fin printemps</i> Late autumn / <i>Fin automne</i>	N (86.26) O (88.16)	O (85.94) N (88.05)	MY ₁ (83.37) G (86.73)	G (83.14) MY ₁ (83.88)	AP ₅ (82.38) AP ₅ (80.20)			
Cocoon yield (kg) Rendement en cocons (kg)	Late spring / <i>Fin printemps</i> Late autumn / <i>Fin automne</i>	MY ₁ (48.19) MY ₁ (63.31)	AP ₅ (47.83) O (48.01)	O (45.67) G (47.66)	N (44.05) N (41.23)	G (39.09) AP ₅ (27.84)			
Single cocoon weight (g) Poids d'un cocon (g)	Late spring / <i>Fin printemps</i> Late autumn / <i>Fin automne</i>	AP ₅ (1.47) MY ₁ (1.60)	N (1.45) O (1.57)	MY ₁ (1.44) G (1.55)	O (1.41) AP ₅ (1.51)	G (1.40) N (1.49)			
Single shell weight (g) Poids d'une coque (g)	Late spring / <i>Fin printemps</i> Late autumn / <i>Fin automne</i>	AP ₅ (0.253) AP ₅ (0.256)	MY ₁ (0.240) O (0.246)	O (0.240) MY ₁ (0.245)	G (0.235) G (0.245)	N (0.224) N (0.215)			

ERR : Effective rate of rearing / *Taux effectif d'élevage.*Parentheses indicate the corresponding data / *Les chiffres entre parenthèses indiquent les données correspondantes.*

Table III. Behaviour of males in multi × bi hybrid races.

Tableau III. Comportement des mâles dans les croisements polyvoltins × bivoltins.

Characters Caractères	Season Saison	Order of influence of males Ordre d'influence des mâles							
Fecundity (no. of eggs) Fécondité (nombre)	Late spring / <i>Fin printemps</i>	JD ₆ (455)	NB ₄ D ₂ (450)	SH ₆ (449)	SF ₁₉ (448)	YS ₃ (441)			
	Late autumn / <i>Fin automne</i>	NB ₄ D ₂ (438)	JD ₆ (434)	SH ₆ (427)	SF ₁₉ (420)	YS ₃ (409)			
Hatchability (%) Éclosabilité (%)	Late spring / <i>Fin printemps</i>	SF ₁₉ (84.81)	NB ₄ D ₂ (83.69)	JD ₆ (83.56)	SH ₆ (83.27)	YS ₃ (81.70)			
	Late autumn / <i>Fin automne</i>	NB ₄ D ₂ (86.12)	YS ₃ (86.12)	SH ₆ (83.35)	JD ₆ (82.90)	SF ₁₉ (79.66)			
Larval life (days) Vie larvaire (jours)	Late spring / <i>Fin printemps</i>	JD ₆ (25.01)	SH ₆ (26.04)	YS ₃ (26.04)	SF ₁₉ (26.07)	NB ₄ D ₂ (26.12)			
	Late autumn / <i>Fin automne</i>	NB ₄ D ₂ (28.16)	JD ₆ (28.21)	SF ₁₉ (28.22)	YS ₃ (29.04)	SH ₆ (29.15)			
ERR (%) ERR (%)	Late spring / <i>Fin printemps</i>	NB ₄ D ₂ (86.26)	YS ₃ (84.96)	SF ₁₉ (84.44)	SH ₆ (83.19)	JD ₆ (82.24)			
	Late autumn / <i>Fin automne</i>	NB ₄ D ₂ (87.98)	YS ₃ (87.42)	SF ₁₉ (86.35)	SH ₆ (84.40)	JD ₆ (80.98)			
Cocoon yield (kg) Rendement en cocons (kg)	Late spring / <i>Fin printemps</i>	SF ₁₉ (47.52)	NB ₄ D ₂ (46.62)	YS ₃ (45.31)	SH ₆ (43.92)	JD ₆ (41.44)			
	Late autumn / <i>Fin automne</i>	NB ₄ D ₂ (48.31)	SH ₆ (46.10)	SF ₁₉ (45.61)	JD ₆ (45.19)	YS ₃ (42.84)			
Single cocoon weight (g) Poids d'un cocon (g)	Late spring / <i>Fin printemps</i>	SF ₁₉ (1.476)	YS ₃ (1.471)	NB ₄ D ₂ (1.428)	SH ₆ (1.414)	JD ₆ (1.478)			
	Late autumn / <i>Fin automne</i>	SF ₁₉ (1.60)	SH ₆ (1.57)	YS ₃ (1.56)	NB ₄ D ₂ (1.52)	JD ₆ (1.47)			
Single shell weight (g) Poids d'une coque (g)	Late spring / <i>Fin printemps</i>	YS ₃ (0.258)	SF ₁₉ (0.249)	SH ₆ (0.242)	NB ₄ D ₂ (0.232)	JD ₆ (0.212)			
	Late autumn / <i>Fin automne</i>	SF ₁₉ (0.257)	YS ₃ (0.249)	SH ₆ (0.249)	NB ₄ D ₂ (0.226)	JD ₆ (0.224)			

ERR : Effective rate of rearing / Taux effectif d'élevage.

Parentheses indicate the corresponding data / Les chiffres entre parenthèses indiquent les données correspondantes.

weight and shell weight, of every hybrid were recorded to select promising multi $\times$ bi hybrids for rearing in adverse seasons. The seasonwise average value of each character of every hybrid is presented in Table I.

RESULTS AND DISCUSSION

It should be pointed out that, during adverse rearing seasons, the survival of pure races, particularly bivoltine ones, is not satisfactory. Further, other characters of pure races of silkworm are adversely affected in unfavourable rearing seasons. Thus, heterosis of multi $\times$ bi hybrids of silkworm races in adverse rearing seasons cannot be found out satisfactorily. Keeping in view the above demerits of heterosis study during adverse rearing seasons, promising multi $\times$ bi hybrids could be selected only from the average value of commercial characters of multi $\times$ bi hybrids. It is also necessary to find suitable parents to confirm the superior multi $\times$ bi hybrids.

On the basis of average values of commercial characters of multi $\times$ bi hybrids relating to a parent, component races of superior multi $\times$ bi hybrids could also be found out. Table II depicts the order of influences of female multivoltine parents for different characters of multi $\times$ bi hybrids in different seasons. It appears that, among the five multivoltine silkworm races, MY₁ could be considered the superior most in respect of fecundity and cocoon yield on its hybrids in both rearing seasons.

Further, it is to be highlighted that in late autumn rearing, MY₁ recorded highest cocoon yield (63.31 kg/100 dfls) and highest values for hatchability (92.85 %) and single cocoon weight (1.60 g). The stated beneficial aspects of MY₁ could be exploited against its higher larval duration and marginally low ERR in comparison to the other concerned races.

AP₅ also behaved satisfactorily in late spring not only in respect of fecundity (485) and cocoon yield (47.83 kg/100 dfls) but also it gave better values for cocoon wt. (1.468 g!) and shell wt. (0.253 g).

As regards superior male components of multi $\times$ bi hybrids in adverse rearing seasons, it is also clear from Table III that NB₄D₂ behaved better in its multi $\times$ bi hybrids for most of the characters except cocoon weight and shell weight. Next to NB₄D₂ the behaviour of YS₃ as a bivoltine component in its multi $\times$ bi hybrids was also found satisfactory.

It should be highlighted that the multi $\times$ bi hybrid MY₁ $\times$ NB₄D₂ gave the highest cocoon yield/100 layings both in late spring (52.13 kg) and late autumn (67.77 kg) rearing seasons, which was followed by MY₁ $\times$ YS₃ and the cocoon yield/100 dfls of MY₁ $\times$ YS₃ in late spring and late autumn seasons were 51.90 kg and 65.46 kg, respectively.

CONCLUSION

From the foregoing discussions on the rearing performances of multi $\times$ bi hybrids, conclusion can hitherto be drawn that the behaviour of MY₁ among the multivoltine, NB₄D₂ and YS₃ among the bivoltine silkworm races and MY₁ $\times$ NB₄D₂ and MY₁ $\times$ YS₃ among the multi $\times$ bi hybrids were recorded better in both adverse rearing seasons.

REFERENCES

- GOVINDAN R., NAGADUM S.B., SATENAHALLI S.B. (1987) Breeding with some polyvoltine and bivoltine strains of the silkworm, *Bombyx mori* L. *Sericologia*, 27(4), 597-608.
 KANTARATANAKUL S., THARVORNANULKIT C., WONG THONG S., CHAREONYING S., CAMPIRANON A., SAKSOONG P. (1987) Heterosis in F₁ hybrid between polyvoltine and bivoltine silkworm (*Bombyx mori* L.). *Sericologia*, 27(3), 373-380.

HYBRIDES POLYVOLTINS × BIVOLTINS DU VER A SOIE (*BOMBYX MORI* L.) ADAPTES AUX SAISONS D'ELEVAGE DEFAVORABLES

B.K. GUPTA, V.K. KHAROO, N.K. SAHNI & K. SINGH

Regional Sericultural Research Station, P.O. Majra - 248 171, Dehradun (UP), Inde.

La race MY₁, parmi les races de vers à soie polyvoltines communes, N, O, MY₁, G et AP, et la race YS₃, pour les races de vers à soie bivoltines communes, JG₆, SH₆, YS₃, SF₁₉ et NB₄D₂, permettent d'obtenir des hybrides à meilleur rendement en cocons que les hybrides polyvoltins × bivoltins obtenus avec les autres races mentionnées, particulièrement pendant les saisons défavorables. L'hybride MY₁ × NB₄D₂ donne un meilleur rendement en cocons aussi bien à la fin de l'automne (67,77 kg/100 pontes saines) qu'au début du printemps (51,13 kg/100 pontes saines). En outre, la performance de MY₁ × YS₃ est également satisfaisante pour les deux saisons.

INTRODUCTION

Les caractères médiocres des cocons polyvoltins et le faible taux de survie des races bivoltines du ver à soie (*Bombyx mori* L.) sont les principaux inconvénients de l'industrie séricicole dans les pays tropicaux tels que l'Inde. Govindan et coll. (1987) et Kantaratanakul et coll. (1987) préconisent l'utilisation des oeufs d'hybrides polyvoltins × bivoltins pour les élevages commerciaux. Des études similaires ont été initiées afin de sélectionner des races convenables pour produire des hybrides polyvoltins × bivoltins pour l'élevage du ver à soie pendant les saisons défavorables, c'est-à-dire la fin du printemps et la fin de l'automne.

MATERIELS ET METHODES

Cette étude porte sur cinq races polyvoltines, Nistari, O, G, MY₁ et AP₅, et cinq races bivoltines, JD₆, SH₆, YS₃, SF₁₉ et NB₄D₂. Ces races sont très utilisées dans les zones polyvoltines et bivoltines du pays. Pour les races polyvoltines, Nistari, O et G ont été prélevés dans le Bengal occidental et MY₁ et AP₅ proviennent du Karnataka. Les trois races polyvoltines prélevées dans le Bengal occidental produisent des cocons jaunes. Alors que Nistari donne des cocons pointus, les cocons de G et O sont presque ovales et les cocons de MY₁ et AP₅ sont de couleur vert clair et de forme légèrement allongée. En ce qui concerne les races bivoltines, les cocons de NB₄D₂ sont ceintrés et les cocons des races JD₆ et SH₆ sont légèrement allongés. Chez JD₆, l'éclosion est irrégulière. SF₁₉ et YS₃ produisent tous deux des cocons de forme ovale. Toutes les races bivoltines sont de couleur blanche.

Les pontes de 25 croisements entre cinq races polyvoltines (Nistari, O, G, MY₁ et AP₅) et cinq races bivoltines (JD₆, SH₆, YS₃, SF₁₉ et NB₄D₂) ont été élevées avec trois répliquats de chacun des hybrides polyvoltins × bivoltins à la fin du printemps et de l'automne sur trois années consécutives. Six caractères commerciaux, à savoir : la fécondité, le pourcentage d'éclosion, le taux effectif d'élevage, le rendement en cocons pour 100 pontes, le poids du cocon et le poids de la coque de chaque hybride, ont été retenus afin de sélectionner des hybrides polyvoltins × bivoltins prometteurs pour l'élevage en saisons défavorables. La valeur moyenne par saison de chaque caractère pour chacun des hybrides est présentée dans le tableau I.

RESULTATS ET DISCUSSION

Il faut noter que, pendant les saisons défavorables, la survie des races pures, en particulier les races bivoltines, n'est pas satisfaisante. De plus, d'autres caractères des races pures du ver à soie sont affectés de manière négative pendant ces périodes. De ce fait, l'hétérosis des races de vers à soie hybrides polyvoltins $\times$ bivoltins en saison défavorable ne peut pas donner des résultats satisfaisants. Compte tenu des désavantages de l'étude de l'hétérosis pendant les saisons d'élevage défavorables, des hybrides polyvoltins $\times$ bivoltins ne peuvent être sélectionnés que sur la base de la valeur moyenne des caractères commerciaux chez ces hybrides. Il est également nécessaire de trouver des parents adaptés permettant de confirmer la supériorité des hybrides polyvoltins $\times$ bivoltins.

Sur la base des valeurs moyennes des caractères commerciaux chez les hybrides polyvoltins $\times$ bivoltins concernant un parent, on a pu déterminer les races composant les hybrides polyvoltins $\times$ bivoltins supérieurs. Le tableau II présente l'ordre des influences des parents polyvoltins femelles pour différents caractères des hybrides polyvoltins $\times$ bivoltins au cours des différentes saisons. Il ressort que, parmi les cinq races de ver à soie polyvoltines, on peut considérer que MY₁ est supérieur à son hybride pour ce qui concerne la fécondité et le rendement en cocons pendant les deux saisons d'élevage.

De plus, il faut souligner que, au cours de l'élevage de fin d'automne, MY₁ enregistre le rendement en cocons le plus élevé (63,31 kg) pour 100 pontes saines et les valeurs d'éclosabilité (92,85 %) et de poids du cocon (1,60 g) les plus fortes. Les aspects positifs de MY₁ présentés pourraient être exploités malgré sa durée larvaire supérieure et son taux effectif d'élevage anormalement bas par rapport aux autres races étudiées.

AP₅ se comporte de façon satisfaisante à la fin du printemps, non seulement pour ce qui concerne la fécondité (485) et le rendement en cocons (47,83 kg) pour 100 pontes saines mais elle donne également de meilleures valeurs pour le poids du cocon (1,468 g) et le poids de la coque (0,253 g). Pour les composants supérieurs mâles des hybrides polyvoltins $\times$ bivoltins en saisons défavorables, les données du tableau III montrent clairement que NB₄D₂ se comporte mieux chez ses hybrides polyvoltins $\times$ bivoltins pour la plupart des caractères sauf le poids du cocon et le poids de la coque. Le comportement de YS₃ suit celui de NB₄D₂ comme composant bivoltin chez ses hybrides poly $\times$ bi.

Il faut souligner que l'hybride polyvoltin $\times$ bivoltin MY₁ $\times$ NB₄D₂ donne le meilleur rendement en cocons pour 100 pontes aussi bien pour l'élevage de fin de printemps (52,13 kg) que pour celui de fin d'automne (67,77 kg). Il est suivi par MY₁ $\times$ YS₃ dont les rendements en cocons sont respectivement de 51,90 kg et 65,46 kg pour la fin de printemps et pour la fin d'automne.

CONCLUSION

Les discussions qui précèdent sur les performances d'élevage des hybrides polyvoltins $\times$ bivoltins permettent de conclure que les races MY₁ pour les polyvoltins, NB₄D₂ et YS₃ pour les bivoltins et MY₁ $\times$ NB₄D₂ et MY₁ $\times$ YS₃ pour les hybrides polyvoltins $\times$ bivoltins donnent de meilleurs résultats pour les deux saisons d'élevage défavorables.

EFFECT OF AGE-RELATED MATING SCHEDULE ON REPRODUCTION IN THE SILKWORM, *BOMBYX MORI* L.

M.A. HANIFFA & A.J. THATHEYUS

Research Department of Zoology, St Xavier's College, Palayankottai - 627 002, Tamil Nadu, India.

Newly emerged female *Bombyx mori* after mating the newly emerged male took 7 h to lay 502 eggs and the percentage of egg hatching was 88 %. Increase in age of the female partner produced a decrease in the total egg output to 488 and 85 %, respectively. A similar decrease in the total egg output (413) and hatching (60 %) was observed with the increase in age of the male partner. The total egg output (408) and hatching of eggs (58 %) were the least and the pre-oviposition period was the highest (35 h) when both partners were old. Increase in the age of the male partner produced a decrease in the post-oviposited live weight (218 to 216 mg), protein (54 to 28 %) and fat (14 to 11 %) contents of the eggs. A similar decrease in post-oviposited live weight (209 to 205 mg), protein (58 to 27 %) and fat (14 to 12 %) contents of the eggs was noticed due to the increase in the age of the female partner.

Keywords : *Bombyx mori*, ageing, total egg output, hatching, egg composition.

INTRODUCTION

Several insects rely on imaginal food intake for egg production - e.g. hemipterans (Friend *et al.*, 1965), heteropterans (Khalifa, 1952 ; Slansky, 1980), coleopterans (Ives, 1981), but lepidopterans accumulate reserve food energy during the larval period to tide over the subsequent non-feeding pupal and adult stages and lay eggs (autogeny). Hence mating and/or reproductive potential of lepidopterans depends on the age of the mating pairs (partners). In recent years, studies on the influence of mating duration (e.g. Thomas Punitham *et al.*, 1987), multiple matings (e.g. Subramaniam *et al.*, 1988) and larval nutrition (Haniffa *et al.*, 1988) on egg production in insects have been reported. But so far, no report is available on the influence of age-related mating schedules on reproduction in the silkworm, *Bombyx mori*, and the present communication incorporates our observations in such a study.

MATERIALS AND METHODS

Healthy fresh cocoons of *B. mori* (race : male 44 × female NB4D2) of the weight 1800 ± 100 mg were purchased from the State Sericulture Farm (Nannaharam, Tirunelveli) and acclimated to laboratory conditions. After emergence, males and females were separated ; males were segregated into 4 groups (0, 1, 2 and 3 days old) and females into 2 groups (0 and 1 day old). The mating duration was fixed constant (6 h, see Haniffa *et al.*, 1988) for all the mating groups and after mating, the males were discarded immediately.

To lay eggs in regular circles, the females were separated and placed on the rough surface of brown paraffin paper with plastic containers inverted over them. The time taken after emergence till started egg laying (pre-oviposition period) was noted for each female. After oviposition, each female was weighed (post-oviposited live weight) and their life span (post-oviposited life span) was also recorded. All the experiments were conducted in triplicates for the purpose of statistical analysis.

Protein and fat contents of the eggs were estimated following the methods of Lowry *et al.* (1951) and Folch *et al.* (1957).

RESULTS AND DISCUSSION

The mating potential of autogenous insects like the silkworm depends on the reserve food energy and the latter will be gradually exhausted after the adult emergence. Male *B. mori* soon after its emergence shows maximum stridulations until reaching the female and its feathery antennae are very sensitive to the female sex. Being an insect that does not feed in the imaginal stage, *B. mori* gives high priority to early reproduction by mating immediately after its emergence and laying eggs shortly. Female *B. mori* can wait upto a maximum duration of 24 h for mating opportunity and begin to lay eggs even without pairing a male partner. Hence for the female age-related mating schedule, 24 h-old females were selected in the present investigation.

The total number of eggs laid was the highest (502) when both partners were 0 day old and it was reduced to 464, 436 and 413 when the female partner was 0 day old and the male partners were 1, 2 and 3 days old, respectively (Table I). A similar decrease in the total egg output (488 to 408) was noticed for one day old females when mated with different age groups of males (Table II). Increase in the age of mating pairs also affected hatching of eggs. For instance, the percentage of hatching was the highest (88 %) for the eggs laid by newly emerged females after mating the same age group of males (Table I); but it decreased to 85 % when the female partner was one day old (Table II). The percentage of hatching was the least (58 %) when both partners were old (female 1 day old $\times$ male 3 days old). Newly emerged females after mating fresh males took 7.3 h to lay eggs and this pre-oviposition period increased for the females mated with 1, 2 and 3 day old males.

The pre-oviposition period was maximum (35 h) when both partners were old (Table II). The post-ovipositioned life span was the highest (126 h) for the 0 day old female mated with a 3 day old male. Increase in the age of the female partner produced a decrease in the post-ovipositioned live weight. The first instar progeny of females mated with 1, 2 and 3 day -old males did not show much variation in weight. Maximum body weight of 4.2 mg was noticed for the 1st instar larvae belonging to 1 day old parents.

Increase in the age of the male partner resulted in a decrease in protein (54 to 28 %) and fat (14 to 11 %) contents of the eggs. Protein and fat contents decreased from 59 to 27 % and 14 to 12 % due to the increase in the age of the female partner (Table II). Statistical analysis confirmed that the age of the mating pairs significantly ($p < 0.05$) affected the total egg output, hatching, pre-oviposition period and post-ovipositioned life span (Tables I and II).

Virgin females of *B. mori* retain their eggs until shortly (maximum 24 h) for a mating opportunity and if not mated lay them (Mokia, 1941). In this insect mating is followed by a burst in egg laying, which indicates that the eggs had simply been stored.

Thomas Punitham *et al.* (1987) reported that virgin *B. mori* took 21 h to lay eggs after the emergence. Virgins laid 176 eggs/individual and increase in mating duration (6 h) increased the total egg output by 3 times (546 eggs/female). Mating is not obligatory for either oviposition or egg production in *B. mori*. In the present investigation increase in the age of the male and female partners resulted in a decrease in the egg output. Now the question arises whether the remaining eggs will be retained in the ovary or reabsorbed.

Virgin females of many insect species (e.g. *Drosophila*) start to deposit yolk, but in the absence of mating, their oocytes are quickly reabsorbed (Waddington and Okada, 1960; Bell and Bohm, 1975). In addition to responses connected with mating, some species (e.g. locusts) reabsorb oocytes when males are simply not present (Singh, 1958; Highnam and Lusi, 1962). It is generally believed that mating indirectly triggers the corpus allatum to release juvenile hormone, which stimulates vitellogenesis in most insects. In lepidopterans, mating stimulates no vitellogenesis but only oviposition since vitellogenesis and maturity of eggs (chorionated) are complete by the time of adult emergence. Oosorption helps insects to conserve energy and nutrient for vitellogenesis. For insects which are unable to maintain eggs, when conditions are unfavourable for oviposition, it would seem advantageous for them to absorb the developing eggs and to recirculate the nutrients. In *B. mori* simple

Table I. Effect of age-related mating schedule of male on the reproductive potential in the silkworm, *Bombyx mori*.

Tableau I. Effets du planning d'accouplement en fonction de l'âge sur le potentiel de reproduction du mâle chez le ver à soie *Bombyx mori*.

Male (day)	Age Female (day)	Eggs laid	Hatching (%)	POP (h)	POL (h)	POFL (mg)	IW (mg)	Protein (%)	Egg Fat (%)
Mâle (jour)	Âge Femelle (jour)	Oeufs pondus	Eclosion (%)	PPO (h)	VPO (h)	VFPO (mg)	PP (mg)	Protéines (%)	Oeuf Graisses (%)
0	0	502 ± 7	87.8 ± 2.0	7.3 ± 0.76	113 ± 2	218.2	2.8 ± 0.34	53.66	14.07
1	0	464 ± 12	77.3 ± 0.6	8.2 ± 1.52	117 ± 8	217.7	2.7 ± 0.12	44.45	13.97
2	0	436 ± 17	62.4 ± 1.0	10.3 ± 1.03	121 ± 3	217.8	2.6 ± 0.14	37.39	12.87
3	0	413 ± 18	60.2 ± 0.6	11.5 ± 1.24	126 ± 6	216.4	2.6 ± 0.27	27.50	10.92

Statistical analyses / Analyses statistiques

y =	498 - 29.5x	86.5 - 9.77x	7.1 + 1.5x	112.8 + 4.3x	218.5 - 0.83x	2.78 - 0.07x	53.6 - 8.55x	14.5 - 1.06x
Correlation co-efficient								
Coefficient de corrélation	- 0.9935	- 0.9682	0.9889	0.9983	- 0.8392	- 0.94	- 0.99	- 0.93
Student's 't'								
Test "t" de Student	12.35	5.48	9.43	24.20	2.18	4.04	23.20	3.60
P	0.0065	0.0318	0.0111	0.0017	0.1608	0.0561	0.0019	0.0691

POP / PPO : Pre-oviposition period / Période pré-oviposition.

POL / VPO : Post-oviposited life span / Durée de vie post-oviposition.

IW / PP : First instar weight / Poids au premier âge larvaire.

Each value represents the average performance of 3 observations and ± indicates the standard deviation.

Chaque valeur représente la moyenne de 3 observations ; ± indique l'écart type.

POFL / VFPO : Post-oviposited female live weight
Poids vif femelle après oviposition.

Table II. Effect of age-related mating schedule of female on the reproductive potential in the silkworm, *Bombyx mori*.

Tableau II. Effets du planning d'accouplement en fonction de l'âge sur le potentiel de reproduction de la femelle chez le ver à soie *Bombyx mori*.

Male (day)	Age Female (day)	Eggs laid	Hatching (%)	POP (h)	POL (h)	POFL (mg)	IW (mg)	Protein (%)	Egg Fat (%)
Mâles (jours)	Âge Femelles (jours)	Nombre d'oeufs	Éclosion (%)	PPO (h)	VPO (h)	VFPO (mg)	PP (mg)	Protéines (%)	Oeuf Graisses (%)
0	1	488 ± 15	85.3 ± 1.1	32.2 ± 0.92	105 ± 3	209.1	4.2 ± 0.32	58.71	14.24
1	1	453 ± 18	75.7 ± 0.6	33.7 ± 0.87	107 ± 4	207.6	3.2 ± 0.14	37.63	13.33
2	1	415 ± 17	61.6 ± 0.3	34.3 ± 0.54	110 ± 3	203.2	3.0 ± 0.13	33.08	11.45
3	1	408 ± 19	58.3 ± 0.6	35.4 ± 0.72	111 ± 2	204.5	3.1 ± 0.31	26.89	11.58

Statistical analyses / Analyses statistiques

y =	482.7 - 27.8x	84.49 - 9.51x	32.37 + 1.02x	105.1 + 2.1x	208.8 - 1.82x	3.9 - 0.35x	54.28 - 10.10x	14.12 - 0.98x
Correlation co-efficient								
Coefficient de corrélation	-0.9687	-0.9769	0.9869	0.9850	-0.8625	-0.8126	-0.9426	-0.9337
Student's 't'								
Test "t" de Student	5.5155	6.4676	8.6576	8.0736	2.410	1.9721	3.9912	3.6891
P	0.0313	0.0231	0.0131	0.0150	0.1375	0.1874	0.0574	0.0663

POP / PPO : Pre-oviposition period / Période pré-oviposition.

POL / VPO : Post-oviposited life span / Durée de vie post-oviposition.

IW / PP : First instar weight / Poids au premier âge larvaire.

Each value represents the average performance of 3 observations and ± indicates the standard deviation.

Chaque valeur représente la moyenne de 3 observations ; ± indique l'écart type.

POFL / VFPO : Post-oviposited female live weight

Poids vif femelle après oviposition.

storage of egg is more economical than the activation of the metabolic machinery involved in oosorption (see Engelmann, 1970).

Excellent reports are available on the effects of larval nutrition on reproduction in autogenous insects. Haniffa *et al.* (1988) observed that restricted feeding schedules resulted in delayed onset of oviposition and reduced fecundity compared to others with continual access to feed (see Samson *et al.*, 1980 ; Slansky, 1980). Englemann (1970) and Calow (1973) reported that normal reproduction in adult insects is a physiological syndrome with nutritional and neuro-endocrine interactions and ecological implications. Food limitation (total starvation in extreme cases) affects the onset and extent of egg production indirectly through influencing the neuroendocrine system (Ralph, 1976 ; Rankin, 1978) and directly through limiting the supply of energy (Walker, 1976 ; Slansky, 1980). Previous authors also suggested a reciprocal interaction between nutrient intake and egg production (Engelmann, 1970 ; DeWilde and DeLoof, 1973a, 1973b ; Walker, 1976 ; Slansky, 1980). In the case of *B. mori*, the adult is completely in a starving condition and it hardly finds energy for reproductive purposes with the increase in age. Moreover, the reproductive potential is also affected by the endocrine mechanism which is under the control of nutritional factors.

Mishra and Krishna (1979) assessed the mating potential between males and females of *Corcyra cephalonica* of different ages (0, 3 and 6 days old) and reported a decrease in the egg output and viability of eggs with the increase in the age of the mating pairs. In the present investigation too, increase in the age of the mating pairs resulted in a decrease in the egg output, percentage of hatching and an increase in the pre-oviposition period.

The aged male *B. mori* has a low reproductive potential and the female when mated such a male has a longer post-oviposited life span since it spent less energy for mating. It is clear from the present study that the increase in age-related mating schedule affected the mating potential, which ultimately produced a decrease in the protein and fat contents of the eggs.

REFERENCES

- BELL W.J., BOHM M.K. (1975) Oosorption in insects. *Biol. Rev.*, 50, 373-396.
- CALOW P. (1973) The relationship between fecundity, phenology and longevity ; a system approach. *Am. Nat.*, 107, 559-574.
- DEWILDE J., DELOOF A. (1973a) Reproduction. *In* The Physiology of Insects. Academic Press, Vol. 1, 11-95.
- DEWILDE J., DELOOF A. (1973b) Reproduction-endocrine control. *In* The Physiology of Insects. Academic Press, Vol. 1, 97-157.
- ENGELMANN F. (1970) The Physiology of Insect Reproduction. Pergamon Press, New York, 195 pp.
- FOLCH J., LEES M., STANLEY G.H.S. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 226, 497-509.
- FRIEND W.G., CHOY C.T.H., CARTWRIGHT E. (1965) The effect of nutrient intake on the development and egg production of *Rhodnius prolixus* Stahli (Hemiptera : Reduviidae). *Can. J. Zool.*, 43, 891-904.
- HANIFFA M.A., THOMAS PUNITHAM, ARUNACHALAM S. (1988) Effect of larval duration on survival, growth and reproduction in the silkworm, *Bombyx mori* L. *Sericologia*, 28, 563-575.
- HIGHNAM K.C., LUSIS O. (1962) The influence of mature males on the neurosecretory control of ovarian development in the desert locust. *Q. J. Micros. Sci.*, 103, 73-78.
- IVES P.M. (1981) Feeding and egg production of two species of coccinellids in the laboratory. *Can. Ent.*, 113, 999-1005.
- KHALIFA A. (1952) A contribution to the study of reproduction in the bedbug (*Cimex lectularius*) (Hemiptera : Homoptera). *Bull. Soc. Fouad. Ent.*, 36, 311-336.
- LOWRY O.H., ROSEBROUGH N.J., FARR A.L., RANDALL R.J. (1951) Protein measurements with folin-phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193, 265-275.
- MISHRA S.N., KRISHNA S.S. (1979) Influence of some specific time and age-related mating schedules on oviposition and egg fertility in *Corcyra cephalonica* Staint (Lepidoptera : Galleridae). *Entomon.*, 4, 197-199.

- MOKIA G.G. (1941) Contribution to the study of hormones in insects. C.R. Acad. URSS, 30, 371-373.
- RALPH C.P. (1976) Natural food requirements of the large milkweed bug *Oncopeltus fasciatus* (Hemiptera : Lygaeidae) and their relation to gregariousness and host plant morphology. Oecologia, 26, 157-175.
- RANKIN M.A. (1978) Hormonal control of insect migratory behaviour. In Evolution of Insect Migration and Diapause. Springer, New York, 5-32.
- SAMSON M.V., NATARAJ B., BAIG M., KRISHNASWAMY S. (1980) Starvation of *Bombyx mori* L. on cocoon crop and incidence of loss due to disease. Proc. Seric. Symp. Sem. TNAU Coimbatore, 163-167.
- SINGH T. (1958) Ovulation and corpus luteum formation in *Locusta migratoria migratoriodes* Reiche and Farmarie and *Schistocerca gregaria* (Torakal). Trans. R. Ent. Soc., London, 110, 1-20.
- SLANSKY F. Jr (1980) Effect of food limitation on food consumption and reproductive allocation by adult milkweed bugs *Oncopeltus fasciatus*. J. Insect Physiol., 26, 79-84.
- SUBRAMANIAN M., HANIFFA M.A., PANDIAN T.J. (1988) Effect of multiple matings on egg production in *Gryllodes sigillatus* (Walker) (Orthoptera : Gryllidae). Entomon., 13, 317-320.
- THOMAS PUNITHAM M., HANIFFA M.A., ARUNACHALAM S. (1987) Effects of mating duration on fecundity and fertility of eggs in *Bombyx mori* L. (Lepidoptera : Bombycidae). Entomon., 12, 55-58.
- WADDINGTON C.H., OKADA E. (1960) Some degeneration phenomena in *Drosophila* ovaries. J. Exp. Emb. Morph., 8, 341-346.
- WALKER W.F. (1976) Juvenoid stimulation of egg production in *Oncopeltus fasciatus* on non-host diets. Env. Ent., 5, 599-603.

EFFET DE LA PERIODE D'ACCOUPLEMENT SUR LA REPRODUCTION CHEZ LE VER A SOIE *BOMBYX MORI* L.

M.A. HANIFFA & A.J. THATHEYUS

Research Department of Zoology, St Xavier's College, Palayankottai - 627 002, Tamil Nadu, Inde.

Les femelles de Bombyx mori en sortie d'émergence pondent 502 oeufs en 7 h après accouplement avec des mâles également en sortie d'émergence ; le pourcentage d'éclosion des oeufs obtenu est de 88 %. L'augmentation de l'âge de la femelle entraîne une diminution de la production totale d'oeufs (488) et du taux d'éclosion (60 %). On observe une diminution similaire de la production d'oeufs (413) et du taux d'éclosion (60 %) lorsque l'âge du mâle augmente. La production totale d'oeufs (408) et le taux d'éclosion des oeufs (58 %) sont minimaux et la durée de la période pré-ovipositoire est maximale (35 h) lorsque les deux partenaires sont âgés. L'augmentation de l'âge du mâle entraîne une diminution du poids vif après oviposition (de 218 à 216 mg) et des contenus en protéines (de 54 à 28 %) et en graisses (de 14 à 11 %) des oeufs. On note une diminution identique du poids vif après oviposition (209 à 205 mg) et des contenus en protéines (58 à 27 %) et en graisses (14 à 12 %) des oeufs lorsque l'âge de la femelle augmente.

INTRODUCTION

Un certain nombre d'insectes comptent sur leur absorption de nourriture imaginale pour la production des oeufs ; par exemple, les hémiptères (Friend et coll., 1965), les hétéroptères (Khalifa, 1952 ; Slansky, 1980) et les coléoptères (Ives, 1981), mais les lépidoptères accumulent des réserves d'énergie au cours de la période larvaire pour pouvoir subsister au cours des périodes suivantes pendant lesquelles ils ne se nourrissent pas : les stades larvaire et adulte et pour la ponte des oeufs (autogénie). C'est pourquoi l'accouplement et/ou le potentiel de reproduction des lépidoptères dépendent de l'âge des couples. On a récemment étudié l'influence de la durée de l'accouplement (par exemple : Thomas et coll., 1987), des accouplements multiples (par exemple: Subramanian et coll., 1988) et de la nutrition larvaire (Haniffa et coll., 1988) sur la production d'oeufs chez les insectes. Cet article porte sur l'influence de l'âge des papillons lors de l'accouplement sur la reproduction chez le ver à soie *Bombyx mori*, aucune étude n'ayant été faite sur ce sujet jusqu'à présent.

MATERIELS ET METHODES

Des cocons frais et sains de *Bombyx mori* (mâle 44 × femelle NB4D2) d'un poids de 1800 ± 100 mg ont été achetés à la ferme séricicole d'Etat (Nannaharam, Tirunelveli) et acclimatés aux conditions d'élevage en laboratoire. Après l'émergence, les mâles et les femelles sont séparés : les mâles sont répartis en quatre groupes d'âge (0, 1, 2 et 3 jours) et les femelles en deux groupes d'âge (0 et 1 jour). La durée de l'accouplement est constante et fixée à 6 h (voir Haniffa et coll., 1988) pour tous les groupes d'accouplement. Les mâles sont éliminés tout de suite après l'accouplement.

Pour obtenir des pontes en disques réguliers, les femelles sont séparées, placées sur la surface rugueuse d'un papier paraffiné marron et recouvertes avec des cônes en plastique. Le temps écoulé entre l'émergence et le début de la ponte (période pré-ovipositoire) est relevé pour chaque femelle. Après l'oviposition, chaque femelle est pesée (poids vif après oviposition) et la durée de vie est mesurée (durée de vie après oviposition). Toutes les expériences sont répétées trois fois en vue de

l'analyse statistique. Les contenus en protéines et en graisses des oeufs sont évalués suivant les méthodes de Lowry et coll. (1951) et Folch et coll. (1957).

RESULTATS ET DISCUSSION

Le potentiel d'accouplement des insectes autogènes comme le ver à soie dépend de la provision d'énergie nutritionnelle, celle-ci s'épuisera progressivement après l'émergence de l'adulte. Chez *Bombyx mori*, le mâle en sortie d'émergence présente de fortes stridulations jusqu'à ce qu'il atteigne la femelle, ses antennes étant extrêmement sensible au sexe de celle-ci. *Bombyx mori* étant un insecte qui ne se nourrit pas au stade imaginal, il donne la priorité à la reproduction précoce en s'accouplant dès qu'il a émergé et en pondant ses oeufs rapidement. La femelle peut attendre jusqu'à une durée maximum de 24 h pour s'accoupler et peut pondre ses oeufs même sans s'être accouplée à un mâle. Des femelles âgées de 24 h ont donc été choisies pour notre étude.

Le nombre total d'oeufs pondus est maximal (502) lorsque les deux partenaires sont âgés de 0 jour. Lorsque les mâles sont âgés de 1, 2 et 3 jours et les femelles âgées de 0 jour, le nombre d'oeufs pondus tombe respectivement à 464, 436 et 413 (Tableau I). On observe une diminution identique de la production totale d'oeufs (de 488 à 408) lorsque des femelles âgées de 1 jour sont accouplées aux mâles des différents groupes d'âge (Tableau II). L'augmentation de l'âge du couple affecte également l'éclosion des oeufs. Par exemple, le taux d'éclosion des oeufs pondus est maximal (88 %) lorsque les femelles sont accouplées dès l'émergence à des mâles du même groupe d'âge (Tableau I), mais il tombe à 85 % lorsque la femelle est âgée de 1 jour (Tableau II). Le taux d'éclosion est minimal (58 %) lorsque les deux partenaires sont âgés (femelle âgée de 1 jour × mâle âgé de 3 jours). La femelle accouplée en sortie d'émergence à un mâle jeune pond ses oeufs après 7 h 30 et cette période pré-ovipositoire augmente lorsque les femelles sont accouplées à des mâles de 1, 2 et 3 jours.

La période pré-ovipositoire est maximale (35 h) quand les deux partenaires sont âgés (Tableau II). La durée de vie post-ovipositoire est maximale (126 h) pour les femelles âgées de 0 jours accouplées à des mâles âgés de 3 jours. L'augmentation de l'âge de la femelle entraîne une diminution du poids vif post-ovipositoire. La progéniture au premier âge larvaire des femelles accouplées avec des mâles âgés de 1, 2 et 3 jours ne présente pas de variation importante du poids. On note un poids maximal de 4,2 mg pour les larves du premier âge issues de parents âgés de 1 jour.

L'augmentation de l'âge du mâle entraîne une diminution des contenus en protéines (de 54 à 28 %) et en graisses (de 14 à 11 %) des oeufs. Les contenus en protéines et en graisses passent de 59 à 27 % et de 14 à 12 % lorsque l'âge de la femelle augmente (Tableau II). L'analyse statistique confirme que l'âge des couples affecte de manière significative ($p < 0,05$) la production totale d'oeufs, l'éclosion, la période pré-ovipositoire et la durée de vie post-ovipositoire (Tableaux I et II).

Chez *Bombyx mori*, les femelles non accouplées conservent leurs oeufs quelque temps (maximum 24 h) en vue d'une possibilité d'accouplement et finissent par les pondre si elles ne sont pas accouplées (Mokia, 1941). Chez cet insecte, la ponte s'effectue de façon soudaine après l'accouplement, ce qui indique que les oeufs ont tout simplement été stockés.

Thomas Punitham et coll. (1987) ont observé que les femelles *B. mori* non accouplées pondaient leurs oeufs 21 h après leur émergence. Les femelles non accouplées pondent 176 oeufs par individu et l'augmentation de la durée de l'accouplement (6 h) multiplie par 3 la production d'oeufs (546 oeufs par femelle). L'accouplement n'est indispensable ni pour l'oviposition ni pour la production d'oeufs chez *B. mori*. Dans cette étude, l'augmentation de l'âge du mâle et de la femelle se traduit par une diminution de la production d'oeufs. Ceci soulève la question de savoir si les oeufs restant seront retenus dans l'ovaire ou réabsorbés.

Chez de nombreuses espèces (par exemple *Drosophila*), les femelles non accouplées commencent par déposer le vitellus, puis en l'absence d'accouplement, leurs ovocytes sont rapidement réabsorbés (Waddington et Okada, 1960 ; Bell et Bohm, 1975). Outre les réactions liées à l'accouplement, certaines espèces (par exemple, les acridiens) réabsorbent leurs ovocytes quand les mâles sont totalement absents (Singh, 1958 ; Highnam and Lusi, 1962). Il est généralement admis que l'accouplement induit de façon indirecte le *corpus allatum* à libérer l'hormone juvénile, ce qui stimule la vitellogenèse chez la plupart des insectes. Chez les lépidoptères, l'accouplement ne stimule pas la vitellogenèse mais seulement l'oviposition, la vitellogenèse et la maturation des oeufs

(formation du chorion) étant terminées au moment de l'émergence de l'adulte. L'ovosorption permet aux insectes de conserver leur énergie et leurs éléments nutritifs pour la vitellogenèse. Les insectes qui ne peuvent pas conserver leurs oeufs ont intérêt à les absorber et à refaire circuler les éléments nutritifs lorsque les conditions ne sont pas propices à l'oviposition. Pour *Bombyx mori*, il est plus économique de stocker les oeufs que d'activer le complexe métabolique intervenant dans l'ovosorption.

Il existe d'excellentes études sur les effets de la nutrition larvaire sur la reproduction chez les insectes autogènes. Haniffa et coll. (1988) ont observé que des programmes de nourrissage restreints retardaient le début de l'oviposition et diminuaient la fécondité par rapport à des individus ayant libre accès à la nourriture (voir Samson et coll., 1980 ; Slansky, 1980). Englemann (1970) et Calow (1973) ont observé que la reproduction normale chez l'insecte adulte était un syndrome physiologique comportant des interactions nutritionnelle et neuroendocrinienne ainsi que des implications écologiques. La restriction du nourrissage (pouvant aller jusqu'à la privation totale) affecte le commencement et la quantité de la production d'oeufs de manière indirecte en influençant le système neuroendocrinien (Ralph, 1976 ; Rankin, 1978) et de manière directe en limitant l'approvisionnement en énergie (Walker, 1976, Slansky, 1980). D'autres auteurs ont également suggéré une interaction réciproque entre l'absorption d'éléments nutritifs et la production d'oeufs (Engelmann, 1970 ; DeWilde et DeLoof, 1973a, 1973b, Walker, 1976 ; Slansky, 1980). Dans le cas de *B. mori*, l'adulte est totalement privé de nourriture et a de la difficulté à trouver l'énergie nécessaire à la reproduction lorsqu'il vieillit. De plus, le potentiel de reproduction est également affecté par le système endocrinien qui est régulé par les facteurs nutritionnels.

Mishra et Krishna (1979) ont évalué le potentiel d'accouplement entre les mâles et les femelles de *Corcyra cephalonica* de différents âges (0, 3 et 6 jours) et ont observé une diminution de la production d'oeufs et de la viabilité des oeufs à mesure que l'âge des couples augmentait. Dans la présente étude, l'augmentation de l'âge des couples entraîne également une diminution de la consommation d'oeufs, du taux d'éclosion et une augmentation de la période pré-ovipositoire.

Chez *B. mori*, le mâle âgé a un potentiel de reproduction faible et la femelle accouplée à un tel mâle a une durée de vie post-ovipositoire plus longue étant donné qu'elle dépense moins d'énergie à l'accouplement. Cette étude montre clairement que l'augmentation de l'âge d'accouplement affecte le potentiel de reproduction, qui entraîne à terme une diminution des contenus en protéines et en graisses des oeufs.

METABOLIC PROFILES OF THE HAEMOLYMPH AND FAT BODY OF THE SILKWORM, *BOMBYX MORI*, IN RESPONSE TO PARASITIZATION BY THE UZIFLY, *EXORISTA SORBILLANS* (DIPTERA : TACHINIDAE), DURING THE FINAL INSTAR

K. VENKATA RAMI REDDY, K.V. BENCHAMIN, O.K. REMADEVI

Silkworm Physiology Laboratory, Central Sericultural Research and Training Institute,
Manandavadi Road, Srirampura, Mysore - 570 008, India.

Haemolymph and fat body composition of final instar larvae of the silkworm during spinning was examined to determine the effect of parasitism by the uzifly, Exorista sorbillans. Parasitization during the 3rd (NB₁₈) and 4th (PM) day of V instar resulted in a significant ($P < 0.001$) reduction in total protein free amino acids (FAA), total carbohydrates, glycogen, glucose and trehalose levels, suggesting increased utilization by the parasitoid and/or decreased de novo synthesis due to nutritional stress. Parasitism causes hypoaminomia and hypoglycemia conditions in the host haemolymph. The activity levels of alanine amino transferase and aspartate amino transferase (ALAT and AAT) were elevated significantly ($P < 0.001$) in both haemolymph and fat body, indicating accelerated breakdown of FAA after parasitization.

Keywords : *Bombyx mori*, fat body, glycogen, haemolymph, parasitization.

INTRODUCTION

The uzifly, *Exorista sorbillans*, is a serious pest of the silkworm, *Bombyx mori*. The uzifly lays eggs on the body of the silkworm. The eggs hatch generally on the 3rd day and the parasitic maggots penetrate into the body of the host where they remain for 4-5 days. During this endoparasitic period the maggot completes all its three instars thriving on the haemolymph and fat body of the host.

Though voluminous literature is available on various insect host-parasitoid relationships, the physiological interrelationship between the uzi parasitoid and the host larvae (silkworm : *Bombyx mori*) has received relatively meagre attention over the years. In earlier studies, the researchers focused much attention on the defensive reaction of the various hosts and general biology of the parasitoids (Salt, 1968 ; Vinson and Barras, 1970 ; Vinson and Iwantsch, 1980 ; Lawrence, 1986). Gordon and Webster (1971) and Dahlman and Vinson (1980) showed that food consumption, blood volume, amino acids and carbohydrates in the haemolymph of the host, *S. gregarea* and *H. virescens*, were decreased during infection with *M. nigrescens* and *M. croceipes*, respectively. A few reports are also available on the hormonal titres of the haemolymph (Thompson, 1985 ; Beckage, 1985 ; Lawrence, 1986). Recently, the effects of uzi parasitization on the food intake and digestibility of silkworm were studied (Srikanth *et al.*, 1988). However, little work is available on the biochemical pathology of infections in lepidopterous hosts. The present paper describes the changes in the haemolymph and fat body proteins, free amino acids, carbohydrates, glycogen, glucose and trehalose levels and the activities of key enzymes, alanine and aspartate amino transferases (ALAT and AAT), of protein metabolism in the silkworm, *Bombyx mori*, after parasitization with the uzifly, *Exorista sorbillans*, during spinning.

MATERIALS AND METHODS

For this study two pure silkworm races, one each of bivoltine (NB18) and multivoltine (PM), were used as test materials. One hundred larvae of each were separated from the stock and divided into two groups of 50 each. The first group of 50 larvae of each race was parasitized with one egg per larva and the second group kept as control.

A stock of freshly emerged male and female uziflies were maintained together in netted cages at the laboratory ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 2\%$ RH), fed on sugar cubes and water *ad libitum*. The V instar larvae of NB18 (3rd day) and PM (4th day) were provided to the gravid uziflies for infestation. This was considered as '0' day of infestation. After oviposition the larvae and uziflies were separated. The larvae were scanned through a magnifying glass to make sure of the presence of only egg per larva. When more eggs were present the excess eggs were removed with the help of a fine brush. The batches of both control and infested were reared on Kanva-2 mulberry variety till spinning following standard conditions (Krishnaswami *et al.*, 1973).

Haemolymph and fat body collection : The haemolymphs of parasitized as well as healthy larvae were collected at spinning stage by puncturing the proleg. The haemolymph was drawn into a clean graduated glass test tube and used for the biochemical studies.

Dissections of fat bodies were carried out in cold condition (4°C) after making a longitudinal mid-ventral incision along the entire body length and carefully pinning back the cuticle. The exposed fat body was washed with physiological saline (0.9 % NaCl) and small sections were removed with forceps onto nucleopore polycarbonate membrane filters. The filters were carefully rinsed and the excess water was removed. The required weight of the tissue was weighed nearest to 0.1 mg and used for the estimation of the following parameters.

Parameters

Total proteins
Free amino acids
Total carbohydrates
Glycogen
Glucose
Alanine amino transferase (AAT)
Aspartate amino transferase (AAT)

Methods followed

Lowry *et al.* (1951)
Moore and Stein (1954)
Carroll *et al.* (1956)
Montgomery (1957)
Mendal *et al.* (1954)
Reitman and Frankel (1957)
Reitman and Frankel (1957)

Since glucose, glycogen and trehalose were the only sugars present, the trehalose concentration was determined by subtraction of glucose plus glycogen values from the total carbohydrates present (Schmidt and Platzer, 1980).

RESULTS AND DISCUSSION

The data given in Tables I and II reveal the extent of the changes in the biochemical parameters of haemolymph and fat body of NB18 and PM silkworm breeds after uzi parasitization.

Haemolymph and fat body integration :

The results indicate that major metabolic changes occurred in the haemolymph and fat body of the host larvae. This is due to the parasitoid consumption of more and more organic constituents from its hosts as it develops. It was noticed that the parasitoid symptoms on the host were not evident until 3 days after parasitism. The parasitoids in infested larvae were found to feed solely on the haemolymph for the first 24 hrs. The fat body showed some effects after 96 to 120 hrs, but the gut, silkgland and other tissues were not used as food source. In *Bombyx mori* the fat body is the major tissue for the synthesis of various metabolites and the haemolymph, which is in intimate contact with the fat body, acts as a medium for the interchange of metabolites. Thus it is reasonable to expect that the disruption of the fat body is correlated with changes in biochemical parameters of the haemolymph. Protein, carbohydrate, amino acids, glycogen, glucose, fructose are the major energy-rich molecules for the

development of the parasitoid and it is reasonable to anticipate changes in these biochemical parameters of the haemolymph and fat body.

Table I. Changes in various biochemical parameters in the haemolymph and fat body of healthy and parasitized larvae of the silkworm, *Bombyx mori*.

Tableau I. Variations de divers paramètres biochimiques dans l'hémolymph et le corps adipeux chez des larves du ver à soie *Bombyx mori* saines et parasitées.

Parameter Paramètre	Haemolymph / Hémolymph				Fat body / Corps adipeux			
	NB ₁₈		PM		NB ₁₈		PM	
	Con. ¹	Uzi	Con. ¹	Uzi	Con. ¹	Uzi	Con. ¹	Uzi
Proteins <i>Protéines</i>	6734 ± 256 (- 10.80) P < 0.001	6005 ± 264 (- 10.80) P < 0.001	4586 ± 198 (- 15.1) P < 0.001	3898 ± 188 (- 15.1) P < 0.001	220.4 ± 6.5 (-4.84) P < 0.05	209.8 ± 7.6 (-4.84) P < 0.05	212.1 ± 6.0 (-15.23) P < 0.001	179.78 ± 5.0 (-15.23) P < 0.001
FAA	737.2 ± 28.3 (- 16.92) P < 0.001	612.4 ± 22.1 (- 16.92) P < 0.001	512.4 ± 18.1 (- 12.2) P < 0.001	450.0 ± 16.30 (- 12.2) P < 0.001	52.74 ± 2.31 (- 24.2) P < 0.001	40.3 ± 2.01 (- 24.2) P < 0.001	42.6 ± 1.93 (- 21.1) P < 0.001	33.64 ± 1.22 (- 21.1) P < 0.001
AIAT*	0.127 ± 0.005 (+ 15.75) P < 0.001	0.147 ± 0.005 (+ 15.75) P < 0.001	0.098 ± 0.004 (+ 26.53) P < 0.001	0.124 ± 0.004 (+ 26.53) P < 0.001	0.665 ± 0.031 (+ 14.74) P < 0.001	0.763 ± 0.037 (+ 14.74) P < 0.001	0.514 ± 0.030 (+ 23.74) P < 0.001	0.636 ± 0.04 (+ 23.74) P < 0.001
AAT*	0.141 ± 0.006 (+ 12.59) P < 0.001	0.161 ± 0.006 (+ 12.59) P < 0.001	0.111 ± 0.05 (+ 24.32) P < 0.001	0.138 ± 0.05 (+ 24.32) P < 0.001	0.836 ± 0.04 (+ 17.34) P < 0.001	0.981 ± 0.05 (+ 17.34) P < 0.001	0.746 ± 0.04 (+ 13.81) P < 0.001	0.849 ± 0.05 (+ 13.81) P < 0.001

The larvae were parasitized during the third day (NB₁₈) and fourth day (PM) of the V instar. Parameters were determined at the beginning of the spinning.

Les larves sont parasitées au troisième jour (NB₁₈) et au quatrième jour (PM) du 5^e âge larvaire. Les paramètres sont déterminés au début du filage.

Each value is the mean ± SD of six individual observations followed by per cent change and 'P' denotes the level of statistical significance.

Chaque valeur correspond à la moyenne ± l'écart type de six observations suivie du pourcentage de variation. "P" indique le seuil de signification statistique.

1 : Control / Témoin.

* μmoles of pyruvate formed/mg protein/hr / μmoles de pyruvates formés/mg de protéines/hr.

FAA : Free amino acids / Acides aminés libres. AIAT : Alanine amino transferase / Alanine aminotransférase.

AAT : Aspartate amino transferase / Aspartate aminotransférase.

Total proteins :

The levels of total proteins decreased significantly ($P < 0.001$) in the haemolymph and fat body after parasitization. For example, the haemolymph of parasitized larvae of NB₁₈ breed at 168 hrs after parasitization had 6005 mg protein per 100 ml as against 6734 in un-parasitized larvae. Similarly the fat body had 209 mg protein per g tissue as against 220 in un-parasitized larvae. The decreased protein content in fat body and haemolymph suggests an increased protein utilization by the parasitoid and/or decreased *de novo* synthesis due to nutritional stress in the fat body tissue. Besides this, the parasitoid may secrete proteases from the salivary glands and in the haemolymph these proteases may degrade the proteins to provide an amino acid source. This has yet to be demonstrated but should be examined along with the hypothesis that the host larvae may initiate protein hydrolysis in response to nutritional stress or endocrine manipulations. The mechanisms by which the tachinidae may alter protein metabolism in the fat body are unknown. Evidences from *M. nigrescens* infection of *S. gregaria* showed that depletion of proteins occurred first in the fat body of the host and were reflected in the haemolymph (Jutsum and Goldsworthy, 1974).

Free amino acids :

One of the most characteristic features of insect haemolymph is the presence of a high level of amino acids (Sutcliffe, 1963). Thong and Webster (1975) reported that amino-nitrogen levels were unchanged in scolytid beetles infected with *C. reversus*. Rutherford and Webster (1978) found that parasitism of *S. gregaria* by *M. nigrescens* caused the levels of 10 amino acids in the haemolymph to increase and 3 to decrease significantly. Gordon *et al.* (1978) reported variable results between two black fly species. In *P. mixtum fuscum* most amino acid compound concentrations were reduced by parasitism, while nematode infections of *S. venustum* increased the levels of almost half of the ninhydrin positive substances. The present results of *Bombyx mori* parasitized with *E. sorbillans* showed a significant reduction of FAA in the haemolymph (17 and 12 %) and in the fat body (24 and 21 %) of NB₁₈ and PM breeds, respectively. This observation can be explained in two ways. The first one is, the parasite absorbs certain amino acids selectively across the cuticle and the second possible reason is, deranged protein metabolism in the fat body. Since the fat body is an active site for the synthesis of proteins and ecdysteroids (Steel, 1976 ; Tojo *et al.*, 1981) damage to the fat tissue caused by parasitism could account for the nutrient deficiencies and endocrine disorder. The fat body of *B. mori* appears to be regulated by neurosecretory cells (Tojo *et al.*, 1981), disruption in the hormonal balance as a result of the tachinid parasitism may alter the protein metabolism. Thus fat body disruption can result in an inadequate supply of FAA into the haemolymph and cause osmotic imbalance, since amino acids play an important role in maintaining the proper osmotic balance in insects (Schmidt and Platzer, 1980). A more rapid uptake of FAA by the parasite may precipitate a noticeable decrease in the host haemolymph. As amino acids lost from the haemolymph, replacement to maintain osmotic balance should take place. Hence, these changes of FAA suggests that when the host larvae attempt to maintain physiological stability, the haemolymph composition fluctuates and disruption occurs in the tissue composition. In view of these results it can be suggested that there is a high demand of FAA in the haemolymph which were utilized on one side by the developing parasite and for the massive silk protein synthesis (sericin and fibroin) by the silk gland on the other. Hence, under this situation, the patho-physiological condition, hypoaminomia, seems to be created in the haemolymph of parasitized larvae.

Transaminase activity levels (AIAT and AAT) :

The activity levels of AIAT and AAT were studied because the protein synthesis requires a balanced amino acid pool and transamination is one of the chief mechanisms which functions as regulator of this pool. Interestingly, the haemolymph and fat body AIAT and AAT activities were elevated significantly ($P < 0.001$) after parasitization, indicating the mobilization of FAA into transamination activities. AIAT and AAT activity levels were found to be higher in the fat body than in the haemolymph, indicating active involvement of the former tissue in the protein synthesis. The AIAT activity forms a general index of amino acid breakdown and AAT marks towards the mobilization of amino acids into the glucogenesis (Adibi, 1968 ; Davidson and Longslow, 1975). Glucogenesis is the major pathway for the net synthesis of carbohydrates from non-carbohydrate

substrate and occurs via reversal of the glycolytic pathway. The carbon source for gluconeogenesis are amino acids and the decreased concentration of FAA in the fat body may suggest that this is providing the substrate for *de novo* synthesis of carbohydrates. Hence, total carbohydrate, glucose, glycogen and trehalose levels were measured for drawing correlation with changes in protein and FAA levels of healthy and parasitized larvae.

Table II. Changes in various biochemical parameters in the haemolymph and fat body of healthy and parasitized larvae of the silkworm, *Bombyx mori*.

Tableau II. Variations de divers paramètres biochimiques dans l'hémolymph et le corps adipeux chez des larves du ver à soie Bombyx mori saines et parasitées.

Parameter Paramètre	Haemolymph / Hémolymph				Fat body / Corps adipeux			
	NB18		PM		NB18		PM	
	Con. ¹	Uzi	Con. ¹	Uzi	Con. ¹	Uzi	Con. ¹	Uzi
Total carbohydrates <i>Hydrates de carbone</i>	285.6 ± 9.18 (- 5.18) P < 0.05	270.8 ± 8.18	220.4 ± 6.45 (- 5.11) P < 0.05	209.1 ± 6.65	19.15 ± 0.81 (- 17.49) P < 0.001	15.80 ± 0.64	18.18 ± 0.75 (- 15.79) P < 0.001	15.31 ± 0.69
Glycogen <i>Glycogène</i>	14.58 ± 0.44 (- 4.66) NS	13.90 ± 0.35	12.84 ± 0.51 (- 9.12) P < 0.01	11.07 ± 0.39	12.81 ± 0.44 (- 29.51) P < 0.001	9.83 ± 0.36	11.55 ± 0.36 (- 23.98) P < 0.001	8.78 ± 0.29
Glucose	32.62 ± 1.30 (- 7.73) P < 0.05	30.10 ± 1.11	28.66 ± 1.01 (- 12.32) P < 0.001	25.13 ± 1.24	0.836 ± 0.04 (- 23.68) P < 0.001	0.683 ± 0.038	0.666 ± 0.033 (- 23.12) P < 0.001	0.512 ± 0.030
Trehalose <i>Tréhalose</i>	238.4 ± 8.23 (- 4.87) NS	226.8 ± 7.99	178.9 ± 7.09 (- 3.83) NS	172.9 ± 9.03	5.50 ± 0.29 (+ 10.91) P < 0.01	6.10 ± 3.00	5.96 ± 0.35 (10.07) P < 0.01	6.02 ± 0.39

The larvae were parasitized during the third day (NB18) and fourth day (PM) of the V instar. Parameters were determined at the beginning of the spinning.

Les larves sont parasitées au troisième jour (NB18) et quatrième jour (PM) du 5^e âge larvaire. Les paramètres sont déterminés au début du filage.

Each value is the mean ± SD of six individual observations followed by per cent change and 'P' denotes the level of statistical significance.

Chaque valeur correspond à la moyenne ± l'écart type de six observations suivie du pourcentage de variation. "P" indique le seuil de signification statistique.

1: Control / Témoin.

Carbohydrates :

The contents of carbohydrate, glycogen and glucose decreased in the haemolymph and fat body after parasitization, which indicated either increased utilization by the parasite or decreased *de novo* synthesis. Since the fat body operates the glycolytic pathway (Riddiford and Truman, 1978), decreased levels of these carbohydrates moieties can be expected under suppressed operation of glycolysis in the host. The decreased rate of gluconeogenesis and accelerated glycogenolysis has been shown in other insects to be responsible for hypoglycemia after parasitization (Von Brand, 1979). Vinson and Dahlman (1989) reported decreased gluconeogenesis as well as the simultaneous elevation of regulatory enzyme of glycogenolysis (phosphorylase active) after parasitization, suggesting hormonal involvement. The maintenance of haemolymph and fat body carbohydrates are under hormonal control (Riddiford and Truman, 1978 ; Chippendale, 1978) and could be manipulated by the parasites. If the uzi parasites as a group manipulate their host through hormonal means, one would expect similar effects on the host physiology. Thus the mechanism of parasite regulation of host physiology may be as complicated as the inter-endocrine regulation of the insect itself : the parasite may secrete hormonal mimics or other compounds into the host, disrupting the host metabolism. Moreover, in parasitized larvae two endocrine systems are juxtaposed : that of parasitized and host and the complexities of their interaction and effects in the host are not fully known. The effects of the parasites are variable and it seems unlikely that hormonal control would be different from genus to genus. We believe the simplest explanation for the deranged metabolism of proteins and carbohydrates is nutritional stress. Hence the present results suggest that parasitization of silkworm larvae do result in a stress-induced hypoglycemia that may have a similar origin to that described by Vinson and Dahlman (1989) for a braconid attacking a dipterous larva.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are thankful to Dr K. Sengupta, Ex-Director of the Central Sericultural Research and Training Institute, Mysore, for encouragement to undertake the present study.

REFERENCES

- ADIBI S.A. (1968) Influence of dietary deprivation on plasma concentration of free amino acids of man. *J. Appl. Physiol.*, 25, 52-57.
- BECKAGE N.E. (1985) Endocrine interactions between endoparasitic insect and their hosts. *Ann. Rev. Ent.*, 30, 371-413.
- CARROLL N.V., LONGLEY R.W., ROY J.H. (1956) Glycogen determination in liver and muscle by use of anthrone reagent. *J. Biol. Chem.*, 220, 583-593.
- CHIPPENDALE G.M. (1978) The function of carbohydrates in insect life process. *In* Insect biochemistry. Rockstein M. Ed., Academic Press, New York, pp 32-34.
- DAHLMAN D.L., VINSON S.B. (1980) Glycogen content in *Heliothis virescens* parasitized by *Microplitis croceipes*. *Comp. Bioch. Physiol.*, 66, 625-630.
- DAVISON T.F., LONGSLOW D.R. (1975) Changes in plasma glucose and liver glycogen following the administration of gluconeogenic precursors to the starving fowl. *Comp. Bioch. Physiol.*, 52, 645-649.
- GORDON R., WEBSTER J.M. (1971) *Mermis nigrescens* : Physiological relationship with its host, the adult desert locust, *Schistocerca gregaria*. *Exp. Parasitol.*, 29, 66-79.
- GORDON R., CONDON W.J., EDGAR W.J., BABIE S.J. (1978) Effect of mermithid parasitism on the haemolymph composition of the larval blackflies, *Prosimulium mixtum fuscum* and *Simulium venustum*. *Parasitol.*, 77, 367-374.
- JUTSUM A.R., GOLDSWORTHY G.J. (1974) Some effects of mermithid infection on metabolic reserves and flight in locusta. *Int. J. Parasitol.*, 4, 625-630.
- KRISHNASWAMI S., NARASIMHANNA M.N., SURYANARAYANA S.K., KUMAR RAJ S. (1973) Silkworm rearing : II - Manual on sericulture, Chapter 4., FAO, Rome, pp 54-58.
- LOWRY O.H., ROSENBROUGH N.J., FARR A.R., RANDAL R.J. (1951) Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 176, 265-275.

- LAWRENCE P.O. (1986) Host parasite hormonal interactions : An overview. *J. Insect Physiol.*, 32, 295-298.
- MENDAL B., KEMP A., MYERS D.K. (1954) Colorimetric micromethod for the determination of glucose. *J. Biol. Chem.*, 56, 639-645.
- MONTGOMERY R. (1957) Determination of glycogen. *Arch. Bioch. Biophys.*, 67, 378-386.
- MOORE S., STEIN W.H. (1954) A modified ninhydrin reagent for photometric determination of amino acids and related compounds. *J. Biol. Chem.*, 221, 907-913.
- REITMAN S., FRANKEL A. (1957) A colorimetric determination of serum glutamic oxaloacetic and glutamic pyruvic transaminases. *Am. J. Clin. Pathol.*, 28, 56-63.
- RIDDIFORD L.M., TRUMAN J.W. (1978) Biochemistry of insect hormones and insect growth regulators. In *Insect biochemistry*. Rockstein M. Ed., Academic Press, New York, p. 132.
- RUTHERFORD T.A., WEBSTER J.M. (1978) Some effects of *Mermis nigrescens* on the haemolymph of *Schistocerca gregaria*. *Canad. J. Zool.*, 56, 339-347.
- SALT G. (1968) The resistance of insect parasitoids to the defence reactions of their hosts. *Biol. Rev.*, 43, 200-232.
- SCHMIDT S.P., PLATZER E.G. (1980) Changes in body tissues and haemolymph composition of *Culex pipiens* in response to infection *Romanomermis culicivorax*. *J. Invert. Pathol.*, 36, 240-254.
- SUTCLIFF D.W. (1963) The chemical composition of haemolymph in insects and some other arthropods, in relation to their phylogeny. *Comp. Bioch. Physiol.*, 9, 121-135.
- SRIKANTH J., BASAPPA H., LINGAPPA S. (1988) Effect of uzifly parasitization on food consumption and growth of the mulberry silkworm, *B. mori*. *Insect Sci. Applic.*, 9, 373-379.
- STEEL J.E. (1976) Hormonal control of metabolism in insects. *Adv. Insect Physiol.*, 12, 239-324.
- THONG C.H.S., WEBSTER J.M. (1975) Effects of *Contortylenchus reversus* (Nematoda : Sphaerul ariidae) on the haemolymph composition and oocyte development in the beetle, *Dendroctonus pseudotsugae* (Coleoptera : Scolytidae).
- THOMPSON S.N. (1985) Metabolic integration during the host association of multicellular animal endoparasites. *Comp. Bioch. Physiol.*, 81, 21-24.
- TOJO S., NAGATA M., KIMURA S. (1981) Hormonal control of storage protein synthesis and uptake by the fat body in the silkworm, *Bombyx mori*. *J. Insect Physiol.*, 27, 491-498.
- VINSON S.B., BARRAS D.J. (1970) Effect of parasitoid *Cardiochiles nigriceps* on the growth development and tissues of *Heliothis virescens*. *J. Insect Physiol.*, 16, 1329-1338.
- VINSON S.B., IWANTSCH G.F. (1980) Host suitability for insect parasitoids. *Ann. Rev. Ent.*, 25, 397-419.
- VINSON S.B., DAHLMAN D.L. (1989) Physiological relationship between braconid endoparasites and their hosts : The *Microplitis croceipes* (Hymenoptera : Braconid) *Heliothis* spp. (Lepidoptera : Noctuidae) system. *South Western Entomologist*, 12, 17-37.
- VON BRAND T. (1979) Biochemistry of parasites. Academic Press, New York, pp 43-56.

PROFILS METABOLIQUES DE L'HEMOLYMPHE ET DU CORPS ADIPEUX DU VER A SOIE *BOMBYX MORI* APRES INFESTATION PAR LA MOUCHE UZI *EXORISTA SORBILLANS* (DIPTERA : TACHINIDAE) AU COURS DU DERNIER AGE LARVAIRE

K. VENKATA RAMI REDDY, K.V. BENCHAMIN & O.K. REMADEVI

Silkworm Physiology Laboratory, Central Sericultural Research and Training Institute,
Srirampura, Mysore - 570 008, Inde.

On a examiné la composition de l'hémolymphe et du corps adipeux des larves du ver à soie au dernier âge larvaire au cours du filage afin de déterminer l'effet du parasitisme par la mouche uzi Exorista sorbillans. L'infestation au 3e jour (chez NB₁₈) et au 4e jour (chez PM) du 5e âge larvaire entraîne une réduction significative ($P < 0,001$) des acides aminés libres totaux (FAA), des hydrates de carbone totaux, des niveaux de glycogène, de glucose et de tréhalose, suggérant une augmentation de leur utilisation par le parasite et/ou une diminution de leur synthèse de novo due au stress nutritionnel. Le parasitisme provoque un état d'hypoaminémie et d'hypoglycémie dans l'hémolymphe de l'hôte. Les niveaux des activités alanine aminotransférase (ALAT) et aspartate aminotransférase (AAT) augmentent de manière significative ($P < 0,001$) tant dans l'hémolymphe que dans le corps adipeux, ce qui indique une accélération de la décomposition des acides aminés libres après l'infestation.

INTRODUCTION

La mouche uzi *Exorista sorbillans* est un dangereux parasite du ver à soie *Bombyx mori*. Elle pond ses œufs sur le corps du ver à soie, ceux-ci éclosent généralement trois jours plus tard et les asticots parasites pénètrent dans le corps de l'hôte où ils restent entre 4 et 5 jours. Au cours de cette phase endoparasitaire, l'asticot accomplit ses trois âges larvaires en se nourrissant de l'hémolymphe et du corps adipeux de l'hôte.

Bien qu'il existe une documentation volumineuse sur les diverses relations hôte-parasitoïde, l'inter-relation physiologique entre le parasite uzi et la larve hôte (le ver à soie *Bombyx mori*) a été relativement peu étudiée jusqu'à présent. Dans des études antérieures, les chercheurs se sont surtout intéressés aux réactions de défense des divers hôtes et à la biologie générale des parasitoïdes (Salt, 1968 ; Vison et Barras, 1970 ; Vinson et Iwantsch, 1980 ; Lawrence, 1986). Gordon et Webster (1971) et Dahlman et Vinson (1980) ont montré que la consommation de nourriture, le volume sanguin, les acides aminés et les hydrates de carbones de l'hémolymphe des hôtes *S. gregaria* et *H. virescens* diminuent lorsqu'ils sont infestés respectivement par *M. nigrescens* et *M. croceipes*. Il existe également quelques publications sur les titres hormonaux de l'hémolymphe (Thompson, 1985 ; Beckage, 1985 ; Lawrence, 1986). On a étudié récemment l'effet du parasitisme par la mouche sur la consommation de nourriture et la digestibilité du ver à soie (Srikanth et coll., 1988). Cependant, peu de travaux ont été faits sur la pathologie biochimique des infestations chez les hôtes lépidoptères. Cet article présente une description des modifications des protéines, des acides aminés libres, des hydrates de carbone, des niveaux de glycogène, de glucose et de tréhalose dans l'hémolymphe et le corps adipeux ainsi que les modifications des activités des enzymes clés du métabolisme protéique chez le

ver à soie *Bombyx mori*, l'alanine aminotransférase et l'aspartate aminotransférase (AIAT et AAT), après infestation par la mouche uzi *Exorista sorbillans* au cours du filage.

MATERIELS ET METHODES

Pour cette étude, deux races pures de ver à soie, une de bivoltins (NB₁₈) et une de polyvoltins (PM), ont été utilisées comme matériel expérimental. Cent larves de chacune des races ont été isolées du stock et réparties en deux groupes de 50. Le premier groupe de 50 larves est infesté avec un oeuf par larve et le deuxième groupe est conservé comme témoin.

Un lot de mouches uzi mâles et femelles en sortie d'éclosion est conservé dans des cages recouvertes de filet en laboratoire (25 ± 1 °C, 70 ± 2 % RH) et nourris de morceaux de sucre et d'eau à volonté. Des larves du 5e âge de NB₁₈ (3e jour) et de PM (4e jour) sont exposées aux mouches uzi fécondées pour permettre l'infestation. Cette étape constitue le jour "0" de l'infestation. Après oviposition, les vers à soie et les mouches uzi sont séparés. Les vers à soie sont examinés à la loupe afin de s'assurer de la présence d'un seul oeuf par larve. Lorsqu'on observe plusieurs oeufs sur une même larve, les oeufs en surnombre sont ôtés à l'aide d'un pinceau fin. Les lots témoins et infestés sont élevés sur la variété de mûrier Kanva 2 jusqu'au filage suivant les conditions standards (Krishnaswami et coll., 1973).

Prélèvement de l'hémolymph et du corps adipeux : les hémolymphes des larves parasitées et saines sont prélevées au stade du filage en perforant une fausse patte. Elles sont ensuite transférées dans des éprouvettes propres graduées et utilisées pour les études biochimiques.

La dissection du corps adipeux est réalisée à froid (4 °C) en pratiquant une incision médio-ventrale sur toute la longueur du corps et en écartant soigneusement la cuticule à l'aide d'aiguilles. Le corps adipeux exposé est lavé dans une solution physiologique saline (0.9 % NaCl) et de petits morceaux sont prélevés à l'aide d'une pince et déposés sur des filtres de polycarbonate. Les filtres sont rincés soigneusement et l'excès d'eau est enlevé. Le poids de tissu requis est pesé à 0,1 mg près et utilisé pour l'évaluation des paramètres suivants :

Paramètres :

Protéines totales :
Acides aminés libres :
Hydrates de carbone totaux :
Glycogène :
Glucose :
Alanine aminotransférase :
Aspartate aminotransférase :

Méthodes suivies :

Lowry et coll. (1951)
Moore et Stein (1954)
Carroll et coll. (1956)
Montgomery (1957)
Mendal et coll. (1954)
Reitman et Frankel (1957)
Reitman et Frankel (1957)

Le glucose, le glycogène et le tréhalose étant les seuls sucres présents, la concentration en tréhalose est déterminée par soustraction des valeurs glucose + glycogène des hydrates de carbone totaux (Schmidt et Platzer, 1980).

RESULTATS ET DISCUSSION

Les données présentées dans les tableaux I et II révèlent l'étendue des modifications des paramètres biochimiques de l'hémolymph et du corps adipeux chez les races de vers à soie NB₁₈ et PM après infestation par la mouche uzi.

Désintégration de l'hémolymph et du corps adipeux :

Les résultats indiquent que des modifications métaboliques majeures interviennent dans l'hémolymph et dans le corps adipeux des larves hôtes. Ceci est dû à la consommation croissante de composants organiques de l'hôte par le parasite à mesure que ce dernier se développe. On observe que les symptômes de la présence des parasitoïdes sur l'hôte n'apparaissent de façon évidente que trois jours après l'infestation. Le parasite se nourrit seulement d'hémolymph au cours des

24 premières heures. Le corps adipeux présente des symptômes après 96 et 120 heures ; cependant, l'intestin, la glande séricigène et les autres tissus ne sont pas utilisés comme source de nourriture. Chez *Bombyx mori*, le corps adipeux est le principal tissu de synthèse des divers métabolites et l'hémolymphe, qui est en contact étroit avec le corps adipeux, sert de véhicule pour les échanges de métabolites. Il est donc raisonnable de penser que la désorganisation du corps adipeux soit corrélée aux modifications des paramètres biochimiques de l'hémolymphe. Les protéines, les hydrates de carbone, les acides aminés, le glycogène, le glucose et le fructose sont les principales molécules riches en énergie pour le développement du parasitoïde et on peut présumer que des modifications de ces paramètres biochimiques interviennent dans l'hémolymphe et le corps adipeux.

Protéines totales :

Les niveaux de protéines totales diminuent de manière significative ($P < 0,001$) dans l'hémolymphe et le corps adipeux après l'infestation. Par exemple, l'hémolymphe des larves parasitées de la souche NB18, 168 heures après l'infestation, contient 6 005 mg de protéines pour 100 ml contre 6 734 mg chez les larves non parasitées. De même, le corps adipeux contient 209 mg de protéines par gramme de tissu contre 220 mg chez les larves non parasitées. La diminution du contenu protéique dans le corps adipeux et dans l'hémolymphe suggère une augmentation de l'utilisation des protéines par le parasitoïde et/ou une diminution de la synthèse due au stress nutritionnel dans le tissu du corps adipeux. De plus, il se peut que le parasitoïde sécrète des protéases par ses glandes salivaires et que, dans l'hémolymphe, ces protéases dégradent les protéines afin de fournir une source d'acides aminés. Cette éventualité reste à démontrer mais devrait être examinée, ainsi que l'hypothèse selon laquelle les larves hôtes pourraient initier une hydrolyse protéique en réaction au stress nutritionnel ou aux modifications endocrines. On ne connaît pas le mécanisme par lequel les tachinidés pourraient modifier le métabolisme protéique dans le corps adipeux. Des résultats sur l'étude de l'infestation de *S. gregaria* par *M. nigrescens* ont montré que la diminution des protéines se produisait d'abord dans le corps adipeux de l'hôte et se reflétait dans l'hémolymphe (Jutsum et Goldsworthy, 1974).

Acides aminés libres :

L'une des principales caractéristiques de l'hémolymphe de l'insecte est la présence d'un niveau élevé d'acides aminés (Sutcliffe, 1963). Thong et Webster (1975) ont observé que les niveaux d'azote aminé restaient inchangés chez les scarabées scolytidés infestés par *C. reversus*. Rutherford et Webster (1978) ont remarqué que l'infestation de *S. gregaria* par *M. nigrescens* provoquait l'augmentation des niveaux de 10 acides aminés et la diminution de 3 acides aminés dans l'hémolymphe. Gordon et coll. (1978) ont fait état de résultats variables entre deux espèces d'insectes. Chez *P. mixtum fuscum*, la plupart des concentrations en composés d'acides aminés diminuent en raison du parasitisme, tandis que les infestations par les nématodes de *S. venustum* augmentent le niveau de presque la moitié des substances donnant une coloration positive à la ninhydrine. Les résultats présentés ici sur l'infestation de *Bombyx mori* par *E. sorbillans* font apparaître une réduction significative des acides aminés libres de l'hémolymphe (17 et 12 %) et du corps adipeux (24 et 21 %) chez les souches NB18 et PM respectivement. Cette observation peut s'expliquer de deux façons : premièrement, le parasite absorbe certains acides aminés de manière sélective à travers la cuticule et la deuxième raison possible est la désorganisation du métabolisme protéique dans le corps adipeux. Le corps adipeux étant un site actif de synthèse de protéines et d'ecdystéroïdes (Steel, 1976 ; Tojo et coll., 1981), la dégradation causée au tissu adipeux par l'infestation pourrait expliquer les déficiences nutritives et le désordre endocrinien. Le corps adipeux de *Bombyx mori* semble être régulé par les cellules neurosécrétrices (Tojo et coll., 1981) ; il se peut que la désorganisation de l'équilibre hormonale résultant de l'infestation par les tachinidés modifie le métabolisme protéique. Ainsi le corps adipeux peut entraîner un approvisionnement insuffisant en acides aminés libres dans l'hémolymphe et un déséquilibre osmotique, les acides aminés jouant un rôle important dans le maintien de l'équilibre osmotique correct chez les insectes (Schmidt et Platzer, 1980). Une ingestion plus rapide d'acides aminés libres par le parasite peut entraîner une diminution importante dans l'hémolymphe hôte. L'hémolymphe perdant des acides aminés, il devrait y avoir remplacement pour maintenir l'équilibre osmotique. Ces modifications des acides aminés libres suggèrent donc que, lorsque les larves hôtes tentent de

maintenir une stabilité physiologique, la composition de l'hémolymphe devient fluctuante et des dérèglements apparaissent dans la composition tissulaire. Au vu de ces résultats, on peut suggérer qu'il existe une forte demande d'acides aminés libres dans l'hémolymphe utilisés d'une part par le parasite en phase de croissance et, d'autre part, pour la synthèse massive des protéines de la soie (séricine et fibroïne) par la glande séricigène. Dans cette situation d'état pathophysiologique, une hypoaminome semble être créée dans l'hémolymphe des larves parasitées.

Niveaux d'activité des transaminases (AIAT et AAT) :

Nous avons étudié les niveaux des activités AIAT (alanine aminotransférase) et AAT (aspartate aminotransférase) car la synthèse protéique nécessite un pool d'acides aminés équilibré et la transamination est l'un des principaux mécanismes qui servent de régulateur de ce réservoir. Il est intéressant de noter que les activités AIAT et AAT dans l'hémolymphe et le corps adipeux augmentent de manière significative ($P < 0,001$) après l'infestation, ce qui indique une mobilisation des acides aminés libres pour les activités de transamination. Les niveaux des activités AIAT et AAT sont plus élevés dans le corps adipeux que dans l'hémolymphe, d'où une participation active du premier dans la synthèse protéique. L'activité AIAT sert d'indice général de la coupure des acides aminés et l'AAT marque la mobilisation des acides aminés dans la voie de la gluconéogenèse (Adibi, 1968 ; Davison et Longslow, 1975). La gluconéogenèse est la voie principale pour la synthèse nette d'hydrates de carbone à partir de substrats n'appartenant pas à ce groupe et se produit en empruntant la voie glycolytique en sens inverse. Les acides aminés constituent la source de carbone pour la gluconéogenèse et la diminution de la concentration d'acides aminés libres dans le corps adipeux semble indiquer que celui-ci fournit le substrat pour la synthèse nouvelle des hydrates de carbone. Les hydrates de carbone totaux, les niveaux de glucose, de glycogène et de tréhalose ont donc été mesurés afin d'établir une corrélation avec les modifications des niveaux de protéines et d'acides aminés libres des larves saines et parasitées.

Hydrates de carbone :

Les contenus en hydrates de carbone, en glycogène et en glucose diminuent dans l'hémolymphe et dans le corps adipeux après l'infestation, ce qui suggère soit une augmentation de l'utilisation par le parasite, soit une diminution de la synthèse. Etant donné que le corps adipeux assure la voie de la glycolyse (Riddiford et Truman, 1978), on peut penser que la diminution des niveaux des moitiés carbohydrates intervient lorsque la glycolyse est interrompue chez l'hôte. On a montré que la réduction du taux de gluconéogenèse et l'accélération de la glycogénèse chez d'autres insectes étaient responsables de l'hypoglycémie après l'infestation (Von Brand, 1979). Vison et Dahlman (1989) ont observé une diminution de la gluconéogenèse ainsi qu'une augmentation simultanée de l'enzyme régulatrice de la glycogénolyse (activité phosphorylase) après l'infestation, ce qui suggère une implication des hormones. Le maintien des hydrates de carbone dans l'hémolymphe et dans le corps adipeux est sous contrôle hormonal (Riddiford et Truman, 1978 ; Chippendale, 1978) et peut être modifié par le parasite. Si le parasite *uzi*, en tant que groupe, contrôle son hôte par des moyens hormonaux, on peut imaginer des effets similaires sur la physiologie de l'hôte. Ainsi, le mécanisme par lequel le parasite régule la physiologie de l'hôte peut être aussi complexe que la régulation inter-endocrinienne de l'insecte lui-même : le parasite peut sécréter des mimétiques d'hormones ou d'autres composés à l'intérieur de l'hôte, désorganisant de ce fait son métabolisme. De plus, chez les larves parasitées, deux systèmes endocriniens sont juxtaposés : celui du parasite et celui de l'hôte et la complexité de leur interaction et les effets sur l'hôte ne sont pas entièrement connus. Les effets parasitaires sont variables et il semble peu probable que le contrôle hormonal diffère d'un genre à l'autre. Nous pensons que l'explication la plus simple pour le dérèglement métabolique des protéines et des hydrates de carbone soit le stress nutritionnel. Les résultats présentés ici suggèrent donc que l'infestation des larves de vers à soie se traduit effectivement par une hypoglycémie induite par le stress qui pourrait avoir la même origine que celle décrite par Vinson et Dahlman (1989) dans le cas d'une infestation d'une larve diptère par un braconidé.

SELECTION OF BETTER GENOTYPES THROUGH PATH COEFFICIENT ANALYSIS IN SEGREGATING GENERATION OF *ANTHERAEA MYLITTA* D.

A.A. SIDDIQUI, M.K. SINHA, A. KUMAR, C.M. BAJPEYI & S.S. SINHA

Breeding and Genetics Laboratory, Central Tasar Research and Training Institute,
Ranchi - 834 005, Bihar, India.

Variabilities, correlations and path coefficient analysis were worked out in the parents and F₂ population. The crossing lines used for this study were R57 and L8 of A. mylitta D. The parents and F₂ progeny were reared in the commercial crop 1988 at Central Tasar Research and Training Institute, Ranchi. A wide range of phenotypic variability was observed for silk yield, hatching %, effective rate of rearing (ERR) and shell weight. Larval weight gave the highest estimate of genetic coefficient of variation followed by silk yield, hatching % and ERR. Estimates of heritability in the broad sense were high for silk ratio, shell weight, hatching % and larval span. Larval weight, hatching % and silk yield were found to have high genetic advance. Absolute silk yield was strongly correlated with all characters except hatching % and larval span, both genotypically and phenotypically (path analysis showed that cocoon weight had a direct effect towards yield followed by silk ratio and ERR). It had also a good indirect impact via other characters like larval weight, ERR, silk ratio, shell weight and fecundity at genotypic and phenotypic levels. While selecting better performers from a segregating population, more emphasis should be given to traits like larval weight, ERR, cocoon weight and silk ratio.

Keywords : *Antheraea mylitta*, segregating population, heritability, correlation, path coefficient.

INTRODUCTION

Yield is a complex character and the expression of this character depends upon the interaction of contributing traits. A correlation coefficient study alone is not sufficient in determining yield and the relative importance of each contributing traits to yield. Path coefficient analysis partitions the correlation values into direct and indirect effects of those contributing characters that influence the yield. Earlier, Sen *et al.* (1976) and Siddiqui *et al.* (1989) have studied path analysis in parental lines. The present investigation has therefore been undertaken on the segregating population along with evaluation of genetic variability.

MATERIALS AND METHODS

Two lines of *A. mylitta* D., namely R57 and L8, and the F₁ progeny of their cross R57 × L8 were used in the present study. The F₂ progeny and their parents were reared in the randomized block design experimental plot of CTR&TI, Field Laboratory (Nagri, Ranchi) Farm, during the commercial crop of 1988 in four replications. Observations were recorded randomly from the parents and F₂ progeny. The sample size of 50 was taken in each replication for absolute silk yield, larval weight, larval span, shell weight and silk ratio, while for fecundity and hatching % the sample size of one formed one replication.

Range, mean, standard error of mean and standard deviation were calculated to determine the phenotypic variability in the parents and their F₂ generation. Genetic parameters were studied by working out the genetic coefficient of variation (Burton, 1952); heritability and genetic advance were computed as given by Allard (1960). The phenotypic and genotypic coefficients of correlation were computed from the variance and covariance components according to Miller *et al.* (1958). The path coefficient analysis was performed following Dewey and Lu (1959) using both phenotypic and genotypic correlations to assess the direct and indirect influences of the different variables on silk yield.

RESULTS AND DISCUSSION

Range, mean, standard error, standard deviation calculated for the nine characters in the parents and F₂ population are presented in Table I. In general, the range of variation observed was higher in the F₂ population for characters like cocoon weight, shell weight and silk ratio. The genetic coefficient of variation, heritability estimates, and the genetic advance (expressed as the percentage of the mean) are depicted in Table II.

The data indicate that the character larval weight had a high genetic coefficient of variation. Previous studies indicate that the genetic coefficient of variation helps to measure the range of genetic variability present in various quantitative characters. However, it is not possible to measure heritable variation with the help of the genetic coefficient of variation alone. Burton (1952) has advocated that genetic coefficient of variation together with the heritability would give the best picture of the amount of advance to be expected from selection. The heritable portion of the variation was found out with the help of variability estimates.

High heritability values were obtained for three characters only, viz. hatching %, shell weight and silk ratio, while the other four characters, viz. fecundity, larval span, larval weight and cocoon weight, have moderate heritability, ERR and absolute silk yield had low heritability.

Selection in the F₂ generation is based on the phenotype of the individual F₂ population. What percentage of the F₂ population should be selected will depend upon the heritability estimates. Selection in F₂ will not be very effective for those quantitative characters that have a low heritability. It would be more effective to limit selection in the F₂ for those characters which have high heritability estimates (Poehlman, 1959). Considering these facts, phenotypic selection will be effective in F₂ generation for characters such as hatching percentage, shell weight and silk ratio. Further, selection may be partly effective for those traits, viz. fecundity, larval span, larval weight and cocoon weight, which show moderate heritability. The present study indicates that selection will not be effective in F₂ generation for characters such as ERR and absolute silk yield, as they had low heritability estimates. Heritability estimates along with genetic gain is more useful than the heritability value alone (Johnson *et al.*, 1955) in predicting the resultant effect from selecting the best individuals.

Estimates of genetic advance expressed as percentage of mean revealed large differences among the nine characters studied. Only one character, i.e., larval weight, had high genetic advance. Moderate estimates for genetic advance were obtained for absolute silk yield and hatching percentage while other characters like fecundity, larval span, ERR, cocoon weight, shell weight and silk ratio had low estimates for genetic advance. The fecundity, larval span and cocoon weight had moderate heritability but low genetic advance, which suggests that moderate heritability estimate is due to non-additive (dominance and epistatic) gene effects (Panse, 1957).

Phenotypic and genotypic correlations among the nine characters studied are presented in Table III. In general, genotypic correlation coefficients were higher than their corresponding phenotypic correlation coefficient for most of the characters and they were of comparable magnitude. This indicates that though there is a strong inherent association between the various characters studied, the phenotypic expression of the correlation is reduced under the influence of environment. Johnson, Robinson and Comstock (1955) also observed higher genotypic correlation coefficients than the corresponding phenotypic ones. Silk yield was found to be positively associated with ERR, larval weight, cocoon weight, fecundity, shell weight and silk ratio. The characters which exhibited positive association with yield were also positively associated among themselves. The hatching percentage

Table I. Phenotypic variability for nine characters in parents and F₂ generation of the cross R₅₇ × L₈.Tableau I. Variabilité phénotypique pour neuf caractères chez les parents et la génération F₂ du croisement R₅₇ × L₈.

Characters	Line	Sample size	Range	Mean ± S.E.	CD at 5 %	Standard Deviation
Caractères	Lignée	Taille de l'échantillon	Fourchette	Moyenne ± écart type	CD à 5%	Déviation standard
Absolute silk yield* (g)	R ₅₇	50 nos.	139.26 - 332.80	216.35 ± 35.91	99.69	71.82
Rendement absolu en soie* (g)	L ₈		97.20 - 159.98	124.81 ± 11.35	31.51	22.70
	F ₂		158.76 - 220.64	189.27 ± 12.23	33.95	24.45
Fecundity (no)	R ₅₇	4 nos.	268 - 386	340.50 ± 22.47	62.37	44.95
Fécondité (nombre)	L ₈		234 - 304	273.25 ± 12.83	35.62	25.66
	F ₂		228 - 319	268.25 ± 16.49	45.76	32.97
Hatching %	R ₅₇	4 nos.	33.16 - 73.13	55.56 ± 7.30	20.29	14.61
Eclosion (%)	L ₈		52.63 - 98.29	79.83 ± 8.42	23.38	16.84
	F ₂		47.02 - 96.05	66.10 ± 9.09	25.25	28.17
Larval span (days)	R ₅₇	4 nos	37 - 39	38.25 ± 0.41	1.15	0.83
Durée larvaire (jours)	L ₈		36 - 42	37.75 ± 1.24	3.45	2.48
	F ₂		33 - 37	35.25 ± 0.89	2.48	1.78
Larval weight (g)	R ₅₇	50 nos	36.73 - 39.64	37.64 ± 0.53	1.46	1.06
Poids larvaire (g)	L ₈		31.65 - 36.21	34.26 ± 0.85	2.37	1.70
	F ₂		34.98 - 37.93	35.01 ± 0.53	1.47	1.06
ERR %**	R ₅₇	4 nos	33.67 - 70.17	57.61 ± 7.38	20.51	14.77
Taux effectif d'élevage (%)	L ₈		30.63 - 37.39	33.31 ± 1.31	3.63	2.62
	F ₂		50.94 - 56.66	53.75 ± 1.35	3.75	2.71
Cocoon weight (g)	R ₅₇	50 nos	12.95 - 13.58	13.31 ± 0.11	0.32	0.23
Poids du cocon (g)	L ₈		11.17 - 12.50	11.74 ± 0.29	0.80	0.58
	F ₂		12.57 - 14.23	13.04 ± 0.34	0.95	0.69
Shell weight (g)	R ₅₇	50 nos	2.00 - 2.11	2.06 ± 0.02	0.05	0.04
Poids de la coque (g)	L ₈		1.61 - 1.86	1.75 ± 0.04	0.13	0.09
	F ₂		1.96 - 2.27	2.06 ± 0.6	0.17	0.12
Silk ratio %	R ₅₇	50 nos	15.16 - 16.06	15.64 ± 0.16	0.45	0.32
Richesse soyeuse (%)	L ₈		14.41 - 15.01	14.75 ± 0.11	0.30	0.22
	F ₂		15.42 - 16.13	15.79 ± 0.13	0.37	0.35

CD : Critical difference / Intervalle de confiance. * Absolute silk yield : average single shell weight (g) multiplied by the total number of cocoons harvested/dfl. ** ERR : number of cocoons harvested / number of larvae brushed × 100. * Rendement absolu en soie : poids d'une coque (g) multiplié par le nombre total de cocons récoltés pour 100 pontes saines. ** Taux effectif d'élevage : nombre de cocons récoltés par nombre de larves levées × 100.

and larval span were negatively associated with almost all the characters except with larval span and silk yield.

Table II. Estimates of genetic coefficient of variation, heritability and genetic advance expressed in percentage of mean of nine characters in the cross R57 $\times$ L8.

Tableau II. Estimations du coefficient de variation génétique, de l'héritabilité et de l'amélioration génétique exprimées en pourcentage de la moyenne de neuf caractères chez le croisement R57 $\times$ L8.

Sl no.	Characters	Genetic coefficient of variation	Heritability percentage	Genetic advance in percentage of mean
<i>N° de série</i>	<i>Caractères</i>	<i>Coefficient de variation génétique</i>	<i>Pourcentage d'héritabilité</i>	<i>Amélioration génétique en pourcentage de la moyenne</i>
1	Absolute silk yield <i>Rendement absolu en soie</i>	20.45	26.60	21.71
2	Fecundity <i>Fécondité</i>	0.52	47.30	0.73
3	Hatching % <i>Eclosion (%)</i>	18.00	60.00	28.70
4	Larval span <i>Durée larvaire</i>	2.08	57.80	3.26
5	Larval weight <i>Poids larvaire</i>	99.25	45.60	138.14
6	ERR % <i>Taux effectif d'élevage (%)</i>	14.67	11.30	10.16
7	Cocoon weight <i>Poids du cocon</i>	10.17	31.30	11.74
8	Shell weight <i>Poids de la coque</i>	0.28	76.80	15.89
9	Silk ratio <i>Richesse soyeuse</i>	1.23	89.50	7.01

Direct and indirect effects of the nine quantitative traits are presented in Table IV. Cocoon weight registered the highest positive effect on silk yield at phenotypic as well as genotypic level followed by silk ratio. The direct positive effects on silk yield were also recorded by ERR and larval span. These four traits were found to be most important contributing traits of silk yield. The direct effect of the remaining characters on silk yield were negative. It is to be noted that the characters which showed direct positive effects also had a positive and significant correlation at both phenotypic and genotypic

Table III. Phenotypic and genotypic correlation coefficient of absolute silk yield and its contributing characters in *A. mylitta* D.

Tableau III. Coefficients de corrélation phénotypique et génotypique du rendement absolu en soie et de ses caractères contributifs chez *A. mylitta* D.

Traits		Hatching %	Larval weight (g)	Larval duration (days)	ERR %	Cocoon weight (g)	Shell weight (g)	Silk ratio (%)	Absolute silk yield (g)
Traits		Pourcentage d'éclosion	Poids larvaire (g)	Durée larvaire (jours)	Taux effectif d'élevage (%)	Poids du cocon (g)	Poids de la coque (g)	Richesse soyeuse (%)	Rendement absolu en soie (g)
Fecundity	P	- 0.765	0.554	0.684*	0.607*	0.370	0.295	0.145	0.327
Fécondité	G	(- 0.940)	(0.788**)	(0.674*)	(0.533)	(0.726**)	(0.545)	(0.420)	(1.039**)
Hatching %	P		- 0.514	- 0.146	- 0.563	- 0.546	- 0.469	- 0.331	- 0.054
Éclosion (%)	G		(- 1.824)	(0.029)	(- 1.647)	(- 1.683)	(- 1.621)	(- 1.598)	(2.840)
Larval weight	P			0.212	0.845**	0.746**	0.782**	0.730**	0.626*
Poids larvaire	G			(- 0.311)	(1.081**)	(1.149**)	(1.064**)	(1.014**)	(1.375**)
Larval span	P				0.141	- 0.258	- 0.296	- 0.360	0.119
Durée larvaire	G				(- 0.499)	(- 0.164)	(- 0.406)	(- 0.583)	(0.301)
ERR %	P					0.771**	0.836**	0.782**	0.821**
Taux effectif d'élevage	G					(1.130**)	(1.068**)	(1.048**)	(1.168**)
Cocoon weight	P						0.968**	0.832**	0.601*
Poids du cocon	G						(1.001**)	(1.021**)	(1.358**)
Shell weight	P							0.934**	0.692*
Poids de la coque	G							(1.013**)	(1.215**)
Silk ratio	P								1.00**
Richesse soyeuse	G								(0.634*)

* Significant at 5 % level / Significatif au seuil de 5 %.

** Significant at 1 % level / Significatif au seuil de 1 %.

P = Phenotypic / Phénotypique.

G = Genotypic / Génotypique.

Table IV. Direct and indirect effects of yield components on absolute silk yield in *A. mylitta* D.Tableau IV. Effets directs et indirects des composants du rendement sur le rendement absolu en soie chez *A. mylitta* D.

Traits		Fecundity	Hatching %	Larval weight (g)	Larval duration (days)	ERR %	Cocoon weight (g)	Shell weight (g)	Silk ratio (%)	Correlation (r)
Traits		Fécondité	Pourcentage d'éclosion	Poids larvaire (g)	Durée larvaire (jours)	Taux effectif d'élevage (%)	Poids du cocon (g)	Poids de la coque (g)	Richesse soyeuse (%)	Corrélation (r)
Fecundity	P	-3.6214	0.0478	-0.9257	1.5282	3.6544	8.1322	-10.5090	2.0204	0.3269
Fécondité	G	(-12.1886)	(0.3267)	(-1.8559)	(2.1330)	(13.6672)	(60.7322)	(-86.5618)	(24.7864)	(1.0392)**
Hatching %	P	2.7703	-0.0624	0.8589	-0.3263	-3.3895	-12.0005	16.7075	-4.6120	-0.0540
Eclosion (%)	G	(11.4573)	(-0.3475)	(4.2959)	(0.0918)	(-40.7049)	(-140.7883)	(257.4619)	(-94.3062)	(-2.8400)
Larval weight	P	-2.0062	0.0321	-1.6709	0.4737	5.0872	16.3964	-27.8577	10.1714	0.6260*
Poids larvaire	G	(-9.6047)	(0.6339)	(-2.3552)	(-0.9842)	(26.7564)	(96.1105)	(-168.9941)	(59.8143)	(1.3746)**
Larval span	P	-2.4770	0.0091	-0.3542	2.2343	0.8489	-5.6706	10.5446	-5.0160	0.1191
Durée larvaire	G	(-8.2151)	(-0.0101)	(0.7325)	(3.1647)	(-12.3326)	(-13.7191)	(64.4846)	(-34.4058)	(-0.3001)
ERR %	P	-2.1982	0.0351	-1.4119	0.3150	6.0205	16.9458	-29.7814	10.8960	0.8209**
Taux effectif d'élevage	G	(-6.7403)	(0.5724)	(-2.5460)	(-1.5792)	(24.7145)	(94.5281)	(-169.6294)	(61.8479)	(1.1680)
Cocoon weight	P	-1.3399	0.0343	(-1.2465)	-0.5764	4.6418	21.9790	-34.4837	11.5926	0.6012**
Poids du cocon	G	(-8.8490)	(0.5849)	(-2.7061)	(-0.5190)	(27.9274)	(83.6532)	(-158.9879)	(60.2544)	(1.3579**)
Shell weight	P	-1.0683	0.0293	-1.3067	-0.6613	5.0331	21.2757	-35.6237	13.0138	0.6919*
Poids de la coque	G	(-6.6428)	(0.5633)	(-2.5059)	(-1.2849)	(26.3951)	(83.7368)	(-158.8291)	(59.7823)	(1.2148**)
Silk ratio	P	-0.5251	0.0207	-1.2128	-0.8043	4.7080	18.2446	-33.2624	13.8335	1.0022**
Richesse soyeuse	G	(-5.1192)	(0.5540)	(-2.3882)	(-1.8450)	(25.9008)	(85.4099)	(-160.8938)	(59.0151)	(0.6337*)

* Significant at 5 % level / Significatif au seuil de 5 %.

** Significant at 1 % level / Significatif au seuil de 1 %.

P = Phenotypic / Phénotypique.

G = Genotypic / Génotypique.

levels, except larval span, which had no correlation with silk yield. This may be attributed to the fact that the high positive direct effect of this character on silk yield was neutralized by negative indirect effects mainly via silk ratio, cocoon weight, fecundity, ERR, larval weight and hatching percentage.

Cocoon weight, which registered the maximum direct effect, also influenced silk yield indirectly through silk ratio and ERR. Simultaneously, silk ratio, which had a direct effect on silk yield, also enhanced indirectly via cocoon weight and ERR.

Further, fecundity and larval weight had a positive correlation but produced negative effects at both levels. The positive correlation was due to a high positive effect via cocoon weight, silk ratio and ERR, phenotypically as well as genotypically. In such a situation, fecundity and larval weight are equally important components of absolute silk yield.

From the results obtained in the present study, it could be inferred that cocoon weight, silk ratio, ERR, fecundity and larval weight are the important components of silk yield. Due emphasis should therefore be given on cocoon weight, silk ratio, ERR, fecundity and larval weight while selecting for high yield in F₂ and subsequent generations.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are thankful to Mr A.K. Goel, SRA (Stats.) for help in statistical analysis of the data.

REFERENCES

- ALLARD R.W. (1960) Principle of plant breeding. Johnvclly and Sons, New York.
 BURTON G.W. (1952) Quantitative inheritance in grasses. Proc. 6th Int. Grassld. Cong., 1, 277-283.
 DEWEY D.R., LU K.H. (1959) A correlation and path coefficient analysis of components of crested wheat grass seed production. Agron. J., 51, 515-518.
 JOHNSON H.W., ROBINSON H.F., COMSTOCK R.E. (1955) Estimates of genetic and environmental variability in soyabeans. Agron. J., 47, 314-318.
 MILLER P.A., WILLIAMS V.C., ROBINSON H.F., COMSTOCK R.E. (1958) Estimates of genotypic and environmental variance and co-variance in upland cotton and their implications in selection. Agron. J., 5, 126-131.
 PANSE V.G. (1957) Genetics of quantitative characters in relation to plant breeding. Ind. J. Genet., 17, 318-328.
 POEHLMAN J.M. (1959) Breeding field crops. Henry Holt and Company, Inc., New York.
 SEN S.K., SENGUPTA A.K., JOLLY M.S. (1976) Studies on genetic variability of some economic traits in *A. mylitta* D. Ind. J. Seric., 15, 9-14.
 SIDDIQUI A.A., SENGUPTA A.K., DASMOHARATRA D.P., AJIT KUMAR, GOEL A.K. (1989) Direct and indirect effects of some quantitative traits on silk yield in *A. mylitta* D. Sericologia, 29(2), 205-207.

SELECTION DE GENOTYPES AMELIORES PAR ANALYSE DES COEFFICIENTS CHEZ UNE GENERATION SEGREGANTE D'*ANTHERAEA MYLITTA* D.

A.A. SIDDIQUI, M.K. SINHA, A. KUMAR, C.M. BAJPEYI & S.S. SINHA

Breeding and Genetics Laboratory, Central Tasar Research and Training Institute,
Ranchi - 834 005, Bihar, Inde.

*Les variabilités, les corrélations et l'analyse des coefficients ont été étudiés chez les populations parentales et la génération F₂. Les lignées de croisement utilisées pour cette étude sont R57 et L8 d'*A. mylitta* D. Les parents et la génération F₂ ont été élevés pendant la récolte commerciale de 1988 au Central Tasar Research and Training Institute de Ranchi. On a pu observer une forte variabilité phénotypique pour le rendement en soie, le pourcentage d'éclosion, le taux effectif d'élevage (ERR) et le poids de la coque. Le poids larvaire donne l'estimation la plus élevée pour le coefficient de variation génétique ; viennent ensuite le rendement en soie, le pourcentage d'éclosion et le taux effectif d'élevage. Les estimations concernant l'héritabilité au sens large sont élevées pour la richesse soyeuse, le poids de la coque, le pourcentage d'éclosion et la durée larvaire. On constate une amélioration génétique importante pour le poids larvaire, le pourcentage d'éclosion et le rendement en soie. Le rendement absolu en soie est fortement corrélé à tous les caractères sauf au pourcentage d'éclosion et à la durée larvaire aussi bien au niveau génotypique qu'au niveau phénotypique (l'analyse des trajectoires montre que le poids du cocon a un effet direct d'abord sur le rendement puis sur la richesse soyeuse et le taux effectif d'élevage). Il a également un bon impact indirect par l'intermédiaire d'autres caractères comme le poids larvaire, le taux effectif d'élevage, le rendement en soie, le poids de la coque et la fécondité aux niveaux génotypique et phénotypique. Lors de la sélection de souches plus performantes à partir d'une population choisie, il conviendrait d'accorder plus d'importance à certains traits comme le poids larvaire, le taux effectif d'élevage, le poids du cocon et la richesse soyeuse.*

INTRODUCTION

Le rendement est un caractère complexe et son expression dépend de l'interaction entre les facteurs contributifs. L'étude des coefficients de corrélation seule ne suffit pas à déterminer le rendement et l'importance relative de chacun des caractères contribuant au rendement. L'analyse trajectométrique des coefficients permet de répartir les valeurs de corrélation en fonction des effets directs ou indirects des caractères contributifs influençant le rendement. Sen et coll. (1976) et Siddiqui et coll. (1989) ont effectué cette analyse chez des lignées parentales. Cette étude porte sur une population ségrégante et présente une estimation de la variabilité génétique.

MATERIELS ET METHODES

Deux lignées d'*A. mylitta* D., à savoir R57 et L8 et la génération F₁ de leur croisement R57 × L8, ont été utilisées pour cette étude. La génération F₂ et ses parents ont été élevés en quatre réplicats selon la méthode des blocs aléatoires dans la parcelle du laboratoire d'essais pratiques de la ferme expérimentale du Central Tasar Research and Training de Nagri (Ranchi) pendant la récolte commerciale de 1988. Les observations ont été relevées de façon aléatoire chez les parents et la

génération F₂. Cinquante individus ont été utilisés dans chaque réplicat pour calculer le rendement absolu en soie, le poids larvaire, la durée larvaire, le poids de la coque et la richesse soyeuse, tandis que, pour la fécondité et le pourcentage d'éclosion, chaque réplicat était constitué d'un seul individu.

L'amplitude, la moyenne, l'écart type de la moyenne et l'intervalle de confiance sont calculés afin de déterminer la variabilité phénotypique chez les parents et la génération F₂. Les paramètres génétiques ont été étudiés en utilisant le coefficient de variation génétique (Burton, 1952) ; l'héritabilité et l'amélioration génétique ont été évaluées selon la méthode d'Allard (1960). Les coefficients de corrélations phénotypique et génotypique ont été estimés à partir de la variance et de la covariance d'après Miller et coll. (1958). L'analyse trajectométrique des coefficients a été effectuée selon la méthode de Dewey et Lu (1959) en utilisant les corrélations phénotypique et génotypique pour évaluer l'influence directe et indirecte des différentes variables sur le rendement en soie.

RESULTATS ET DISCUSSION

Les données concernant l'amplitude, la moyenne, l'écart type et l'intervalle de confiance calculées pour les neuf caractères chez les parents et la génération F₂ sont présentées dans le tableau I. En général, l'amplitude de variation observée est plus forte chez la génération F₂ pour les caractères comme le poids du cocon, le poids de la coque et la richesse soyeuse. Les données concernant le coefficient de variation génétique, l'héritabilité et l'amélioration génétique (exprimés en pourcentage par rapport à la moyenne) sont présentées dans le tableau II.

Ces résultats indiquent que le poids larvaire est un caractère à fort coefficient de variation génétique. Des études antérieures ont montré que le coefficient de variation génétique permet de mesurer l'amplitude de la variabilité génétique et sert d'estimation pour comparer la variabilité génétique présente dans les divers caractères quantitatifs. Cependant, il n'est pas possible de mesurer la variation de l'héritabilité en utilisant le seul coefficient de variation génétique. Burton (1952) pense que, pour obtenir une idée précise de l'amélioration escomptée d'une sélection, il est nécessaire de combiner le coefficient de variation génétique avec l'héritabilité. La fraction héritable de la variation est déterminée par estimation de la variabilité.

On a obtenu des valeurs d'héritabilité élevées uniquement pour trois caractères, à savoir : pourcentage d'éclosion, poids de la coque et richesse soyeuse alors que les caractères concernant la fécondité, la durée larvaire, le poids larvaire et le poids du cocon présentent une hérabilité modérée. Le taux effectif d'élevage et le rendement en soie ont une hérabilité faible.

La sélection chez la génération F₂ est basée sur le phénotype individuel de la population F₂. Le pourcentage de la population F₂ qui devra être sélectionné dépend de l'estimation de l'héritabilité. La sélection chez F₂ ne sera pas très efficace pour les caractères à faible hérabilité. Il serait plus intéressant de limiter la sélection chez F₂ aux caractères ayant une hérabilité présumée élevée (Pochlman, 1959). Compte tenu de ces observations, la sélection phénotypique sera effective chez la génération F₂ pour les caractères suivants : pourcentage d'éclosion, poids de la coque et richesse soyeuse. La sélection pourra également être partiellement efficace pour les traits suivants : fécondité, durée larvaire, poids larvaire et poids du cocon, traits qui présentent une hérabilité modérée. Cette étude indique que la sélection ne réussira pas chez la génération F₂ pour les caractères concernant le taux effectif d'élevage et le rendement absolu en soie, qui ont une hérabilité estimée faible. L'héritabilité estimée combinée avec le gain génétique permet de mieux prévoir l'effet de la sélection des meilleurs individus que la seule valeur de l'héritabilité (Johnson et coll., 1955).

Les estimations portant sur l'amélioration génétique exprimées en pourcentage de la moyenne révèlent d'importantes différences entre les neuf caractères étudiés. Un seul caractère, le poids larvaire, donne une amélioration génétique élevée. On a obtenu des estimations modérées de l'amélioration génétique avec le rendement absolu en soie et le pourcentage d'éclosion, et des estimations faibles avec les autres caractères : fécondité, durée larvaire, taux effectif d'élevage, poids du cocon, poids de la coque et richesse soyeuse. La fécondité, la durée larvaire et le poids du cocon présentent une hérabilité modérée mais une faible amélioration génétique, ce qui suggère que l'héritabilité estimée modérée résulte d'effets génétiques non additifs (dominance et épistasie) (Panse, 1957).

Les corrélations phénotypiques et génotypiques entre les neuf caractères étudiés sont présentés dans le tableau III. De façon générale, les coefficients de corrélation génotypique sont plus élevés que les coefficients de corrélation phénotypique correspondants pour la plupart des caractères et sont d'amplitude comparable. Ceci indique que, bien qu'il y ait une forte association inhérente entre les divers caractères étudiés, l'expression phénotypique de la corrélation diminue du fait de l'influence de l'environnement. Johnson et coll. (1955) ont également observé des coefficients de corrélation génotypique plus élevés que les coefficients phénotypiques correspondants. Le rendement en soie est associé de manière positive au taux effectif d'élevage, au poids larvaire, au poids du cocon, à la fécondité, au poids de la coque et à la richesse soyeuse. Les caractères présentant une association positive au rendement sont également associés positivement entre eux. Le pourcentage d'éclosion et la durée larvaire sont associés négativement avec la plupart des caractères sauf la durée larvaire et le rendement en soie.

Les effets directs et indirects des neuf caractères quantitatifs sont présentés dans le tableau IV. Le poids du cocon donne l'effet positif direct le plus élevé sur le rendement en soie tant au niveau phénotypique qu'au niveau génotypique, suivi de la richesse soyeuse. On a également relevé un effet positif direct du taux effectif d'élevage et de la durée larvaire sur le rendement en soie. Ces quatre caractères sont les facteurs contributifs les plus importants du rendement en soie. L'effet direct des autres caractères sur le rendement en soie est négatif. Il faut noter que ces caractères, qui présentent des effets positifs directs, donnent également une corrélation positive et significative au niveau phénotypique et au niveau génotypique, sauf la durée larvaire qui n'a aucune corrélation avec le rendement en soie. Ceci peut être attribué au fait qu'un effet positif direct de ce caractère sur le rendement en soie est neutralisé par des effets indirects négatifs, principalement par l'intermédiaire de la richesse soyeuse, du poids du cocon, de la fécondité, du taux effectif d'élevage, du poids larvaire et du pourcentage d'éclosion.

Le poids du cocon, qui enregistre l'effet direct maximal, influence également le rendement en soie de façon indirecte par l'intermédiaire de la richesse soyeuse et du taux effectif d'élevage. Parallèlement, la richesse soyeuse, qui a un effet direct sur le rendement en soie, agit également de manière indirecte par le poids du cocon et le taux effectif d'élevage.

Par ailleurs, la fécondité et le poids larvaire ont une corrélation positive mais produisent des effets négatifs aux deux niveaux. Cette corrélation positive est due à des effets indirects positifs par l'intermédiaire du poids du cocon, de la richesse soyeuse et du taux effectif d'élevage, aussi bien au niveau phénotypique qu'au niveau génotypique. Dans cette situation, la fécondité et le poids larvaire sont des composants également importants du rendement absolu en soie.

Les résultats obtenus dans cette étude permettent de conclure que le poids du cocon, la richesse soyeuse, le taux effectif d'élevage et le poids larvaire sont les facteurs importants du rendement en soie. Il convient donc de s'intéresser avant tout à ces caractères lorsque l'on procède à une sélection chez F_2 et ses générations suivantes pour obtenir un rendement élevé.

AN EVALUATION ON THE SUITABILITY OF NEW MULBERRY VARIETIES FOR CHAWKI REARING OF BIVOLTINE HYBRIDS

MALA V.R., S.V. PILLAI & K. SENGUPTA

Central Sericultural Research and Training Institute, Manandavadi Road, Srirampura, Mysore - 570 008, India.

To evaluate the qualitative efficiency of the high yielding selection varieties of mulberry (S30, S36, S41 and S54) for chawki rearing of bivoltine hybrids, a field experiment was undertaken. Overall crop results at the farmer's level using different bivoltine hybrids ($NB_7 \times NB_{18}$, $NB_{18} \times NB_7$, $KA \times NB_4D_2$, $NB_4D_2 \times KA$ and $NB_{18} \times KA$) indicated that the feed quality of S36 and S30 are comparatively better than Kanva-2 for chawki and these could be suitably suggested as chawki varieties for bivoltines.

Keywords : Bivoltine hybrids, chawki rearing, high yielding varieties, evaluation.

INTRODUCTION

The success of cocoon crop mainly depends upon three major factors, viz. quality of layings, quality of leaf used and the rearing method adopted. The overall cocoon yield and raw silk production per unit area of mulberry plantation is highly influenced by the qualitative and quantitative improvement of the mulberry variety.

The importance of quality of mulberry leaves on the growth and development of silkworms was stressed by Yokoyama (1963). The effect of feeding different varieties of mulberry on silkworm rearing was stressed by many workers (Takahashi, 1961 ; Hassanein and Shaarawy, 1962 ; Krishnaswamy *et al.*, 1970 ; Das and Sikdar, 1970 ; Radha *et al.*, 1970 ; Shyamala *et al.*, 1978 ; Kushawaha and Verma, 1978 ; Pillai *et al.*, 1980 ; Pillai and Jolly, 1985). To ensure a high effective rate of rearing resulting in good harvest, rearing of chawki worms with highly nutritious leaves is suggested (Krishnaswamy, 1978b). At field level, the loss of worms due to diseases at later ages is considerably high as a result of feeding leaves from poorly maintained plots and of different maturity. This loss could be minimised to some extent by using highly nutritious leaves at the chawki stage.

As the field studies on the above aspects are scanty, an experiment was undertaken to evaluate the qualitative efficiency of the high yielding selection varieties for chawki rearing in comparison to Kanva-2.

MATERIALS AND METHODS

The experiment was conducted during 1985-86 in the chawki rearing centre located as Shanuboganahalli Village of Ramanagaram Taluk. S30, S36, S41, S54 and Kanva-2 mulberry varieties raised under irrigated conditions in $2' \times 2'$ spacing at Research Extension Centre, K.P. Doddi, were used for rearing chawki worms. The fertilizer dosage and pruning schedules were as per the package of practices for irrigated conditions (Krishnaswamy, 1978a). Different hybrid combinations, namely $NB_7 \times NB_{18}$, $NB_{18} \times NB_7$, $KA \times NB_4D_2$, $NB_4D_2 \times KA$, $KA \times NB_{18}$, were used for rearing.

One thousand dfls of each of the above combinations were reared with each mulberry variety up to the second moult as per the improved rearing technology for chawki rearing. The worms were distributed to the farmers in the third age after resumption of feeding. Samples of the leaves fed were used for recording the moisture content of the leaves and the moisture retention capacity was calculated after 12 hours of preservation. Leaves were preserved in a leaf chamber covered with a wet gunny cloth. The worms were distributed to 10 farmers in each of the following villages : Shanuboganahalli, Kutagal, Hosur, Anamanahalli and Jayapura. The leaf used for the rest of the rearing was from the respective gardens of the farmers (Kanva-2/Local). After completion of the rearing, the data on effective rate of rearing, yield/100 dfls and single cocoon weight under each lot were recorded. Three trials were conducted (I trial : July-August, II trial : November-December, III trial : March-April). The data were statistically analysed.

RESULTS

Table I represents the crop yields of the hybrids with respect to three important economic characters, viz. effective rate of rearing, yield/100 dfls and single cocoon weight.

The highest mean values of the above characters were recorded in S36 variety followed by S30, Kanva-2 and S54 with all the hybrid combinations used. The results with respect to S41 variety recorded the lowest values.

The results showed a slight variation among the hybrid combinations. NB7 $\times$ NB18 recorded higher values with respect to yield/100 dfls under all the mulberry varieties, ERR % was higher only under S30, S36, S54. The single cocoon weight was higher under S36 and S41.

NB18 $\times$ NB7 recorded the highest single cocoon wt. under S30, S54 and Kanva-2 varieties. KA $\times$ NB4D2 recorded the lowest values of the three economic characters under S41 variety.

The moisture percentage and moisture retention capacity (%) of the different mulberry varieties are presented in Table II. The highest moisture content was recorded in the leaves of S36 variety followed by S30, S54, Kanva 2 and S41. The moisture retention capacity was also highest in S36 followed by S30, Kanva-2, S54 and S41.

DISCUSSION

In the present trial overall better values were obtained in S36 variety with respect to all the three economic characters. The results were identical with all the hybrid combinations used. The nutritional superiority of S36 variety has been reported by Nataraju *et al.* (1980) by full rearing test under laboratory conditions. The results of the present field trial fall in line with the earlier report.

The moisture content and moisture retention capacity of S36 and S30 are comparatively higher than in the other varieties. The high moisture content in the leaves favourably affects not only their palatability but also the assimilability of the nutrients in the food (Parpiev, 1968). Though S54 has a high moisture content, the content moisture retention capacity is less than that of Kanva-2. Correspondingly the rearing results show lesser values than Kanva-2. The moisture content and moisture retention capacity in S41 are the lowest and correspondingly the rearing values recorded are also the lowest. Hence, the water content in the leaves may serve as one of the criteria in estimating their quality. The results of the present experiment indicate that the two high yielding selection varieties S36 and S30 are nutritionally superior to Kanva-2, S54 and S41 and could be used as chawki varieties for bivoltine hybrids in the field.

Table I. Performance of hybrids chawki reared on selection varieties of mulberry.

Tableau I. Performance des jeunes hybrides élevés sur des variétés de mûriers sélectionnées.

Silkworm hybrid	Traits	Mulberry varieties				
		S30	S36	S41	S54	K2
Hybride de vers à soie	Traits	Variétés de mûriers				
		S30	S36	S41	S54	K2
NB ₇ × NB ₁₈	(a) EER %	64.91	76.33	50.76	54.66	58.33
	(b) Yield/100 dfls	44.760	52.630	35.000	37.690	40.225
	(b) Rendement/100 pontes saines					
	(c) Single cocoon wt.	1.706	1.789	1.666	1.670	1.677
	(c) Poids d'un cocon					
NB ₁₈ × NB ₇	(a) ERR %	60.63	66.87	46.81	53.91	59.97
	(b) Yield/100 dfls	40.440	40.600	31.220	35.960	40.000
	(b) Rendement/100 pontes saines					
	(c) Single cocoon wt.	1.736	1.754	1.581	1.700	1.712
	(c) Poids d'un cocon					
KA × NB ₄ D ₂	(a) ERR %	51.80	68.04	42.40	51.80	51.43
	(b) Yield/100 dfls	32.630	42.860	26.710	32.640	32.400
	(b) Rendement/100 pontes saines					
	(c) Single cocoon wt.	1.694	1.702	1.529	1.694	1.695
	(c) Poids d'un cocon					
NB ₄ D ₂ × Ka	(a) ERR %	62.19	62.88	52.72	50.60	56.31
	(b) Yield/100 dfls	37.750	38.170	32.000	30.710	34.180
	(b) Rendement/100 pontes saines					
	(c) Single cocoon wt.	1.664	1.680	1.600	1.618	1.650
	(c) Poids d'un cocon					
NB ₁₈ × KA	(a) ERR %	56.98	70.22	52.83	52.80	56.15
	(b) Yield/100 dfls	37.750	46.520	35.000	34.980	37.200
	(b) Rendement/100 pontes saines					
	(c) Single cocoon wt.	1.677	1.778	1.628	1.666	1.669
	(c) Poids d'un cocon					
Variety mean Moyenne par variété	(a) ERR %	59.22	68.87	49.10	52.76	56.44
	(b) Yield/100 dfls	38.666	44.956	31.986	34.396	36.801
	(b) Rendement/100 pontes saines					
	(c) Single cocoon wt.	1.695	1.743	1.601	1.670	1.681
	(c) Poids d'un cocon					

Continued / Suite page suivante

Table I. Continued / *Tableau I. Suite*

	ERR %		Yield/100 dfls		Single cocoon wt.	
	<i>ERR %</i>		<i>Rendement pour 100 pontes saines</i>		<i>Poids d'un cocon</i>	
	S.E. ±	C.D. at 5 %	S.E. ±	C.D. at 5 %	S.E. ±	C.D. at 5 %
Between varieties <i>Entre les variétés</i>	0.403	1.141	0.485	1.372	0.003	0.010
Between hybrids <i>Entre les hybrides</i>	0.403	1.141	0.485	1.372	0.003	0.010
Varieties × hybrids <i>Variétés × hybrides</i>	0.902	2.552	1.085	3.069	0.008	0.023

* Mean of 3 trials / *Moyenne de 3 expériences.** ERR % : Effective rate of rearing / *Taux effectif d'élevage.*

Table II. Moisture percentage and moisture retention capacity of selection varieties of mulberry.

Tableau II. Pourcentage d'humidité et capacité de rétention d'eau chez des variétés de mûriers sélectionnées.

Variety	Moisture (%)	Moisture retention capacity (%)
<i>Variété</i>	<i>Humidité (%)</i>	<i>Capacité de rétention de l'humidité (%)</i>
1. S30	75.00	59.46
2. S36	77.15	60.10
3. S41	67.30	54.00
4. S54	73.34	56.13
5. K2	74.05	59.10

* Mean of three corresponding rearing trials / *Moyenne de trois expériences d'élevage.*

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors acknowledge the help of Sri. N.S. Nataraj, Sr. FCLA, for his assistance during the course of the study. The authors also acknowledge Statistics and Computer Section for analysis of data.

REFERENCES

- Annual Report (1980-1981) C.S.R. and T.I., Mysore.
- DAS B.C., SIKAR A.K. (1970) Evaluation of some improved strains of mulberry by feeding experiments. Indian J. Seric., 9, 26-30.
- HASSANEIN M.H., SHAARAWY E.L. (1962) Studies on the effect of feeding different races of silkworms with certain mulberry varieties on the silk glands and cocoon characters. Revue du ver à soie, J. Silkworm, 14, 187-205.
- KRISHNASWAMY S., NOAMANI M.K.R., ASAN M. (1970) Studies on the quality of mulberry leaves and silkworm cocoon crop production. I. Qualitative differences due to varieties. Indian J. Seric., 9, 1-10.
- KRISHNASWAMY S. (1978a) Package of practices for mulberry cultivation. Bulletin no. 1, C.S.R. and T.I., Mysore.
- KRISHNASWAMY S. (1978b) Improved method of rearing young age (Chawki) silkworms. Bulletin no. 3, C.S.R. and T.I., Mysore.
- KUSHAWAHA K.S., VERMA M.B. (1978) Performance of some silkworm hybrids on mulberry varieties. All India Symp. Sericult. Sci., Univ. Agri. Sci., Bangalore (Abstract).
- NATARAJU B., BAIG M., RAJU R., KRISHNASWAMY S., SAMSON M.V. (1980) Feeding trials with different varieties of mulberry in relation to cocoon crop performance and incidence of loss due to diseases. Proc. Sericult. Symp. and Seminar Coimbatore.
- PARPIEV B.A. (1968) Water metabolism in silkworms fed with a different mulberry strain changing diet. Shelk, 39, 15-17 (Abstract).
- RADHA N.V., LETHCHOUMANANE S., RAJESWARI, OBLISWAMY G. (1978) Effect of feeding with the leaves of different mulberry varieties on races of silkworm. All India Symp. Sericult. Sci., Univ. Agri. Sci., Bangalore (Abstract).
- TAKAHASHI (1961) Report submitted to Central Silk Board.
- VENUGOPALA PILLAI S., KRISHNASWAMY S., BHAT D.V., RANGANATH B.K. (1980) Varietal effect on the development and economic characters of *Bombyx mori* L. Proc. Sericult. Symp. and Seminar, Coimbatore.
- VENUGOPALA PILLAI S., JOLLY M.S. (1985) An evaluation on the quality of mulberry varieties raised under hill conditions and the crop results of *Bombyx mori* L. Indian J. Seric., 24, 48-52.
- YOKOYAMA T. (1963) Sericulture. In Annual Review of Entomol., Ed. by Ray. F. Smith, Annual Reviews, Inc., California, 8, 287-98.

EVALUATION DE NOUVELLES VARIETES DE MURIER POUR L'ELEVAGE DES JEUNES LARVES DES VERS A SOIE HYBRIDES BIVOLTINS

MALA V.R., S. V. PILLAI & K. SENGUPTA

Central Sericultural Research and Training Institute, Manandavadi Road, Srirampura,
Mysore - 570 008, Inde.

Une expérience sur le terrain a été réalisée afin d'évaluer l'effet qualitatif des variétés de mûrier sélectionnées à fort rendement (S30, S36, S41 et S54) sur l'élevage des jeunes larves d'hybrides bivoltins. Dans l'ensemble, les résultats des élevages réalisés chez les fermiers avec différents hybrides bivoltins (NB7 × NB18, NB18 × NB7, KA × NB4D2, NB4D2 × KA et NB18 × KA) montrent que la qualité alimentaire de S36 et S40 est supérieure à celle de Kanva 2 pour l'élevage des jeunes larves. Ces deux variétés pourraient être destinées spécifiquement à l'élevage des jeunes larves de vers à soie bivoltins.

INTRODUCTION

La réussite de la récolte des cocons dépend de trois facteurs principaux : la qualité des pontes, la qualité des feuilles et la méthode d'élevage adoptée. Le rendement global en cocons et la production de soie grège par zone unitaire de mûriers sont fortement influencés par l'amélioration qualitative et quantitative de la variété de mûrier.

L'importance de la qualité des feuilles de mûrier sur la croissance et le développement des vers à soie a été mise en évidence par Yokoyama (1963). De nombreux chercheurs se sont intéressés à l'effet de l'utilisation de différentes variétés de mûrier sur l'élevage des vers à soie (Takahashi, 1961 ; Hassanein et Shaarawy, 1962 ; Krishnaswamy et coll., 1970 ; Das et Sikdar, 1970 ; Radha et coll., 1978 ; Shyamala et coll., 1978, Kushawaha et Verma, 1978 ; Pillai et coll., 1980 ; Pillai et Jolly, 1985). Pour assurer l'obtention d'un taux effectif d'élevage élevé et permettre ainsi une bonne récolte, on a suggéré de nourrir les jeunes larves avec des feuilles à teneur nutritive élevée (Krishnaswamy, 1978b). Chez les fermiers, la perte en larves due aux maladies aux derniers âges est très élevée et résulte du nourrissage avec des feuilles issues de parcelles mal entretenues et de différents niveaux de maturité. Cette perte pourrait être minimisée par l'utilisation de feuilles à haute teneur nutritive aux premiers âges larvaires.

Peu d'études sur le terrain ayant été faites pour traiter ces aspects, une expérience a été réalisée afin d'évaluer l'efficacité qualitative des variétés sélectionnées à haut rendement sur l'élevage des jeunes larves par rapport à celle de Kanva 2.

MATERIELS ET METHODES

L'expérience a été menée en 1985-86 au centre d'élevage des jeunes larves situé au village de Shanuboganahalli de Ramanagaram Taluk. On a utilisé les variétés de mûrier S30, S36, S41, S54 et K2 cultivées dans des champs irrigués et plantées à espacement de 2' × 2' au Research Extension Centre (K.P. Doddi) pour l'élevage des jeunes larves. Le dosage des engrais et le planning des tailles sont faits selon la méthode globale de culture en zone irriguée (Krishnaswami, 1978b). On a utilisé les vers à soie hybrides NB7 × NB18, NB18 × NB7, KA × NB4D2, NB4D2 × KA et KA × NB18. Mille

pontes saines de chacune de ces combinaisons ont été élevées avec chaque variété de mûrier jusqu'à la deuxième mue, selon la méthode perfectionnée d'élevage des jeunes larves. Les larves sont distribuées aux fermiers au troisième âge, après reprise du nourrissage. Des échantillons des feuilles utilisées sont prélevés pour mesurer leur contenu en eau ; la capacité de rétention de l'eau est relevée après 12 heures de stockage. Les feuilles sont conservées dans un ramier et recouvertes d'une toile de jute mouillée. Les larves sont distribuées à 10 fermiers dans chacun des villages suivants : Shanugoganahalli, Kutagal, Hosur, Anamanhalli et Jayapura. Les feuilles utilisées pour la suite des élevages proviennent des plantations respectives des fermiers (variétés K2 et locale). Une fois l'élevage terminé, les données concernant le taux effectif d'élevage, le rendement pour 100 pontes saines et le poids d'un cocon sont enregistrées pour chaque lot. Trois tests ont été réalisés (1er test : juin-juillet, 2e test : novembre-décembre et 3e test : mars-avril). Les données sont analysées statistiquement.

RESULTATS

Le tableau I présente les rendements des hybrides pour trois caractères économiques importants : le taux effectif d'élevage, le rendement pour 100 pontes saines et le poids d'un cocon.

La variété S36 donne les valeurs moyennes les plus fortes pour ces caractères, suivie de S30, K2 et S54 pour toutes les combinaisons d'hybrides utilisées. Les résultats concernant la variété S41 donnent les valeurs les plus faibles.

Les résultats font apparaître une légère variation entre les combinaisons d'hybrides. NB7 × NB18 présentent les valeurs les plus fortes pour ce qui concerne le rendement pour 100 pontes saines, quelle que soit la variété de mûrier utilisée. Le taux effectif d'élevage atteint des valeurs plus élevées avec S30, S36 et S54. Le poids d'un cocon est plus élevé avec S36 et S41.

NB18 × NB7 donne la valeur de poids d'un cocon la plus élevée avec les variétés S30, S54 et K2. KA × NB4D2 donne les valeurs les plus faibles pour les trois caractères économiques avec la variété S41.

La teneur en eau et la capacité de rétention de l'eau (%) des différentes variétés de mûriers sont données dans le tableau II. Les feuilles de la variété S36 ont la teneur en eau la plus élevée, suivie de S30, S54, K2 et S41. La capacité de rétention de l'eau est également plus élevée chez S36, suivie de S30, K2, S54 et S41.

DISCUSSION

Dans cette étude, la variété S36 donne de meilleures valeurs générales pour les trois caractères économiques. Les résultats sont identiques chez toutes les combinaisons d'hybrides utilisées. La supériorité nutritionnelle de la variété S36 a déjà été observée par Nataraju et coll. (1980) après une expérience complète d'élevage en laboratoire. Les résultats de l'étude sur le terrain présentée ici corroborent ces observations.

La teneur en eau et la capacité de rétention de l'eau chez S36 et S30 sont comparativement plus élevées que chez les autres variétés. Une teneur en eau élevée des feuilles influe de manière favorable non seulement sur leur sapidité mais également sur l'assimilabilité des éléments nutritifs dans la nourriture (Parpiev, 1968). Bien que S54 ait un contenu en eau élevé, sa capacité de rétention est inférieure à celle de K2. De ce fait, les résultats d'élevage pour cette variété donnent des valeurs inférieures à celles de K2. Le contenu en eau et la capacité de rétention de l'eau chez S41 sont les plus faibles et donnent les valeurs d'élevage les plus faibles également. Le contenu en eau des feuilles peut donc servir de critère pour évaluer leur qualité. Les résultats de l'expérience présentée ici indiquent que les deux variétés sélectionnées à haut rendement S36 et S30 sont supérieures du point de vue nutritionnel à KA, S54 et S41 et pourraient être utilisées sur le terrain comme variétés spécifiquement destinées aux jeunes larves d'hybrides bivoltins.

ECONOMIC TRAITS AND GROWTH INDICES OF ERI SILKWORM, *SAMIA CYNTHIA RICINI* BOISDUVAL, AS INFLUENCED BY SUBSTITUTION OF CASTOR WITH OTHER FOOD PLANTS

R. GOVINDAN, T.K. NARAYANASWAMY, M.C. DEVAIAH, S. RANGAIAH &
R. MUNIRAJAPPA

Department of Sericulture, University of Agricultural Sciences, GKVK Campus,
Bangalore - 560 065, India.

Eri silkworm, Samia cynthia ricini Boisduval was reared on leaves of castor (Ricinus communis) up to the end of the third and fourth instars and thereafter on leaves of tapioca (Manihot utilissima), Plumeria alba and Ailanthus excelsa separately. Superiority was exhibited in larval, cocoon and seed technological traits when the worms were exclusively reared on castor leaves followed by the worms reared up to the end of the fourth instar on castor and in the fifth instar on tapioca leaves. The former treatment displayed superiority for all the 12 experimented traits while the latter was so only for eight of them. Eight growth indices were also worked out for different food regimens involving the combination of castor with the above food plants.

Keywords : Eri silkworm, *Samia cynthia ricini*, substitution of food plants, economic traits, growth indices.

INTRODUCTION

The Eri silkworm, *Samia cynthia ricini* Boisduval, is a polyphagous silkworm which is known to feed on leaves of castor (*Ricinus communis*), tapioca (*Manihot utilissima*), kesseru (*Heteropanax fragrans*), barkesseru (*Ailanthus glandulosa*, *A. excelsa*), plumeria (*Plumeria alba*, *P. acutifolia*) etc. and castor is the primary host (Jolly *et al*, 1979). A study was undertaken to substitute the leaves of three secondary food plants in place of castor to eri silkworm starting from beginning of IV and V instars to know the effect on the economic traits and growth indices as information in this regard is little and the results are reported in this paper.

MATERIALS AND METHODS

The eri silkworm, *S.c. ricini*, was reared on *Ricinus communis* leaves up to the end of the III and IV instars separately as described by Sarkar (1988) and Krishnaswami (1978). Thereafter they were separately reared on leaves of tapioca (*Manihot utilissima*), barkesseru (*Ailanthus excelsa*) and plumeria (*Plumeria alba*). The treatments were as follows :

C : Rearing on castor throughout.

CT₁ : Rearing on castor up to the end of III instar + Rearing IV and V instars on tapioca.

CP₁ : — do — + — do — on plumeria

CA₁ : — do — + — do — on *Ailanthus excelsa*

SUBSTITUTION OF FOOD PLANTS IN THE ERI SILKWORM

CT₂ : Rearing on castor up to the end of IV instar + Rearing V instar on tapioca
 CP₂ : — do — + — do — plumeria
 CA₂ : — do — + — do — on *Ailanthus excelsa*

The experiment was repeated four times with 100 worms for each replication. Observations were recorded on the maximum larval weight, V instar duration, total larval duration, extent of spinning, cocoon weight, cocoon shell weight, cocoon shell ratio, rate of pupation, pupal weight, moth emergence and fecundity.

Productivity was calculated as follows :

$$\text{Productivity (cg/day)} = \frac{\text{Cocoon shell weight in cg}}{\text{V instar larval duration in days}}$$

To know the status of the regimens involving the combination of food plants, various growth indices were calculated according to the following formulae :

Sl no.	Index	Formula	Authority
1	Growth index	N/AV (where N = % pupation and AV = larval duration in days)	Pant and Dang, 1969
2	Larval weight index	Average larval weight on test plant Average larval weight on standard plant	Joshi, 1985
3	Pupal index	Average pupal weight on test plant Average pupal weight on standard plant	Prasad and Bhattacharya, 1975
4	Silk index	Average cocoon shell weight on test plant Average cocoon shell weight on standard plant	Joshi, 1985
5	Oviposition index	Average number of eggs laid on test plant Average number of eggs laid on standard plant	Deshmukh <i>et al.</i> , 1977
6	Larval duration index	Average larval duration on test plant Average larval duration on standard plant	Present work
7	Cocoon spinning index	Average percentage cocoon spinning on test plant Average percentage cocoon spinning on standard plant	-do-
8	Cocoon weight index	Average cocoon weight on test plant Average cocoon weight on standard plant	-do-

In the indices mentioned above (Sl no. 2 to 8), the values of castor dietary regimen (C) have been taken as the standard to be compared with the values obtained on the other six dietary regimens (CT₁, CP₁, CA₁, CT₂, CP₂ and CA₂).

The data on both the *per se* values concerning the economic traits tested as well as the indices were statistically analysed to draw inference.

Table I. Economic traits of eri silkworm, *Samia cynthia ricini*, on different food regimens.Tableau I. Caractères économiques du ver à soie eri *Samia cynthia ricini* en fonction de différents régimes alimentaires.

Treatments	Weight of 10 mature larvae (g)	V instar duration (days)	Total larval duration (days)	Cocoon spinning (%)	Weight of 10 cocoons (g)	Weight of 10 cocoon shells (g)	Cocoon shell ratio (%)	Productivity (cg/day)	Pupation rate (%)	Pupal weight (g)	Moth emergence (%)	Fecundity (no. of eggs per laying)
Traitements	Poids de 10 larves (g)	Durée du 5 ^e âge (jours)	Durée larvaire totale (jours)	Filage (%)	Poids de 10 cocons (g)	Poids de 10 coques (g)	Richesse soyeuse (%)	Productivité (cg/jour)	Taux de nymphose (%)	Poids de la chrysalide (g)	Emergence des papillons (%)	Fécondité (nombre d'oeufs par ponte)
C	72.930	4.75	19.17	90.67 (73.453)*	30.57	3.758	12.34 (3.582)*	7.93	85.33 (68.39)*	26.66	85.33 (68.39)*	209.67
CT ₁	48.455	6.00	20.25	65.33 (54.216)	21.86	2.570	12.30 (3.577)	4.28	66.33 (54.84)	19.69	57.33 (49.291)	142.67
CP ₁	50.905	7.33	21.58	62.67 (52.422)	19.03	1.952	10.27 (3.281)	2.67	56.00 (48.58)	17.26	56.00 (48.446)	115.33
CA ₁	43.600	8.33	22.58	65.33 (54.216)	20.85	2.279	10.94 (3.381)	2.74	60.00 (50.88)	18.59	60.00 (50.881)	200.67
CT ₂	52.618	5.00	19.25	92.00 (73.921)	21.78	2.729	12.58 (3.615)	5.45	81.33 (64.45)	19.06	80.00 (63.507)	216.00
CP ₂	49.393	6.00	20.25	78.67 (62.636)	16.44	1.740	10.57 (3.325)	2.90	75.66 (60.49)	14.85	68.00 (55.721)	139.67
CA ₂	44.187	6.00	20.25	66.67 (54.790)	18.76	2.036	11.24 (3.427)	3.39	56.00 (48.58)	15.90	54.67 (47.750)	152.33
SEM ±	1.928	0.202	0.181	3.66	1.13	0.123	0.296	0.02	3.74	1.02	3.59	18.01
Ecart type ±	5.847	0.612	0.589	11.10	3.42	0.378	0.898	0.072	11.34	3.09	10.90	54.64
CD at 5 %	6.46	5.63	1.53	10.43	9.15	8.718	2.595	9.828	11.45	9.34	11.35	18.56
CV (%)												

* Figures in parentheses are angular transformed values / Les chiffres entre parenthèses indiquent les transformées angulaires.

RESULTS AND DISCUSSION

Larval traits :

The maximum ten larval weight was the highest (72.93 g) in castor regimen (Table I). The fifth instar duration was significantly lower in treatments C (4.75 days) and CT₂ (5.0 days) while the duration extended in CP₁ and CA₁. Spinning was also maximum in C and CT₂ (73.92 and 73.45 %) (Table I).

Cocoon traits :

The worms in treatment C produced the heaviest cocoons (30.57 g/10 cocoons) (Table I). The cocoon shell weight was also maximum in C (3.76 g/10 shells). The cocoon shell percentage was significantly more in CT₂ (12.58 %), C (12.34 %) and CT₁ (12.30 %) while the maximum silk productivity was recorded in C (7.93 cg/day).

Seed technological traits :

The maximum pupation was encountered among C, CT₂ and CP₂ (70.66-85.33 %) (Table I). The pupal weight was higher only in C (26.66 g/10 pupae). The moth emergence was more with C and CT₂ (80.00 - 85.33 %). Fecundity per female was more among CT₂, C and CA₁ (200.67 - 216.00).

Table II. Growth indices for eri silkworm, *Samia cynthia ricini*, with combination of food plants.

Tableau II. Indices de croissance du ver à la soie eri *Samia cynthia ricini* en fonction des combinaisons des plantes nourricières.

Treatments	Growth index	Larval weight index	Larval duration index	Cocoon spinning index	Cocoon weight index	Silk index	Pupal index	Oviposition index
Traitements	Indice de croissance	Indice du poids larvaire	Indice de la durée larvaire	Indice de filage	Indice du poids du cocon	Indice de soie	Indice pupal	Indice d'oviposition
CT ₁	3.27	0.669	1.056	0.722	0.726	0.687	0.746	0.711
CP ₁	2.59	0.699	1.126	0.692	0.630	0.521	0.657	0.553
CA ₁	2.66	0.591	1.178	0.719	0.691	0.610	0.706	0.981
CT ₂	4.22	0.726	1.004	1.019	0.719	0.732	0.722	1.066
CP ₂	3.74	0.655	1.056	0.869	0.541	0.463	0.562	0.666
CA ₂	2.76	0.609	1.056	0.736	0.622	0.549	0.602	0.741
SEM ±	0.29	0.025	0.009	0.049	0.021	0.028	0.021	0.099
Ecart type ±								
CD (5 %)	0.88	NS	0.028	0.154	0.066	0.089	NS	0.313
CV (%)	14.67		1.417	10.659	5.537	8.315		21.906

Growth indices :

The larval growth index was higher in CT₂ and CP₂ (3.74-4.22) (Table II). The larval duration index was less in CT₂ (1.004) and CP₁ (1.126) which is desirable. The cocoon spinning index was maximum only in CT₂ (1.019). The cocoon weight index was significantly more among CT₂, CT₁ and CA₁ (0.691-0.726). The silk index was high only with CT₂ (0.732). Higher oviposition index was associated with CT₂ (1.006) and CA₁ (0.981). Castor leaves fed throughout proved best for all the twelve quantitative characters. CT₂ was the next best treatment as it ranked high in eight traits. The same showed superiority for all the six growth indices that exhibited differences. The growth index was more and mortality and larval duration were less in CT₂ when compared to others. A similar trend of results has been reported in the eri silkworm (Joshi, 1985) and other insects (Pandey *et al.*, 1968 ; Pandey and Bogwat, 1970 ; Bhat and Bhattacharya, 1976).

However, Joshi (1985) observed that feeding the eri silkworm with tapioca up to the end of the third instar and subsequently with castor to be superior to feeding with castor followed by tapioca. But feeding throughout with tapioca was inferior. It may be concluded from the current study that the eri silkworm can be reared on castor leaves up to the end of the fourth instar and subsequently on tapioca leaves without any deterioration in the quantitative characters.

REFERENCES

- BHAT N.S., BHATTACHARYA A.K. (1976) Development of *Spodoptera littoralis* (Lep. : Noctuidae) at constant temperature on two host plants. Z. Ang. Ent., 80, 201-206.
- DESHMUKH P.D., RATHORE Y.S., BHATTACHARYA A.K. (1977) Studies on growth and development of *Diacrisia obliqua* (Lep. : Arctiidae) on sixteen plant species. Z. Ang. Ent., 84, 431-435.
- JOLLY M.S., SEN S.K., SONWALKAR T.N., PRASAD G.K. (1979) Non mulberry silks. FAO Agricultural Services Bulletin, 29, FAO, Rome, p. 178.
- JOSHI K.L. (1985) Studies on growth indices for eri silkworm, *Philosamia ricini* Hutt. (Lepidoptera : Saturniidae). Sericologia, 25, 313-319.
- KRISHNASWAMI S. (1978) New technology of silkworm rearing. Bull. no. 2, Central Sericultural Research and Training Institute, Mysore, p. 23.
- PANDEY N.D., BOGAWAT J.K. (1970) Growth and development of *Papilio demoleus* in relation to wild host plants. Indian J. Ent., 32, 92.
- PANDEY N.D., YADAVA D.R. (1968) Effect of different food plants on the larval and post-larval development of *Diacrisia obliqua*. Indian J. Ent., 30, 229-234.
- PANDEY N.D., DANG K. (1969) Food values of several commodities in the development of *Tribolium castaneum*. Indian J. Ent., 31, 147-151.
- PRASAD J., BHATTACHARYA A.K. (1975) Growth and development of *Spodoptera littoralis* (Lep. : Noctuidae) on several plants. Z. Ang. Ent., 79, 34-48.
- SARKAR D.C. (1988), Ericulture in India. Central Silk Board, Bangalore, p. 51.

INFLUENCE DE LA SUBSTITUTION DU RICIN PAR D'AUTRES PLANTES NOURRICIERES SUR LES CARACTERES ECONOMIQUES ET LES INDICES DE CROISSANCE DU VER A SOIE *ERI SAMIA CYNTHIA RICINI* BOISDUVAL

R. GOVINDAN, T.K. NARAYANASWAMY, M.C. DEVAIAH, S. RANGAIAH & R. MUNIRAJAPPA

Department of Sericulture, University of Agricultural Sciences, GKVK Campus, Bangalore - 560 065, Inde.

Le ver à soie Eri Samia cynthia ricini a été élevé avec des feuilles de ricin (Ricinus communis) jusqu'à la fin des troisième et quatrième âges larvaires, puis sur des feuilles de tapioca (Manihot utilissima), de Plumeria alba ou d'Ailanthus excelsa. Les résultats obtenus concernant les caractères de la larve, du cocon et du grainage sont meilleurs chez les larves nourries exclusivement de feuilles de ricin, puis chez les larves nourries jusqu'au quatrième âge de feuilles de ricin et au cinquième âge de feuilles de tapioca, le premier traitement donnant des résultats supérieurs pour les douze caractères étudiés tandis que le deuxième traitement donne des résultats supérieurs pour seulement huit d'entre eux. On a par ailleurs déterminé huit indices de croissance pour les différents régimes alimentaires prenant en compte la combinaison du ricin avec les plantes nourricières mentionnées ci-dessus.

INTRODUCTION

Le ver à soie *Eri Samia cynthia ricini* Boisduval est un séricigène polyphage qui se nourrit de feuilles de ricin (*Ricinus communis*), de tapioca (*Manihot utilissima*), de kesseru (*Heteropanax fragrans*), de barkesseru (*Ailanthus glandulosa* et *A. excelsa*), de plumeria (*Plumeria alba* et *P. acutifolia*), etc., sa plante hôte primaire étant le ricin (Jolly et coll., 1979). Une étude consistant à substituer les feuilles de trois plantes hôtes secondaires aux feuilles de ricin dans l'alimentation du ver à soie *Eri* en commençant au début des quatrième et cinquième âges a été entreprise afin d'en connaître l'effet sur les caractères économiques et de déterminer les indices de croissance, la documentation à ce sujet étant assez restreinte. Les résultats sont présentés dans cet article.

MATERIELS ET METHODES

Des vers à soie *Eri S.c. ricini* ont été nourris isolément avec des feuilles de *Ricinus communis* jusqu'à la fin des troisième et quatrième âges, selon la méthode décrite par Sarkar (1988) et Krishnaswami (1978). Ils ont ensuite été élevés séparément sur des feuilles de tapioca (*Manihot utilissima*), de barkesseru (*Ailanthus excelsa*) et de plumeria (*Plumeria alba*). Les traitements ont été effectués comme suit :

- | | | |
|-------------------|--|--|
| C : | Nourrissage sur ricin uniquement. | |
| CT ₁ : | Nourrissage sur ricin jusqu'à fin 3e âge | + Nourrissage 4e et 5e âges sur tapioca. |
| CP ₁ : | Idem | + Idem sur plumeria |
| CA ₁ : | Idem | + Idem sur <i>Ailanthus excelsa</i> |

CT₂ : Nourrissage sur ricin jusqu'à fin 4e âge + Nourrissage 5e âge sur tapioca.
 CP₂ : Idem + Idem sur plumeria.
 CA₂ : Idem + Idem sur *Ailanthus excelsa*.

L'expérience a été répétée quatre fois, chaque réplicat contenant 100 larves. Les observations ont été relevées pour le poids larvaire maximal, la durée du 5e âge, la durée larvaire totale, la durée du filage, le poids du cocon, le poids de la coque soyeuse, la richesse soyeuse, la productivité, le taux de nymphose, le poids de la chrysalide, l'émergence des papillons et la fécondité.

La productivité est calculée selon la formule suivante :

$$\text{Productivité (cg/jour)} = \frac{\text{Poids de la coque soyeuse en cg}}{\text{Durée du 5e âge en jours}}$$

Afin d'évaluer les résultats obtenus par combinaison des différentes plantes hôtes, divers indices de croissance ont été calculés d'après les méthodes suivantes :

N° de série	Indice	Formule	Source
1	Indice de croissance	N/AV (N = % de nymphose et AV = durée larvaire en jours)	Pant et Dang, 1969
2	Indice du poids larvaire	$\frac{\text{Poids larvaire moyen sur plante test}}{\text{Poids larvaire moyen sur plante standard}}$	Joshi, 1985
3	Indice de nymphose	$\frac{\text{Poids moyen de la chrysalide sur plante test}}{\text{Poids moyen de la chrysalide sur plante standard}}$	Prasad et Bhattacharya, 1975
4	Indice de soie	$\frac{\text{Poids moyen de la coque sur plante test}}{\text{Poids moyen de la coque sur plante standard}}$	Joshi, 1985
5	Indice d'oviposition	$\frac{\text{Nombre moyen d'oeufs sur plante test}}{\text{Nombre moyen d'oeufs sur plante standard}}$	Deshmukh et coll., 1977
6	Indice de la durée larvaire	$\frac{\text{Durée larvaire moyenne sur plante test}}{\text{Durée larvaire moyenne sur plante standard}}$	Présent article
7	Indice de filage	$\frac{\text{Pourcentage moyen de filage sur plante test}}{\text{Pourcentage moyen de filage sur plante hôte}}$	Idem
8	Indice du poids du cocon	$\frac{\text{Poids moyen du cocon sur plante test}}{\text{Poids moyen du cocon sur plante standard}}$	Idem

Dans ces indices (numéros de série 2 à 8), les valeurs obtenues avec le régime alimentaire à base de ricin (c) sont prises comme standard pour la comparaison avec les valeurs obtenues avec les six autres régimes alimentaires (CT₁, CP₁, CA₁, CT₂, CP₂ et CA₂).

Pour pouvoir interpréter les résultats, les données *per se* concernant les traits économiques et les données concernant les indices ont été analysées statistiquement.

RESULTATS ET DISCUSSION

Traits larvaires :

Le poids larvaire est maximal (72,93 g) avec le régime à base de ricin (Tableau I). La durée du 5e âge est significativement plus courte avec les traitements C (4,75 jours) et CT₂ (5,0 jours) et plus longue avec CP₁ et CA₁. Le filage est également maximal avec C et CT₂ (73,92 et 73,45 %) (Tableau I).

Caractères du cocon :

Les larves du traitement C produisent les cocons les plus lourds (30,57 g/10 cocons) (Tableau I). Le poids du cocon est également maximal avec C (3,76 g/10 coques). La richesse soyeuse est significativement plus élevée avec CT₂ (12,58 %), C (12,34 %) et CT₁ (12,30 %), tandis que la productivité maximale de soie est enregistrée avec C (7,93 cg/jour).

Caractères technologiques du grainage :

La nymphose maximale est enregistrée avec C, CT₂ et CP₂ (70,66-85,33 %) (Tableau I). Le poids de la chrysalide est supérieur uniquement pour C (26,66 g/10 chrysalides). L'émergence des papillons est supérieure avec C et CT₂ (80,00-85,33 %). La fécondité par femelle est plus élevée avec CT₂, C et CA₁ (200,67-216,00).

Indices de croissance :

L'indice de croissance larvaire est élevé avec CT₂ et CP₂ (3,74-4,22) (Tableau II). L'indice de durée larvaire est plus faible avec CT₂ (1,004) et CP₁ (1,126), ce qui est souhaitable. L'indice de filage est maximal avec CT₂ (1,019). L'indice du poids du cocon est significativement plus élevé avec CT₂, CT₁ et CA₁ (0,691-0,726). L'indice de soie est élevé uniquement avec CT₂ (0,732). L'indice d'oviposition le plus élevé apparaît avec CT₂ (1,006) et CA₁ (0,981). Le régime composé uniquement de feuilles de ricin donne les meilleurs résultats pour les douze caractères quantitatifs. CT₂ donne de bons résultats pour huit traits et vient en second. Ce régime s'avère supérieur pour les six indices de croissance présentant des différences. L'indice de croissance est plus élevé et la mortalité et la durée larvaire plus faibles pour CT₂ que pour les autres régimes. Des résultats de tendance similaire ont été obtenus chez le ver à soie Eri (Joshi, 1985) et chez d'autres insectes (Pandey et coll., 1968 ; Pandey et Bogwat, 1970 ; Bhat et Bhattacharya, 1976).

Cependant, Joshi (1985) a observé que le nourrissage du ver à soie Eri avec des feuilles de tapioca jusqu'à la fin du 3e âge, puis avec des feuilles de ricin était plus performant que le nourrissage avec des feuilles de ricin, puis de tapioca, le nourrissage composé exclusivement de tapioca donnant des résultats médiocres. Cette étude permet de conclure que le ver à soie Eri peut être nourri de feuilles de ricin jusqu'à la fin du 4e âge et, ensuite, avec des feuilles de tapioca sans que cela entraîne une détérioration des caractères quantitatifs.

A SIMPLE MATHEMATICAL FORMULA FOR EVOLVING THE PRICE OF SILKWORM COCOONS IN TERMS OF VOLUME

SHAMACHARY

Central Sericultural Research and Training Institute, Manandavadi Road, Srirampura,
Mysore - 570 008, India

At present cocoon lots are transacted in the market by feeling the cocoons between the fingers and fixing the price by bidding, which has some problems of its own, in terms of weight. An attempt is made in this paper to derive a mathematical formula, taking into consideration the volume of cocoons, defective cocoons (%) in terms of volume, number of cocoons per litre, average single shell weight and raw silk recovery (%) which depends upon cocoon shell ratio (%). Based on this formula, the price for cocoons which come to the market for transaction could be fixed in terms of volume, which has some advantages over the present method.

Keywords : Silkworm cocoon price, volume, mathematical formula.

INTRODUCTION

Determining the price of silkworm cocoons that come to the market for transaction is an important component of sericultural industry. At present, the price of cocoon lots is determined by feeling the compactness of cocoons. Due to personal bias involved, this method is arbitrary. After fixing the price, the cocoons are sold in terms of weight.

Transacting them in terms of volume, has got some benefits over transacting them in terms of weight. Instead of balances, bamboo baskets of definite volume may be used for measuring the cocoons. Rearers can bring their cocoons to the market, after the formation of pupa on any day within the date of emergence of moths, because the dryage factor is not taken into account.

Earlier studies suggest a direct correlation between the volume of the cocoons and their silk content (shell weight). It is then possible to base the price on cocoon volume as well, which is the subject of this paper.

MATERIALS AND METHODS

The following procedure can be adopted to assess the renditta by volume :

Let the volume of the cocoons be V litres.

Let the defective cocoon percentage by volume be P_1 .

Let the no. of cocoons per litre be n.

Let the average single shell weight be S.

Let shell ratio percentage be P_2 .

Let raw silk recovery percentage be P_3 .

Now the volume of defective cocoons = $P_1 V$ litres

So :

Volume of good quality cocoons = $(V - P_1 V)$ litres = $V(1 - P_1)$ litres

No. of good quality cocoons in the lot = $V(1 - P_1)n$.

Silk shell content in the lot = $V(1 - P_1)nS$.

Weight of reelable silk in the lot = $V(1 - P_1)nSP_3$.

Now the renditta by volume (R_v) is defined as the number of litres of cocoons required to produce one kilogram of raw silk. In other words it can be expressed as the ratio of the volume of cocoons reeled to the weight of raw silk obtained.

$$\text{So } R_v = \frac{V}{V(1 - P_1)nSP_3} = \frac{1}{(1 - P_1)n SP_3}$$

For all practical purposes we have to express P_1 and P_3 as percentages.

$$\text{Then } R_v = \frac{1}{(1 - P_1/100)nSP_3/100} = \frac{10\,000}{(100 - P_1)nSP_3}$$

Here $(100 - P_1)$ is the percentage of good quality cocoons.

$$\text{So } R_v = \frac{10\,000}{\% \text{ of good cocoons} \times \text{no. of cocoons per litre} \times \text{single shell weight} \times \text{raw silk recovery } \%}$$

Here the raw silk recovery percentage (P_3) is determined on the basis of the cocoon shell ratio percentage (P_2) (Shamachary *et al.*, 1985).

The application of this method to estimate renditta by volume would require the following by the buyer.

1st step : Make sure whether pupal formation is complete by cutting open a few cocoons at random from the lot and examining the pupae.

2nd step : Take about 5 litres of cocoons at random from the lot. After eliminating defective cocoons like double, melted, flimsy, holed and malformed etc., find the volume of defective cocoons in litres and calculate its percentage in terms of volume.

3rd step : Out of the good cocoons select at least 25 at random and calculate the shell ratio percentage.

4th step : The raw silk recovery percentage (P_3) is decided based on the shell ratio percentage (P_2) as already mentioned above.

Substituting these results in the derived formule, the renditta by volume of the lot could be assessed and having the knowledge of prevalent raw silk rate in the market, the rate for a standard volume of cocoons could be fixed.

To study the utility of the formula, a few lots of bioltine and multivoltine cocoons were taken and reeled commercially. Estimate renditta was compared with the actual renditta by appropriate χ^2 test. The results are tabulated in Table I with statistical analysis (Anova).

DISCUSSION

The method of transacting the cocoon lots by volume has some advantages over the prevailing method by weight. At present, the rearer is forced to dispose of cocoons reared by him within 5 or 6 days after spinning, whether the rate in the market is favourable or not. If the cocoons are sold in terms of volume, rearers can bring their cocoons to the market leisurely after stifling and preserving them properly, when the rate is favourable to him in the market. But the stifled and preserved cocoons cannot be transacted by weight, because from the day of stifling itself the dryage in the pupae becomes

steep. When these cocoons are brought to the market, after some days when the rate is favourable, the weight of the cocoons will be much less than the raw weight which was on the day of harvest. This puts the buyer in a confused state as to what weight he has to stick on in paying the money to the rearer. If the volume method is adopted where the weight factor is not taken into account and where there is no change in the external volume of cocoons, even after some lapse of days the rearer is sure to have advantages.

Table 1. Estimated (E) and observed (O) renditta of silkworm cocoons by volume.

Table 1. Rendement à la bassine estimé (E) et observé (O) des cocons de vers à soie en fonction du volume.

Sl no.	Bivoltine		Multivoltine	
	O	E	O	E
N° de série	Bivoltin		Polyvoltin	
	O	E	O	E
1	53.4	53.9	70.6	73.6
2	52.7	52.4	76.1	76.1
3	51.5	51.5	78.9	75.0
4	57.4	59.8	97.7	96.4
5	45.2	45.8	100.0	98.6
6	56.1	53.5	125.0	115.0
7	55.1	54.9	96.6	95.2
8	80.4	78.4	90.7	88.4
9	44.7	44.2	68.6	64.2
10	47.6	45.5	104.6	106.8
χ^2	0.3712 NS		1.659 NS	

ACKNOWLEDGEMENTS

Thanks are due to Dr M.S. JOLLY, Ex-Director of Central Sericultural Research and Training Institute, Mysore, for his kind encouragement in carrying out the study.

REFERENCE

SHAMACHARY, LAKSMIPATHAIAH B.N., JOLLY M.S. (1985) A simple mathematical formula for the evolution of cocoon price in terms of weight, India J. Seric, 24(2), 45-47.

FORMULATION MATHÉMATIQUE SIMPLE POUR ÉVALUER LE PRIX DES COCONS EN FONCTION DE LEUR VOLUME

SHAMACHARY

Central Sericultural Research and Training Institute, Manandavadi Road, Srirampura,
Mysore - 570 008, Inde.

Actuellement, les lots de cocons sont vendus sur le marché en évaluant leur qualité par le toucher et en les mettant aux enchères, ce qui présente certains problèmes relatifs au poids. Dans cet article, nous avons tenté de d'établir une formule mathématique qui prenne en compte le volume des cocons, le pourcentage de cocons défectueux en termes de volume, le nombre de cocons par litre, le poids moyen d'une coque et le rendement en soie grège (%) qui est lié à la richesse soyeuse (%). Cette formule permettrait de fixer le prix des cocons à la vente en fonction du volume, ce qui présente certains avantages par rapport à la méthode actuelle.

INTRODUCTION

La détermination du prix des cocons de vers à soie arrivant sur le marché est une composante importante de l'industrie séricicole. A l'heure actuelle, le prix des lots de cocons est déterminé en évaluant la compacité du cocon au toucher. Du fait de sa subjectivité, cette méthode est arbitraire : une fois le prix fixé, les cocons sont vendus au poids.

La vente des cocons en fonction de leur volume présente des avantages sur la vente en fonction de leur poids. On peut, à la place d'une balance, utiliser des paniers en bambou d'un volume déterminé pour mesurer les cocons. Les éleveurs peuvent apporter leurs cocons au marché à n'importe quelle date entre le moment de la formation de la chrysalide et celui de l'émergence des papillons car le facteur du taux de séchage n'est pas pris en compte.

Des études antérieures suggèrent qu'une corrélation directe existe entre le volume des cocons et leur contenu en soie (poids de la coque). Il est alors possible de baser le prix des cocons sur leur volume, ceci constitue le sujet de cet article.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Le protocole suivant peut être adopté pour évaluer le rendement à la bassine par le volume :

Soit les paramètres suivants :

Volume de cocons : V litres.

Pourcentage de cocons défectueux par volume : P_1 .

Nombre de cocons par litre : n.

Poids moyen d'une coque : S.

Richesse soyeuse (%) : P_2 .

Rendement en soie grège (%) : P_3 .

Le volume de cocons défectueux est donc $P_1 V$ litres.

Donc :

$$\text{le volume de cocons de bonne qualité} = (V - P_1 V) \text{ litres} = V(1 - P_1) \text{ litres}$$

Nombre de cocons de bonne qualité dans le lot = $V(1 - P_1)n$

Richesse soyeuse du lot = $V(1 - P_1)nS$

Poids de soie filable par lot : $V(1 - P_1)nSP_3$

Or le rendement à la bassine par volume (R_v) est défini sur la base du nombre de litres de cocons nécessaires pour produire 1 kg de soie grège. En d'autres termes, il peut être exprimé en fonction du rapport du volume de cocons dévidés sur le poids de soie grège obtenue.

donc :

$$R_v = \frac{V}{V(1 - P_1)nSP_3} = \frac{1}{(1 - P_1)nSP_3}$$

Pour des raisons pratiques, il faut exprimer P_1 et P_3 sous la forme de pourcentages.

Alors

$$R_v = \frac{1}{(1 - P_1/100)nSP_3/100} = \frac{10000}{(100 - P_1)nSP_3}$$

où $(100 - P_1)$ égale le pourcentage de cocons de bonne qualité.

ceci entraîne :

$$R_v = \frac{10000}{\% \text{ de bons cocons} \times \text{nombre de cocons/litre} \times \text{poids d'une coque} \times \% \text{ de soie grège obtenue}}$$

Ici, le pourcentage de soie grège obtenue (P_3) est déterminé sur la base du pourcentage de richesse soyeuse (P_2) (Shamachary *et al.*, 1985).

Pour appliquer cette méthode d'évaluation du rendement à la bassine, il faudrait que l'acheteur suive les consignes ci-dessous :

1ère étape : s'assurer que la formation de la chrysalide est terminée en ouvrant quelques cocons choisis au hasard dans le lot et en examinant les chrysalides.

2e étape : prélever au hasard environ 5 litres de cocons du lot. Après avoir éliminer les cocons défectueux comme les cocons doubles, tachés, sans consistance, troués ou malformés, il doit déterminer le volume de cocons défectueux par litre et calculer le pourcentage en termes de volume.

3e étape : parmi les bons cocons, en sélectionner au moins 25 au hasard et calculer le pourcentage de richesse soyeuse.

4e étape : le pourcentage de soie grège obtenue (P_3) est déterminé sur la base de la richesse soyeuse (P_2) comme indiqué plus haut.

En substituant ces résultats aux paramètres de la formule dérivée, on pourrait évaluer le rendement à la bassine en fonction du volume du lot ; ensuite, lorsque le taux de soie grège sera connu, on pourra fixer un volume standard de cocons.

En vue d'étudier l'utilité de cette formule, quelques lots de cocons bivoltins et polyvoltins ont été prélevés et dévidés de manière commerciale. Le rendement à la bassine a été comparé avec le rendement à la bassine réel en suivant l'analyse statistique du test χ^2 . Les résultats et l'analyse de variance (ANOVA) sont présentés dans le tableau I.

DISCUSSION

La méthode de vente des lots de cocons sur la base de leur volume présente quelques avantages sur la méthode, plus courante, de vente sur la base de leur poids. Actuellement, l'éleveur est dans l'obligation de vendre les cocons qu'il a lui-même élevé dans les cinq jours suivant le filage, que le taux sur le marché soit favorable ou non. Si les cocons sont vendus sur la base de leur volume, les éleveurs peuvent attendre, pour mettre leurs cocons sur le marché et après étouffage et conservation dans les conditions adaptées, que le taux de vente devienne favorable. Cependant, les cocons étouffés et conservés ne peuvent pas être vendus sur la base de leur poids car le séchage des chrysalides s'accroît dès le jour du séchage. Lorsque ces cocons sont apportés au marché au moment où le taux de vente devient favorable, le poids des cocons est très inférieur au poids du cocon brut au jour de la récolte. Ceci désoriente l'acheteur car il ne sait pas sur quel poids il doit se baser pour payer l'éleveur. Si la méthode du volume est adoptée là où le facteur poids n'est pas pris en compte et là où il n'y a aucun changement du volume externe du cocon même après un certain laps de temps, l'éleveur est certain d'en tirer profit.

SHELL COMPACTNESS : A VOLUME CONCEPT FOR COCOON CHARACTER

SHAMACHARY

Central Sericultural Research and Training Institute, Manandavadi Road, Srirampura,
Mysore - 570 008, India.

The study revealed that a positive correlation exists between the volume and shell weight of a cocoon. Based on this correlation, a physical property, the shell compactness, is determined, which can be effectively used in silk industry branches like breeding, marketing and reeling.

Keywords : Shell compactness, volume concept, cocoon characters.

INTRODUCTION

Correlations between cocoon and pupal weight, cocoon and shell weight, cocoon weight and length of reelable filament, matured larva and cocoon weight, larval and shell weights, female cocoon and egg weight have been reported (Shamachary, 1969a, 1969b ; Shamachary *et al.*, 1980). These are mainly based on the cocoon weight factor. Some of the physical cocoon characters such as colour, shape, size, grains, etc., are visually observed ; while other characters such as shell ratio, renditta, raw silk percentage, etc., are calculated based on the cocoon and shell weights. However, an equally important physical as well as commercial character, the shell compactness of cocoons, which plays an important role either in fixing the price of a cocoon lot by the bidders in the cocoon market or in assessing seed cocoon quality by the breeders in the laboratory, has not so far been considered. No attempt has been made so far to measure the shell compactness as a physical entity. In the present study, an attempt has been made to measure the compactness (mass of silk shell per unit volume of the cocoon).

MATERIALS AND METHODS

The correlation between the cocoon volume and shell weight is established using three methods, viz. :

- i) single cocoons with reference to different sexes,
- ii) single cocoons irrespective of sexes, and
- iii) small lots of cocoons inclusive of both sexes, determining their volume using a litre which is in the form of a vessel.

First method :

Cocoons of NB7 were considered for the study. Thirty cocoons each of male and female were selected at random and initially their individual weight was determined. Their volume was found out by immersing them in water in a measuring jar. Then the cocoons were cut open and their pupal weight and sexes were determined. Subtracting the pupal weight from the cocoon weight, the individual shell weight was found out. The data on the above observations from each sex are given in Table I, the average shell compactness is calculated and expressed in g/l.

Second method :

Cocoons of a bivoltine (NB₄D₂) strain and a multivoltine (Hosa Mysore) strain were selected. The study is carried out as in the case of the first method, irrespective of sexes. In Table II, ten observations from each race are given as well as the shell compactness calculated.

Third method :

In this method, small lots of cocoons containing both sexes from three bivoltine races (NB₇, NB₁₈ and NB₄D₂) and one multivoltine race (Hosa Mysore) were taken for the study. The volume of cocoons of each lot, i.e. each race, was determined by vessel measuring (not by dipping in water). Even if the method is primitive, it is simple and could easily be applied by the economically underprivileged countries like India with some advantages. Then these cocoons are cut open and the shell weight is determined. Ten such observations on the volume of cocoons and weight of shell for each race are given in Table III. The shell compactness is calculated for the cocoons of each race.

Another study was carried out in order to establish that cocoons of less volume (small size ones), with high shell compactness, yield more raw silk than those of more volume (large size ones) with a low shell compactness, during the process of reeling.

Table I. Relation of cocoon volume and shell weight in the two sexes.

Tableau I. Relation entre le volume du cocon et le poids de la coque chez les deux sexes.

No. of observation	Female		Male	
	Volume (ml)	Shell weight (g)	Volume (ml)	Shell weight (g)
<i>Numéro de l'observation</i>	<i>Femelle</i>		<i>Mâle</i>	
	<i>Volume (ml)</i>	<i>Poids de la coque (g)</i>	<i>Volume (ml)</i>	<i>Poids de la coque (g)</i>
1	6.5	0.26	5.0	0.20
2	7.0	0.28	6.0	0.23
3	6.0	0.22	6.0	0.24
4	7.0	0.26	5.0	0.20
5	7.0	0.28	6.5	0.24
6	6.0	0.25	5.0	0.19
7	6.0	0.24	6.0	0.22
8	6.0	0.23	6.0	0.25
9	7.0	0.27	5.0	0.20
10	6.0	0.25	6.0	0.23

Correlation coefficient = 0.8556

Coefficient de corrélation

Av. shell compactness = 39.0 g/l

Compacité moyenne de la coque

Correlation coefficient = 0.9091

Coefficient de corrélation

Av. shell compactness = 38.5 g/l

Compacité moyenne de la coque

For this study, cocoons of a bivoltine race (NB7) and multi voltine race (Mys $\times$ NB18) were taken. Large and small size cocoons were separated out from the cocoon lots of the two races chosen for the study. Equal volumes (ten litres) of large and small-sized cocoons were taken for each observation and reeled separately from the two races and the weight of raw silk was determined in each case. Twelve such observations were carried out and the results are given in Table IV.

RESULTS AND DISCUSSION

The statistical test results of the data presented in Tables I, II and III indicated that a positive correlation exists between the volume of the cocoons and their shell weight, based on which the shell compactness (mass of the shell per unit volume of the cocoon) which can be expressed either as so many grams per litre (g/l) or as so many grams per cubic centimetre (g/cc) is calculated. This property can be considered as one of the important post-cocoon parameters to measure the shell compactness and may be used in silkworm breeding experiments. Added to the above feature, it will also be useful in fixing the price of cocoons by suitably making use of a mathematical formula based on the volume factor instead of weight factor, which helps in disposal of cocoons in the cocoon market in terms of volume. This avoids the following problems :

Table II. Relation of cocoon volume and shell weight irrespective of sexes in two breeds.

Tableau II. Relation entre le volume du cocon et le poids de la coque indépendamment du sexe chez deux souches.

No. of observation	NB4D2		Hosa Mysore	
	Volume (ml)	Shell weight (g)	Volume (ml)	Shell weight (g)
Numéro de l'observation	NB4D2		Hosa Mysore	
	Volume (ml)	Poids de la coque (g)	Volume (ml)	Poids de la coque (g)
1	6.0	0.27	4.0	0.12
2	7.0	0.30	4.0	0.12
3	7.0	0.33	3.5	0.11
4	5.0	0.22	4.0	0.11
5	6.5	0.25	4.5	0.13
6	7.0	0.28	3.5	0.12
7	5.0	0.22	4.0	0.13
8	6.0	0.29	3.0	0.09
9	7.5	0.35	3.0	0.09
10	7.0	0.29	4.0	0.13

Correlation coefficient = 0.8674
Coefficient de corrélation
 Av. shell compactness = 43.6 g/l
Compacité moyenne de la coque

Correlation coefficient = 0.871
Coefficient de corrélation
 Av. shell compactness = 30.8 g/l
Compacité moyenne de la coque

1. Use of costly electronic balances can be avoided. A measure of standard volume made up of light metal or bamboo basket serves the purpose, which is easier than weighing by using costly balances. However, an accurate balance is needed to determine the shell weight in calculating the shell compactness.

Table III. Relation of cocoon volume and shell weight in four breeds.

Tableau III. Relation entre le volume du cocon et le poids de la coque chez quatre souches.

Number of observations	NB ₇		NB ₁₈		NB ₄ D ₂		Hosa Mysore	
	Volume (l)	Shell weight (g)	Volume (l)	Shell weight (g)	Volume (l)	Shell weight (g)	Volume (l)	Shell weight (g)
Numéro de l'observation	NB ₇		NB ₁₈		NB ₄ D ₂		Hosa Mysore	
	Volume (l)	Poids de la coque (g)	Volume (l)	Poids de la coque (g)	Volume (l)	Poids de la coque (g)	Volume (l)	Poids de la coque (g)
1	15	510	20	790	20	1050	10	220
2	20	700	18	645	15	790	13	287
3	10	340	15	590	10	515	15	331
4	30	1040	12	485	12	605	18	394
5	20	655	10	395	18	870	21	457
6	40	1360	8	325	14	770	8	177
7	60	2030	20	795	16	825	28	614
8	18	580	40	1586	20	1010	36	788
9	12	400	25	985	8	435	20	436
10	8	300	30	1133	13	665	25	551
CC	0.994		0.9976		0.9909		0.9989	
ASV	32 g/l		39.9 g/l		51 g/l		22 g/l	

CC : Correlation coefficient / *Coefficient de corrélation.*

ASV : Average shell compactness / *Compacité moyenne de la coque.*

2. At present, the rearer is forced to dispose of the cocoons in the cocoon market whether the rate is favourable to him or not, otherwise the delay causes day-to-day driage as the date of emergence approaches. If the volume method is used, the rearer can stifle the cocoons by hot air method, preserve it for some days and, when the rate is favourable, he can dispose of the cocoons without the fear of day-to-day driage. Of course, this procedure is not in practice in India at present. But in China and Russia the stifled cocoons are transacted, which can be adopted even in India.

The test results of the data presented in Table IV clearly show that the raw silk obtained from less volume cocoons (small-sized ones) is significantly more than the raw silk obtained from more volume cocoons (large-sized ones).

Table IV. Raw silk obtained by reeling cocoons of less and more volume.

Tableau IV. Soie grège obtenue à partir de cocons de volume plus ou moins important.

No. of observation	Bivoltine (NB7)		Multi × bivoltine (Mysore × NB7)	
	Weight of raw silk from cocoons with less volume (g)*	Weight of raw silk from cocoons with more volume (g)	Weight of raw silk from cocoons with less volume (g)*	Weight of raw silk from cocoons with more volume (g)
Numéro de l'observation	Bivoltins (NB7)		Multi × bivoltin (Mysore × NB7)	
	Poids de la soie grège de cocons de volume inférieur (g)*	Poids de la soie grège de cocons de volume supérieur (g)	Poids de la soie grège de cocons de volume inférieur (g)*	Poids de la soie grège de cocons de volume supérieur (g)
1	22.7	16.2	16.7	14.0
2	21.2	15.3	17.2	13.0
3	22.2	15.5	16.2	14.0
4	20.0	14.2	15.7	14.7
5	22.2	15.2	16.5	14.5
6	21.5	16.0	15.5	14.5
7	23.0	16.2	15.6	12.0
8	22.1	15.5	15.2	11.0
9	23.7	13.7	16.7	13.2
10	24.2	14.7	16.2	14.2
11	23.7	14.7	16.5	13.7
12	21.2	14.4	17.4	13.2
SD1 / Ecart type 1	1.22813		0.68342	
SD2 / Ecart type 2	0.82626		1.10373	
T test	16.8501**		7.4271**	

* 10 litres for each observation / 10 litres par observation.

The total raw silk content and raw silk are higher in the former case than in the latter. The same is true even between cocoons of different races which produce small and large size cocoons. For example, silkworm races of Non-Nung series of Chinese origin produce small size cocoons of good compactness or sturdiness. Similarly, there are silkworm races of Japanese origin which produce large size cocoons with good compactness. When equal unit volume cocoons of these two types are reeled under identical conditions, the raw silk obtained in the case of small size cocoons is significantly higher than those of large size ones.

ACKNOWLEDGEMENTS

Thanks are due to Dr M.S. Jolly, Ex-Director of Central Sericultural Research and Training Institute, Mysore, for his kind encouragement in carrying out these observations at the Institute. Thanks are also due to Kum. Gowramma, Sr FCLA, Silk Reeling and Fibre Technology Division, CSR&TI, Mysore, for her immense help in carrying out the observations.

REFERENCES

- SHAMACHARY (1969a) Studies over the relationship between cocoon weight and pupal weight in fixed silkworm breeds. *Silk Information Bulletin*, 1(1), 79-83.
- SHAMACHARY (1969b) Derivation of mathematical formula for predetermining the silk content (shell weight) and reelable length of filament of cocoons of a particular fixed silkworm race. *Silk Information Bulletin*, 1(1)n 71-78.
- SHAMACHARY, SAMSON M.V., KRISHNASWAMI S. (1980) Some useful correlation studies of silkworm and its products such as cocoon, pupa, shell and egg weight. *Indian J. Seric.*, 19, 4-8.

COMPACTITE DE LA COQUE : UN CONCEPT DE VOLUME POUR L'EVALUATION DES CARACTERES DU COCON

SHAMACHARY

Central Sericultural Research and Training Institute, Manandavadi Road, Srirampura,
Mysore - 570 008, Inde.

Cette étude révèle qu'il existe une corrélation positive entre le volume et le poids de la coque du cocon. Sur la base de cette corrélation, on a pu mettre en évidence une propriété physique, la compacité de la coque, utilisable dans certaines branches de l'industrie de la soie comme l'élevage, la commercialisation et le dévidage.

INTRODUCTION

On a établi des corrélations entre poids du cocon et poids de la chrysalide, poids du cocon et poids de la coque, poids du cocon et longueur du filament dévidable, poids de la larve mature et poids du cocon, poids larvaire et poids de la coque, poids du cocon femelle et poids de l'oeuf (Shamachary, 1969a, 1969b ; Shamachary et coll., 1980), corrélations qui sont essentiellement basées sur le facteur poids du cocon. On peut observer certains caractères physiques du cocon, comme la couleur, la forme, la taille, le grain, de manière visuelle ; tandis que d'autres caractères, tels que la richesse soyeuse, le rendement à la bassine, le pourcentage de soie grège, etc., sont calculés à partir du poids du cocon et du poids de la coque. Cependant, on n'a pas encore étudié un autre caractère physique et économique tout aussi important, la compacité de la coque, qui joue un rôle primordial car elle permet d'une part à l'acheteur de fixer le prix d'un lot de cocons au marché et, d'autre part, au sélectionneur d'évaluer la qualité des cocons destinés au grainage en laboratoire. Aucune étude n'a encore été faite pour mesurer la compacité de la coque en tant que caractère physique. Dans cette étude, on a tenté de mesurer la compacité du cocon (masse de richesse soyeuse par volume unitaire de cocon).

MATERIELS ET METHODES

La corrélation entre le volume du cocon et le poids de la coque est établie avec trois méthodes :

- 1) à partir du cocon individuel selon le sexe,
- 2) à partir du cocon individuel sans tenir compte du sexe,
- 3) à partir de petits lots de cocons comprenant les deux sexes, en déterminant leur volume à l'aide d'un litre en forme de vase.

Première méthode :

Des cocons de la souche NB7 ont été choisis pour cette étude. Trente cocons de chaque sexe sont prélevés au hasard et leur poids individuel est mesuré. Leur volume individuel est déterminé en les plongeant dans un bocal gradué rempli d'eau. Les cocons sont ensuite ouverts pour déterminer le poids des chrysalides et les sexes. Le poids individuel de la coque est déterminé en calculant la différence entre le poids de la chrysalide et le poids du cocon. Les observations concernant les deux sexes sont données dans le tableau I, la compacité moyenne de la coque est calculée et exprimée en g/l.

Deuxième méthode :

On a choisi des cocons d'une souche bivoltine (NB4D2) et d'une souche polyvoltine (Hosa Mysore). L'étude est réalisée de la même façon que pour la première méthode mais sans tenir compte du sexe. Le tableau II présente les résultats de dix observations pour chacune des races et la compacité de la coque.

Troisième méthode :

Pour cette méthode, des petits lots de cocons des deux sexes comprenant trois races bivoltines (NB7, NB18 et NB4D2) et une race polyvoltine (Hosa Mysore) ont été choisis. Le volume des cocons de chaque lot de chacune des races est déterminé à l'aide d'un vase gradué et non par immersion dans l'eau. Même si cette méthode est peu élaborée, elle est simple et facile à appliquer, elle présente donc des avantages pour les pays économiquement défavorisés comme l'Inde. Ces cocons sont ensuite ouverts et le poids de la coque est déterminé. Dix observations portant sur le volume des cocons et le poids de la coque chez chacune des races ont été réalisées et sont présentées dans le tableau III, la compacité de la coque étant calculée pour les cocons de chacune des races.

On a effectué une autre étude afin de déterminer si, au cours du dévidage, les cocons de volume inférieur (de petite taille) mais avec une compacité de coque élevée produisaient plus de soie grège que les cocons de volume supérieur (de grande taille) qui ont une compacité de coque faible.

Pour cette étude, on a choisi des cocons d'une souche bivoltine (NB7) et d'une souche polyvoltine (Mys × NB18). Les cocons de grande taille et de petite taille sont séparés des lots de cocons des deux races choisies pour cette étude. Des volumes égaux (10 litres) de cocons de petite taille et de grande taille sont utilisés pour chaque observation et dévidés séparément en fonction de la race, le poids de soie grège étant déterminé dans chaque cas. Douze observations ont été réalisées et les résultats obtenus sont présentés dans le tableau IV.

RESULTATS ET DISCUSSION

Les données des résultats des tests expérimentaux présentées dans les tableaux I, II et III indiquent qu'il existe une corrélation positive entre le volume des cocons et le poids de leur coque à partir de laquelle on peut calculer la compacité de la coque (masse de coque par volume unitaire de cocon) qui peut être exprimée en grammes par litre (g/l) ou en grammes par centimètre cube (g/cm^3). Cette propriété peut être considérée comme l'un des paramètres post-filage importants pour mesurer la compacité de la coque et pourrait être utilisée en laboratoire pour les expériences de sélection de vers à soie. Outre cette application, elle peut être utilisée pour fixer le prix des cocons en utilisant une formule mathématique basée sur le facteur volume au lieu du facteur poids, ce qui permet de vendre les cocons dans les marchés en se basant sur le volume. De cette façon les problèmes suivants pourraient être évités :

1. Utilisation de balances électroniques onéreuses. Une mesure standard composée de métal léger ou de bambou peut être utilisée, ce qui est plus facile que la pesée à l'aide de balances électroniques. Cependant, une balance précise est nécessaire pour déterminer le poids de la coque avant de calculer sa compacité.

2. A l'heure actuelle, l'éleveur doit obligatoirement porter ses cocons au marché, que le taux de vente lui soit favorable ou non, sinon le retard provoque un séchage quotidien, à mesure que la date d'émergence approche. Si l'on utilise la méthode du volume, l'éleveur peut étouffer ses cocons en utilisant la méthode de l'air chaud, les conserver pendant quelques jours et, lorsque le taux de vente lui est favorable, il peut les vendre sans qu'ils soient exposés au séchage quotidien. Bien entendu, ce procédé n'est pas mis en pratique en Inde actuellement. Cependant, en Chine et en Russie, on procède à la vente des cocons étouffés ; cette méthode peut être adoptée même en Inde.

Les résultats des tests des données présentées dans le tableau IV prouvent qu'on obtient nettement plus de soie grège avec des cocons de volume inférieur (cocons de petite taille) qu'avec des cocons de volume supérieur (cocons de grande taille).

Le contenu total en soie et la quantité de soie grège obtenue sont nettement plus importants dans le premier cas que dans le second. Ceci est également vrai dans le cas de races différentes produisant des cocons de petite taille et de grande taille. Par exemple, les races de vers à soie de la série Non-Nung

d'origine chinoise produisent des cocons de petite taille de bonne compacité ou robustesse ; il existe également des races d'origine japonaise qui produisent des cocons de grande taille et de bonne compacité. Lorsque l'on dévide des volumes égaux de cocons de ces deux types de race dans des conditions identiques, la quantité de soie grège obtenue avec les cocons de petite taille est significativement supérieure à celle obtenue avec les cocons de grande taille.

CORRELATION AND REGRESSION STUDIES BETWEEN LEAF LENGTH AND LEAF LENGTH-BREADTH RATIO OF DIFFERENT MORPHOTYPES OF SOM (*MACHILUS BOMBYCINA* KING)

G.S. YADAV* & B.C. GOSWAMI

Department of Botany, Gauhati University, Guwahati - 785 014, Assam, India.

Som (Machilus bombycina King) is one of the primary food plants of muga silkworm (Antheraea assama Westwood). The method of correlation and regression analysis, an application of advanced statistical methodology, can be applied for morphometric studies to differentiate into different morphogenetic groups of Som and to be clearly acquainted as different morphotypes based on the leaf characters.

Keywords : *Machilus bombycina*, morphotypes.

INTRODUCTION

Different morphotypes of Som (*Machilus bombycina* King) are known to exist in nature. The shape of the leaf in the same species differs and is therefore represented as various morphotypes. These types are locally named as Naharpatiya, Azarpatiya and Jampatiya (Chaudhury, 1981), Ampatiya, Kathalpatiya, Belpatiya, Mejonkaripatiya and Sompatiya (Yadav, 1985). The Naharpatiya is considered as the best for muga silkworm rearing (Jolly *et al.*, 1979 ; Chaudhury, 1981). Leaves having a sweet taste are good for rearing and those having a bitter taste are not suitable (Chaudhury, 1981). The tender stems vary in colour and are green, reddish green, red and light red depending upon the morphotypes. Leaf length and breadth vary in the different morphotypes, viz. Ampatiya, Belpatiya, Kathalpatiya and Naharpatiya in Som (Yadav *et al.*, 1985).

In the present study, some morphometric characters have been taken for study because morphometric studies are very useful for identification of a species (Pillay, 1952 ; James, 1967 ; Sultan and Shamsi, 1981 ; Shrivastava and Pandey, 1981).

Statistical models describing correlation and regression studies between leaf length and leaf length-breadth ratio have been used for the first time to separate different morphotypes of Som (*Machilus bombycina* King) from each other. Thus, in the present investigation a detailed study has been made on eight morphotypes of Som using advanced statistical methodology, with a view to showing the correct picture of the variations in the leaf length and leaf length-breadth ratio of different morphotypes of Som.

MATERIALS AND METHODS

Leaves of all types of Som (*M. bombycina* King) were collected from Govt. Muga Nursery, Govt. of Assam, Turkpara, Boko, Assam (India), and from the nearby areas during March 1988. The leaf

* Present address : Central Muga Research and Training Institute, P.B. No. 96, Jorhat - 785 001 (Assam), India.

Table I. Studies on leaf length and leaf length-breadth ratio in different morphotypes of Som (*M. bombycina* King).

Tableau I. Etudes sur la longueur de la feuille et sur le rapport longueur-largeur de la feuille chez différents morphotypes de Som (*M. bombycina* King).

Characters Caractères	Morphotypes / Morphotypes							
	Ampatiya (A) S ₁	Ampatiya (B) S ₂	Belpatiya S ₃	Jampatiya S ₄	Kathailpatiye S ₅	Mejankaripatiya S ₆	Naharpatiye S ₇	Sompatiye S ₈
Leaf length (cm) <i>Longueur de la feuille (cm)</i>	26.26 ± 0.52	22.7 ± 0.27***	12.14 ± 0.13***	12.8 ± 0.28***	10.21 ± 0.23***	12.42 ± 0.26***	8.14 ± 0.28***	13.1 ± 0.18***
Leaf length- breadth ratio <i>Rapport longueur- largeur de la feuille</i>	4.12 ± 0.11	4.09 ± 0.05 ^{NS}	2.35 ± 0.09***	3.42 ± 0.14**	2.11 ± 0.06***	2.97 ± 0.10***	3.34 ± 0.05***	4.89 ± 0.11***

** : Significant at 1 % level / *Significatif au seuil de 1 %.*

Mean ± SE / *Moyenne ± écart type.*

*** : Significant at 0.1 % level / *Significatif au seuil de 0,1 %.*

NS : Not significant / *Non significatif.*

Note : The test of significance has been compared considering Ampatiya-A (S₁) as control / *Le test de signification a été établi par comparaison avec Ampatiya-A (S₁) pris comme témoin.*

Table II. Correlation and regression equations for different morphotypes of Som.

Tableau II. Corrélation et équations de régression pour différents morphotypes de Som.

Statistics Statistiques	Ampatiya (A) S ₁	Ampatiya (B) S ₂	Belpatiya S ₃	Jampatiya S ₄	Kathailpatiya S ₅	Mejankaripatiya S ₆	Naharpatiya S ₇	Sompatiya S ₈
1	+ 0.7758**	+ 0.6945**	+ 0.7948**	+ 0.3509 ^{NS}	0.8350**	- 0.301 ^{NS}	+ 0.4150 ^{NS}	+ 0.2178 ^{NS}
2	0.12	0.16	0.11	0.18	0.08	0.28	0.26	0.30
3	0.6018	0.4823	0.6317	0.1231	0.7276	0.0911	0.1722	0.0474
4	Y = - 0.4167 + 0.1729 X	Y = 0.8792 0.1614 X	Y = - 4.1453 + 0.5354 X	Y = 0.3509 + 0.2399 X	Y = 0.3630 + 0.2430 X	Y = 1.4302 + 0.1242 X	Y = 2.7048 + 0.0790 X	Y = 0.3071 + 0.3499 X
5	60.18	48.23	63.17	12.31	72.76	0.11	17.22	4.74
6	39.82	51.70	36.83	87.69	27.24	99.89	82.78	95.26

1 : Correlation coefficient between leaf length and leaf length-breadth ratio (r).

Coefficient de corrélation entre longueur de feuille et rapport longueur-largeur de feuille (r).

2 : Standard error [SE (r)] / *Ecart type [SE (r)].*

3 : Correlation of determination (n) / *Corrélation de détermination (n).*

4 : Regression equation between leaf length-breadth ratio (Y) and leaf length (X).

Equation de régression entre rapport longueur-largeur de feuille (Y) et longueur de feuille (X).

5 : Variation due to subject series (%) / *Variation due à la série sujet (%).*

6 : Variation due to other factors (%) / *Variation due à d'autres facteurs (%).*

NS : Non significant / *Non significatif.*

** : Significant at 1 % level / *Significatif au seuil de 1 %.*

length and breadth in all the types were recorded in cm to the nearest point with the help of a pointed divider and leaf length-breadth ratios were calculated. The data statistically analysed using 't' test, correlation coefficient and regression equation following the regression of Y (leaf length-width ratio) on the X axis (leaf length) are presented in Tables I and II.

RESULTS AND DISCUSSION

The relevant results of the analysis for the 't' test, correlation coefficient, coefficient of determination and regression equations are presented in Tables I and II, significant differences were recorded between the morphotypes for leaf length when compared with type Ampatiya - A (S₁). A significant difference was also observed in the leaf length-breadth ratio of different types of Som, when compared with Ampatiya type - A (S₁) except with Ampatiya - B (S₂).

A significant positive correlation was recorded between leaf length and leaf length-breadth ratio of types S₁, S₂, S₃ and S₅ (df = 9) whereas an insignificant positive correlation was noticed in types S₄, S₇ and S₈ and a negative correlation was noticed in S₆.

The regression equation of Y (leaf length-width ratio) on the X axis (leaf length) drawn separately for all the types of Som (*M. bombycina* King) provides an exact differentiation among the different types of populations involved. In type S₁ of Som the variation in the relative series (leaf length-breadth ratio), 60.18 per cent was recorded due to variation in the subject series (leaf length) and the remaining 39.82 per cent variation may be due to other factors. Likewise, in types S₂, S₃ and S₅ of Som the variations recorded due to subject series were 48.23, 63.17 and 72.76 per cent, respectively. However, in types S₄, S₆, S₇ and S₈ of Som, the variations in the relative series 12.31, 9.11, 17.22 and 4.74 per cent were due to variation in the subject series.

It is thus clear that the poor variations due to subject series recorded in types S₄, S₆, S₇ and S₈ of Som were due an insignificant correlation between leaf length and leaf length-breadth ratio. The significant and insignificant correlations between leaf length and leaf length-breadth ratio in different types of Som differentiate into different groups. If insignificant differences are found, it can be concluded that two groups are alike and they have the same rate of variation between leaf length and leaf length-breadth ratio.

Therefore, it must be realized that quite a lot of differences are noticed in the characteristics of different types of Som (*Machilus bombycina* King). When the leaf is compared, it shows a significant difference either in the leaf length or in the leaf length-breadth ratio or in both in different types of Som. Thus this type of comparison between different types of Som gives an exact picture of morphological differentiation into different morphotypes.

The correlation coefficient (r) and regression analysis on the other hand deals with the relation between leaf length and leaf length-breadth ratio of different types of Som rendering a very useful comparative analysis to distinguish between different morphotypes.

Thus applying this morphometric analysis and using statistical methodology, different types of Som could be differentiated into different morphogenetic groups of Som and to be clearly acquainted as different morphotypes which were not truly identified and distinguished before.

REFERENCES

- CHAUDHARY S.N. (1981) Muga Silk Industry. Directorate of Sericulture and Weaving, Govt. of Assam, 1-31.
- JAMES P.S.B.R. (1967) The ribbon fishes of the family Trichuridae of India. Mem. Mar. Biol., 1, 1-226.
- JOLLY M.S., SEN S.K., SONWALKAR T.N., PRASAD G.K. (1979) Sericultural Manual. FAO Agricultural Services Bulletin (reprinted by Central Silk Board, Bangalore), 4, 29, 121-126.
- PILLAY T.V.R. (1952) A preliminary biometric study of certain population of hilsa, *Hilsa ilisha* (Ham). Proc. Indo. Pacific Fish Coun., 4, 181-194.
- SHRIVASTAVA S., PANDEY A.K. (1981) Growth rate of different body parameters in *Catla catla*. Geobios, 8, 39-40.

- SULTAN S., SHAMSI M.J.K. (1981) Morphometric study of *Puntius sarana* (Ham) of the river Koli. Geobios, 8, 17-21.
- YADAV G.S., ISA M.D., THANGAVELU K. (1985) Studies on the taxonomy and floral biology of Som (*Machilus bombycina* King) (Laurales : Lauraceae). Sericologia, 25(1), 63-70.

ETUDES DE CORRELATION ET DE REGRESSION ENTRE LA LONGUEUR DE LA FEUILLE ET LE RAPPORT LONGUEUR SUR LARGEUR DE LA FEUILLE CHEZ DIFFERENTS MORPHOTYPES DE SOM (*MACHILUS BOMBYCINA* KING)

G.S. YADAV* & B.C. GOSWAMI

Department of Botany, Gauhati University, Guwahati 781 014, Assam, Inde.

Som (Machilus bombycina King) est l'une des plantes hôtes primaires du ver à soie muga (Antheraea assama Westwood). L'analyse de corrélation et de régression, une forme de méthodologie statistique avancée, peut être appliquée à l'étude morphométrique pour identifier les différents groupes morphogénétiques de Som et permettre une classification des différents morphotypes sur la base des caractères de la feuille.

INTRODUCTION

On sait qu'il existe différents morphotypes de Som (*Machilus bombycina* King) à l'état naturel. La forme de la feuille varie à l'intérieur d'une même espèce et donne donc lieu à des regroupements selon les divers morphotypes. Ces types sont localement désignés sous les noms Naharpatiya, Azarpatiya et Jampatiya (Chaudhury, 1981), Ampatiya, Kathalpatiya, Belpatiya, Mejonkaripatiya et Sompatiya (Yadav, 1985). Le type Naharpatiya est le plus adapté à l'élevage du ver à soie muga (Jolly et coll., 1979 ; Chaudhury, 1981). Les feuilles à saveur douce peuvent être utilisées pour l'élevage, tandis que les feuilles à goût amer sont impropres à la consommation par les larves (Chaudhury, 1981). La partie tendre de la tige varie suivant le morphotype et peut être verte, vert rougeâtre, rouge ou rouge clair. La longueur et la largeur de la feuille varient également en fonction des différents morphotypes de Som (Ampatiya, Belpatiya, Kathalpatiya et Naharpatiya) (Yadav et coll., 1985).

Notre étude porte sur certains caractères morphométriques car ceux-ci sont très utiles à l'identification d'une espèce donnée (Pillay, 1952 ; James, 1967 ; Sultan et Shamsi, 1981 ; Shrivastava et Pandey, 1981).

Les modèles statistiques décrivant les études de corrélation et de régression entre la longueur de la feuille et le rapport longueur sur largeur de la feuille sont utilisés ici pour la première fois pour isoler les différents morphotypes de Som (*Machilus bombycina* King). Cet article présente une étude détaillée de huit morphotypes de Som réalisée à l'aide d'une méthodologie statistique avancée permettant d'obtenir un profil exact des variations de la longueur de la feuille et du rapport longueur sur largeur de la feuille chez différents morphotypes de Som.

* Adresse actuelle : Central Muga Research and Training Institute, P.B. No. 96, Jorhat - 785 001 (Assam), Inde.

MATERIELS ET METHODES

Des feuilles de différents types de Som (*M. bombycina* King) ont été prélevées à la pépinière muga d'Etat de Turukpara (Boko, Assam, Inde) et dans les régions avoisinantes au cours du mois de mars 1988. La longueur et la largeur de la feuille sont notées très précisément en cm pour tous les types à l'aide d'un compas à pointes sèches afin de déterminer le rapport longueur sur largeur de feuille. Les données analysées statistiquement en utilisant le test "t", les coefficients de corrélation et les équations de la régression de Y (rapport longueur sur largeur de feuille) sur l'axe de X (longueur de la feuille) sont présentés dans les tableaux I et II.

RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats concernant l'analyse par le test "t", le coefficient de corrélation, le coefficient de détermination et les équations de régression présentés dans les tableaux I et II révèlent des différences significatives entre les morphotypes pour la longueur de la feuille par rapport au type Ampatiya-A (S_1). Une différence significative apparaît également pour le rapport longueur sur largeur de feuille entre les différents types de Som et le type Ampatiya-A (S_1), sauf le type Ampatiya-B (S_2).

On enregistre une corrélation positive significative entre la longueur de la feuille et le rapport longueur sur largeur de feuille chez les types S_1 , S_2 , S_3 et S_5 (degré de liberté = 9), une corrélation positive non significative chez les types S_4 , S_7 et S_8 et une corrélation négative chez S_6 .

L'équation de la régression de Y (rapport longueur sur largeur de feuille) sur l'axe X (longueur de la feuille) établie séparément pour tous les types de Som (*Machilus bombycina* King) permet d'obtenir une différenciation exacte des types de population étudiés. Chez le type S_1 de Som, 60,18 % de la variation de la série relative (rapport longueur sur largeur de feuille) sont dûs à la variation de la série sujet (longueur de feuille), les 39,82 % restant étant dûs à d'autres facteurs. Parallèlement, chez les types S_2 , S_3 et S_5 de Som, les variations dues à la série sujet sont respectivement de 48,23, 63,17 et 72,76 %. Cependant, chez les types S_4 , S_6 , S_7 et S_8 de Som, on enregistre des variations de la série relative de 12,31, 9,11, 17,22 et 4,74 % dues à la variation de la série sujet.

Il est donc clair que la faible variation due à la série sujet enregistrée chez les types S_4 , S_6 , S_7 et S_8 de Som est due à une corrélation non significative entre la longueur de la feuille et le rapport longueur sur largeur de feuille. Les corrélations significatives et non significatives entre la longueur de la feuille et le rapport longueur sur largeur de feuille chez les différents types de Som permettent de répartir ces derniers en différents groupes. Lorsque l'on observe des différences non significatives entre deux groupes, on peut en conclure qu'ils sont semblables et qu'ils ont le même taux de variation entre la longueur de feuille et le rapport longueur sur largeur de feuille.

Il faut donc souligner qu'un grand nombre de différences ont été observées pour les caractéristiques des différents types de Som (*Machilus bombycina* King). La comparaison de la feuille permet de faire apparaître des différences significatives soit de la longueur de la feuille soit du rapport longueur sur largeur de feuille soit des deux chez les différents types de Som. Cette forme de comparaison entre différents types de Som donne donc une image exacte de la différenciation morphologique en différents morphotypes.

Le coefficient de corrélation (r), d'une part, et l'analyse de régression, d'autre part, portent sur la relation entre la longueur de la feuille et le rapport longueur sur largeur de la feuille chez les différents morphotypes de Som et peuvent servir d'analyse comparative pour distinguer les différents morphotypes.

L'application de l'analyse morphométrique à l'aide de la méthodologie statistique permet ainsi de répartir divers types de Som en différents groupes morphogénétiques qui n'étaient pas préalablement réellement identifiés et reconnus.

EXPLOITATION OF PROMISING MULBERRY GERmplasm GENOTYPES FOR YIELD POTENTIALITY

B.N. SUSHEELAMMA, J.S. KUMAR, A.K. SIKDAR, S.B. DANDIN, M.S. JOLLY & K. SENGUPTA

Mulberry Breeding and Genetics Laboratory, Central Sericultural Research and Training Institute, Mysore - 570 008, India.

After evaluation of 219 germplasm accessions for important yield components, nine promising genotypes were isolated and evaluated for leaf yield productivity with check cultivars for four years. Acc. 142, Acc. 203 (S-135) and Acc. 141 had a better genetic potentiality for leaf yield when compared with check cultivars and other genotypes. Acc. 142, Acc. 203 and Acc. 141 had higher number of primary and secondary branches and leaves per metre length of the shoot, which made these genotypes, yield better than other genotypes. The genotype $\times$ season interaction was highly significant. Yield was higher in winter as compared with other seasons.

Keywords : Mulberry, yield, germplasm.

INTRODUCTION

With the development of sericulture industry and the recent increase in the technical knowledge, it has become necessary to isolate or evolve mulberry varieties which give a higher leaf yield for the benefit of silkworm rearers. For this purpose, the existing varieties in the gene bank of Central Sericultural Research and Training Institute, Mysore, comprising of breeders stock, exotic introductions and indigenous land races were evaluated. The gene bank collection is a rich source of diverse genotypes and, therefore, an ideal material for evaluation and isolation of varieties with good leaf yield potentiality. Studies conducted earlier on the varietal performance showed that Kanva-2 is a high yielding variety under irrigated conditions (Kasiviswanathan *et al.*, 1979). The emphasis was given to the average length of the shoot, number of main and lateral branches per plant and weight of leaves because these were considered as important components contributing to the leaf yield in mulberry by Tojyo and Watanabe (1981). Abdullaev (1961, 1963, 1964 and 1968) and Craiciu (1968) have evolved a number of varieties suited to the temperate climatic conditions whereas in tropical countries only a few varieties are given to field. Therefore, the present investigation was undertaken for exploiting gene pool materials for important yield components and yield potentiality. The leaf yield in mulberry fluctuates even from season to season in a particular year. This is due to the wide behavioural variation met with during its growth (Das and Choudhury, 1973). Therefore season $\times$ genotype interaction was studied.

MATERIALS AND METHODS

To exploit the leaf productivity of varieties in the gene bank, 219 accessions of the gene bank were evaluated based on important economic characters like, the number of primary and secondary branches per plant, internodal length, number of leaves per metre length of the shoot, weight of 100 leaves, leaf moisture content and rate of sprouting and rooting which contribute to vegetative propagation (Table I). In addition to these, leaf yield was recorded from the progeny row yield trial

where nine plants were maintained. The genotypes found superior in 3 or 4 yield components and leaf yield were isolated. The isolated genotypes were subjected to yield trial in the field from 1982 to 1987 at Central Sericultural Research and Training Institute, Mysore, along with two check cultivars, viz. Local and Kanva-2.

Before planting the material, the land was prepared thoroughly by ploughing with a tractor and the weeds were removed. Farmyard manure was applied at the rate of 20 tons/ha/year and the land was tilled again to mix the farmyard manure with the soil. Nine accessions, viz. Acc. 203, Acc. 142, Acc. 124, Acc. 132, Acc. 141, Acc. 130, Acc. 116, Acc. 154 and Acc. 143, were planted along with two check cultivars, viz. Local and Kanva-2. The experiment was laid out in randomised block design with three replications. All the genotypes in each replication consisted of 98 plants, of which 60 plants were in the net plot and 38 plants were in the border to eliminate the border effect. Cuttings of 18-21 cm length with 4-5 buds were prepared from selected genotypes and they were planted along the ridges 60 cm apart from each other. Farmyard manure and fertilizers were applied according to the recommendation of Krishnaswami (1978) and irrigation schedule of once in 15 days was followed according to the recommendation of Mukherjee *et al.* (1971). Plants were allowed to establish properly for eight months. During each year, six harvests were taken following the leaf plucking method. The leaf harvest was taken for four years from 1983 onwards. The leaf yield was recorded using a 10 kg capacity Weighbird top pan balance. The entire experimental plot was pruned twice a year at a height of 30 cm from ground level during the months of June and November after leaf harvest.

The four-year leaf yield data were computed and analysed for analysis of variance. The seasonwise data of 1983-84 were analysed to observe the season $\times$ genotype interaction.

RESULTS

The data on the important economic characters are given in Table I. Acc. 142, Acc. 203 and Acc. 141 have a higher number of primary and secondary branches and leaves per metre length of the shoot when compared with other genotypes. The four-year yield data given in Table II indicate that, among the different accessions evaluated for leaf yield, Acc. 142, Acc. 203 and Acc. 141 gave statistically significant yield over check cultivars (Local and Kanva-2) and other genotypes during all the four years. The data presented in Table III depict the season $\times$ genotype interaction which is found to be highly significant. The leaf yield in the rainy and winter seasons is more, when compared to the summer season.

DISCUSSION

Acc. 142, Acc. 203 and Acc. 141 have got better genetic potentiality for leaf yield when compared with check cultivars and other genotypes from the gene bank. Acc. 142, Acc. 203 and Acc. 141 were found to have a higher number of primary and secondary branches per plant, long shoot, more leaves per metre length of the shoot and a higher 100 leaves weight and therefore they were able to yield more in the yield trial experiment than other genotypes and check cultivars. This confirms the earlier findings of Tojyo and Watanabe (1981) and Susheclamma *et al.* (1988) where, they found that the number of primary and secondary branches per plant, number of leaves per metre length of the shoot are important traits contributing to leaf yield under non-stress conditions.

It was observed that leaf yield in mulberry was not consistent in different seasons of the year, which is in confirmation with the findings of Das and Choudhury (1973). Genotype $\times$ season interaction was highly significant. During winter season, leaf yield was higher compared to rainy and summer seasons in all genotypes. The analysis of genotype $\times$ season interaction showed that maximum mean leaf yield was obtained during the winter season in all the genotypes. This observation confirms the findings of Kasiviswanathan and Sitarama Iyengar (1965) where, they observed maximum leaf yield during winter season in mulberry. Winter season leaf yield was followed by rainy and summer seasons. There was only a marginal decrease in leaf yield during the rainy season, but in summer, the leaf yield was on a drastic decline. This may be due to the higher temperature prevailing during the summer.

Table I. Important yield components contributing to leaf yield in isolated promising germplasm accessions along with check cultivars.

Tableau I. Composants importants du rendement en feuilles chez des clones prometteurs et chez des cultivars témoins.

Name of the accession	Average length of the shoot (cm)	Average number of primary branches per plant	Average number of secondary branches per plant	Average internodal length (cm)	Average number of leaves per metre length	Average weight of 100 leaves (g)	Average leaf moisture content (%)	Rate of sprouting (%)	Rate of rooting (%)
<i>Nom du clone</i>	<i>Longueur moyenne de la pousse (cm)</i>	<i>Nombre moyen de branches primaires par plant</i>	<i>Nombre moyen de branches secondaires par plant</i>	<i>Longueur internodale moyenne (cm)</i>	<i>Nombre moyen de feuilles par mètre</i>	<i>Poids moyen de 100 feuilles (g)</i>	<i>Contenu moyen en humidité (%)</i>	<i>Taux de bourgeonnement (%)</i>	<i>Taux de racinement (%)</i>
Acc. 116	157.00	18.00	4.00	4.00	23.00	480.00	78.70	85.00	80.00
Acc. 124	134.00	25.00	4.00	3.80	25.00	305.00	70.28	88.10	81.50
Acc. 130	124.00	30.00	10.00	3.75	26.00	218.00	64.70	75.80	90.00
Acc. 132	99.00	24.00	4.30	4.00	24.00	500.00	73.60	77.40	75.40
Acc. 139	122.00	28.00	6.00	4.60	21.00	313.00	69.60	89.10	90.20
Acc. 141	245.00	35.00	15.00	4.18	24.00	512.00	72.00	78.00	80.00
Acc. 142	224.00	39.00	17.00	3.50	28.00	520.00	72.90	84.00	89.00
Acc. 154	215.00	15.00	10.00	3.17	26.00	356.00	71.40	83.40	89.00
Acc. 203	276.40	34.00	15.00	3.68	26.00	580.00	78.56	84.20	94.20
Local	201.00	30.00	6.00	3.90	25.00	280.00	65.00	89.00	95.50
Kanva-2	208.40	25.00	3.00	4.30	23.00	345.00	69.00	75.00	77.30

Table II. Leaf yield of selected genotypes.

Tableau II. Rendement en feuilles des génotypes sélectionnés.

Name of the variety	Leaf yield in kg/ha/year				
	1983-84	1984-85	1985-86	1986-87	Mean
<i>Nom de la variété</i>	<i>Rendement en feuilles en kg/ha/an</i>				
	1983-84	1984-85	1985-86	1986-87	Mean
Acc. 116	27034	28203	29889	30422	28887
Acc. 124	26167	28119	29341	28443	28017
Acc. 130	24544	27021	30045	30067	27919
Acc. 132	29476	29775	27156	28802	28802
Acc. 139	22928	26156	22575	27542	26550
Acc. 141	28118	30020	30568	30495	29800
Acc. 142	33732	30275	34070	33952	33008
Acc. 154	23767	27142	28233	26381	26382
Acc. 203	29486	32195	32686	33589	31739
Local	2258	24407	26159	24714	24358
Kanva-2	24486	28404	28430	28356	27417
SE $\pm$ / <i>Ecart type</i> $\pm$	943.89	768.15	983.57	660.44	643.44
CD at 5 %	2789.14	2261.93	2902.52	1867.94	1853.76

Analysis of variance / *Analyse de variance* :

Source of variation	DF	SS	MS	VF	F
<i>Source de variation</i>	<i>DF</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>VF</i>	<i>F</i>
Years / <i>Années</i>	3	789.2813	263.0938	12.816	**
No. of genotypes <i>Nombre de génotypes</i>	10	2982.4688	298.2469	14.529	**
Error / <i>Ecart</i>	30	615.8438	20.5281		

** Significant at 1 % level / *Significatif au seuil de 1 %*.
(average of 4 years / *moyenne de 4 années*).

Table III. Seasonal leaf yield in 1983-84.

Tableau III. Rendement saisonnier en feuilles au cours de 1983-84.

Name of the variety	Leaf yield from experimental plot in kg		
	Summer	Rainy	Winter
<i>Nom de la variété</i>	<i>Rendement en feuilles (kg)</i>		
	<i>Eté</i>	<i>Saison des pluies</i>	<i>Hiver</i>
Acc. 116	26.800	28.075	40.500
Acc. 124	24.600	31.917	35.800
Acc. 130	18.900	31.233	36.485
Acc. 132	25.200	31.925	46.867
Acc. 139	19.000	35.475	36.417
Acc. 141	20.660	37.783	45.583
Acc. 142	31.300	41.208	46.500
Acc. 154	22.300	30.218	31.330
Acc. 203	21.300	38.850	39.050
Local	17.500	31.292	29.383
Kanva-2	22.700	30.700	32.967

Analysis of variance / Analyse de variance :

Source of variation	DF	F	SE $\pm$	CD at 5 %
<i>Source de variation</i>	<i>DF</i>	<i>F</i>	<i>Ecart type $\pm$</i>	<i>Intervalle de confiance à 5 %</i>
Variety / <i>Variété</i>	10	**	1.209	3.419
Season / <i>Saison</i>	2	**	0.6313	1.786
Variety $\times$ season	20	**		5.922
<i>Variété $\times$ saison</i>				
Error / <i>Ecart</i>	66			

** Significant at 1 % level / Significatif au seuil de 1 %.

CONCLUSION

The yield trial experiment using 9 mulberry germplasm accessions at Mysore district indicate that Acc. 142 has given the highest yield followed by Acc. 203. However, the leaf of Acc. 203 was found to be superior in quality to the other genotypes, which was confirmed by feeding silkworms. Therefore, it is recommended that Acc. 203 may be released to the farmers of tropical areas.

REFERENCES

- ABDULLAEV (1961) New selected variety of mulberry "Firrudintut". Doki. Acad. Nauki. Azerb. SSR, 17, 411-414.
- ABDULLAEV (1963) The new bush type mulberry "Kof-tuf". Rep. Acad. Sci. Azerb. SSR, 19, 69-74.
- ABDULLAEV (1964) The valuable new mulberry variety "Jaquib-tuf". Rep. Acad. Sci. Azerb. SSR, 20, 59-64.
- ABDULLAEV (1968) Varieties and hybrids of mulberry for central Fergana zone. Shelk I, 36, 5-7.
- CRAICIU E. (1968) Biological value of some mulberry varieties of Soviet origin. Sericulture, 4, 26-29.
- DAS B.C., CHOUDHURY P.C. (1973) Evolution of improved strains of mulberry - II. Assessment of leaf yield. Proc. XII International Silk Congress, Barcelona.
- KASIVISWANATHAN K., SITARAMA IYENGAR M.N. (1965) Preliminary observations on varietal cum irrigation response on different levels of N on seasonal and total yield of mulberry. Indian J. Seric., 4(4), 22-33.
- KASIVISWANATHAN K., KRISHNASWAMI S., CHOUDHURY P.C. (1979) Long-term studies on the variety, spacing and nitrogen fertilisation for improvement of yield potential in mulberry. Indian J. Seric., 23, 23-29.
- KRISHNASWAMI S. (1978) Mulberry cultivation in south India. Central Silk Board Publication, 1, 1-19.
- MUKHERJEE S.K., RAY D., PAIN A.K. (1972) Influence of different levels of irrigation on the leaf yield of bush mulberry raised under Bengal and Mysore systems of plantation. Indian J. Seric., 1(1), 33-36.
- SUSHEELAMMA B.N., JOLLY M.S., KSHAMA GIRIDHAR, DWIVEDI N.K., SURYANARAYANA N. (1988) Correlation and path analysis in mulberry under stress and non-stress conditions. Sericologia, 28(2), 239-243.
- TOJYO I., WATANABE Y. (1981) The agronomic characters of F₁ mulberry plants and their correlations in the process of individual selection. Technical Bul. of Sericult. Exp. Sta., 112, 1-44.

EXPLOITATION DE GENOTYPES DE MURIERS A POTENTIEL DE RENDEMENT PROMETTEUR

B.N. SUSHEELAMMA, J.S. KUMAR, A.K. SIKDAR, S.B. DANDIN, M.S. JOLLY &
K. SENGUPTA

Mulberry Breeding and Genetics Laboratory, Central Sericultural Research and Training Institute,
Manandavadi Road, Srirampura, Mysore - 570 008, Inde.

Après étude des composants importants du rendement chez 219 clones de banque génétique, 9 géotypes prometteurs ont été isolés et évalués en vue de déterminer la productivité de leur rendement en feuilles par rapport à des cultivars témoins pendant quatre ans. Les clones Acc. 142, Acc. 203 et Acc. 141 ont un meilleur potentiel génétique pour le rendement en feuilles que les cultivars témoins et les autres géotypes. Ces clones ont un plus grand nombre de ramifications primaires et secondaires par plant et plus de feuilles par mètre de pousse, ce qui les place devant les autres géotypes. L'interaction géotype $\times$ saison est fortement significative. Le rendement est plus élevé en hiver que pendant les autres saisons.

INTRODUCTION

Etant donné le développement de l'industrie séricicole et les récents progrès dans les connaissances techniques, il est devenu nécessaire d'isoler ou de sélectionner des variétés de mûrier ayant de meilleurs rendements en feuilles afin d'en faire bénéficier les sériciculteurs. A cette fin, on a évalué les variétés de la banque génétique du Central Sericultural Research and Training Institute (Mysore) qui comprend des cultures de lignées d'introductions exotiques et de variétés indigènes. La collection de la banque génétique constitue une source riche en géotypes divers et, de ce fait, un matériel idéal pour l'évaluation et l'isolement de variétés ayant un bon potentiel de rendement en feuilles. Des études sur la performance variétale ont montré que Kanva 2 est une variété à haut rendement en zone irriguée (Kasiviswanathan et coll., 1979). On s'est intéressé à la longueur moyenne de la pousse, le nombre de ramifications principales et latérales par plant et le poids des feuilles, car ces caractères étaient considérés comme des facteurs importants du rendement en feuilles chez le mûrier (Tojyo et Watanabe, 1981). Abdullaev (1961, 1963, 1964 et 1968) et Craiciu (1968) ont sélectionné un certain nombre de variétés adaptées aux climats tempérés, alors que, dans les pays tropicaux, peu de variétés se prêtent à l'exploitation sur le terrain. Cette étude a donc été entreprise afin d'évaluer les composants importants et la potentialité du rendement dans les matériels de la collection génétique. Le rendement en feuilles varie d'une saison à l'autre dans une même année. Ceci est dû à l'importante variation des facteurs extérieurs rencontrée par le mûrier au cours de sa croissance (Das et Choudhury, 1973). On a donc étudié l'interaction saison $\times$ géotype.

MATERIELS ET METHODES

Afin d'exploiter la productivité en feuilles des variétés de la banque génétique, les 219 clones ont été évalués en fonction des caractères économiques importants tels que le nombre de ramifications primaires et secondaires par plant, la distance internodale, le nombre de feuilles par mètre de pousse, le poids de 100 feuilles, le contenu en humidité des feuilles et les taux de bourgeonnement et de racinement, facteurs de la reproduction végétative (Tableau I). On a également relevé le rendement

en feuilles des descendants de ces plants en étudiant des rangées de neuf plants. On a isolé les génotypes pour lesquels 3 ou 4 composants du rendement ainsi que le rendement en feuilles se sont révélés supérieurs. Les génotypes isolés ont été soumis au test du rendement sur le terrain de 1982 à 1987 au Central Sericultural Research and Training Institute (Mysore) en même temps que deux cultivars témoins, Local et Kanva 2.

Avant la plantation, le terrain a été préparé soigneusement, labouré avec un tracteur et désherbé. Du fumier a été appliqué à raison de 20 tonnes/ha/an et le terrain a été à nouveau labouré pour mélanger le fumier avec la terre. Neuf clones, à savoir : Acc. 203, Acc. 142, Acc. 124, Acc. 132, Acc. 141, Acc. 130, Acc. 116, Acc. 154 et Acc. 143, ont été plantés en même temps que deux cultivars témoins, Local et Kanva 2. L'expérience est conduite selon le modèle des blocs aléatoires avec trois réplicats. Tous les génotypes de chaque réplicat comportent 98 plants, 60 de ces plants sont placés dans la parcelle proprement dite et 38 plants sont placés en lisière pour éliminer l'effet de bordure. Des boutures de 18 à 21 cm de long comportant 4 à 5 bourgeons sont préparées à partir des génotypes sélectionnés et plantées dans les rangées à intervalles de 60 cm. Le fumier et les engrais sont appliqués suivant les recommandations de Krishnaswami (1978) et les parcelles sont irriguées tous les 15 jours selon les recommandations de Mukherjee et coll. (1971). Aucun relevé n'est fait pendant les huit premiers mois pour permettre l'implantation des plants. Les feuilles sont ramassées à la main six fois par an. La récolte des feuilles a été effectuée pendant quatre années consécutives à partir de 1983. Le rendement en feuilles a été enregistré à l'aide d'une balance Weighbird à un plateau d'une capacité de 10 kg. La parcelle expérimentale a été taillée deux fois par an à 30 cm du sol en juin et novembre après la récolte.

Les données concernant le rendement en feuilles pour les quatre ans sont calculées afin d'établir l'analyse de variance. Les données saisonnières de 1983-84 sont analysées afin d'observer l'interaction saison $\times$ génotype.

RESULTATS

Les données sur les caractères économiques importants sont présentées dans le tableau I. Les clones Acc. 142, Acc. 203 et Acc. 141 ont un plus grand nombre de ramifications primaires et secondaires et davantage de feuilles par mètre de pousse que les autres génotypes. Les données sur le rendement en feuilles pour les quatre années présentées dans le tableau II indiquent que, parmi les différents clones étudiés, les clones Acc. 142, Acc. 203 et Acc. 141 ont des rendements statistiquement plus élevés que les cultivars témoins (Local et Kanva 2) et que les autres génotypes pour les quatre années. Les données présentées dans le tableau III décrivent l'interaction saison $\times$ génotype qui se révèle fortement significative. Le rendement en feuilles pendant la saison pluvieuse et en hiver est plus élevé qu'en été.

DISCUSSION

Les clones Acc. 142, Acc. 203 et Acc. 141 ont un meilleur potentiel génétique pour le rendement en feuilles que les cultivars témoins et les autres génotypes de la banque génétique. On remarque que ces clones ont un plus grand nombre de ramifications primaires et secondaires par plant, des pousses plus longues, davantage de feuilles par mètre de pousse et un poids plus élevé pour 100 feuilles et peuvent donc donner un meilleur rendement en feuilles que les autres génotypes et les autres cultivars. Ceci confirme les résultats de Tojyo et Watanabe (1981) et Susheelamma et coll. (1988) qui ont observé que le nombre de ramifications primaires et secondaires par plant et le nombre de feuilles par mètre de pousse constituaient des facteurs importants du rendement en feuilles dans des conditions normales.

On a également observé que le rendement en feuilles chez le mûrier n'était pas constant d'une saison à l'autre au cours d'une même année, ce qui est en accord avec les résultats de Das et Choudhury (1973). L'interaction génotype $\times$ saison est fortement significative. En hiver, le rendement en feuilles est meilleur que pendant la saison pluvieuse et qu'en été, quel que soit le génotype. L'analyse de l'interaction génotype $\times$ saison montre que le rendement en feuilles moyen est maximal en hiver quel

que soit le génotype. Cette observation confirme les résultats de Kasiviswanathan et Sitarama Iyengar (1965) qui ont noté un rendement maximal en feuilles chez le mûrier en hiver. Pendant la saison pluvieuse et l'été on obtient des taux inférieurs, bien que la diminution du rendement en feuilles soit faible à la saison pluvieuse, en été cette diminution s'accroît. Ceci pourrait être due à la forte température régnant en cette saison.

CONCLUSION

Cette expérience sur le terrain du rendement en feuilles chez neuf clones de la banque génétique du district de Mysore indique que le clone Acc. 142 donne le rendement le plus élevé suivi du clone Acc. 203 (S135). Cependant, la feuille du clone Acc. 203 est de qualité supérieure par rapport aux autres génotypes, ainsi que l'a prouvé le test biologique. On peut donc recommander la distribution du clone Acc. 203 aux fermiers des zones tropicales.

PHYSIOLOGICAL EFFECTS OF STOMATAL CHARACTERS IN MULBERRY AT THREE PLOIDY LEVELS

T. MOGILI, B.N. SUSHEELAMMA, K. SENGUPTA, M.N. PADMA, J.S. KUMAR &
N. SURYANARAYANA

Mulberry Breeding and Genetics Section, Central Sericultural Research and Training Institute,
Mysore - 570 008, India.

*A high yielding mulberry cultivar, Kanva 2, of **Morus alba** has been used in the present study after evolution of triploids and tetraploids. The comparison of different parameters such as stomatal dimensions, number of chloroplasts per stomata, stomatal resistance and chlorophyll content revealed that they are higher in triploids and tetraploids than in diploids. But stomatal frequency and transpiration rates decreased with increase in ploidy level.*

Keywords : Stomatal frequency, stomatal resistance, transpiration, chlorophyll content, ploidy.

INTRODUCTION

Stomatal resistance, transpiration rate and photosynthesis are possibly influenced by the stomatal frequency. Miskin *et al.* (1970, 1972) have shown that the rate of photorespiration and photosynthesis in barley has been affected by the lower frequency of stomata. In general, important differences that exist between diploid, triploid and tetraploid forms are in anatomical structure (Tutaiug and Tagiffeva, 1968 ; Shirieva and Velieve, 1981 ; Dwivedi *et al.*, 1989), chlorophyll content (Larsen, 1943 ; Cukrova and Averatovscukova, 1968 ; Tan and Dunn, 1975) and other characters of assimilatory tissue such as the number of chloroplasts in guard cells (Sikdar *et al.*, 1986 , Dwivedi *et al.*, 1989). The present investigation deals with the characters of stomata and their physiological effects at different ploidy levels of *Morus alba* cultivar Kanva 2.

MATERIAL AND METHODS

A high yielding mulberry cultivar Kanva 2 (*Morus alba* L.), which is a female and diploid has been utilized for the evolution of tetraploids and triploids. Tetraploids were obtained by treating the monoecious diploid mutant of Kanva 2 with colchicine. Triploids were evolved in Kanva 2 by diploidizing female gamete cells with 0.2, 0.3 and 0.4 % colchicine, treated for 8 hours for three consecutive days and by crossing them with monoecious diploid mutant pollen. Three-month-old saplings/seedlings of three ploidy levels were transplanted in the field with 2' × 2' spacing. The fully grown plants were used for the investigation. Prior to the investigation their identity was established to the levels of ploidy from chromosome preparations.

For stomatal study, fully expanded leaves with high turgidity were chosen and the adaxial epidermal layer (stomata restricted to the lower epidermis) was peeled off and mounted on a glass slide in a drop of water. The number of chloroplasts per stomata was assessed by staining the lower epidermal strips of leaves with 2 % I + KI solution. The stomatal resistance and transpiration rates were determined by using steady state porometer, model LI-1600 (LICOR, USA). The chlorophyll content was estimated by the method of Machlachlan and Zalik (1963).

RESULTS AND DISCUSSION

The stomatal frequency, stomatal dimensions, number of chloroplasts per stoma, stomatal resistance and transpiration rates along with chlorophyll content have been given in Table I. The frequency of stomata per unit area in diploids is more as compared to triploids and tetraploids and is similar to the findings of Lea *et al.* (1977). They observed that the number of stomata was higher in diploids than in triploids and tetraploids and they also observed that the number of stomata decreases as the number of chromosome sets increases. The transpiration rates at different ploidy levels were closely associated with the frequency of stomata.

The comparison of other parameters such as stomatal dimensions, diffusive resistance of stomata and number of chloroplasts in the guard cells in cultivar Kanva 2 revealed that they are considerably higher in triploids and tetraploids than in diploids. A similar trend has been reported in barley by Miskin *et al.* (1972) and in *Bromus inermis* by Lea *et al.* (1977) who observed that the number of chloroplasts in the guard cells and stomatal resistance increased with the increase in ploidy level.

Table I. Stomatal characteristics, diffusive resistance, transpiration rate and chlorophyll content in *Morus alba* cultivar Kanva 2 at three ploidy levels.

Tableau I. Caractéristiques stomatiques, résistance diffuse, taux de transpiration et contenu en chlorophylle chez *Morus alba* cultivar Kanva 2 à trois degrés de ploïdie.

Parameters <i>Paramètres</i>	Nature of ploidy / Type de ploïdie			
	Diploids		Triploids	Tetraploids
	Female <i>Diploïdes</i>	Male	<i>Triploïdes</i>	<i>Tétraploïdes</i>
	<i>Femelle</i>	<i>Mâle</i>		
Frequency of stomata (mm^{-2}) <i>Fréquence des stomates (mm^{-2})</i>	94.8 $\pm$ 3.62	93.2 $\pm$ 2.96	78.6 $\pm$ 3.42	61.4 $\pm$ 3.14
Stomatal dimensions / <i>Dimension des stomates</i> (μm) :				
a) Length / <i>Longueur</i>	14.2 $\pm$ 1.05	12.6 $\pm$ 0.88	16.4 $\pm$ 0.63	18.7 $\pm$ 0.81
b) Width / <i>Largeur</i>	12.8 $\pm$ 0.72	11.7 $\pm$ 1.04	14.7 $\pm$ 0.62	16.2 $\pm$ 0.71
Number of chloroplasts per guard cell <i>Nombre de chloroplastes par cellule stomatique</i>	10.2 $\pm$ 0.94	15.2 $\pm$ 0.75	18.3 $\pm$ 1.10	19.3 $\pm$ 0.90
Stomatal resistance (s cm^{-1}) <i>Résistance stomatique (s cm^{-1})</i>	1.233 $\pm$ 0.07	1.37 $\pm$ 0.044	1.805 $\pm$ 0.77	2.286 $\pm$ 0.12
Transpiration rate ($\mu\text{g cm}^{-2} \text{s}^{-1}$) <i>Taux de transpiration ($\mu\text{g cm}^{-2} \text{s}^{-1}$)</i>	18.499 $\pm$ 0.39	15.67 $\pm$ 0.71	13.118 $\pm$ 0.98	10.91 $\pm$ 0.77
Chlorophyll content (mg/g fresh wt.) <i>Contenu en chlorophylle (mg/g de poids frais)</i>	1.962 $\pm$ 0.04	2.057 $\pm$ 0.095	2.244 $\pm$ 0.186	2.438 $\pm$ 0.224

The differences in stomatal characters at three ploidy level points out that the variation in stomatal frequency, length and width arise due to ploidy differences. Lea *et al.* (1977) have reported that low stomatal frequency was also found to be associated with increase in ploidy. Miskin *et al.* (1970) have observed that the stomatal resistance is closely related to the frequency, dimension and aperture of stomata. Kulakarni and Hegde (1983) have further added that there is a relationship between stomatal resistance and stomatal frequency at different ploidies. It appears that the same is applicable to *Morus alba* at different ploidy levels.

The frequency of stomata is higher in diploids than tetraploids. Nevertheless, the stomatal size is larger in triploids and tetraploids. The larger size of stomata in ploidies might have effected the accommodation of a larger number of chloroplasts in the guard cells.

The chlorophyll contents of cultivar Kanva 2 depicted in Table I clearly indicate that the tetraploids and triploids have a higher chlorophyll content than diploids. These observations are in conformity with the findings of Frydrych (1965) and Kulakarni and Hegde (1983) who observed that the chlorophyll level increases with ploidy. Cukrova and Averatovscukova (1968) have shown in the case of *Datura stramonium* that at various levels of ploidy the chlorophyll content increases with the increase in the level of ploidy but noticed a decrease in photosynthetic activity with the increase in ploidy. In the present studies, triploids and tetraploids have higher chlorophyll contents and it may be probable that they are photosynthetically more efficient although it is to be confirmed by further studies *in vivo*.

REFERENCES

- CUKROVA V., AVRATSVSCUKOVA N. (1968) Photosynthetic activity, chlorophyll content and stomatal characteristics in diploid and tetraploid types of *Datura stramonium* L. *Photosynthetica*, 2, 227-237.
- DWIVEDI N.K., SURYANARAYANA N., SIKDAR A.K., SUSHEELAMMA B.N., JOLLY M.S. (1989) Cytomorphological studies in triploid mulberry evolved by diploidisation of female gamete cells. *Cytologia*, 54, 13-19.
- FRYDRYCH J. (1965) The study of photosynthetic assimilation of diploid and autotetraploid *Raphanus sativus*. *Genet. siecht.*, 27, 25-30.
- KULAKARNI T.G., HEGDE B.A. (1983) Stomatal characteristics and photosynthetic carbon assimilation in polyploid complex of *Solanum nigrum* L. *Geobios*, 10, 17-20.
- LARSEN P. (1943) The pigment content of polyploid plants. *Hereditas*, 29, 255-268.
- LEA H.Z., DUNN G.M., KOCH D.W. (1977) Stomatal diffusion resistance in three ploidy levels of smooth Brome grass. *Crop Sci.*, 17, 91-93.
- MACLACHLAN S., ZALIK S. (1963) Plastid structure, chlorophyll concentration and free amino acid composition of a chlorophyll mutant of Barley. *Can. J. Bot.*, 41, 1053.
- MISKIN K.E., RASMUSSEN D.C. (1970) Frequency and distribution of stomata in Barley. *Crop Sci.*, 10, 575-578.
- MISKIN K.E., RASMUSSEN D.C., MOSS D.W. (1972) Inheritance and physiological effects of stomatal frequency in Barley. *Crop Sci.*, 17, 780-783.
- SHIRIEVA L.A., VELIEVE T.Z. (1981) Morphological and anatomical structure of the leaf in the new form of mulberry Kol-2 and Kol-3. *Murusalar Az. SSR. Emlar. Akad.*, 37, 77-80.
- SIKDAR A.K., DWIVEDI N.K., DANDIN S.B., KUMAR R., GIRIDHAR K. (1986) Stomatal chloroplast count technique as a tool to ascertain different ploidy levels in mulberry. *Indian J. Seric.*, 25, 88-90.
- TAN G.Y., DUNN G.M. (1975) Genetic variation in stomatal length and frequency and other characteristics in *Bromus inermis*. *Leyss. Crop Sci.*, 16, 550-553.
- TUTAIUG V.H., TAGIFFEVA. (1968) Anatomical investigations of leaves in tetraploid forms of mulberry obtained from the Zarif variety. *Azerb. SSR. Elmar. Acad. Herbarlasi Biol. Elmalar. Ser.*, 3, 12-18.

EFFETS PHYSIOLOGIQUES DES CARACTERES DES STOMATES CHEZ LE MURIER POUR TROIS DEGRES DE PLOIDIE

T. MOGILI, B.N. SUSHEELAMMA, K. SENGUPTA, M.N. PADMA, J.S. KUMAR & N. SURYANARAYANA

Mulberry Breeding and Genetics Section, Central Sericultural Research and Training Institute, Mysore - 570 008, Inde.

*On a utilisé une variété performante (le cultivar Kanva 2) de **Morus alba** après sélection des triploïdes et des tétraploïdes. La comparaison de différents paramètres, tels que la taille des stomates, le nombre de chloroplastes par stomate, la résistance des stomates et le contenu en chlorophylle, révèle que ceux-ci sont plus élevés chez les triploïdes et les tétraploïdes que chez les diploïdes. Cependant, la fréquence des stomates et les taux de transpiration diminuent à mesure que le degré de ploïdie augmente.*

INTRODUCTION

Il est possible que la résistance des stomates, le taux de transpiration et la photosynthèse soient influencés par la fréquence des stomates. Miskin et coll. (1970, 1972) ont montré que la diminution de la fréquence stomatique affectait le taux de photorespiration et de photosynthèse chez l'orge. En général, les différences majeures existant entre les formes diploïde, triploïde et tétraploïde se situent au niveau de la structure anatomique (Tutaiug et Tagiffeva, 1968 ; Shirieva et Velieve, 1981 ; Dwivedi et coll., 1989), du contenu en chlorophylle (Larsen, 1943 ; Cukrova et Averatovscukova, 1968 ; Tan et Dunn, 1975) et d'autres caractères du tissu assimilatif comme le nombre de chloroplastes dans les cellules stomatiques (Sikdar et coll., 1986, Dwivedi et coll., 1989). Cette étude porte sur les caractères des stomates et leurs effets physiologiques chez le cultivar Kanva 2 de *Morus alba* à différents degrés de ploïdie.

MATERIELS ET METHODES

Le cultivar à haut rendement Kanva 2 (*Morus alba* L.), qui est femelle diploïde, a été utilisé pour sélectionner des tétraploïdes et des diploïdes. Les tétraploïdes sont obtenus par traitement du mutant diploïde monoïque de Kanva 2 à la colchicine. Les triploïdes sont sélectionnés sur Kanva 2 par diploïdisation des gamètes femelles avec de la colchicine à 0,2, 0,3 et 0,4 % traitées pendant 8 heures sur trois jours consécutifs et par croisement avec du pollen de mutant diploïde monoïque. Des arbustes ou des plantules âgés de 3 mois à différents degrés de ploïdie sont transférés dans la mûraie et plantés à espacement de 2' x 2'. L'expérience est réalisée sur les plants en plein croissance. On a établi au préalable leur degré de ploïdie par des préparations chromosomiques.

Pour ce qui concerne l'étude stomatique, on a choisi des feuilles complètement déployées et ayant une turgescence élevée. La couche épidermique adaxiale (les stomates confinées à l'épiderme inférieur) est détachée et montée sur une lame de verre contenant une goutte d'eau. Le nombre de chloroplastes par stomate est évalué par coloration des bandes d'épiderme inférieur des feuilles avec une solution I + KI à 2 %. La résistance stomatique et les taux de transpiration sont déterminés à l'aide

d'un poromètre à état stable, modèle LI-1600 (Licor, USA). Le contenu en chlorophylle est estimé d'après la méthode de Machlachlan et Zalik (1963).

RESULTATS ET DISCUSSION

La fréquence stomatique, la taille des stomates, le nombre de chloroplastes par stomate, la résistance stomatique et les taux de transpiration ainsi que le contenu en chlorophylle sont donnés dans le tableau I. La fréquence des stomates par unité de surface observée chez les diploïdes est plus élevée que chez les triploïdes et les tétraploïdes et est similaire à celle observée par Lea et coll. (1977). Ces derniers ont remarqué que le nombre de stomates chez les diploïdes est plus élevé que chez les triploïdes et les tétraploïdes et que le nombre de stomates diminue quand le nombre de chromosomes augmente. Les taux de transpiration à différents degrés de ploïdie sont étroitement liés à la fréquence des stomates.

La comparaison de certains autres paramètres, comme la taille des stomates, la résistance diffuse des stomates et le nombre de chloroplastes dans les cellules stomatiques, chez le cultivar Kanva 2, fait apparaître que ceux-ci sont nettement plus élevés chez les triploïdes et les tétraploïdes que chez les diploïdes. Cette tendance a également été observée chez l'orge par Miskin et coll. (1972) et chez *Bromus inermis* par Lea et coll. qui ont noté que le nombre de chloroplastes dans les cellules stomatiques et la résistance stomatique augmentait en même temps que le degré de ploïdie.

Les différences des caractères stomatiques en fonction des trois degrés de ploïdie font ressortir que la variation de la fréquence des stomates, de leur longueur et de leur largeur est due à des différences de ploïdie. Lea et coll. (1977) ont observé un lien entre la fréquence stomatique faible et l'augmentation de la ploïdie. Miskin et coll. (1970) ont observé que la résistance des stomates est étroitement liée à la fréquence, la taille et l'ouverture des stomates. Kulakarni et Hedge (1983) ont également suggéré qu'il y avait une relation entre la résistance stomatique et la fréquence stomatique à différents degrés de ploïdie. Il semble que ceci s'applique également à *Morus alba* pour les différents degrés de ploïdie.

La fréquence des stomates est plus élevée chez les diploïdes que chez les tétraploïdes. Néanmoins, les stomates sont plus grands chez les triploïdes et chez les tétraploïdes ; ceci peut sans doute entraîner la présence d'un plus grand nombre de chloroplastes dans les cellules stomatiques.

Les contenus en chlorophylle du cultivar Kanva 2 présentés dans le tableau I montrent clairement que les tétraploïdes et les triploïdes ont un contenu plus élevé en chlorophylle que les diploïdes. Ces observations confirment les résultats de Frydrych (1965) et Kulakarni et Hedge (1983) qui ont observé que le contenu en chlorophylle augmente en même temps que le degré de ploïdie. Cukrova et Averatovscukova (1968) ont montré que l'augmentation du degré de ploïdie s'accompagnait d'une augmentation du contenu en chlorophylle mais d'une diminution de l'activité photosynthétique chez *Datura stramonium*. Dans cette étude, les triploïdes et les tétraploïdes ont des contenus plus élevés en chlorophylle. Il est également probable qu'ils soient plus efficaces au niveau de la photosynthèse ; ceci devra néanmoins être confirmé par des études approfondies *in vivo*.

EFFECT OF TUKRA DISEASE ON THE NUTRITIONAL COMPOSITION OF MULBERRY (*MORUS ALBA* L.)

P.C. BOSE, S.K. MAJUMDER & K. SENGUPTA

Section of Soil Science and Chemistry, Central Sericultural Research and Training Institute,
Manandavadi Road, Srirampura, Mysore - 570 008, India.

A comparison of the nutritional composition of the healthy and tukra infected leaves of six Morus alba varieties reveals that there is a statistically significant reduction in non-reducing sugars, total sugars, total soluble starch, water soluble proteins and crude protein content in tukra infected leaves compared to the healthy leaves in all the varieties and, simultaneously, there is a statistically significant increase in the moisture, total minerals, crude fibre and total free amino acids content in tukra infected leaves compared to the healthy leaves in all the varieties.

Keywords : K₂, S₃₀, S₃₆, S₄₁, S₅₄, mulberry, moisture, proteins, starch, reducing sugars, non-reducing sugars, amino acids, carbohydrates, tukra, crude fibre, total minerals.

INTRODUCTION

The mealy bug (*Maconellicoccus hirsutus* Green) belonging to the order of Homoptera of the class Insecta causes "tukra disease" of mulberry which shows curling of leaves at the growing point and the plant is dwarfed owing to the arrested growth of the plant. The mealy bug, in addition to affecting the plant growth, transmits viral diseases, a fact which is well established in other crops but in mulberry it is not yet confirmed. Mukherji (1899) first reported that "Tukra" in mulberry is caused by a minute insect. Subsequently, Misra (1919), Roy and Paul (1941) and Raichoudhury (1958) observed that the mealy bug, *Phenacoccus hirsutus* Green, was associated with tukra affected portions of mulberry plants.

Tukra disease causes considerable damage to mulberry crop during the pre-monsoon and summer seasons. But, unlike other diseases of mulberry, such as leaf rust and powdery mildew, negligible work has been done on the nutritional potential of the tukra affected mulberry leaves.

Kumar *et al.* (1989) showed that feeding tukra affected leaves of K₂ variety to the silkworm, *Bombyx mori* L., caused a highly significant decline in commercial characters like larval weight, effective rate of rearing, cocoon weight, shell weight and silk ratio percentage as compared to the results obtained on the above parameters by rearing the silkworm on healthy mulberry leaves. On the other hand, Thangamani and Vivekanandan (1983), Chinya (1987), Shree *et al.* (1989) and Umesh Kumar *et al.* (1989) have studied a few biochemical parameters of tukra infected leaves in one/two mulberry variety/varieties. Moreover, their results were not always in conformity with each other and they had not considered several parameters which play a significant role in the determination of the quality of mulberry leaves and ultimately the yield and quality of silk.

Therefore, it was thought worthwhile to undertake an elaborate study to make a comparative biochemical evaluation of tukra infected mulberry leaves with those of healthy leaves to find out the effect of tukra on the nutritive quality of six popular mulberry varieties.

MATERIALS AND METHODS

Two-month-old leaves of high yielding varieties of mulberry, viz. K2, S30, S36, S41, S54, along with local were collected from the demonstration plots of Central Sericultural Research and Training Institute, Mysore, measuring 3 m × 3 m with 0.60 m × 0.60 m in spacing.

Leaf samples were dried at 60 °C, powdered, sieved and used for the estimation of total minerals, crude fibre, reducing sugars, non-reducing sugars, starch, total carbohydrates, water soluble proteins, crude protein and total free amino acid contents on a dry weight basis except moisture content which was estimated on a fresh weight basis, adopting the standard chemical analytical methods of AOAC (1984) for total minerals, crude fibre and moisture, Lowry's (1951) method for water soluble proteins, microkjeldahl method (Jackson, 1962) for crude protein. Reducing sugars, non-reducing sugars, starch, carbohydrates and total free amino acids were determined by the methods of Plummer (1971).

RESULTS AND DISCUSSION

The results of the biochemical analysis of healthy and tukra infected leaves of the six mulberry varieties are presented in Tables I and II. The results reveal that there is a statistically significant increase in the moisture, total minerals, crude fibre and total free amino acids contents of tukra infected leaves compared to the healthy leaves in all the six mulberry varieties and, on the other hand, there is a statistically significant reduction in non-reducing sugars, total sugars, starch, water soluble proteins and crude protein contents in tukra affected leaves compared to the healthy leaves in all the six varieties.

A maximum increase in the moisture, crude fibre and total free amino acids was observed in the local variety (5.78 %, 172.88 % and 18.18 %, respectively) and a minimum increase was observed in S30, S54 and S54 varieties (0.14 %, 15.19 % and 2.27 %, respectively). In the case of total minerals and reducing sugars, the maximum increase was observed in S36 and S54 varieties (22.22 % and 18.64 %, respectively) and the minimum increase was observed in local and S41 varieties (1.02 % and 4.84 %, respectively). This increase of moisture, total minerals, crude fibre, reducing sugars and total free amino acids contents in the tukra infected mulberry leaves may be attributed to a diversion of the above-mentioned constituents to the site of infection by stimulus activity (Sadasivan and Subramanian, 1960) and/or these constituents are synthesised at a faster rate at the site of infection and are more stable (Shaw, 1963).

On the other hand, the maximum loss in non-reducing sugars, total sugars and total carbohydrates was observed in S54 variety (15.31 %, 11.43 % and 9.47 %, respectively) and the minimum was in S41 variety (2.73 %, 1.64 % and 4.44 %, respectively). In the case of starch, water soluble proteins and crude protein, the maximum reduction was observed in local, S54 and S30 varieties (10.31 %, 18.03 % and 16.12 %, respectively) whereas the minimum reduction was recorded in S36, S30 and S54 varieties (4.00 %, 4.78 % and 0.91 %, respectively). This loss of non-reducing sugars, total sugars, starch, total carbohydrates, water soluble proteins and crude protein in the tukra infected mulberry leaves may be attributed to the disruption of the leaf tissue due to the growth of pathogen/insect (Subramanian and Saraswathi Devi, 1959) and/or the constituents are degraded or utilized by the pathogen/insect at a faster rate (Samborski *et al.*, 1958). The reduction in total soluble sugars may be due to the activity of invertase (Mitchell, 1982). The decrease in the amount of starch is obviously due to the decreased rate of net photosynthesis (Ahmad *et al.*, 1987). The reduction of total soluble proteins in diseased leaves may be attributed to their breakdown by the proteolytic enzymes secreted by the pathogen (Agarwal *et al.*, 1982).

During the study, Thangamani and Vivekanandan (1983) obtained beneficial effects of tukra infected mulberry leaves on the silkworm. However, in the present studies, adverse effects were noted by feeding tukra infected leaves. The two references quoted also support the present investigation.

On the basis of the above findings, it can be concluded that all the six mulberry varieties under study are susceptible to tukra disease. Moreover, the tukra disease reduces the non-reducing sugars, total sugars, starch, total carbohydrates, water soluble proteins and crude protein contents of mulberry leaves and makes them less nutritive for silkworm feeding, which has already been established (Kumar *et al.*, 1989).

Table I. Changes in the nutritional composition of tukra infected leaves of different mulberry (*Morus alba* L.) varieties.

Tableau I. Variations de la composition nutritionnelle des feuilles de mûrier atteintes de tukra chez différentes variétés de mûrier (*Morus alba* L.).

Varlettes	Moisture (%)		Total minerals (%)		Crude fibre (%)		Reducing sugars (%)		Non-reducing sugars (%)		Total soluble sugars (%)	
	Healthy leaf	Tukra infected leaf	Healthy leaf	Tukra infected leaf	Healthy leaf	Tukra infected leaf	Healthy leaf	Tukra infected leaf	Healthy leaf	Tukra infected leaf	Healthy leaf	Tukra infected leaf
Variétés	Humidité (%)		Minéraux totaux (%)		Fibres brutes (%)		Sucres réducteurs (%)		Sucres non réducteurs (%)		Sucres solubles totaux (%)	
	Feuille saine	Feuille infestée de tukra	Feuille saine	Feuille infestée de tukra	Feuille saine	Feuille infestée de tukra	Feuille saine	Feuille infestée de tukra	Feuille saine	Feuille infestée de tukra	Feuille saine	Feuille infestée de tukra
Local	70.10 (56.852)	74.15 (59.441)	12.74	12.87	5.90	16.10	1.45	1.56	9.15	8.15	10.60	9.71
K ₂	72.14 (58.141)	73.40 (58.952)	9.00	10.00	8.50	11.40	1.70	1.81	10.80	10.15	12.50	11.96
S ₃₀	72.43 (58.328)	72.53 (58.391)	9.00	10.00	10.40	19.50	1.67	1.81	10.15	9.15	11.82	10.96
S ₃₆	72.28 (58.234)	73.92 (59.290)	9.00	11.00	9.10	20.80	1.56	1.65	9.75	8.90	11.31	10.55
S ₄₁	71.37 (57.652)	73.08 (58.745)	8.91	10.00	9.70	14.50	1.86	1.95	11.00	10.70	12.86	12.65
S ₅₄	73.71 (59.154)	75.49 (60.325)	12.00	13.00	15.80	18.20	1.18	1.40	9.15	7.75	10.33	9.15
F	**		**		**		NS		**		*	
SE / Ecart type	± 0.1947		± 0.1114		0.1051		-		± 0.0874		± 0.1234	
CD at 5 %	0.5684		0.3254		0.3068		-		0.2551		0.3602	

Continued / Suite page suivante

Table I. Continued / *Tableau I. Suite.*

Varieties	Total soluble starch (%)		Total carbohydrates (%)		Water soluble proteins (%)		Crude protein (%)		Total free amino acids ($\mu\text{g}/100\text{ mg}$)	
	Healthy leaf	Tukra infected leaf	Healthy leaf	Tukra infected leaf	Healthy leaf	Tukra infected leaf	Healthy leaf	Tukra infected leaf	Healthy leaf	Tukra infected leaf
Variétés	Amidon soluble total (%)		Hydrates de carbone totaux (%)		Protéines solubles dans l'eau (%)		Protéines brutes (%)		Acides aminés libres totaux ($\mu\text{g}/100\text{ mg}$)	
	Feuille saine	Feuille infestée de tukra	Feuille saine	Feuille infestée de tukra	Feuille saine	Feuille infestée de tukra	Feuille saine	Feuille infestée de tukra	Feuille saine	Feuille infestée de tukra
Local	8.25	7.40	18.85	17.11	8.28	7.32	28.91	26.49	66.00	78.00
K2	10.50	9.55	23.00	21.51	7.96	7.32	27.89	25.86	67.50	76.50
S30	8.90	8.50	20.72	19.46	9.20	8.76	29.53	24.77	62.30	71.30
S36	10.00	9.60	21.31	20.15	9.88	8.76	28.91	27.03	60.00	66.00
S41	14.40	13.40	27.26	26.05	9.88	8.32	27.81	24.14	67.50	71.25
S54	10.60	9.80	20.93	18.95	9.76	8.00	26.18	25.94	66.00	67.50
F	**		NS		**		**		****	
SE / <i>Ecart type</i>	± 0.0752		-		± 0.0889		± 0.0794		± 0.1450	
CD at 5 %	0.2196		-		0.2596		0.2320		0.4232	

** Significant at 1 % level / *Significatif au seuil de 1 %.** Significant at 5 % level / *Significatif au seuil de 5 %.*NS : Non significant / *Non significatif.*Each value is the mean of three observations / *Chaque valeur correspond à la moyenne de trois observations.*Values in parentheses represent the angular transformed values / *Les valeurs entre parenthèses représentent les transformées angulaires.*

Table II. Per cent deviation over the control in the nutritional composition of tukra infected leaves of different mulberry (*Morus alba* L.) varieties.

Tableau II. Ecart de la composition nutritionnelle (en %) des feuilles atteintes de tukra par rapport au témoin chez différentes variétés de mûrier (*Morus alba* L.).

Different parameters <i>Différents paramètres</i>	Local	K ₂	S ₃₀	S ₃₆	S ₄₁	S ₅₄
	<i>Local</i>	<i>K₂</i>	<i>S₃₀</i>	<i>S₃₆</i>	<i>S₄₁</i>	<i>S₅₄</i>
Moisture <i>Humidité</i>	+ 5.78	+ 1.75	+ 0.14	+ 2.27	+ 2.40	+ 2.41
Total minerals <i>Minéraux totaux</i>	+ 1.02	+ 11.11	+ 11.11	+ 22.22	+ 12.23	+ 8.33
Crude fibre <i>Fibres brutes</i>	+ 172.88	+ 34.12	+ 87.50	+ 128.57	+ 49.48	+ 15.19
Reducing sugars <i>Sucres réducteurs</i>	+ 7.59	+ 6.47	+ 8.38	+ 5.77	+ 4.84	+ 18.64
Non-reducing sugars <i>Sucres non réducteurs</i>	- 10.93	- 6.02	- 9.86	- 8.72	- 2.73	- 15.31
Total soluble sugars <i>Sucres solubles totaux</i>	- 8.40	- 4.32	- 7.28	- 6.72	- 1.64	- 11.43
Total soluble starch <i>Amidon soluble total</i>	- 10.31	- 9.05	- 4.50	- 4.00	- 6.95	- 7.55
Total carbohydrates <i>Hydrates de carbone totaux</i>	- 9.23	- 6.48	- 6.09	- 5.45	- 4.44	- 9.47
Water soluble proteins <i>Protéines solubles dans l'eau</i>	- 11.60	- 8.04	- 4.78	- 11.34	- 15.79	- 18.03
Crude protein <i>Protéines brutes</i>	- 8.38	- 7.28	- 16.12	- 6.50	- 13.18	- 0.91
Total free amino acids <i>Acides aminés libres totaux</i>	+ 18.18	+ 13.33	+ 14.45	+ 10.00	+ 5.56	+ 2.27

REFERENCES

- AOAC (1984) Official methods of analysis. Publ. Association of Official Analytical Chemists, Inc., USA, p. 152, 153, 160.
- AGARWAL M.L., KUMAR S., GOEL A.K., TAYAL M.S. (1982) Indian Phytopathol., 35, 438-441.
- AHMAD N., THAKUR M.R., BAJAJ K.L. (1987) J. Plant Sci. Res., 3, 1-5.
- CHINYA P.K. (1987) Annual Research and Administrative Report. Central Sericultural Research and Training Institute, Berhampore, p. 83.
- JACKSON M.L. (1962) Soil Chemical Analysis. Prentice Hall Inc., New York, p. 183.

- KUMAR P., KISHORE R., NOAMANI M.K.R., SENGUPTA K. (1989) Effect of feeding tukra affected mulberry leaves on silkworm rearing performance. Oriental Entomology congress, Agra, (in press).
- LOWRY O.H., ROSEBROUGH N.J., FARR A.L., RANDALL R.J. (1951) Protein measurement with folin phenol reagent. J. Biol. Chem., 193, 265.
- MISRA C.S. (1919) Tukra disease of mulberry. Proc. 3rd Ent. Mtg., Pusa, 610-618.
- MICHELL D.T. (1982) Trans. British Mycol. Soc., 78, 173-176.
- MUKHERJI N.G. (1899) Handbook of Sericulture, Bengal Secretariate Press, Calcutta, p. 121.
- PLUMMER D.T. (1971) An introduction to practical biochemistry. Tata MacGraw Hill Publishing Company Ltd., Bombay and New Delhi.
- RAICHOUDHURY D.P. (1958) A short note on the study of tukra disease of mulberry (*Morus* sp.) caused by *Phenacoccus hirsutus* Green (Coccidae). J. Silkworm, 4, 315-319.
- ROY N.N., PAUL S.P. (1941) Proc. 3rd All India Sericulture Conference, p. 26.
- SADASIVAN T.S., SUBRAMANIAN C.V. (1960) Plant pathology (An advanced treatise). J.G. Horsfal and A.E. Diamond eds., Academic Press, Vol. I, p. 306.
- SAMBORSKI D.J., FORSYTH, PARSON C. (1958) Can. J. Bot., 36, 591-601.
- SHAW M. (1963) Ann. Rev. Phytopathol., 1, 259-294.
- SHREE M.P., SREEDHARA V.M., KUMAR N.N.U., BORAI AH G. (1989) Some biochemical changes in tukra affected leaves of mulberry varieties. Sericologia 29(1), 141-144.
- SUBRAMANIAN C.V., SARASWATHI DEVI L. (1960) Plant pathology (An advanced treatise). J.G. Horsfal and A.E. Diamond eds., Academic Press, Vol. I, p. 341.
- THANGAMANI R., VIVEKANANDAN M. (1983) Effective utilization of tukra diseased mulberry leaves as silkworm, *Bombyx mori* L., feeding. Sericologia, 23(4), 213-223.
- UMESH KUMAR N.N., SHREE M.P., RAVI KUMAR R. (1989) Effect of tukra on the biochemical contents of mulberry variety, Vietnam. Geobios, 16(6), 283-284.

EFFET DE LA MALADIE DE TUKRA SUR LA COMPOSITION NUTRITIONNELLE DU MÛRIER (*MORUS ALBA* L.)

P.C. BOSE, S.K. MAJUMDER & K. SENGUPTA

Section of Soil Science and Chemistry, Central Sericultural Research and Training Institute,
Manandavadi Road, Srirampura, Mysore - 570 008, Inde.

La comparaison de la composition nutritionnelle des feuilles de mûrier saines et infestées par tukra chez six variétés de Morus alba révèle une diminution statistiquement significative des contenus en sucres non réducteurs, en sucres totaux, en amidon soluble total, en protéines solubles dans l'eau et en protéines brutes et, parallèlement, une augmentation statistiquement significative des contenus en eau, en minéraux totaux, en fibres brutes et en acides aminés libres totaux des feuilles infestées par rapport aux feuilles saines chez toutes ces variétés.

INTRODUCTION

L'aleurode (*Maconellicoccus hirsutus* Green), qui appartient à l'ordre des homoptères de la classe des insectes, est responsable de la "maladie de tukra" du mûrier qui provoque le frisottage des feuilles au point de croissance et le nanisme du plant par arrêt de la croissance. Non seulement l'aleurode affecte la croissance des plantes, mais il transmet également des maladies virales ; cet aspect, qui a été démontré chez d'autres cultures, n'est pas encore confirmé chez le mûrier. Mukherji (1899) a le premier établi que le "tukra" du mûrier était causé par un insecte minuscule. Par la suite, Misra (1919), Roy and Paul (1941) et Raichoudhury (1958) ont observé que l'aleurode *Phenacoccus hirsutus* Green était associé à des portions de plants de mûrier atteints de tukra.

La maladie de tukra cause des dégâts considérables aux cultures de mûrier pendant la saison qui précède la mousson et en été. Cependant, contrairement aux autres maladies du mûrier, telles que la rouille et l'oïdium, peu d'études ont été réalisées sur le potentiel nutritionnel des feuilles de mûrier atteintes de tukra.

Kumar et coll. (1989) ont montré que le nourrissage du ver à soie *Bombyx mori* L. avec des feuilles de mûrier de la variété Kanva 2 atteintes de tukra provoquait une diminution fortement significative des caractères commerciaux tels que le poids larvaire, le taux effectif d'élevage, le poids du cocon, le poids de la coque, la richesse soyeuse par rapport aux résultats obtenus pour les mêmes paramètres par nourrissage avec des feuilles de mûrier saines. Par ailleurs, Thangamani et Vivekanandan (1983), Chinya (1987), Shree et coll. (1989) et Umesh Kumar et coll. (1989) ont étudié quelques paramètres biochimiques des feuilles de mûriers atteintes de tukra chez une ou deux variétés. Leurs résultats ne sont pas toujours en accord et ils n'ont pas pris en compte plusieurs paramètres qui jouent un rôle significatif dans la détermination de la qualité des feuilles de mûrier et, à terme, dans le rendement et la qualité de la soie.

On a donc jugé utile d'entreprendre l'étude comparative détaillée des paramètres biochimiques des feuilles de mûrier atteintes de tukra et des feuilles de mûrier saines afin de déterminer l'effet du tukra sur la qualité nutritive de six variétés de mûriers couramment utilisées.

MATERIELS ET METHODES

Des feuilles âgées de deux mois appartenant à des variétés de mûrier performantes (K2, S30, S41, S54) et à une variété locale ont été prélevées dans les parcelles de démonstration du Central Sericultural Research and Training Institute de Mysore (taille : 3 m × 3 m à espacement de 0,60 m × 0,60 m).

Les échantillons de feuilles sont séchés à 60 °C, pulvérisés, passés au tamis avant estimation des contenus en minéraux totaux, en fibres brutes, en sucres réducteurs, en sucres non réducteurs, en amidon, en hydrates de carbone totaux, en protéines solubles dans l'eau, en protéines brutes et en acides aminés libres, tous ces contenus étant calculés sur la base du poids sec, le contenu en humidité étant calculé sur la base du poids frais suivant les méthodes d'analyse standard de l'AOAC (1984) pour les minéraux totaux, les fibres brutes et l'humidité, suivant la méthode de Lowry (1951) pour les protéines solubles dans l'eau, selon la méthode de Microkjeldahl (Jackson, 1962) pour les protéines brutes. Les sucres réducteurs, les sucres non réducteurs, l'amidon, les hydrates de carbone et les acides aminés libres totaux sont déterminés à partir des méthodes de Plummer (1971).

RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats de l'analyse biochimique des feuilles saines et atteintes de tukra des six variétés de mûrier sont présentés dans les tableaux I et II. Ces résultats font apparaître une augmentation statistiquement significative des contenus en eau, en minéraux totaux, en fibres brutes et en acides aminés libres totaux et, parallèlement, une diminution également significative des contenus en sucres non réducteurs, en sucres totaux, en amidon, en protéines solubles dans l'eau et en protéines brutes des feuilles infestées par rapport aux feuilles saines chez toutes les variétés.

L'augmentation maximale de l'humidité, des fibres brutes et des acides aminés apparaît chez la variété locale (respectivement, 5,78 %, 172,88 % et 18,18 %) et l'augmentation minimale chez les variétés S30, S54 et S54 (respectivement, 0,14 %, 15,19 % et 2,27 %). Pour ce qui concerne les minéraux totaux et les sucres réducteurs, l'augmentation maximale apparaît chez les variétés S36 et S54 (respectivement 22,22 % et 18,64 %) et l'augmentation minimale chez les variétés locale et S41 (respectivement, 1,02 % et 4,84 %). Cette augmentation des contenus en eau, en minéraux totaux, en fibres brutes, en sucres réducteurs et en acides aminés libres totaux chez les feuilles infestées peut être attribuée à un détournement de ces composants vers le site de l'infection par stimulus (Sadasivan et Subramanian, 1960) et/ou au fait que ces composants soient synthétisés plus rapidement au site de l'infestation et soient plus stables (Shaw, 1963).

La perte maximale de sucres non réducteurs, des sucres totaux et des hydrates de carbonés totaux apparaît chez la variété S54 (respectivement 15,31 %, 11,43 % et 9,47 %) et la perte minimale chez la variété S41 (respectivement 2,73 %, 1,64 % et 4,44 %). Pour ce qui concerne l'amidon, les protéines solubles dans l'eau et les protéines brutes, la réduction maximale apparaît respectivement chez les variétés locale, S54 et S30 (10,31 %, 18,03 % et 16,12 %) alors que la réduction minimale apparaît chez les variétés S36, S30 et S54 (respectivement 4,00 %, 4,78 % et 0,91 %). Cette perte en sucres non réducteurs, en sucres totaux, en amidon, en hydrates de carbonés totaux, en protéines solubles dans l'eau et en protéines brutes des feuilles de mûrier atteintes de tukra pourrait être attribuée à une rupture du tissu foliaire provoquée par la croissance de l'insecte ou de l'agent pathogène (Subramanian et Saraswathi Devi, 1959) et/ou au fait que les composants se dégradent ou sont utilisés par l'agent pathogène ou l'insecte à un taux plus rapide (Samborski et coll., 1958). La diminution des sucres solubles totaux pourrait être due à l'activité de l'invertase (Mitchell, 1982). La diminution de la quantité d'amidon est évidemment due à la diminution du taux de photosynthèse nette (Ahmad et coll., 1987). La diminution des protéines solubles totales dans les feuilles infestées pourrait être attribuée à une perturbation provoquée par les enzymes protéolytiques sécrétées par l'agent pathogène (Agarwal et coll., 1982).

Au cours d'une expérience de nourrissage de vers à soie avec des feuilles de mûrier infestées, Thangamani et Vivekanandan (1983) ont pu obtenir des effets positifs sur les vers à soie. Cependant, dans notre étude, nous avons observé des effets négatifs avec ce type de nourrissage. Les deux références citées sont en accord avec les résultats présentés ici.

Les résultats décrits ci-dessus permettent de conclure que les six variétés de mûrier étudiées sont sensibles à la maladie de tukra. Celle-ci provoque une diminution des contenus en sucres non réducteurs, en sucres totaux, en amidon, en hydrates de carbone totaux, en protéines solubles dans l'eau et en protéines brutes chez les feuilles de mûrier et les rend moins nutritives du point de vue du nourrissage des vers à soie, comme cela a déjà été démontré (Kumar et coll., 1989).

EVOLUTION OF HIGH YIELDING BIVOLTINE SILKWORM (*BOMBYX MORI* L.) GENOTYPES

A.R. TRAG, A.S. KAMILI, G.N. MALIK & F.A. KUKILOO

Division of Sericulture, Mirgund, SK University of Agricultural Sciences and Technology,
Post Bag no. 23, GPO Srinagar 190001, India.

Ten high yielding bivoltine silkworm genotypes (5 marked and 5 plain) designated as SKUAST lines were evolved in the University from Japanese F₁ hybrids. Presently, the material is at F₁₆ generation, showing complete homozygosity and stable expression of various characters. The evolved lines significantly surpass the conventional races (J122 and Yakwei) in characters like weight of 10 mature larvae, yield, single cocoon weight, single shell weight, shell ratio and filament length.

Keywords : *Bombyx mori*, Japanese F₁, evolution, SKUAST lines, silkworm, homozygosity, conventional races.

INTRODUCTION

The climatic conditions prevailing in Jammu and Kashmir State are most congenial for producing raw silk of international grade. In spite of this, raw silk production has declined from 98 metric tons in 1962 to 46 metric tons in 1986-87 (Khan, 1988) whereas, in the whole of the country, during the same period, there was more than three fold increase in raw silk production from 2,374 metric tons in 1974 to 7,897 metric tons in 1986-87 (Anonymous, 1988). The lack of productive strains is one of the reasons being attributed to this dismal scenario. Hence, it was seriously felt in the recent past that high yielding bivoltine silkworm strains be evolved indigenously for commercial exploitation. Thus a project was launched by this University on top priority for evolving silkworm strains from exotic genetic resources.

MATERIALS AND METHODS

The bivoltine F₁ silkworm eggs of 5 combinations, viz. Shunrei × Shogetsu, Shogetsu × Shunrei, Shungetsu × Hoshio, Hoshio × Shungetsu and Asahi × Tokai, were obtained from J&K State Sericulture Development Department at the time of importing commercial seeds from Japan. The F₁ eggs in loose form were incubated and the worms were brushed and reared in mass as recommended by Krishnaswamy *et al.* (1973) and Ullal and Narasimhanna (1979). The F₁ worms of all the combinations were marked, spinning white and dumbbell cocoons. For getting a second generation of silkworm seeds, mating of F₁ moths was done after the selection of F₁ cocoons made on the basis of grains, compactness and silk content. From F₂ generation onwards, cellular rearings for each hybrid were conducted and varied phenotypical larval and cocoon characters were noticed at 4th instar and at cocoon stage, respectively. Segregation of worms and cocoons was made on the basis of phenotypical characters. From marked breed types, the segregants of plain worms and oval cocoons and from plain breed types the segregants of dumbbell cocoons were rejected. The plain lines due to their homozygous recessive larval characters bred true for this character. This receives support from the observations of Sidhu *et al.* (1968) and Raju and Krishnamurthy (1987). Based on the performance and breed standards, 10 lines were isolated in successive generations. During the process of evolution,

Table I. Three years' average performance of SKUAST silkworm lines (1986, 1987 and 1988).

Tableau I. Performances moyennes des lignées de vers à soie SKUAST sur trois ans (1986, 1987 et 1988).

Line	Fecundity	Hatching (%)	Weight of 10 mature larvae (g)	Larval duration		Yield/10,000 larvae		Single cocoon weight (g)	Single shell weight (cg)	Silk ratio (%)	Filament length (m)
				Days	Hours	Number	Weight (kg)				
<i>Lignée</i>	<i>Fécondité</i>	<i>Eclosion (%)</i>	<i>Poids de 10 larves matures (g)</i>	<i>Durée larvaire</i>		<i>Rendement pour 10 000 larves</i>		<i>Poids d'un cocon (g)</i>	<i>Poids d'une coque (cg)</i>	<i>Richesse soyeuse (%)</i>	<i>Longueur du filament (m)</i>
				<i>Jours</i>	<i>Heures</i>	<i>Nombre</i>	<i>Poids (kg)</i>				
SKUAST 1	585	94.67	54.8	26	06	8567	18.337	2.17	51	23.50	1272
SKUAST 2	633	94.40	52.3	26	00	8027	16.193	2.05	48	23.41	1225
SKUAST 3	599	93.53	55.1	26	04	8917	18.457	2.09	48	22.97	1100
SKUAST 4	545	90.50	49.6	26	00	8586	17.367	2.04	47	23.04	1117
SKUAST 5	566	93.99	54.8	26	12	8529	17.877	2.12	49	23.11	1192
SKUAST 6	595	95.69	50.9	26	00	8953	17.633	1.99	48	24.12	1147
SKUAST 7	615	86.66	51.5	26	00	7802	16.487	2.13	45	21.13	1037
SKUAST 8	677	93.27	51.2	26	04	9030	19.080	2.10	47	22.38	1311
SKUAST 10	677	93.64	54.7	26	02	8575	17.897	2.13	48	22.53	1266

Table II. Comparative performance of 10 SKUAST silkworm lines and 2 conventional races during 1989.

Tableau II. Performances comparées des 10 lignées de vers à soie SKUAST et de 2 races traditionnelles en 1989.

Line/ Race	Fecundity (no)	Hatching (%)	Weight of 10 mature larvae (g)	Yield/10,000 larvae		Percentage of living pupae	Single cocoon weight (g)	Single shell weight (cg)	Silk ratio (%)	Filament length (m)
				Number	Weight (kg)					
<i>Lignée ou race</i>	<i>Fécondité (nombre)</i>	<i>Eclosion (%)</i>	<i>Poids de 10 larves matures (g)</i>	<i>Rendement pour 10 000 larves</i>		<i>Pourcentage de nymphes vivantes</i>	<i>Poids d'un cocon (g)</i>	<i>Poids d'une coque (cg)</i>	<i>Richesse soyeuse (%)</i>	<i>Longueur du filament (m)</i>
				<i>Nombre</i>	<i>Poids (kg)</i>					
SKUAST 1	586	94.57	53.5	8800	17.760	93.72	2.02	47	23.21 (28.76)***	1196
SKUAST 2	592	93.41	53.4	8240	16.208	91.15	1.92	43	22.67 (28.40)	1193
SKUAST 3	596	92.91	54.3	7936	15.700	87.80	1.92	45	23.66 (29.11)	1009
SKUAST 4	653	93.61	53.5	8000	15.864	91.58	1.98	45	22.59 (28.37)	1125
SKUAST 5	622	91.07	49.6	8360	16.480	89.47	2.00	46	22.86 (28.63)	1061
SKUAST 6	605	92.66	49.9	8808	16.920	94.20	1.94	46	23.62 (29.07)	1079
SKUAST 7	667	90.05	51.5	8808	17.448	86.50	1.96	46	23.68 (29.12)	1207
SKUAST 8	582	94.56	46.7	8800	17.016	92.86	1.94	45	23.42 (28.95)	1287
SKUAST 9	628	90.60	54.0	8300	16.224	92.25	1.97	46	23.46 (28.97)	1103
SKUAST 10	618	93.59	54.4	8680	16.984	90.95	1.95	47	23.96 (29.31)	1155
J122	763	93.60	46.5	8328	14.640	87.51	1.77	35	19.76 (26.39)	947
Yakwei	672	93.22	48.9	8744	14.712	88.72	1.73	33	19.20 (29.94)	893
(Control) / (Témoin)										
F test / Test F	**	NS	**	NS	*	NS	**	**	**	**
CD at 5 %	74.2	-	4.82	-	1.94	-	0.098	3.42	1.41	98.7
CD at 1 %	99.1	-	6.43	-	2.59	-	0.131	4.57	1.88	131.0

* Significant at $p = 0.05$ / Significatif au seuil de $p = 0,05$.** Significant at $p = 0.01$ / Significatif au seuil de $p = 0,01$.

*** Angular transformed values / Transformées angulaires.

NS : Not significant / Non significatif.

emphasis was laid on the upliftment/stability of commercially viable characters and mating was performed between the males and females emerging from the cocoons of above average cocoon weight and shell weight. As inbreeding progressed, increase in homozygosity was achieved and the desirable traits ultimately got fixed and unwanted individuals got culled. All the isolated lines were reared 3 times in a year in RBD with 5 replications for each treatment. The spring and summer seeds were forced to hatch artificially by treating the eggs with HCl of 1.105 sp. gravity for 70 minutes at room temperature. Ten promising lines thus extracted were designated as SKUAST lines (Das *et al.*, 1987). SKUAST 1, 3, 5, 7 and 9 have marked worms spinning white, dumbbell-shaped cocoons, whereas SKUAST 2, 4, 6, 8 and 10 are plain lines spinning white cocoons with a tendency towards oval shape. Presently the material is at F₁₆ generation and all the lines show homozygosity in their characters and exhibit stability in yield and related components. These lines were compared with conventional races like J122 and Yakwei in the year 1989 and were evaluated for fecundity, hatchability, weight of 10 mature larvae, ERR, single cocoon weight, single shell weight, shell percentage and filament length. The performance data were computed statistically.

RESULTS AND DISCUSSION

Table I presents the three-year pooled performance data of 10 newly evolved SKUAST silkworm lines and reveals their high performance in various economic characters.

From the perusal of Table II, it is clear that the 10 newly evolved SKUAST silkworm lines significantly surpass the conventional races (J122 and Yakwei) in characters like weight of 10 mature larvae, yield/10,000 larvae (by weight), single cocoon weight, single shell weight, shell ratio and filament length. However, the conventional races have an edge over the evolved lines in fecundity. The high fecundity in them is as a result of very poor shell weight, shell ratio and productivity. The decrease in these characters has enhanced the egg number as the two are negatively correlated (Kasiviswanathan, 1976). Hence, the fecundity character can in no way help in their utilization for field use.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to the University authorities for providing research facilities and to the officers of J&K Sericulture Dev. Department for supplying Japanese F₁ silkworm eggs. Library facilities provided by the Director, CSR&TI, Mysore, from time to time are thankfully acknowledged. Thanks are also due to the supporting staff of the silkworm breeding and genetics section and also to the colleagues of this Division for useful suggestions.

REFERENCES

- ANONYMOUS (1988) Diary. Central Silk Board, Bangalore, Govt. of India.
 DAS B.C., TRAG A.R., SHAHEEN A., NABIG. (1987) New hopes for sericulture in Kashmir. *Indian Silk*, 25(9), 25-28.
 KASIVISWANATHAN K. (1976) Sericulture industry in Japan - 6. *Indian Silk*, 14(11), 13-19.
 KHAN M.A. (1988) Silk Industry in Jammu and Kashmir State. *International Congress on Tropical Sericultural Practices*, Feb. 18-23, 101-118.
 KRISHNAWAMY S., NARASIMHANNA M.N., SURYANARAYAN S.K., KUMARAJ S. (1973) *Sericulture manual - 2. Silkworm rearing*. CSRTI Mysore, India. FAO, Rome.
 SIDHU N.S., PILLAI S., VENUGOPALA, SINGH, KAMLA, SREENIVASAN R. (1968) Performance of an evolved multivoltine silkworm breed. *Indian J. Seric.*, 7(1), 1-6.
 RAJU P.J., KRISHNAMURTHY N.B. (1987) Evolving of a multivoltine white with shorter larval duration in silkworm, *Bombyx mori* L. *Sericologia* 27(1), 69-69.
 ULLAL S.R., NARASIMHANNA M.N. (1979) *Handbook of practical sericulture*. Central Silk Board, Bangalore.

SELECTION DE GENOTYPES DE VERS A SOIE (*BOMBYX MORI* L.) BIVOLTINS PERFORMANTS

A.R. TRAG, A.S. KAMILI, G.N. MALIK & F.A. KUKILOO

Division of Sericulture, Mirgund, SK University of Agricultural Sciences and Technology, Post Bag no. 23, G.P.O. Srinagar 190001, Inde.

Dix génotypes de vers à soie bivoltins performants (5 marqués et 5 unis), désignés sous le nom de lignées SKUAST, ont été sélectionnés à l'Université à partir d'hybrides japonais F₁. A l'heure actuelle, ces lignées ont atteint la génération F₁₆ ; elles présentent une homozygotie complète et une expression stable pour divers caractères. Les lignées sélectionnées surpassent nettement les races conventionnelles (JI22 et Yakwei) pour les caractères comme le poids de 10 larves matures, le rendement, le poids d'un cocon, le poids d'une coque, la richesse soyeuse et la longueur du filament.

INTRODUCTION

Les conditions climatiques de l'Etat de Jammu et Cachemire sont tout à fait propices à la production de soie grège de qualité internationale. Malgré cela, elle est tombée de 98 tonnes en 1962 à 46 tonnes en 1986-87 (Khan, 1988), alors que, dans le même temps, la production de soie grège était multipliée par trois au niveau national et passait de 2 374 tonnes en 1974 à 7 897 tonnes en 1986-87 (Anonyme, 1988). Ces mauvais résultats ont été attribués à un manque de souches productives et on a récemment jugé nécessaire de sélectionner localement des souches de vers à soie bivoltins commercialisables. Un projet prioritaire visant à sélectionner des souches de vers à soie à partir de ressources génétiques exotiques a donc été lancé par notre Université.

MATERIELS ET METHODES

Les oeufs de la génération F₁ de vers à soie bivoltins de 5 croisements (Shunrei × Shogetsu, Shogetsu × Shunrei, Shungetsu × Hosho, Hosho × Shungetsu et Asahi × Tokai) ont été fournis par le J&K State Sericulture Development Department au moment de l'importation de graines commerciales du Japon. Les oeufs F₁ détachés ont été incubés et les larves levées et élevées en bloc selon la méthode recommandée par Krishnaswamy et coll. (1973) et Ullal et Narasimhanna (1979). Les larves F₁ de tous les croisements sont marquées et filent des cocons blancs en forme d'haltère. Pour obtenir une deuxième génération de graines de vers à soie, l'accouplement des papillons F₁ est effectué après sélection des cocons F₁ en fonction du grain, de la compacité et du contenu en soie. A partir de la génération F₂, des élevages cellulaires ont été menés pour chaque hybride. Les différents phénotypes de la larve et du cocon ont été répertoriés au quatrième âge et au stade du cocon. La ségrégation des larves et des cocons a été effectuée en fonction des caractères phénotypiques. On a éliminé les ségrégants de vers à soie unis et à cocons ovales à partir des types de souches marquées et les ségrégants à cocons ceintrés à partir des types de souches unies. Les lignées unies révèlent que ce caractère est récessif. Ceci est confirmé par les observations de Sidhu et coll. (1968) et de Raju et Krishnamurthy (1987). On a isolé dix lignées en générations successives sur la base des normes de performance et de sélection. Au cours du processus de sélection, on s'est surtout intéressé à l'amélioration et/ou la stabilité des caractères commercialement viables et l'accouplement a été effectué entre les mâles et les femelles issus des cocons de poids et de richesse soyeuse supérieurs.

Au fur et à mesure de la sélection consanguine, on a pu obtenir une augmentation de l'homozygotie et fixer les traits recherchés ; les individus non conformes sont ensuite éliminés. Toutes les lignées isolées ont été élevées trois fois par an selon la méthode des blocs aléatoires en trois réplicats pour chaque traitement. Les graines de printemps et d'été sont mises à éclore artificiellement par traitement à l'HCl de densité spécifique 1,105 pendant 70 minutes à température ambiante. On a isolé ainsi 10 lignées prometteuses désignées sous le nom de lignées SKUAST (Das et coll., 1987). Les lignées SKUAST 1, 3, 5, 7 et 9 donnent des vers marqués filant des cocons blancs ceintrés tandis que les lignées SKUAST 2, 4, 6, 8 et 10 sont des lignées unies qui donnent des cocons blancs de forme légèrement ovale. A l'heure actuelle, ces lignées ont atteint la génération F₁₆ et sont toutes homozygotes pour ce qui concerne les caractères souhaités et stables au niveau du rendement et des composants liés au rendement. On a effectué une comparaison de ces lignées avec les races conventionnelles J122 et Yakwei au cours de l'année 1989 pour les caractères suivants : fécondité, taux d'éclosion, poids de 10 larves matures, taux effectif d'élevage, poids d'un cocon, poids d'une coque, richesse soyeuse et longueur du filament. Les données concernant la performance ont été analysées statistiquement.

RESULTATS ET DISCUSSION

Le tableau I présente les données groupées de la performance sur trois ans des 10 nouvelles lignées de vers à soie SKUAST et révèle leur forte performance pour divers caractères économiques.

A la lecture du tableau II, il apparaît clairement que ces dix nouvelles lignées surpassent les races conventionnelles (J122 et Yakwei) de manière significative pour certains caractères comme le poids de 10 larves matures, le poids d'un cocon, le poids d'une coque, la richesse soyeuse et la longueur du filament. Cependant, les races conventionnelles donnent de meilleurs résultats que les lignées sélectionnées pour la fécondité. Chez ces races, la fécondité élevée résulte de la médiocrité du poids de la coque, de la richesse soyeuse et de la productivité de soie : la diminution de ces caractères entraîne un nombre d'oeufs supérieur, ces deux traits étant négativement corrélés (Kasiviswanathan, 1976). La fécondité ne peut donc en aucun cas être utilisée comme critère d'exploitation au plan commercial.

USE OF PHENOL AS AN EFFECTIVE OVICIDE FOR THE CONTROL OF MAGGOT DISEASE OF SILKWORM, *BOMBYX MORI* L.

A. NAHAR, A.C. BARMAN & K. PASHA

Seripathology Laboratory, Bangladesh Sericulture Research and Training Institute,
Rajshahi - 6100, Bangladesh.

A study was carried out to kill the eggs of the uzifly, *Exorista sorbillans*, laid on the silkworm, *Bombyx mori* L., as a curative measure without disturbing the normal physiology of the infested silkworms. Phenol (BDH $C_6H_5OH = 94.11$, minimum assay (GLC) 99 %) at the concentrations of 1 %, 2 %, 3 %, 4 % and 5 % dissolved in normal drinking water was sprayed directly on the pre-infested silkworms at different frequencies. Results showed that higher doses of phenol were more effective for killing almost 99 % uzi eggs in everyday application. Doses of 3 %-5 % were effective even at single application just after egg laying. Application at everyday or every alternate day also showed significant results over the control. For economic and commercial use, the 3 % concentration was recommended.

Keywords : Phenol, ovicide, *Exorista sorbillans*.

INTRODUCTION

Mulberry silkworm, *Bombyx mori* L., rearing in tropical and sub-tropical countries suffers due to the attack of the uzifly, *Exorista sorbillans* Wied., which is known as the born enemy of the silkworm. The maggots of this fly are endoparasites of 4th and 5th stage silkworm larvae, which after completing its parasitic life in only 6-8 days comes outside the host body by piercing the skin and thereby killing it. The loss of silkworm directly reflects cocoon production - the raw silk material for silk industry. This fly is considered to be a threat to this industry where silkworms are continuously reared throughout the year. Not only mulberry silkworms, but tasar silkworms, muga silkworms and eri silkworms are also badly infested by this fly (Pradip Kumar *et al.*, 1987) while others detected several hosts of secondary importance (Anonymous, 1980 ; Jolly *et al.*, 1982).

The uzifly causes variable damage to cocoon crops in different localities, seasons and also years depending on its population and on the age of the silkworm larvae available during its life cycle. Anyway, observations of different workers suggest that the peak periods of fly population and also the infestation in nature remain from July to September (Jolly, 1982 ; Rahman *et al.*, 1983) damaging about 25 % to 40 % cocoons, thus posing the yield of 100 dlfs as low as 5 to 10 kgs in many of the cocoon growers. The infested cocoons get less price because of their defective nature. As such, the farmers suffer great economic loss during Bhaduri season (Aug-Sept.) and reasonable loss during the other three seasons of Bangladesh.

Sericulturists do not normally pay much attention to the control of uzi infestation. They are neither aware of the nature of the fly, nor have suitable means at hand to exploit effectively. Sometimes, although it is advised to fix wiremesh on doors or windows as a mechanical barrier, the farmers are not in a position to spend as much money at a time as is required to cover their doors and windows. Pradip Kumar and Jolly (1986a) advocated the use of nylon net enclosure while Barman *et al.* (1987) recommended eucalyptus oil as a repellent to contain uzifly infestation to silkworm.

Recently, Indian sericulturists (Pradip Kumar *et al.*, 1987) recommended a new approach using a liquid chemical commercially named 'uzicide' and is marketed on a large scale, demanding utmost success in this field. A similar attempt has been in trial for the last few years to find out an ovicide chemical without residual effect on larval health and to be used for the benefit of sericulture farmers in Bangladesh.

MATERIALS AND METHODS

Phenol (BDH C_6H_5OH = 94.11, minimum assay (GLC) 99 %), an antiviral chemical, was practically tried on mulberry leaves as feed additive and also on the larval body as surface sterilant to kill the viral germs causing disease in silkworms. Occasionally, it was noticed that the sprayed silkworms did not show any lesion on the skin due to the uzi infestation, while the others showed distinctly black lesions of uzi symptom. From this observation an experiment was laid down with five different concentrations of phenol, viz. 1 %, 2 %, 3 %, 4 % and 5 % dissolved in normal drinking water. The 4th and 5th instar silkworms under experiments were infested with uzi eggs inside the uzifly culture cases, separated from the uninfested ones and grouped into replications, each comprising twenty silkworms. For each dose, five different treatments were conducted :

- T₀ : Control or non sprayed
- T₁ : Only once after 24 hours of egg laying
- T₂ : Only once just after egg laying
- T₃ : Once in every alternate day
- T₄ : Once in every day

The solutions were uniformly sprayed on the pre-infested silkworms as per schedule with a hand sprayer. After half an hour, the silkworms were given normal feeding and maintained up to spinning to observe the effect of the treatment. Observations on the black lesions were recorded after two days of each spray allowing sufficient time for hatching of uzi eggs. The experiment was repeated three times.

RESULTS

The subsequent results of spraying different concentrations of the phenol solution under different treatments are shown in Table I. Tabulated mean infestation rates widely differ from each other. All the doses (except 1 %) of the phenol were found to kill the uzi eggs laid on the skin of silkworm larvae significantly in comparison to the non treated control groups (T₀) but higher doses, 3 %-5 % were more effective. Among treatments, only one spray just after egg laying (T₂) and one spray in every alternate day (T₃) showed an almost similar performance. But the one-time spray everyday (T₄) was the most effective. With higher doses, however, there remains a relationship with the nature of the treatment. In experimentation, the doses of 4 % and 5 % caused irritation and blackening of the larval skin, while with lower doses, this residual effect was minimum. However, in view of ovicide efficiency, the 3 % dose was the most effective among lower doses.

A miniscale trial with only 3 % phenol (Table II) also proved higher efficiency in reducing uzi infestation at a significant level. The mean infestation was only 15.87 % against 75.00 % in the non treated control group.

Table I. Infestation percentage* of uzi fly under different treatments.

Tableau I. Pourcentage* d'infestation par la mouche uzi suivant différents traitements.

Dose of phenol sprayed on infested worms	Mean infestation percentage				
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
<i>Dose de phénol vaporisé sur les larves infestées</i>	<i>Pourcentage moyen d'infestation</i>				
	<i>T₀</i>	<i>T₁</i>	<i>T₂</i>	<i>T₃</i>	<i>T₄</i>
1 %	39.00	17.00	27.00	38.50	38.00
2 %	62.50	32.50	17.50	16.00	13.00
3 %	78.81	63.00	8.00	4.70	1.10
4 %	61.00	22.00	5.50	4.50	6.50
5 %	83.00	8.50	7.50	1.00	0.50
Mean / Moyenne	64.86	28.60	13.10	12.94	11.82

* Percentage based on the appearance of black lesions on the larval body.

* *Pourcentage établi d'après l'observation de lésions noires sur le corps de la larve.*

Table II. Further trial with 3 % phenol.

Tableau II. Expérience complémentaire avec du phénol à 3 %.

Treatments	No. of infested worms	Infestation percentage in different trials				Total	Mean	Value of t
		1	2	3	4			
<i>Traitements</i>	<i>Nombre de vers infestés</i>	<i>Pourcentage d'infestation des différents essais</i>				<i>Total</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Valeur de t</i>
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>			
Sprayed group <i>Groupe traité</i>	400	10.00	17.50	20.00	16.00	63.50	15.87	80.17 ***
Control group <i>Groupe témoin</i>	400	70.00	75.00	75.00	80.00	300.00	75.00	

DISCUSSION

The experimental results obtained herein were found highly encouraging in combatting a great problem of uzi infestation in silkworm rearing. Especially important is the fact that the method is a curative one rather than preventive while the later is still advised on the commercial scale to contain this damaging parasite. Spray of Dimilin (Pradip Kumar *et al.*, 1985) is claimed to reduce as much as 2.24 % - 13.75 % against 84.06 % - 92.02 % in the control. The commercial 'uzicide' spray in India recorded 1.16 % average infestation compared to 16.24 % in the untreated batches (Pradip Kumar *et al.*, 1987). The resultant efficacy of the present investigation clearly corresponds to the above findings and may be recommended for commercial use.

CONCLUSION

Adoption of this method for uzi control is effective, simple and economic, having a direct relevance to the infested areas. For an economic use 3 % dose may be sprayed every day in the afternoon before afternoon feeding, because normally the uzifly prefers to lay eggs from 9 am to 3 pm. For spraying 4th and 5th stage silkworms of 100 dlfs, approximately 8 litres of this chemical will be required costing Tk 20.00 (US\$0.51) only which is within the reach of all the sericulturists.

REFERENCES

- ANONYMOUS (1980) Textbook of tropical sericulture. Japan Overseas Cooperation Volunteers. 2nd Ed., 540-546.
- BARMAN A.C., PASHA K., NAHAR A. (1987) Control of maggot disease in silkworm. Proc. 2nd National Sericulture Workshop, (Bengali) 37-40.
- JOLLY M.S. (1982) A base paper on the uzi fly incidence. Proc. Annual Uzifly Workshop, CSRTI Mysore.
- JOLLY M.S., BAIG M., SAMSON V., REMADEVI O.K. (1982) Studies on the alternated hosts of uzifly, *Exorista sorbillans* Wied. (Diptera : Tachinidae). Proc. Annual Uzifly Workshop, CSRTI Mysore.
- PRADIP KUMAR, REDDY V.V, REMADEVI O.K., JOLLY M.S., DATTA R.K. (1985) Ovicidal activity of diflubenzuron on the eggs of uzifly *T. bombycis* Beck (Diptera : Tachinidae). Indian J. Seric., 24(2), 58-61.
- PRADIP KUMAR, JOLLY M.S., DATTA R.K., SAMSON M.V., REDDY V.V. (1985) Studies on reduction of infestation by uzifly *Tricholyga bombycis* Beck, on pre-spinning and spinning silkworm, *Bombyx mori* L., with chemical dusting. Indian J. Seric., 24(2), 53-57.
- PRADIP KUMAR, JOLLY M.S. (1986a) Efficacy of nylon net enclosure in containing uzifly (*Tricholyga bombycis* Beck) infestation to silkworms (*Bombyx mori* L.). Indian J. Seric., 25(2), 74-77.
- PRADIP KUMAR, JOLLY M.S. (1986b) Studies on the ovipositional preferences of uzifly, *Tricholyga bombycis* Beck (Diptera : Tachinidae). Indian J. Seric., 25(2), 64-68.
- PRADIP KUMAR, JOLLY M.S., SINHA S.S., SAMSON M.V., REMADEVI O.K. (1987) Physical control of uzifly, *Tricholyga bombycis* Beck, and its impact on population. Indian J. Seric., 26(1), 5-7.
- PRADIP KUMAR, JOLLY M.S., SHARMA P.P. (1987) Uzicide - a new product of universal applicability to contain uzifly. Indian Silk, 25(11), 13-15.

UTILISATION DU PHENOL COMME OVICIDE DANS LA LUTTE CONTRE L'INFESTATION PAR LES ASTICOTS CHEZ LE VER A SOIE *BOMBYX MORI* L.

A. NAHAR, A.C. BARMAN & K. PASHA

Seripathology Laboratory, Bangladesh Sericulture and Training Institute, Rajshahi - 6100, Bangladesh.

*On a effectué une étude sur l'élimination des oeufs de la mouche uzi *Exorista sorbillans* pondus sur le ver à soie *Bombyx mori* en utilisant une méthode curative et sans affecter la physiologie normale des vers à soie infestés. On a vaporisé, à différentes fréquences, du phénol (BDH C_6H_5OH = 94,11, dose minimum (GLG) 99 %) aux concentrations de 1 %, 2 %, 3 %, 4 % et 5 % dissous dans de l'eau potable ordinaire directement sur les vers à soie préalablement infestés. Les résultats montrent que les doses fortes de phénol sont plus efficaces et éliminent presque 99 % des oeufs uzi à raison d'une application par jour. Les doses de 3 à 5 % sont efficaces même en une seule application juste après la ponte. L'application tous les jours ou tous les deux jours donne également des résultats significatifs par rapport au témoin. Du point de vue économique et commercial, on recommande d'utiliser une concentration à 3 %.*

INTRODUCTION

L'élevage du ver à soie du mûrier *Bombyx mori* dans les pays tropicaux et sub-tropicaux souffre de l'infestation par la mouche uzi, *Exorista sorbillans*, qui est l'ennemi par excellence du ver à soie. Les asticots de cette mouche sont des endoparasites des larves du 4^e et du 5^e âge du ver à soie ; après avoir accompli leur vie larvaire en 6 à 8 jours seulement, ils émergent du corps de l'hôte en lui perçant la peau, tuant ainsi la larve. La perte en vers à soie se reflète directement dans la production de cocons, matière première de l'industrie séricicole. Cette mouche est considérée comme une véritable menace pour la sériciculture qui nécessite un élevage constant des vers à soie d'un bout à l'autre de l'année. Non seulement le ver à soie du mûrier, mais également le ver à soie tasar, le ver à soie muga et le ver à soie eri sont infestés par cette mouche (Pradip Kumar et coll., 1987) ; plusieurs hôtes d'importance secondaires ont également été détectés (Anonymous, 1980 ; Jolly et coll., 1982).

Les dégâts provoqués par la mouche uzi varient suivant la localité, la saison et l'année en fonction de sa population et de l'âge des larves disponibles pendant son cycle. Les observations de différents auteurs suggèrent que les périodes pics de la population uzi et de l'infestation dans la nature sont entre juin et septembre (Jolly, 1982 ; Rahman et coll., 1983), entraînant une perte de 25 % à 40 % des cocons et ramenant le rendement pour 100 pontes saines à des quantités de 5 à 10 kg dans de nombreuses exploitations séricicoles. Les cocons infestés se vendent moins bien du fait de leur défectuosité. Les fermiers subissent ainsi une perte économique importante au cours de la saison de Bhaduri (août à septembre) et une perte raisonnable pendant les trois autres saisons.

Les sériciculteurs ne s'intéressent pas normalement à la lutte contre l'infestation par la mouche uzi. Ils ne sont pas informés de la nature de la mouche et ne disposent pas non plus des moyens adaptés à cette lutte. On leur conseille parfois de fixer aux portes et aux fenêtres des filets métalliques servant de barrière mécanique ; les fermiers ne sont pas en mesure de dépenser en une seule fois l'argent nécessaire pour recouvrir toutes les portes et fenêtres. Pradip Kumar et Jolly (1986a) préconisent l'utilisation de filets en nylon, tandis que Barman et coll. (1987) recommandent l'huile d'eucalyptus

comme repoussoir pour protéger le ver à soie de l'infestation par la mouche uzi. Récemment, des sériciculteurs indiens (Pradip Kumar et coll., 1987) ont recommandé l'utilisation d'une substance chimique liquide, l'"uzicide", commercialisée sur une grande échelle. Ces dernières années, on a tenté de trouver un produit chimique ovicide sans effet résiduel sur la santé des larves et à la portée des sériciculteurs au Bangladesh.

MATERIELS ET METHODES

On a testé l'utilisation de phénol (BDH C_6H_5OH = 94,11, dosage minimum (GLC) 99 %), un produit chimique antiviral comme additif alimentaire sur les feuilles de mûriers et comme stérilisant de surface sur le corps des larves pour éliminer les germes viraux responsables de maladies chez les vers à soie. Incidemment, on a observé que la peau des vers à soie traités ne présentait aucune lésion due à l'infestation uzi, tandis qu'on distinguait les lésions noires caractéristiques des symptômes uzi chez les autres larves. Sur la base de cette observation, on a préparé une expérience utilisant du phénol à cinq concentrations différentes de 1 à 5 % dissous dans de l'eau potable ordinaire. Des larves du 4e et du 5e âge sont infestées d'oeufs uzi à l'intérieur des boîtes d'élevage de mouche uzi, séparées des larves non infestées et réparties en répliquats contenant chacun vingt larves. On effectue cinq traitements différents pour chacune des doses :

- T₀ : témoin ou non traité.
- T₁ : traité une fois 24 hr après la ponte.
- T₂ : traité une fois juste après la ponte.
- T₃ : traité une fois tous les deux jours.
- T₄ : traité une fois par jour.

Les solutions sont vaporisées uniformément sur les larves préalablement infestées selon le plan de travail à l'aide d'un vaporisateur mécanique. Une demi-heure après le traitement, les vers à soie sont nourris normalement et conservés jusqu'au filage afin d'observer l'effet du traitement. Les observations sur les lésions noires sont relevées deux jours après le traitement pour laisser le temps nécessaire à l'éclosion des oeufs uzi. L'expérience est répétée trois fois.

RESULTATS

Le tableau I présente les résultats de la vaporisation de phénol à différentes concentrations en fonction des traitements. Les taux d'infestation moyens présentés dans le tableau diffèrent fortement les uns des autres. Toutes les doses (sauf la dose à 1 %) de phénol permettent d'éliminer de manière significative les oeufs uzi pondus sur la peau des larves, si l'on compare aux groupes témoins non traités (T₀). Les doses les plus fortes, 3 à 5 %, sont les plus efficaces. Pour ce qui est des traitements, une seule vaporisation juste après la ponte (T₂) et une vaporisation tous les deux jours (T₃) donnent des résultats presque identiques. Cependant, la vaporisation journalière est la fréquence de vaporisation la plus efficace. Avec des doses plus fortes, une relation avec la nature du traitement persiste. En laboratoire, les doses de 4 % et 5 % provoquent des irritations et un noircissement de la peau de la larve, tandis que, avec des doses plus faibles, cet effet résiduel est minimal. Du point de vue de l'efficacité ovicide, la dose à 3 % est la plus efficace des doses faibles.

Un test à petite échelle utilisant uniquement du phénol à 3 % (Tableau II) a prouvé que ce traitement permet de réduire l'infestation uzi de manière significative. Le taux d'infestation moyen est seulement de 15,87 % contre 75,00 chez le groupe témoin non traité.

DISCUSSION

Les résultats expérimentaux obtenus ici sont très encourageants pour la lutte contre l'infestation uzi dans les élevages de vers à soie. Le fait que cette méthode soit curative plus que préventive est particulièrement important car la méthode préventive est toujours conseillée à l'échelle commerciale

pour éliminer ce parasite. Pradip Kumar et coll. (1985) ont observé que la vaporisation de Dimilin permettait de réduire l'infestation jusqu'à 2,24 %-13,75 % contre 84,06 %-92,02 % chez le témoin. L'utilisation de l'insecticide commercial "uzicide" en Inde permet d'obtenir un taux moyen d'infestation de 1,16 % contre 16,24 % chez les lots non traités (Pradip Kumar et coll., 1987). L'efficacité du traitement décrit dans cette étude correspond tout à fait aux résultats décrits ci-dessus ; ce traitement peut donc être recommandé pour l'utilisation commerciale.

CONCLUSION

L'adoption de cette méthode pour la lutte contre la mouche uzi est efficace et simple et tout à fait appropriée sur plan économique aux zones infestées. Pour une utilisation économique, la dose à 3 % peut être appliquée tous les jours dans l'après-midi avant le nourrissage car la mouche uzi pond de préférence entre 9 h et 15 h. Pour traiter 100 pontes saines de larves aux 4e et 5e stades, il faut approximativement 8 litres de ce produit d'un coût de 20,00 Tk (0,51 US\$) seulement, ce qui est à la portée de tous les sériciculteurs.

BIBLIOGRAPHIE - BIBLIOGRAPHY

Sériciculture générale	337
General sericulture	
Mûrier	339
Mulberry	
<i>B. mori</i> : élevage, nutrition, pathologie	343
<i>B. mori</i> : rearing, feeding, pathology	
Séricigènes non-mûriers : élevage, nutrition, pathologie	347
Non-mulberry silkworms : rearing, feeding, pathology	
Vers à soie : génétique	349
Silkworms : genetics	
Vers à soie : physiologie, biochimie	353
Silkworms : physiology, biochemistry	
Vers à soie : œufs, embryologie	359
Silkworms : eggs, embryology	
Vers à soie : glandes séricigènes	363
Silkworms : silk glands	
Soie	365
Silk	

INDICATIFS DES LANGUES UTILISEES - LANGUAGE SYMBOLS USED

(Bg) Bulgare / <i>Bulgarian</i> .	(C) Chinois / <i>Chinese</i> .
(D) Allemand / <i>German</i> .	(E) Anglais / <i>English</i> .
(F) Français / <i>French</i> .	(J) Japonais / <i>Japanese</i> .
(I) Italien / <i>Italian</i> .	(Pl) Polonais / <i>Polish</i> .
(K) Coréen / <i>Korean</i> .	(R) Russe / <i>Russian</i> .
(Pt) Portugais / <i>Portuguese</i> .	(S) Espagnol / <i>Spanish</i> .
(Ro) Roumain / <i>Rumanian</i> .	

Les lettres minuscules correspondantes sont utilisées pour indiquer la langue du résumé.
The corresponding small letters indicate the language of the summary.

Sériciculture générale

General sericulture

Nutrient management for sericulture industry.

Gestion alimentaire pour l'industrie séricicole.

BOSE P. C.

Sr. Res. Officer, Soil Sci. & Chemistry Lab., C.S.R. & T.I., Mysore 570008, Karnataka Inde.

1992 In "Non-traditional sectors for fertiliser use" *FDCO Publications*, 94-105. (E)

Non-traditional sectors for fertiliser use.

Secteurs non traditionnels pour l'utilisation d'engrais.

Dr. TANDON

F.D.C.O. Publications, 204-204 A Bhanot Corner, 1-2 Pamposh Enclave New Delhi 110048, Inde.

1992 *FDCO Publications, New Delhi, India, Ed. Dr. HLS TANDON*, 143 p. (E)

Biotechnology in sericulture.

Biotechnologie en sériciculture.

GOPINATHAN K. P.

Microbiology & Cell Biol. Dept., Indian Institute of Science, Bangalore 560 012, Inde.

1992 *Current Science*, Vol. 62(3), 283-287 (E)

Year-round sericulture : New method based on the aseptic rearing system of silkworms on an artificial diet.

Sériciculture tout au long de l'année : une méthode nouvelle basée sur un système d'élevage en conditions aseptiques avec un aliment artificiel.

MATSUBARA F.

Dept. of Applied Biology, Faculty of Textile Sci., Kyoto Inst. of Tech., Kyoto 606, Japon.

1992 *Bulletin of the Fac. of Textile Sci.*, Vol. 16, 1-18. (J,e)

A study on the factors locating sericulture.

Etude sur les facteurs permettant la sériciculture.

NOHMI M.

Dept. of Farm Business Management, Faculty of Agric., Tottori Univ., Tottori 680, Japon.

1991 *Bull. Fac. of Agric. Tottori Univ.*, Vol. 44, 79-86. (J,e)

Mulberry resources in Hebei Province.

Ressources en mûriers dans la province de Hebei.

WU Y.B., PANG Y.I., ZHANG J.X.

Seric. Research Inst., Hebei Academy of Agric. & Forest. Sci., Chengde 067000, China.

1991 *Canye Kexue*, Vol. 17(1), 1-4. (C,e)

Mûrier

Mulberry

Trees and shrubs as source of feed for livestock in Pakistan.

Arbres et arbustes comme source de nourriture pour le bétail au Pakistan.

AKHLAQ R. M.

Livestock Div., Ministry of Food, Agriculture and Cooperatives, Islamabad, Pakistan.

1991 Asian Livestock (FAO-APHCA), Vol. 16(12), 160-164. (E)

Effect of drought on the permeability of plasma membrane and proline accumulation of mulberry tree.

Effet de la sécheresse sur la perméabilité de la membrane du plasmatique et l'accumulation de proline chez le mûrier.

HONG SHENG S.

1992 Canye Kexue, Vol. 18(2), 65-70. (C)

Extraction, toxicology and application of natural mulberry red pigment.

Extraction, toxicologie et application du pigment naturel rouge du mûrier.

HU L., TANG Z., YE Q., HE M., MAO C., WU Y., LIN L.

1989 Tianran Chanwu Yanjiu Yu Kaifa, Vol. 1(2), 60-65. (C)

Acidification of mulberry field soil. One case of volcanic ash soils on Tsukuba upland.

Acidification des sols des mûraies. Un cas de terrains volcaniques dans la région montagneuse de Tsukuba.

INAMATSU K., KIUCHI M., SHIBUYA K.

1991 Nippon Dojo Hiriyogaku Zasshi, Vol. 62(4), 351-356. (J)

A simulation study on the characteristics of CO₂ assimilation in mulberry populations with intermediate pruning at various stages and heights.

Etude de simulation sur les caractéristiques de l'assimilation du CO₂ chez des mûriers taillés à différents stades de maturité et à différentes hauteurs.

ITO D.

National Institute of Sericultural and Entomological Science, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan.

1992 J. Seric. Sci. Jpn., Vol. 61(2), 137-144. (J,e)

Changes in photosynthetic activity and the amount of some related foliar constituents in field-grown mulberry (*Morus alba* L.) leaves during development through senescence.

Variations de l'activité photosynthétique et du taux de certains constituants foliaires des feuilles de mûriers plantés en champs (*Morus alba* L.) pendant tout le développement jusqu'à la sénescence.

ITO D., YAMASHITA T., SHIOKAWA H., OKA K.

National Institute of Sericultural & Entomological Science, Tsukuba, Ibaraki 305, Japon.

1992 *Bull. Nat. Inst. of Seric. & Entomol. Sci.*, Vol. 4, 1-16. (J,e)

Soil chemical properties on mulberry groves in Kyunggi Province.

Propriétés chimiques des sols des mûraies dans la province de Kyunggi.

LEE W. C.

1990 *Han'guk Chamsa Hakhoechi*, Vol. 32(1), 5-7.

Studies on mulberry graftages. 6/ Spray effect of ethrel (2-Chloroethyl phosphonic acid) on graftage quality.

Etudes sur le greffage des mûriers. 6/ Effet de la pulvérisation d'éthrel (acide 2-Chloroéthyl phosphonique) sur la qualité du greffage.

LEE W. C., CHOI Y. C., KIM J. G., LEE J. H., et al.

1991 *Han'guk Chamsa Hakhoechi*, Vol. 31(1), 6-8.

Toxicity of some pesticides to two mite pests of mulberry, *Morus alba* L.

Toxicité de certains pesticides pour deux parasites du mûrier, *Morus alba* L.

NEELU NANGIA, NAGESHCHANDRA B. K., JAGADISH P. S.

Department of Entomology, University of Agric. Sciences, GKVK, Bangalore 860 065, Inde.

1990 *The Mysore Journal of Agric. Sci.*, Vol. 24(3), 349-352. (E)

Cryopreservation of dried shoot tips of mulberry winter buds and subsequent plant regeneration.

Conservation par congélation de pousses séchées de bourgeons d'hiver de mûrier et régénération de la plante.

NIINO T., SAKAI A., YAKUWA H.

1992 *Cryo-Letters*, Vol. 13(1), 51. (E)

Improved procedures for cryopreservation of mulberry using winter buds.

Procédures améliorées pour la cryoconservation de mûrier en utilisant des bourgeons d'hiver.

NIINO T., YAKUWA H., NOJIRI K.

1991 *J. Seric. Sci. Japan*, Vol. 60, 394-399. (J,e)

Evaluation of fertilizer response on soil composition and leaf nutrients of mulberry.

Evaluation de l'effet d'un engrais sur la composition du sol et les nutriments des feuilles de mûriers.

QUADER M. A., SARKER A. A., AHMED S. U.

1990 *Nucl. Sci. Appl.*, (Dhaka), Vol. 2(1), 80-85. (E)

Studies on the nutritional value of leaves at different leaf maturity positions in ten varieties of mulberry.

Etudes sur la valeur nutritionnelle des feuilles à différents stades de maturité chez dix variétés de mûriers.

QUADER M. A., SARKER A. A., RAB M. A.

1990 *Nucl. Sci. Appl.* (Dhaka), Vol. 2(1), 33-35. (E)

***In vitro* propagation of mulberry through adventitious bud induction system.**

Propagation *in vitro* de mûriers par induction de bourgeons adventifs.

SAITO H.

Tokushima Sericultural Experiment Station, Kamojima-Machi, Tokushima 776, Japon.

1992 *J. Seric. Sci. Jpn.*, Vol. 61(1), 46-51. (J,e)

Correction of acidic soil with lime and ash and its effect on nutritional components of mulberry leaves.

Correction de l'acidité du sol avec de la chaux et des cendres et son effet sur la composition nutritionnelle des feuilles de mûriers.

SARKER A. A., HAQUE M. T., AHMED S. U.

1989 *Nucl. Sci. Appl. (Dhaka)*, Vol. 1(2), 90-92. (E)

Studies on changes in biochemical constituents of *Cercospora* infected leaves of mulberry.

Etudes sur les variations des composés biochimiques des feuilles de mûrier infectées par *Cercospora*.

SIDDARAMAIAH A. L., HEGDE R. K.

India Coordinated Spices Project, Regional Research Station, Mudigere 577132, Inde.

1990 *The Mysore Journal of Agric. Sci.*, Vol. 24(3), 353-357. (E)

Effect of temperature levels and their exposure on the survival of *Cercospora moricola* in cultured and infected tissues.

Effet des niveaux de température et de la durée d'exposition sur la survie de *Cercospora moricola* dans les cultures de tissus et les tissus infectés.

SIDDARAMAIAH A. L., HEGDE R. K.

India Coordinated Spices Project, Regional Research Station, Mudigere 577132, Inde.

1990 *The Mysore Journal of Agric. Sci.*, Vol. 24(4), 475-478. (E)

Changes of reserve substances in the bark of stem and root of mulberry (*Morus alba* L.) graftages after planting.

Variations des substances de réserve dans l'écorce du tronc et des racines dans les greffons du mûrier *Morus alba* L. après plantation.

SUNG G. B., RYU K. S.

1991 *Han'guk Chamsa Hakhoechi*, Vol. 32(2), 79-84.

Nematode faunas and their population dynamics in mulberry fields infected by root rot in Thailand.

La faune des nématodes et la dynamique de leurs populations dans les mûraies infestées par la pourriture des racines en Thaïlande.

TOIDA Y., KEEREewan S.,

Eco-Physiology Research Div., Tropical Agric. Research Center TARC, Tsukuba Ibaraki, Japan

1991 *JARQ*, Vol. 25(1), 69-73. (E)

Relationship between the regeneration of axillary buds and the cytokinin contents in the roots after pruning in mulberry.

Relation entre la régénération des bourgeons axillaires et les contenus en cytokinine des racines de mûriers après la taille.

YANAGISAWA Y., SHIOIRI H., TAKUO N., TAKAHASHI T., LU XIAO PING.

1992 *J. Seric. Sci. Jpn.*, Vol. 61(1), 82-84. (J)

B. mori : élevage, nutrition, pathologie

B. mori : rearing, feeding, pathology

Breeding of polyphagous silkworms by early selection for feeding ability on LP-1 artificial diet.
Obtention de vers à soie polyphages par sélection précoce de la capacité à s'alimenter sur le milieu artificiel LP-1.

ASAOKA K., MANO S.

National Institute of Sericultural & Entomological Sci., Tsukuba, Ibaraki 305, Japon.

1992 *J. Seric. Sci. Jpn.*, Vol. 61(1), 1-5. (J,e)

Genetic estimates for quantitative traits in bivoltine silkworm, *Bombyx mori* L.

Estimations génétiques des traits quantitatifs chez le ver à soie bivoltin *Bombyx mori*.

ASHOKA J., GOVINDAN R.

Department of Sericulture, University of Agric. Sciences, Dharwad 580 005, Inde.

1990 *The Mysore Journal of Agric. Sci.*, Vol. 24(3), 371-374. (E)

Reaction of some breeds of silkworm, *Bombyx mori* L. to kenchu virus disease as measured by ET 50 for larval mortality.

Réaction de certaines souches de vers à soie, *Bombyx mori* L. au virus de kenchu mesurée par la mortalité larvaire.

BHASKAR R. N., GOVINDAN R., DEVAIAH M. C.

Dept. of Seric., Univ. of Agricultural Sciences, G.K.V.K., Bangalore 65, Inde.

1990 *The Mysore Journal of Agric. Sci.*, Vol. 24(4), 496-498. (E)

Genetical studies on the dietary efficiency of the silkworm, *Bombyx mori* L.

Etudes génétiques sur l'efficacité alimentaire du ver à soie *Bombyx mori* L.

DING N., ZHANG X-M., JIANG M-Q., XU W-H., WANG Z-E., Xu M-K.

The Sericultural Research Institute, Huzhou, Zheijiang Province 313000, China.

1992 *Canye Kexue*, Vol. 18(2), 71-76. (C,e)

Influence of pupal weight in multivoltine silkworm, *Bombyx mori* L. on some metric parameters.

Influence du poids nymphal chez le ver à soie polyvoltin *Bombyx mori* sur certains paramètres.

GOVINDAN R., NARAYANA SWAMY T. K., ASHOK J.

Department of Sericulture, Univ. of Agric. Sciences, G.K.V.K., Bangalore 560065, Inde.

1990 *The Mysore Journal of Agric. Sci.*, Vol. 24(4), 499-502. (E)

Studies on the antiseptic effect of DF on artificial diet of *Bombyx mori*.

Etudes sur l'effet antiseptique du DF sur l'aliment artificiel de *Bombyx mori*.

HE YONG, YAN YU MIN.

The Seric. Research Inst., Sichuan Academy of Agric. Sciences, Nanchong 637000, China.

1991 *Canye Kexue*, Vol. 17(1), 5-8. (C,e)

Effect of rearing young silkworms 1st-3rd instar larvae with an artificial diet prepared in different mixing ratio with commercially available diets and subsequent rearing with fresh mulberry leaves on the growth rate and cocoon character.

Effet de l'élevage des jeunes vers à soie avec un aliment artificiel préparé avec des mélanges différents d'aliments disponibles commercialement suivi de l'élevage avec des feuilles fraîches sur la croissance et les caractères du cocon.

ICHIDA M., SHIMABUKURO J., OHNISHI M., MORI H., SUMIDA M. *et al.*

Lab. of Seric. Sci., Fac. of Agric., Nagoya Univ., Chikusa, Nagoya 4464, Japan.

1992 *J. Seric. Sci. Jpn.*, Vol. 61(2), 101-104. (J)

Oral immunization with *Escherichia coli* K12 of the fifth larval instar larvae of *Bombyx mori*, reared on an artificial diet under complete aseptic conditions.

Immunisation orale avec *Escherichia coli* K12, des larves de *Bombyx mori* au 5ème stade élevées sur aliment artificiel en conditions aseptisées.

ICHIMORI H., YUHKI T., MORI H., MATSUBARA F., SUMIDA M.

1992 *Comp. Biochem. Physiol.*, Vol. 101, 179. (E)

Polyhedral protein synthesis and DNA replication of *Bombyx mori* nuclear polyhedrosis virus in a *B. mori* cell line.

Synthèse des protéines du polyèdre et réplication de l'ADN du virus de la polyédrose nucléaire de *Bombyx mori* dans une lignée cellulaire de *B. mori*.

JIN B. R., PARK B. S., RYU K. S., JE Y. H., KANG S. K.

1991 *Han'guk Chamsa Hakhoechi*, Vol. 38(1), 21-26.

Effects of methoprene (Manta) application on growth and cocoon production in the silkworm, *Bombyx mori*, of different rearing temperatures.

Effets de l'application de méthoprène (Manta) sur la croissance et la production de cocons chez le ver à soie *Bombyx mori* à différentes températures d'élevage.

KAMADA A.

Earth Chemical Co., Ltd., Kawauchi Tokushima, 771 01, Japan.

1992 *J. Seric. Sci. Jpn.*, Vol. 61(2), 116-122. (E)

Genetical study of feeding habits of the silkworm, *Bombyx mori*, to new-low cost diet designed by linear programming method and application to the breeding.

Etude génétique sur le comportement alimentaire du ver à soie *Bombyx mori* vis-à-vis d'un nouvel aliment à bas prix défini par une méthode de programmation linéaire et son application en sélection.

KANDA T.

National Institute of Sericultural & Entomol. Science, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan.

1992 *Bulletin National Inst. of Seric. & Entomol. Sci.*, 5, 1-89. (J,e)

Location of a *Bombyx mori* receptor binding region on a *Bacillus thuringiensis* endotoxin.

Localisation d'une région se fixant au récepteur de *Bombyx mori* sur une endotoxine de *Bacillus thuringiensis*.

LEE M.K., MILNE R.E., GE A.Z., DEAN D.H.

1992 *J. Biol. Chem.*, Vol. 267, 3115. (E)

The principal component analysis on several characters of silkworm strains.

Analyse des principaux composants de divers caractères des souches de vers à soie.

LU M.L., XU J.F., XU H-R.

Anhui Agricultural College, Hefei 23000, China.

1991 *Canye Kexue*, Vol. 17(1), 9-13. (C,e)

Changes of vitamin content in the blood of silkworm larvae poisoned by fluoride or infected by CPV.

Variations du contenu en vitamines dans le sang des larves du ver à soie empoisonnées par du fluorure ou infectées par le CPV.

LU S., XU J., XU Y., ZANG R., MA Z.

Dept. Seric., Zhejiang Agric. Univ., Hangzhou City, Zhejiang Province, Chine.

1990 *Canye Kexue*, Vol. 16(4), 203-206. (C)

Contribution à l'étude de la valeur protéique de la feuille de mûrier de différentes variétés (cultivars) utilisées dans l'alimentation du ver à soie *Bombyx mori* L.

Study on the protein value of different mulberry varieties (cultivars) used to feed the silkworm, *Bombyx mori* L.

MATEI A.

Commercial Society "Sericarom" 69, Ploiesti Street, Sector I, Bucharest, Romania.

1990 *Analele Banatului*, 1990, 198-203. (R,f)

Impact of dietary moisture on nutritional indices and growth of *Bombyx mori* and concomitant larval duration.

Impact de l'humidité de l'alimentation sur les indices nutritionnels et la croissance de *Bombyx mori* et la durée larvaire.

PAUL D.C., RAO G.S., DEB D.C.

1992 *J. Insect Physiol.*, Vol. 38, 229. (E)

Des recherches concernant la possibilité de l'utilisation de la feuille de mûrier congelée dans l'alimentation des vers à soie.

Studies on the utilisation of frozen mulberry leaves for silkworm feeding.

POPESCU M., SIRBU C.

Commercial Society "Sericarom", 69 Ploiesti street, Sector I., Bucharest, Romania.

1990 *Analele Banatului Stiintele naturii*, 193-197. (R,f)

All the year round sericulture by using an aseptic rearing system of silkworms on an artificial diet : thirty-six rearings per annum.

Sériciculture annuelle à l'aide d'un système aseptisé d'élevage des vers à soie sur un aliment artificiel : trente-six élevages par an.

RUI YING CHEN, MORI H., SUMIDA M., XI LIN YUAN, KITAMARU Y. *et al.*

Lab. of Seric. Sci., Fac. of Agric., Nagoya University, Chikusa, Nagoya 464, Japan.

1992 *J. Seric. Sci. Jpn.*, Vol. 61(2), 172-179. (J,e)

Constructing cecropin B gene expression vectors and transferring to mulberry and tobacco.

Construction de vecteurs d'expression du gène de la cécropine B et transfert chez le mûrier et le tabac.

WU C-C., XU J-F., CAO Y-W. *et al.*

1992 *Canye Kexue*, Vol. 18(2), 124-126. (C)

Exclusion of agar in an artificial diet for polyphagous strains of the silkworm, *Bombyx mori*.

Suppression de la gélose dans un aliment artificiel pour les souches polyphages du ver à soie *Bombyx mori*.

YANAGAWA H., SUZUKI K., WATANABE K.

National Inst. of Sericultural & Entomol. Sci., Tsukuba, Ibaraki 305, Japan.

1992 *J. Seric. Sci. Jpn.*, Vol. 61(2), 158-164. (J,e)

Feeding response of *Bombyx mori* to mulberry leaves irradiated with U.V.

Réaction alimentaire du ver à soie *Bombyx mori* aux feuilles de mûriers irradiées aux rayons U.V.
YAZAWA M.

Nat. Inst. Sericultural Sci., Dept. Insect Physiol. Ohwashi 1-2, Tsukuba, Ibaraki 305, Japon
1992 *J. Seric. Sci. Jpn.*, Vol. 61(1), 76-79. (E)

Protein synthesis in silkworm pupae infected with nuclear polyhedrosis virus.

Synthèse protéique dans les chrysalides du ver à soie infectées par le virus de la polyédrose nucléaire.
ZEMSKOV E.A., VORONOVA S.N., BAZARNOVA T. M., ABRAMOVA E.V., et al.

1991 *Biochemistry*, Vol. 56(1), 1140. (E)

Effect of dietary protein level on the cocoon quality and efficiency of diets of the silkworm, *Bombyx mori* L.

Effet du taux de protéines alimentaire sur l'efficacité des aliments et la qualité du cocon du ver à soie *Bombyx mori* L.

ZHANG C-X., XU J-L.

1992 *Canye Kexue*, Vol. 18(2), 118-120. (C)

Toxicity of mercury, arsenic, chromium, lead and other chemical pollutants to the silkworm raising.

Toxicité du mercure, de l'arsenic, du chrome, du plomb et d'autres agents de pollution chimique sur l'élevage du ver à soie.

ZHOU W., YIN W.

1992 *Canye Kexue*, Vol. 17(2), 109-111. (C)

Trimolter obtained by treatment with anti juvenile hormone (AJH) analogue (YA 20) and its effect on the quality of cocoon filament in silkworm, *Bombyx mori*.

Obtention de trimuant par traitement à un analogue d'anti-hormone juvénile (YA 20) et son effet sur la qualité du filament du cocon chez le ver à soie *Bombyx mori*.

ZHUANG D-H., XIANG M-H., GUI Z-Z., CHEN G-H.

Sericultural Research Institute, Chinese Academy of Agric. Sci., Zhenjiang 212018, China.

1992 *Canye Kexue*, Vol. 18(2), 93-99. (C,e)

Séricigènes non-murier : élevage, nutrition, pathologie

Non-mulberry silkworms : rearing, feeding, pathology

Study on the pebrine pathogens in chinese tussah silkworm, *Antheraea pernyi* Guérin-Méneville.
Etude sur les pathogènes de la pébrine chez le ver à soie tussah chinois *Antheraea pernyi* Guérin-Méneville.

DING J., SU G-M., WEN J-Z.

Research Institute of Sericultural Sciences, Liaoning Province, Fengcheng 118100, China.

1992 *Canye Kexue*, Vol. 18(2), 88-92. (C,e)

Chemical structure and biological activity of pheromone in the mulberry white caterpillar, *Rondotia menciaana* Moore.

Structure chimique et activité biologique de la phéromone chez la chenille blanche du mûrier *Rondotia menciaana* Moore.

DONG T-X., DU M-Z., DU J-W. *et al.*

1992 *Canye Kexue*, Vol. 18(2), 127-128. (C)

Evidence and partial comparison of inducible antibacterial factors in the haemolymph of *Mamestra brassicae* (Lepidoptera, Noctuidae).

Mise en évidence et comparaison partielle de facteurs antibactériens inductibles dans l'hémolymphe de *Mamestra brassicae*.

SLOVAK M., REPKA V., SLOVAKOVA L.

Inst. Exp. Phytopathology & Entomol., Slovak Academy of Sci., 90028 Ivanka, Tchécoslovaquie

1992 *Acta Entomol. Bohemoslovaca*, Vol. 89(2), 107-112. (E)

Purification and properties of a blue chromoprotein in the haemolymph of the Japanese oak silkworm *Antheraea yamamai*.

Purification et propriétés d'une chromoprotéine bleue dans l'hémolymphe de ver à soie du chêne japonais *Antheraea yamamai*.

YAMADA H., KATO Y.

Yakult Central Institute, Kunitachi, Tokyo 186, Japon.

1988 *Wild Silkmooths'88*, 41-48. (E)

Study on canopy structure and photo-productivity of the tussah-feeding mongolian oak.

Etude sur la structure canopée et la photo-productivité du chêne de Mongolie utilisé comme plante hôte par le ver à soie tussah.

YANG S-H., WEN S-Y., YIN Z-F., LIN J-H., WANG C-J., JIANG B. *et al.*

Institute of Liaoning Sericultural Science, Fengcheng 118101, China.

1992 *Canye Kexue*, Vol. 18(2), 113-117. (C,e)

Vers à soie : génétique

Silkworms : genetics

Study on the variability of the main quantitative traits in some silkworm races.

Etude sur la variabilité des principaux traits quantitatifs de certaines races de vers à soie.

BRASLA A., MATEI A., STOIAN J.

1989 *Acta biologica*, No 1, 63-70. (E)

Chromosomal fragment responsible for genetic mosaicism in larval body marking of the silkworm, *Bombyx mori*.

Fragment chromosomique responsable de la mosaïque génétique dans le marquage du corps du ver à soie *Bombyx mori*.

FUJIWARA H., NINAKI O., KOBAYASHI M., KUSUDA J. *et al.*

Dept. of Tech. & Virol., Nat. Inst. of Health, Kamiosaki, Shinagawa-ku, Tokyo 141, Japan.

1991 *Genet. Res. Camb.*, Vol. 57, 11-16. (E)

Diapausing pupae of *Hyalophora cecropia* : an alternative host for baculovirus mediated expression.

Les chrysalides diapausantes de *Hyalophora cecropia* : un hôte alternatif pour l'expression des gènes dans les baculovirus.

HELLERS M., STEINER H.

Department of Microbiol., Univ. of Stockholm, S-106 91, Stockholm, Suède.

1992 *Insect Biochem.*, Vol. 22(1), 35-39. (E)

Sequence identity in an early chorion multigene family is the result of localized gene conversion.

L'identité de séquences dans une famille multigénique précoce du chorion résulte d'une conversion de gène localisée.

HIBNER B.L., BURKE W. D., EICKBUSH T. H.

1991 *Genetics*, Vol. 128, 595-606. (E)

High level expression and characterization of hepatitis B virus surface antigen in silkworm using a baculovirus vector.

Expression à taux élevé et caractérisation de l'antigène de surface du virus de l'hépatite B chez le ver à soie à l'aide d'un baculovirus.

HIGASHIHASHI N., ARAI Y., ENJO T., HORIUCHI T., SAEKI Y., *et al.*

1991 *J. Virological Methods*, Vol. 35, 159. (E)

Nucleotide sequence of a transactivating *Bombyx mori* nuclear polyhedrosis virus immediate early gene.

Séquence nucléotidique d'un gène précoce immédiat de transactivation du virus de la polyédrose nucléaire de *Bombyx mori*.

HUYBRECHTS R., GUARINO L., VANBRUSSEL M., VULSTEKE V.

1992 *Biochem. Biophys. Acta*, Vol. 1129, 328. (E)

Cloning and sequence analysis of membrane-bound alkaline phosphatase cDNA of the silkworm, *Bombyx mori*.

Clonage et analyse de séquence de l'ADNc de la phosphatase alcaline liée à la membrane du ver à soie *Bombyx mori*.

ITOH M., TAKEDA S., YAMAMOTO H., IZUMI S., TOMINO S., EGUCHI M.

Dept. of Biology Tokyo Metropolitan University, Setagaya-Ku, Tokyo, Japan.

1991 *Biochem. Biophys. Acta*, Vol. 1129, 135. (E)

Organization, chromatin structure, and molecular evolution of the *Bombyx mori* chorion gene complex.

Organisation, structure chromatinienne et évolution moléculaire du complexe des gènes du chorion chez *Bombyx mori*.

IZZO J. A.

1991 Thèse 190 p. Univ. of Rochester, Rochester N.Y. (E)

Phenotypic expression of hemolymph proteins of silkworm larva. Age related change. Analysis of molt-character mutants.

Expression phénotypique des protéines de l'hémolymph de la larve du ver à soie. Variations en fonction de l'âge. Analyse des caractères de mue des mutants.

KAWAGUCHI Y.

Lab. Seric., Dept. Agronomy, Fac. Agric., Hakozaki 6-10-1, Higashi-Ku, Fukuoka 812, Japan.

1991 *Jagajy to Seibutsu*, Vol. 29(6), 349-350. (E)

Structure of the *Bombyx mori* fibroin light-chain-encoding gene : upstream sequence elements common to the light and heavy chain.

Structure du gène codant pour la chaîne légère de la fibroïne : éléments de séquence en amont communs à la chaîne légère et à la chaîne lourde.

KIKUCHI Y., MORI K., SUZUKI S., YAMAGUCHI K., MIZUNO S.

Laboratory of Biochem., Dept. of Agricultural Chem., Tohoku Univ. Sendai 981, Japan.

1992 *Gene*, Vol. 110, 151-158. (E)

Structure and expression of bombyxin related peptide genes of the moth *Samia cynthia ricini*.

Structure et expression des gènes des peptides de la bombyxine du papillon *Samia cynthia ricini*.

KIMURAKAWAKAMI M., IWAMI M., KAWAKAMI A., NAGASAWA H., SUZUKI A. et al

1992 *General & Comparative Endocrinology*, Vol. 86, 257. (E)

Isolation of cDNA clones coding for humoral lectin of silkworm, *Bombyx mori* larvae.

Isolement de clones ADNc codant pour la lectine humorale dans les larves ver à soie *Bombyx mori*.

MORI H., IWAMOTO S., KOTANI E., SUMIDA M., MATSUMOTO T., et al.

Silk Sci. Res. Inst., Dainippon Raw Silk Found., 3-25-2 Hyakunincho, Shinjuku, Tokyo, Japan.

1992 *J. Invert. Pathol.*, Vol. 59, 40-45. (E)

Structures and organization of major plasma protein genes of the silkworm *Bombyx mori*.

Structures et organisation des gènes des protéines majeures du plasma chez le ver à soie *Bombyx mori*.

MORI S., IZUMI S., TOMINO S.

Department of Biology, Tokyo Metropolitan University, 2-1-1 Fukazawa, Tokyo 158, Japan.

1991 *J. Mol. Biol.*, Vol. 218, 7-12. (E)

Combining ability studies in silkworm, *Bombyx mori* L.

Etudes sur la capacité combinatoire chez le ver à soie *Bombyx mori* L.

SATENAHALLI S. B., GOVINDAN R., GOUD J. V.

Dept. of Seric., College of Agric., University of Agric. Sciences, Dharwad 580 005, Inde.

1990 *The Mysore Journal of Agric. Sci.*, Vol. 24(3), 360-364. (E)

Genetic parameters and correlation coefficient analysis in silkworm *Bombyx mori* L.

Paramètres génétiques et analyse du coefficient de corrélation chez le ver à soie *Bombyx mori* L.

SATENAHALLI S. B., GOVINDAN R., GOUD J. V., MAGADUM S. B.

Dept. of Seric., College of Agric., Univ. of Agricultural Sciences, Dharwad 580005, Inde.

1990 *The Mysore Journal of Agric. Sci.*, Vol. 24(4), 491-495. (E)

Early establishment and autonomous implementation of a developmental program controlling silkmooth chorion gene expression.

Etablissement précoce et autonomie d'un programme de développement contrôlant l'expression des gènes du chorion chez le papillon.

SWEVERS L., IATROU K.

1992 *Develop. Biol.*, Vol. 150, 12. (E)

Transcriptional regulation of tRNA¹ Gly genes in the silkworm, *Bombyx mori*.

Régulation de la transcription des gènes d'ARN^tGly¹ chez le ver à soie *Bombyx mori*.

TANEJA R.

Microbiology & Cell Biol. Dept., Indian Institute of Science, Bangalore 560 012, Inde.

1992 *Thèse. Indian Institute of Science, Bangalore*, 148 p. (E)

Cloning of a highly repeated nuclear DNA sequence of silkworm for autonomously replicating activity in yeast.

Clonage d'une séquence d'ADN nucléaire du ver à soie hautement répétée permettant la réplication autonome chez la levure.

WU C.-C., XU J.-F., CAO Y.-W., *et al.*

1992 *Canye Kexue*, Vol. 18(2), 121-123. (C)

Sequence of a partial cDNA clone from a major protein of *Nephila clavipes* dragline silk.

Séquence d'un ADNc partiel d'une protéine majeur de la soie de *Nephila clavipes*.

XU M.

1990 *Thèse (Univ. Wyoming, Laramie)* 161 p. (E)

Nucleotide sequencing and transcriptional start site determination of the polyhedrin gene of *Antheraea pernyi* nuclear polyhedrosis virus.

Séquençage des nucléotides et détermination du site de démarrage de la transcription du gène de polyédrine du virus de la polyédrose nucléaire d'*Antheraea pernyi*.

ZHANG C.-F., FAN QI, LIU S.-S., LI W.-L., WANG L.-M., LI G.-Z.

Dalian Institute of Biotechnology, Liaoning Academy of Agric. Sci., Dalian 116000, China.

1992 *Canye Kexue*, Vol. 18(2), 77-87. (C,e)

Vers à soie : physiologie, biochimie

Silkworms : physiology, biochemistry

Accumulation of glue proteins in the developing colleterial glands of the silkworm, *Bombyx mori*.
Accumulation de protéines de glue dans les glandes collécitériques en développement chez le ver à soie *Bombyx mori*.

AMORNSAK W., NODA T., YAMASHITA O.

Laboratory of Sericultural Science, School of Agric., Nagoya Univ., Nagoya 46401, Japan.

1992 *J. Seric. Sci. Jpn.*, Vol. 61(2), 123-130. (E)

Catecholamine-protein conjugates : isolation of an adduct of N-acetylhistidine to the side chain of N-acetyldopamine from an insect enzyme catalysed reaction.

Conjugués protéines-catécholamines : isolement d'un adduit de N-acétylhistidine de la chaîne latérale de N-acétyldopamine d'une réaction catalysée par une enzyme d'insecte.

ANDERSEN S. O., JACOBSEN J. P., ROEPSTORFF P., PETER M. G.

1991 *Tetrahedron Letters*, Vol. 32, 4287-4290. (E)

C and P NMR studies on sugar metabolism in *Bombyx mori* and *Philosamia cynthia ricini* larvae.
Etudes RMN C et P sur le métabolisme des sucres chez les larves de *Bombyx mori* et *Philosamia cynthia ricini*.

ASAKURA T., KAWAGUCHI Y., DEMURA M., OSANAI M.

Fac. of Tech., Tokyo Univ. of Agriculture, 2-Chome Nakamachi Koganei, Tokyo 184, Japan.

1988 *Insect Biochem.*, Vol. 18(6), 531-538. (E)

Comment on the last ten years publications on juvenile hormones of insects and their analogues.
Commentaire sur les publications des dix dernières années concernant les hormones juvéniles des insectes et leurs analogues.

BOLCHI SERINI G.

Istituto di Entomol. Agraria, Università degli Studi, Via Celoria 2, 20133 Milano, Italie.

1991 *Boll. Zool. Agr. Bachic.*, Serie II., Vol. 23(2), 171-190. (1,e)

Restriction endonuclease cleavage map of mitochondrial DNA of mulberry silkworm (*Bombyx mori*) egg.

Carte de restriction de l'ADN mitochondrial de l'oeuf de ver à soie.

CHEN Z., GU X., TANG W., HUANG Z.

1991 *Shengwu Huaxue Yu shengwu Wuli Xuebao*, Vol. 23(3), 265-268. (C)

Changes in the excretory pattern during winter at different instars stages of the larvae of silkworm *Bombyx mori*.

Modifications de l'excrétion des larves du ver à soie *Bombyx mori* en hiver au cours des différents stades.

DHINAKAR G. M., BHASKAR M., RAJASEKHAR R., GOVINDAPPA S.

1990 *Indian J. Comp. Anim. Physiol.*, Vol. 8(1), 59-62. (E)

Oviposition behaviour of the moths which mated with males sterilized by high temperature in the silkworm, *Bombyx mori*.

Comportement de ponte des papillons accouplés avec des mâles stériliés par une température élevée chez *Bombyx mori*.

FUGO H., ARIZAWA N.

Dpt. Environ. Sci. & Resources, Tokyo Univ. of Agric. & Technology, Tokyo 183, Japan.

1992 *J. Seric. Sci. Jpn.*, Vol. 61(2), 110-115. (E)

Growth of axon collaterals of eclosion hormone neurons into a new release site during metamorphosis of *Bombyx mori*.

Croissance des axones des neurones de l'hormone d'éclosion dans un nouveau site de libération au cours de la métamorphose de *Bombyx mori*.

ICHIKAWA T.

1992 *Neurosciences letters*, Vol. 138, 14. (E)

The purification and identification of sepiapterin reductase from fat body of the silkworm, *Bombyx mori*.

Purification et identification de la sépiapterine réductase du corps adipeux du ver à soie *Bombyx mori*.

IINO T., DOHKE K., TSUSUE M.

1992 *Zool. Sci.*, Vol. 9(1), 119. (E)

Isolation and identification of adipokinetic hormone of the silkworm *Bombyx mori*.

Isolement et identification de l'hormone adipocinétique du ver à soie *Bombyx mori*.

ISHIBASHI J., KATAOKA H., NAGASAWA H., ISOGAI A., SUZUKI A.

1992 *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, Vol. 56(1), 66. (E)

The genes encoding bombyxin, a brain secretory peptide of *Bombyx mori* : structure and expression.

Les gènes codants la bombyxine, un peptide sécrété par le cerveau de *Bombyx mori* : structure et expression.

IWAMI M.

1990 *Ed. By Ohnishi E. & Ishizaki H., Japan Sci. Soc. Press., Tokyo.*

Identification of cell lines of *Bombyx mori* and some lepidopteran insects by electrophoresis.

Identification de lignées cellulaires de *Bombyx mori* et de certains lépidoptères par électrophorèse.

KADONO-OKUDA K., IMANISHI S., INOUE H.

National Institute of Sericulture & Entomological Sci., 1-2 Ohwashi, Tsukuba 305, Japan.

1992 *J. Seric. Sci. Jpn.*, Vol. 61(2), 184-187. (E)

Nucleotide sequence of cDNA for the eclosion hormone of the silkworm, *Bombyx mori*, and the expression in a brain.

Séquence nucléotidique de l'ADNc de l'hormone d'éclosion du ver à soie *Bombyx mori* et son expression dans le cerveau.

KAMITO T., TANAKA H., SATO B., NAGASAWA H., SUZUKI A.

1992 *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, Vol. 182, 514. (E)

Presence of three sucrases with different molecular weights in the larval midgut of the silkworm, *Bombyx mori*.

Présence de trois sucrares de poids moléculaires différents dans l'intestin moyen du ver à soie *Bombyx mori*.

KANEKATSU R., HORI M., IGETA K.

Faculty of Textile Science & Technology, Shinshu University, Ueda, Japan.

1992 *J. Seric. Sci. Jpn.*, Vol. 61(1), 6-14. (E)

Morphogenesis of the antenna of the male silkworm *Antheraea polyphemus*. 3/ Development of olfactory sensilla and the properties of hair forming cells.

Morphogénèse de l'antenne du papillon mâle *Antheraea polyphemus*. 3/ Développement des sensilles olfactives et propriétés des cellules formant le poil.

KEIL T. A., STEINER C.

1991 *Tissue and Cell*, Vol. 23, 821. (E)

Comparison of the *in vivo* and *in vitro* effects of bombyxin and prothoracicotropic hormone on prothoracic glands of the silkworm, *Bombyx mori*.

Comparaison des effets *in vivo* et *in vitro* de la bombyxine et de l'hormone prothoracicotrope sur les glandes prothoraciques du ver à soie *Bombyx mori*.

KIRIISHI S., NAGASAWA H., KATAOKA H., SUZUKI A., SAKURAI S.

1992 *Zool. Sci.*, Vol. 9(1), 149. (E)

Expression of a pheromone-binding protein in insect cells using a baculovirus vector.

Expression dans des cellules d'insectes, d'une protéine fixant la phéromone, à l'aide d'un baculovirus.

KRIEGER J., RAMING K., PRESTWICH G. D., FRITH D., STABEL S. *et al.*

1992 *Eur. J. Biochem.*, Vol. 203, 161-166. (E)

Impact of permethrin on some physiological aspects of the silkworm, *Bombyx mori* L.

Impact de la perméthrine sur certains aspects physiologiques du ver à soie *Bombyx mori* L.

KUMARI J. P., NAIDU B. P.

1989 *Environ. Ser. Vol. 2, (Recent Trends Toxicol.)*, 121-126. (E)

Purification and refolding of recombinant human IGF-II from silkworms infected with recombinant *Bombyx mori* nuclear polyhedrosis virus.

Purification et repliement du facteur IGF-II humain à partir de cellules du ver à soie infectées par le virus recombiné de la polyèdre nucléaire de *Bombyx mori*.

MARUMOTO Y., TERUUCHI T., ENJOH T., NUMATA F., SAKANO K.

1992 *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, Vol. 56, 1. (E)

Effects of digestive juice of the silkworm, *Bombyx mori* on the activity of some exogenous hydrolases.

Effets du suc digestif du ver à soie *Bombyx mori* sur l'activité de certaines hydrolases exogènes.

MIAO Y., XU J., MUKAYAMA F.

1990 *Canye Kexue*, Vol. 16(2), 90-93. (C)

Characterization of ATPase activity in brush border membrane vesicles from the silkworm, *Bombyx mori*.

Caractérisation de l'activité ATPase dans la vésicule à membrane bordée de brosses du ver à soie *Bombyx mori*.

MINAMI M., INDRASITH L. S., HORI H.

Laboratory of Seric. Sci., Fac. of Agric., Nagoya University, Chikusa, Nagoya 464, Japon.

1991 *Agr. Biol. Chem.*, Vol. 55, 2693. (E)

Homeostasis of vitamin B2, and role of the Malpighian tubes in the silkworm, *Bombyx mori*.

Homéostasie de la vitamine B2, et rôle des tubes de Malpighi chez le ver à soie *Bombyx mori*.

NAKAMURA M., YANAGAWA H.-A., KUARTA K.

National Institute of Sericultural & Entomological Sci., Tsukuba, Ibaraki 305, Japon.

1992 *J. Seric. Sci. Jpn.*, Vol. 61(1), 52-58. (J,e)

Patchwork-structure serpins from silkworm *Bombyx mori* larval hemolymph.

Serpines en structure morcelée de l'hémolymph larvaire du ver à soie *Bombyx mori*.

SASAKI T.

1991 *Eur. J. Biochem.*, Vol. 202, 255. (E)

Voltinism and photoperiodism of the silkworm *Bombyx mori*.

Voltinisme et photopériodisme du ver à soie *Bombyx mori*.

SHIMIZU I.

1991 *Nippon Oyo Dobutsu Konchu Gakkaishi*, Vol. 35(1), 83-91. (J)

Antibacterial activity inducible in the haemolymph of the silkworm, *Bombyx mori*, by injection of formaline treated *Escherichia coli* K12 during the fourth larval instar and pharate adulte development.

Induction d'une activité antibactérienne dans l'hémolymph du ver à soie *Bombyx mori* par injection d'*Escherichia coli* K12 traitées au formol au cours du 4ème âge larvaire et du développement adulte.

SUMIDA M., ICHIMORI H., JOHCHI S., TAKAOKA A. YUHKI T., MORI H. *et al.*

1992 *Comp. Biochem. Physiol.*, Vol. 101, 165. (E)

Induction of antibacterial activity in the haemolymph of the silkworm, *Bombyx mori*, by injection of formalin treated *Escherichia coli* K12 in the anterior and posterior body part of the ligated larvae.

Induction d'une activité antibactérienne dans l'hémolymph du ver à soie *Bombyx mori*, par injection d'*Escherichia coli* K12 traitées au formol dans les parties postérieure et antérieure de larves ligaturées.

SUMIDA M., ICHIMORI H., YUHKI T., MORI H., MATSUBARA F.

1992 *Comp. Biochem. Physiol.*, Vol. 101, 173. (E)

***In vitro* synthesis of ecdysteroid conjugates by tissue extracts of the silkworm, *Bombyx mori*.**

Synthèse *in vitro* d'ecdystéroïdes conjugués dans les extraits tissulaire du ver à soie *Bombyx mori*.

TAKAHASHI S.Y., OKAMOTO K., SONOBE H., KAMBA M., OHNISHI E.

1992 *Zool. Sci.*, Vol. 9(1), 169. (E)

Biogenic amine levels in the central nervous system and hemolymph of the silkworm *Bombyx mori*.

Taux d'amines biogéniques dans le système nerveux central et dans l'hémolymph du ver à soie *Bombyx mori*.

TAKEDA N., TAKAOKA H., SHIMIZU T., YAZAWA M., YAGI S.

1991 *Comp. Biochem. Physiol.*, Vol. 100, 677. (E)

Localization of sepiapterin deaminase and pteridines in the granules in epidermal cells of the silkworm, *Bombyx mori*.

Localisation de sépiaptérine désaminase et de ptéridines dans les granules des cellules de l'épiderme du ver à soie *Bombyx mori*.

TSUSUE M., KURODA S., SAWADA H.

1991 *Pteridines*, Vol. 2(3), 175-182. (E)

Spider webs and silks.

Toiles d'araignées et soies.

VOLLRATH F.

1992 *Scientific American*, Vol. 266(3), 70. (E)

Ion channels of silkworm moth *Bombyx mori* antennae incorporated into planar lipid bilayer.
Canaux ioniques des antennes du papillon du ver à soie *Bombyx mori* incorporés dans des couches lipidiques planaires.

YOSHII K., TAKAKURI M., KURIHARA K.

1991 *Comp. Biochem. Physiol.*, Vol. 101, 209. (E)

Copulation and insemination of the silkworm moth, *Bombyx mori* L. by living observation.

Observation sur la copulation et l'insémination du papillon du ver à soie *Bombyx mori*.

ZHU Z-L.

Songjiang Teacher's training School, Shanghai 201600, China.

1992 *Canye Kexue*, Vol. 18(2), 100-104. (C,e)

Differentiation of the thermosensitive hygro-sensitive (no-pore) sensilla on the antenna of, *Antheraea pernyi*. A study of cryofixed material.

Differentiation de la sensilla thermosensible et hygrosensible sur l'antenne d'*Antheraea pernyi*. Etude sur le matériel fixé par cryogénie.

ZIMMERMANN B.

1991 *Cell & Tissue Res.*, Vol. 266, 427. (E)

A calcium activated non specific cation channel from olfactory receptor neurones of silkworm, *Antheraea polyphemus*.

Un canal à cations non-spécifique activé par le calcium chez les neurones récepteurs olfactifs du papillon *Antheraea polyphemus*.

ZUFALL F., HATT H., KEIL T.A.

1991 *J. Exp. Biol.*, Vol. 161, 455. (E)

Dual activation of a sex pheromone-dependent ion channel from insect olfactory dendrites by protein kinases C activators and cyclic GMP.

Double activation d'un canal ionique dépendant de la phéromone sexuelle dans les dendrites olfactives d'insecte par des activateurs de la protéine-kinase C et de la GMP cyclique.

ZUFFAL F., HATT H.

1991 *Proc. Natl. Acad. Sci., USA*, Vol. 88, 8520-8524. (E)

Vers à soie : oeufs, embryologie

Silkworms : eggs, embryology

Résultats obtenus dans l'élimination de la diapause par des traitements chimiques chez le vers à soie.

Results obtained in eliminating diapause using chemical treatments in the silkworm.

BRASLA A., MATEI A., PUCHIANU N., RIZEA R.

Commercial Society "Sericarom", 69 Ploiesti street, Sector I, Bucharest, Romania.

1990 *Analele Banatului*, 187-192. (R,f)

Purification and some properties of ovarian membrane binding trehalase in silkworm, *Bombyx mori*.

Purification et certaines propriétés de la tréhalase liée à la membrane ovarienne chez le ver à soie *Bombyx mori*.

CUI Y., YAMASHITA O.

Lab. of Seric. Sci., Fac. of Agri., Univ. of Nagoya, Chikusa-ku, Nagoya 464, Japon.

1991 *Canye Kexue*, Vol. 16(4), 207-212. (C)

Carbohydrate metabolism and limited degradation of vitellin in the eggs of the Japanese oak silkworm, *Antheraea yamamai*, during diapause and embryonic development.

Métabolisme des hydrates de carbone et dégradation limitée de la vitelline dans les oeufs du ver à soie japonais *Antheraea yamamai*, au cours de la diapause et du développement embryonnaire.

FURUSAWA T.

Dpt. of Applied Biol., Fac. of Textile Sci., Kyoto Inst. Techn. Sakyo-Ku Kyoto 606, Japan.

1991 *Wild Silkmths '89. 90. 1991. Akai H. & Kuichi M. Eds.*, 81-88. (E)

Temperature-dependent changes in fatty acid compositions of phosphoglycerides in diapause eggs of the silkworm, *Bombyx mori*.

Variations dues à la température dans la composition en acides gras des phosphoglycérides des oeufs en diapause du ver à soie *Bombyx mori*.

FURUSAWA T., NARUTAKI A., SATOH T.

Dpt. of Applied Biol., Fac. of Textile Sci., Kyoto Inst. of Tech., Kyoto 606, Japan.

1992 *Bull. Faculty of Textile Science*, Vol. 16, 19-28. (J,e)

Temperature-induced metabolic shifts in diapause and non-diapause eggs of the silkworm, *Bombyx mori*.

La température provoque des variations du métabolisme dans les oeufs diapausants et non diapausants du ver à soie *Bombyx mori*.

FURUSAWA T., YAGINUMA T., YAMASHITA O.

Dpt. Applied Biol., Fac. of Textile Sci., Kyoto Inst. of Tech., Sakyo-Ku, Kyoto 606, Japan

1992 *Zool. Jb. Physiol.*, Vol. 96, 180-182. (E)

Quantitative changes of free sugars during the larval and pupal development of the silkworm, *Bombyx mori* L. Sorbitol accumulation in young larva and pupal ovary.

Variations quantitatives des sucres libres au cours du développement larvaire et nymphal du ver à soie *Bombyx mori*. Accumulation de sorbitol dans les jeunes larves et les ovaires nymphaux.

FURUSAWA T., YANG W. J.

Dept. Applied Biol., Fac. Textile Sci., Kyoto Inst. of Tech., Matsugasaki, Kyoto 606, Japan

1991 *Kyoto Kogei Sen'i Daigaku Sen'igakubu Gakujutsu Hokoku*, Vol. 15, 11-20. (J)

Induction of ZZZW sex-chromosome type tetraploid strain by treatment with hot-water of inseminated eggs laid by triploid female moths in the silkworm, *Bombyx mori*.

Induction du chromosome sexuel de type tétraploïde ZZZW par traitement à l'eau chaude des oeufs inséminés pondus par les papillons femelles triploïdes du ver à soie *Bombyx mori*.

HIROKAWA M.

Fukushima Sericultural Experiment Station, Yanagawa, Fukushima 960-07, Japon.

1992 *J. Seric. Sci. Jpn.*, Vol. 61(1), 59-65. (J,e)

Manifestation of "giant egg" mutant of *Bombyx mori* (Lepidoptera : Bombycidae). 3/ Reciprocal transplant of ovaries.

Manifestation de la mutation "oeufs géants" chez *Bombyx mori* (Lepidoptera : Bombycidae). 3/ Transplantation réciproque d'ovaires.

KAWAGUCHI Y., BANNO Y., KOGA K., DOIRA H., FUJII H.

Inst. of Silkworm Genet., Kyushu Univ., Hakozaki 6-10-1, Higashi-Ku, Fukuoka, Japon.

1991 *Nippon Oyo Dobutsu Konchu Gakkaishi*, Vol. 35(2), 109-113. (E)

Effect of 20-hydroxyecdysone application on the expression of the egg-shape determining genes in *Bombyx mori*.

Effet de l'application de 20-hydroxyecdysone sur l'expression des gènes déterminant la forme de l'oeuf chez *Bombyx mori*.

KAWAGUCHI Y., BANNO Y., KOGA K., FUJII H.

Faculty of Agriculture, Kyushu University, Higashi-Ku, Fukuoka 812, Japan.

1992 *J. Seric. Sci. Jpn.*, Vol. 61(2), 145-149. (J,e)

Effects of photoperiod on the induction of egg diapause of tropical races of the domestic silkworm, *Bombyx mori*, and the wild silkworm, *B. mandarina*.

Effets de la photopériode sur la diapause des oeufs des races tropicales du ver à soie *Bombyx mori* et du ver à soie sauvage *B. mandarina*.

KOBAYASHI J.

Dept. of Insect Gene. & Breeding, Nat. Inst. of Seric. & Entomol. Sci., Tsukuba 305, Japon.

1990 *JARQ*, Vol. 23(3), 203-205. (E)

Effects of photoperiod on the induction of egg diapause of the wild silkworm, *Bombyx mandarina* Moore.

Effets de la photopériode sur l'induction de la diapause des oeufs du ver à soie sauvage, *Bombyx mandarina* Moore.

KOBAYASHI J.

Dept. of Insect Gen. & Breed., Nat. Inst. Seric. & Entomol. Sci., Tsukuba Ibaraki 305, Japon.

1988 *Wild Silkmooths* '88, 73-78. (E)

Two-dimensional gel analyses of translation products of RNA from early post-diapause eggs of *Bombyx mori*.

Analyses par électrophorèse bidimensionnelle des produits de traduction des ARN d'oeufs de *Bombyx mori* en postdiapause précoce.

KOSEGAWA E., SUGIMOTO Y., KOGA K.

Lab. of Seric., Fac. of Agric., Kyushu University, Hozokosaki Higashi-Ku Fukuoka 812, Japan.

1992 *J. Seric. Sci. Jpn.*, Vol. 61(2), 180-183. (E)

The tests of hatching rate and vitality of the newly-hatched silkworm after long-term cold storage of eggs.

Tests sur le taux d'éclosion et la vitalité des vers à soie nouvellement éclos après une longue période de conservation au froid des oeufs.

PAN Q-Z., CHEN Y-L.

1992 *Canye Kexue*, Vol. 18(2), 129. (C)

Changes in soluble and insoluble proteins during embryonic development of the silkworm, *Bombyx mori*.

Variation des protéines solubles et insolubles au cours du développement embryonnaire du ver à soie *Bombyx mori*.

SEONG S. I.

1991 *Han'guk Chamsa Hakhoechi*, Vol. 33(1), 1-5.

A re-investigation of the oxygen permeability of the chorion in relation to the onset of embryonic diapause in the silkworm *Bombyx mori*.

Nouvelle recherche sur la perméabilité à l'oxygène du chorion en relation avec le démarrage de la diapause embryonnaire chez le ver à soie *Bombyx mori*.

SONOBE H., NAKAMURA M.

Dept. of Biol., Fac. of Sci., Konan University, Higashinada-ku, Kobe 658, Japon.

1991 *J. Insect Physiol.*, 1991, Vol. 37, 727. (E)

Interchange in the type of aldolases during embryogenesis in *Bombyx mori*.

Changement du type d'aldolases au cours de l'embryogenèse chez *Bombyx mori*.

SUGIMOTO Y., NISHIMURA F., KUSAKABE T., NAGAOKA S., HORI K., et al.

Department of Food and Nutrition, Seinan-Jogakuin Junior College, Japan.

1992 *J. Seric. Sci. Jpn.*, Vol. 61(2), 165-171. (E)

Sterol contents of the silkworm *Bombyx mori* eggs.

Taux de stérol dans les oeufs du ver à soie *Bombyx mori*.

THIPPESWAMY M., KRISHNAMOORTHY R. V., URS K. C. D.

Karnataka State Seric. Devel. Inst., Thalagattapura, Bangalore 560 062, Inde.

1990 *Entomon.*, Vol. 15(3/4), 213-216. (E)

Egg-specific protein in the silkworm, *Bombyx mori* : gene structure, expression and post-translational modification.

Protéine spécifique de l'oeuf chez le ver à soie *Bombyx mori* : structure, expression et modification post-traductionnelle.

YAMASHITA O., YUKIHIRO S., INAGAKI S.

Lab. of Sericultural Sci., Fac. of Agric., Nagoya Univ., Chikusa, Nagoya, Japan.

1990 *Advances in Invertebrate Reproduction*, Vol. 5, 91-95. (E)

A difference in free amino acids in the pupal brains between diapause and non-diapause of the silkworm, *Bombyx mori*.

Différence dans les acides aminés libres des cerveaux des chrysalides des vers à soie diapausants et non diapausants de *Bombyx mori*.

YANG J., SHIMIZU Y., SUZUKI K.

Faculty of Agriculture, Iwate University, Morioka 020, Japon.

1992 *J. Seric. Sci. Jpn.*, Vol. 61(1), 28-31. (J,e)

Determination of carbohydrates in silkworm eggs by HPLC.

Détermination des hydrates de carbone dans les oeufs de vers à soie par HPLC.

ZANG Y., MA Z., WANG Y.

1991 *Fenxi Ceshi Tongbao*, Vol. 10(4), 60-62. (C)

Hormone regulation of egg formation by the silkworm, *Bombyx mori* 1/ Effects of JHA and MH on egg formation by the silkworm.

Régulation hormonale de la formation de l'oeuf chez le ver à soie *Bombyx mori*. 1./ Effets de l'anti-hormone juvénile et de l'hormone de mue sur la formation de l'oeuf chez le ver à soie.

ZHANG J., HUANG L.

1991 *Canye Kexue*, Vol. 17(1), 24-28. (C)

The metabolic changes of carbohydrates and protein in silkworm eggs during the long-term preservation.

Variations du métabolisme des hydrates de carbone et des protéines des oeufs de ver à soie après conservation à long terme.

ZHU J., DAI Y-J., SUN J-P.

Suzhou Sericulture College, 212051, China.

1992 *Canye Kexue*, Vol. 18(2), 105-112. (C,e)

Vers à soie : glandes séricigènes

Silkworms : silkglands

Occurrence of lectin in the silkgland of the silkworm *Bombyx mori*.

Présence de lectine dans la glande séricigène du ver à soie *Bombyx mori*.

AMANAI K., SAKAI M., SAKURAI S., MORI T., NIKAIDO O., OHTAKI T.

1991 *Develop. Growth & Differ.*, Vol. 33, 421-427. (E)

Effects of juvenile hormone and ecdysone on absorption labeled precursors of nucleic acid and protein in the silkworm posterior silk gland *in vitro*.

Effet de l'hormone juvénile et de l'ecdysone sur l'absorption des précurseurs marqués d'acides nucléiques et de protéines par le sécréteur du ver à soie *in vitro*.

CUI W., WU Z., XU J.

1991 *Canye Kexue*, Vol. 17(1), 39-44. (C)

The development of branched silk gland nuclei.

Développement des noyaux ramifiés de la glande séricigène.

HENDERSON S.C., LOCKE M.

1991 *Tissue and Cell*, Vol. 23, 867-880. (E)

The redeployment of F-actin in silk glands during moulting.

La redistribution de l'actine-F dans la glande séricigène pendant la mue.

HENDERSON S.C., LOCKE M.

1992 *Cell Motility and the Cytoskeleton*, Vol. 21, 101. (E)

Molecular characterization and silk gland expression of *Bombyx* engrailed and invected genes. Caractérisation moléculaire et expression des gènes engrêlés et cannelés dans la glande séricigène de *Bombyx mori*.

HUI C. C., MATSUNO K., UENO K., SUZUKI Y.

National Inst. for Basic Biology, 38 Nishigonaka, Myodaijicho, Okazaki 444, Japan.

1992 *Proc. Natl. Acad. Sci., U.S.A.*, 1992, Vol. 89, 167. (E)

Development stage-specific expression of fibroin in the silkworm *Bombyx mori* is regulated translationally.

L'expression temporelle de la fibroïne est régulée au niveau de la traduction chez le ver à soie *Bombyx mori*.

PATEL C. V., GOPINATHAN K. P.

Dept. of Microbiology & Cell Biol., Indian Institute of Science, Bangalore 560012, Inde.

1991 *Indian J. Biochem. Biophys.*, Vol. 28, 521. (E)

Durée et succession des cycles de synthèse d'ADN dans les noyaux polyploïdes de la glande séricigène de *Bombyx mori* au cours des 2ème et 3ème stades larvaires.

Duration and succession of DNA synthesis cycles in the polyploids nuclei of *Bombyx mori* silkgland during the 2nd and 3rd larval instars.

PERDRIX-GILLOT S.

Dept. de Biol., Lab. associé CNRS, Univ. Lyon I, 43 bd du 11/11/18, Villeurbanne, France.

1978 *Biol. Cellulaire*, Vol. 32, 245-256. (E)

Purification and characterization of an enhancer-binding protein of the fibroin gene.

I. Complete purification of fibroin factor 1.

Purification et caractérisation d'une protéine se liant à l'"enhancer" du gène de la fibroïne.

I. Purification complète du facteur 1 de la fibroïne.

SUZUKI T., MATSUNO K., SHIGEHARU T., OHNO K., UENO K. SUZUKI Y.

Dpt. of Developmental Biol., National Inst. for Basic Biol., Myodaiji, Okazaki 444, Japon.

1991 *The Journal of Biological Chemistry*, Vol. 266(25), 16935-16941. (E)

Purification and characterization of an enhancer-binding protein of the fibroin gene.

II. Functional analyses of fibroin factor 1.

Purification et caractérisation d'une protéine se liant à l'"enhancer" du gène de la fibroïne. II. Analyses fonctionnelles du facteur 1 de la fibroïne.

SUZUKI T., TAKIYA S., MATSUNO K., OHNO K.

Dpt. of Developmental Biol., National Inst. for basic Biol., Myodaiji, Okazaki 444, Japon.

1991 *The Journal of Biological Chemistry*, Vol. 266(25), 16942-16947. (E)

Regulation of glycine transfer RNA genes expression in the posterior silkglands of the silkworm *Bombyx mori*.

Régulation de l'expression des gènes d'ARN de transfert de la glycine dans le sécréteur du ver à soie *Bombyx mori*.

TANESA R., GOPALKRISHNAN R., GOPINATHAN K. P.

Dept. of Microbiol. and cell Biol., Indian Institute of Science, Bangalore 560012, Inde.

1992 *Proc. Nat. Acad. Sci., USA*, Vol. 89, 1070. (E)

Silkgland specific cDNAs from *Galleria mellonella* L.

ADNc spécifiques de la glande séricigène de *Galleria mellonella* L.

ZUROVEC M., SEHNAL F., SCHELLER K., KUMARAN K.

Inst. Entomol. Czechoslovak Academy of Sci., Branisovska 31, 370 05 Tchécoslovaquie.

1992 *Insect Biochem. Molec. Biol.*, Vol. 22(1), 55-67. (E)

Soie

Silk

Infrared spectroscopic study of some natural silk fibers.

Etudes spectroscopiques en infra-rouge de certaines fibres de soie naturelles.

BARUAH G. C., TALUKDAR C., BORA M. N.

1991 *Indian J. Phys. B.*, Vol. 65B(6), 651-654. (E)

Production of silk powder and method of decolorization.

Production de poudre de soie et méthode de décoloration.

CHEN K., TAKANO R., HIRABAYASHI K.

Dept. of Biotech., Fac. of Tech., Tokyo Univ. of Agric. & Tech., Koganei, Tokyo 184, Japon

1992 *J. Seric. Sci. Jpn.*, Vol. 61(1), 32-35. (J,e)

Studies on the application of waste crepe yarn and coagulated liquid silk in the silk gland as food materials.

Etude sur l'utilisation de déchets de fils de crêpe et de soie liquide coagulée de la glande séricigène comme matières alimentaires.

CHEN K., TAKANO R., SEBATA T., HIRABAYASHI K.

Dept. of Biotech., Fac. of Techn., Tokyo Univ. of Agric., Koganei, Tokyo 184, Japon.

1992 *J. Seric. Sci. Jpn.*, Vol. 61(1), 80-81. (J)

Effects of chemicals on the polymer system of silk fibroin *Bombyx mori*.

Effets de produits chimiques sur le polymère de la fibroïne de *Bombyx mori*.

DAS S.

1991 *Colourage*, Vol. 38(4), 44-45. (E)

Characterization of low temperature plasma treated silk fibroin fabrics by ESCA and the use of the fabrics as an enzyme-immobilization support.

Caractérisation du plasma à basse température des tissus de fibroïne de soie traités par ESCA et l'utilisation des ces tissus comme support d'immobilisation de l'enzyme.

DEMURA M., TAKEKAWA T., ASAKURA T., NISHIKAWA A.

Fac. Tech., Tokyo Univ. of Agric. & Tech., 2-Chome, Nakamachi, Koganei, Tokyo 184, Japon.

1992 *Biomaterials*, Vol. 13, 276. (E)

Enzyme-immobilization on non-woven fabrics by blend coating using silk sericin and silk fibroin.

Immobilisation d'enzymes sur du non tissé par emballage dans un mélange de séricine et de fibroïne.
DEMURA M., TAKENOSHITA H., ASAKURA T., SAKAI H., KURIOKA A., *et al.*

Faculty of technology, Tokyo University of Agriculture & Tech., Koganei, Tokyo 184, Japon.

1992 *J. Seric. Sci. Jpn.*, Vol. 61(1), 66-72. (J,e)

Sericulture and the production of silk fibers, filaments and yarns.

Sériciculture et production de fibres, de filaments et de fils de soie.

DIXIT M. D.

1990 *Colourage*, Vol. 37(19), 52-54. 96-97. (E)

Conformational energy studies of beta-sheets of model silk fibroin peptides. 1/ Sheets of poly (Ala-Gly) chains.

Etudes sur l'énergie conformationnelle des feuilletts beta dans les peptides de la fibroïne. 1/ Feuilletts de chaînes poly (Ala-Gly).

FOSSEY S. A., NEMETHY G., GIBSON K. D., SCHERAGA H. A.

1991 *Biopolymers*, Vol. 31, 1529. (E)

NMR study of silk protein. 1 - Liquid high resolution NMR studies of fibroin from *Bombyx mori* and *Antheraea pernyi*.

Etude RMN des protéines de la soie. 1 - Etudes RMN à haute résolution de la fibroïne de *Bombyx mori* et d'*Antheraea pernyi*.

HAN X., GUO J., HU J., LIU X.

1991 *Bopuxue Zazhi*, Vol. 8(2), 159-166. (C)

New recycling of silk fibers.

Nouveau recyclage des fibres de soie.

HIRABAYASHI K., CHIN K., SEBATA T.

1991 *Zairyo Gijutsu*, Vol. 9(7), 221-225. (J)

Development of automatic measurement system for fabric density.

Développement d'un système de mesure automatique pour la densité des tissus.

INUI S., IMAOKA H., NIWAYA H., SHIBUYA A.

Research Institute for Polymers & Textiles, 1-1-4 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan.

1992 *Bull. Research Inst. Polymers & Textiles*, 169, 7-16. (J,e)

Amino acid composition of cocoon-shell of the mulberry caterpillar, *Rondotia mencia*, and the wild silkworm, *Bombyx mandarina*.

Composition en acides aminés de la coque du cocon de la chenille du mûrier *Rondotia mencia* et du ver à soie sauvage *Bombyx mandarina*.

ITO T., XU J., HAMANO K., INOKUCHI T., YAMADA M.

Department of Agriculture, Tokyo University of Agriculture & Technology, Tokyo, Japon.

1992 *J. Seric. Sci. Jpn.*, Vol. 61(2), 105-109. (E)

Preparation of anisoshrinking yarn by tannic acid treatment of silk.

Préparation d'un fil anisorétrécissant par traitement de la soie à l'acide tanique.

KATO H.

Nat. Instit. for Seric. & Entomological Science, 1-2 Ohwashu, Tsukuba, Ibaraki 305, Japon.

1992 *J. Seric. Sci. Jpn.*, Vol. 61(1), 15-27. (E)

Dyeing properties of the silk yarns subjected to salt-shrinking, dispersion of fibers and resin-curing.

Propriétés de teinture des fils de soie soumis à la rétraction par le sel, à la dispersion des fibres et au traitement à la résine.

KATO H.

National Inst. for Seric. & Entomol. Sci., 1-2 Ohwashi, Tsukuba, Ibaraki 305, Japon.

1992 *J. Seric. Sci. Jpn.*, Vol. 61(1), 73-75. (J)

Studies on the mechanical properties of silk fibroin membranes (part 3). The mechanical properties of fibroin chitosan membranes.

Etudes sur les propriétés mécaniques des membranes de fibroïne (3ème partie). Propriétés mécaniques des membranes fibroïne chitosan.

LIANG C., HIRABAYASHI K.

1991 *Sen'i Gakkaishi*, Vol. 47(7), 334-338. (J)

Study on texture of silk fabrics.

Etude sur la texture des tissus de soie.

MAGOSHI Y.

National Institute of Sericultural & Entomological Science, Tsukuba, Ibaraki 305, Japon.

1992 *Bull. Nat. Inst. Seric. & Entomol. Sci.*, Vol. 4, 17-141. (J,e)

Structural changes in *Bombyx mori* Silk fibroin induced by immersion into formic acid.

Modifications structurelles dans la fibroïne de *Bombyx mori* induites par immersion dans l'acide formique.

NAGURA M., SAIONJI K., TSUKADA M.

1992 *J. Seric. Sci. Jpn.*, Vol. 61(1), 42-45. (J,e)

Elastic modulus of the crystalline regions of Tussah silk.

Modules élastiques des régions cristallines de la soie Tussah.

NISHINO T., NAKAMAE K., TAKAHASHI Y.

1992 *Polymer*, Vol. 33(6), 1328-1329. (E)

Study on the instantaneous rate of feeding-end in the process of reeling.

Etude sur la vitesse instantanée d'alimentation du bout dans le processus de dévidage du cocon.

SEGI H.

Nissan Motor Co., Ltd, Mitaka-city, Tokyo 181, Japon.

1992 *J. Seric. Sci. Jpn.*, Vol. 61(1), 36-41. (J,e)

Developments in the degumming of silk.

Développements dans le décreusage de la soie.

SVILOKOS-BIANCHI A., COLONNA G.M.

1992 *Melliand Textilber.*, Vol. 73(1), E30-E32, 68-75.

Transfer characteristics of the cocoon cooking and reeling process.

Caractéristiques du transfert de la cuisson du cocon et du processus de dévidage.

TAKABAYASHI C.

National Inst. of Seric. & Entomol. Sci., Matsumoto Branch, Okaya City, Nagano 394, Japon.

1992 *J. Seric. Sci. Jpn.*, Vol. 61(2), 150-157. (J,e)

A study on the thermal behaviors of Eri, Muga and Pat fibers.

Etude sur le comportement thermique des fibres Eri, Muga et Pat.

TALUKDAR C., BARUAH G. C., BORA M.N.

1991 *Indian J. Phys. B.*, 65(6), 641-649. (E)

Silk "queen of textiles". 3/ Degumming of silk.

La soie "reine des textiles". 3/ Décreusage de la soie.

VENUGOPAL B. R.

1991 Colourage, Vol. 38(3), 48-49. (E)

Study on the distribution of tyrosine in tussah silk by electronic microscopy.

Etude sur la distribution de la tyrosine dans la soie tussah par microscopie électronique.

WANG J., HU J., JI T., GUO H.

1991 Guangpuxue yu Guangpu Fenxi, Vol. 11(1), 31-32. (C)

Gelation of sericin and its structure and property.

Gélification de la séricine : structure et propriétés.

ZHU L., HIRABAYASHI K., ARAI M.

1991 Canye Kexue, Vol. 17(1), 33-38. (C)

INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

1) Les articles présentés doivent concerner soit des travaux originaux soit des synthèses. Ils doivent être rédigés en français ou en anglais. Ils doivent avoir trait à la sériciculture qui inclut les vers à soie, les plantes nourricières, la filature de la soie quelle que soit la nature des recherches (fondamentales ou appliquées) et des sujets (biochimie, écologie, économie, virologie, génétique, etc.).

2) Les articles doivent être soumis à : **Dr G. CHAVANCY**. Les articles soumis au Rédacteur doivent être inédits et ne doivent pas être présentés pour publication chez un autre éditeur. Les articles acceptés pour publication dans *SERICOLOGIA* ne pourront être publiés ailleurs sous la même forme sans le consentement écrit de l'éditeur.

3) Les manuscrits et illustrations doivent être soumis en double exemplaire, l'auteur conservant une copie. Dans le cas d'une co-rédaction, les auteurs doivent indiquer le nom de celui qui recevra les épreuves.

4) Les manuscrits doivent être dactylographiés avec un double interligne et des marges importantes. Les auteurs sont priés de rédiger des communications aussi concises que possible. Les renvois de bas de page sont à éviter et les caractères en italique ne doivent pas être utilisés pour la mise en relief.

5) L'article doit être présenté de la façon suivante:

- Le titre suivi du nom de l'auteur et de son adresse complète.
- Le résumé qui doit indiquer le contenu et les conclusions de l'article et doit faire référence à des informations nouvelles. Le résumé ne doit pas excéder 200 mots et peut être divisé en paragraphes numérotés.
- Les mots clés. Une petite liste de mots clés permettant une rapide analyse du contenu de l'article et utilisable pour la compilation de l'index.

- Les articles doivent être divisés en : Introduction, Matériel et Méthodes, Résultats et Discussion. Pour les articles de synthèse, les auteurs peuvent choisir la présentation qui leur convient.

- Remerciements.

- Références. Les auteurs doivent suivre le "Harvard system". Les références doivent être données dans l'ordre suivant : nom de l'auteur et ses initiales, date (entre parenthèses), titre de l'article, nom du journal tel qu'il est abrégé dans la liste mondiale des périodiques scientifiques (4ème édit. 1963), le volume et les première et dernières pages de l'article.

Pour les livres, il est nécessaire d'indiquer le nom de l'auteur et ses initiales, la date de publication, le titre, l'édition, le nombre de pages, le nom de l'éditeur et le lieu d'édition.

Dans le texte, les références doivent être indiquées sous la forme suivante : Dupont (1964) ou (Dupont, 1964). Lorsque la référence comprend plus de deux auteurs, par exemple Dupont, Durand et Martin, l'article doit être cité comme Dupont et coll. sauf si cela peut prêter à confusion. Si l'on cite des articles d'un même auteur publiés la même année, ils doivent être distingués par les lettres a, b, etc.

La référence à un article sous presse doit signifier que l'article a été accepté pour publication et elle doit s'écrire de la façon suivante :

SETOYAMA K. (1962) Effect of water on molecular motion of silk fibroin. *J. Seric. Sci. Jpn.* Sous presse.

6) Illustrations. Le manuscrit sera accompagné de toutes les illustrations nécessaires mais celles-ci ne doivent pas être insérées dans le texte. Toutes les photographies, graphiques et diagrammes doivent être numérotés consécutivement en chiffres arabes, dans l'ordre de citation du texte.

Les photographies sur papier brillant, ou les épreuves positives (pas de négatifs ou de diapositives) doivent être envoyées si possible sans montage et en nombre limité.

Les cartes, graphiques ou diagrammes doivent être dessinés nettement à l'encre noire sur le papier ou du carton blanc de bonne qualité. Les inscriptions apparaissant sur les illustrations doivent être complètes et de taille suffisante pour permettre une réduction importante si nécessaire.

Les illustrations ne doivent pas dépasser le format 14 × 19 cm. Au dos de chaque illustration doivent être indiqués le nom de l'auteur, le n° de la figure (en chiffres arabes) et l'orientation de l'illustration si nécessaire.

Les légendes des figures doivent être dactylographiées sur une feuille séparée et non pas au dos de l'original et elles doivent être suffisamment explicites pour éviter que l'on se reporte au texte.

7) Tableaux. Ils doivent être numérotés en chiffres romains et dactylographiés sur des feuilles séparées. Les titres doivent être suffisamment clairs sans qu'il soit nécessaire de se reporter au texte. Tous les tableaux et figures doivent être cités dans le texte.

8) Seules les abréviations normalisées sont autorisées. Lorsque des abréviations particulières sont utilisées, le nom devra d'abord être donné en entier suivi de l'abréviation entre parenthèses.

9) Le nom latin de toutes les espèces étudiées doit être indiqué.

10) Les corrections des épreuves doivent se limiter aux fautes de frappe. Toutes modifications importantes de l'article seront facturées à l'auteur.

11) Un bon de commande de tirés-à-part est fourni en même temps que les épreuves. Les auteurs peuvent ainsi commander des tirés-à-part en renvoyant les épreuves. Il est à noter que 25 tirés-à-part sont envoyés gratuitement par l'éditeur.

INFORMATION FOR CONTRIBUTORS

1) Papers should be in French or in English and be original contributions or reviews in the field of sericulture including silkworm, host plant, silk reeling, whatever the nature of studies (basic or applied) and topics (biochemistry, ecology, economy, virology, genetics, etc.).

2) Papers should be submitted to : **Dr G. CHAVANCY**. Submission of a paper to the Editor implies that it has not previously been published, that it is not under consideration for publication elsewhere and that, if accepted in *SERICOLOGIA*, it will not be published elsewhere in the same form without the written consent of the Editor.

3) Manuscripts and illustrations should be submitted in duplicate and the author should retain one copy. In the case of multiple ownership, the authors indicate who is to receive the proofs.

4) Manuscripts should be typewritten with double spacing and wide margin. Authors are requested to keep their communication as concise as possible. Footnotes should be avoided and italics should not be used for emphasis.

5) The typescript should contain the following features:

- Title followed by the author's name and full address.
- Abstract which should be a brief summary of the contents and conclusions of the paper and should refer to any new information. It should not exceed 200 words and may be divided into numbered sections.
- Keywords. A short list of keywords provided for rapid scanning of the contents of the paper and used for compiling the index.

- Introduction, Materials and Methods, Results and Discussion should be given for papers presenting original results. For review, authors may choose the convenient presentation.

- Acknowledgements.

- References. The 'Harvard system' is to be followed. References should be detailed in the following order: author's names and initials, date (in parentheses), the title of the article, the name of the journal as abbreviated in the World List of Scientific Periodicals (4th edit., 1963), the volume and the first and last pages of the article.

For books, the author's names, date of publication, title, edition, number of pages, reference, publisher's name and the place of publication should be given.

In the text, references should be given as Dupont (1964) or (Dupont, 1964). When a citation includes more than two authors, e. g. Dupont, Durand and Martin, the paper should be cited in the text as Dupont *et al.*, provided this is not ambiguous. If papers by the same author(s) in the same year are cited they should be distinguished by the letters a, b, etc.

References to a paper "In press" means that it has been accepted for publication and given as follows:

SETOYAMA K. (1982) Effect of water on molecular motion of silk fibroin. *J. Seric. Sci. Jpn.* In press.

6) Illustrations. All necessary illustrations should accompany the manuscript but should not be inserted in the text. All photographs, graphs and diagrams should be numbered consecutively in arabic numerals in the order in which they are referred to in the text.

Glossy photographs or positive prints (not X-ray, negatives or slides) should be sent, unmounted wherever possible, and should be restricted to the minimum necessary.

Charts, graphs or diagrams should be drawn boldly in black ink on good quality white paper or card. Lettering to appear on the illustration should be given in full and should be of sufficient size to allow for considerable reduction where necessary.

Illustrations should not be larger than 14 × 19 cm. On the back of each illustration should be indicated the author's name, the figure number (in arabic numerals) and the top of illustration, when it is not clear.

Legends to figures should be typed on a separate sheet and not on the back of the original, and should give sufficient data to make the illustration comprehensible without reference to the text.

7) Tables. They should be numbered in roman numerals, typed on separate sheets and should have a title which will make the meaning clear without reference to the text. All tables and figures would be referred to in the text.

8) Only standard abbreviations should be used. Where specialized abbreviations are used, the name should firstly be given in full with the abbreviation indicated in parentheses.

9) The Latin names should be given for all species used in investigation.

10) Corrections to proofs should be restricted to printer's errors only. Other than these, substantial alterations will be charged to the author.

11) A reprint order form will be supplied with the proofs, and authors may order such reprints as they require when the proofs are returned. Please note that 25 free reprints are sent by the Editor.

* * *

Directeur Gérant : Dr H. BOUVIER

Dépôt légal : 2e trimestre 1992