

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

B. MAUCHAMP
G. CHAVANCY
A. FOURNIER

Managing Director
Chief Editor
Deputy Editor

COMITE DE REDACTION
EDITORIAL BOARD

AKAPANTHU S. (Thaïlande / *Thailand*)
BOSQUET G. (France)
CAPPELLOZZA L. (Italie / *Italy*)
COUBLE P. (France)
DANDIN S.B. (Inde / *India*)
DAS B.C. (Inde / *India*)
DATTA R.K. (Inde / *India*)
DOIRA H. (Japon / *Japan*)
FONSECA T.C. (Brésil / *Brazil*)
FREDDI G. (Italie / *Italy*)
GOLDSMITH M.R. (USA)
HE K. (Chine / *China*)
HORIE Y. (Japon / *Japan*)
IATROU K. (Canada)
JOLLY M.S. (Inde / *India*)
KOBAYASHI M. (Japon / *Japan*)
LEA H. Z. (Corée / *Korea*)

LEGAY J.-M. (France)
LIU S.-X. (Chine / *China*)
LU H.-S. (Chine / *China*)
MACHII H. (Japon / *Japan*)
MANO Y. (Japon / *Japan*)
MAUCHAMP B. (France)
MIRANDA J. E. (Brésil / *Brazil*)
REALI G. (Italie / *Italy*)
SHIMURA K. (Japon / *Japan*)
SOMASHEKAR T.H. (Inde / *India*)
SONWALKAR T.N. (Inde / *India*)
TAKEDA S. (Japon / *Japan*)
TAZIMA Y. (Japon / *Japan*)
TRENCZEK T. (Rép. tchèque / *Czech Republic*)
VAGO C. (France)
VEY A. (France)
YAMASHITA O. (Japon / *Japan*)

SOMMAIRE - CONTENTS

Revue / Review

- Organic manures for mulberry cultivation – a review** 241
 Revue sur les engrais biologiques pour la culture du mûrier 251
 R. M. SHIVAPRAKASH & S. N. NARAYANGOWDA

Articles scientifiques / Scientific papers

- Study on deriving economic values for selection indices in silkworm, *Bombyx mori* L.** 257
 Etude sur la déduction des valeurs économiques pour les indices de sélection chez le
 ver à soie, *Bombyx mori* L. 265
 S. Z. MIRHOSSEINI, M. GHANIPOOR, A. SHADPARVAR, A. R. SEIDAVI &
 A. R. BIZHANNIA

- Effect of the magnetization of eggs on the silk producing potential of multivoltine
 mulberry silkworm (*Bombyx mori* Linn.)** 269
 Effet de la magnétisation des œufs sur le potentiel de production de soie du ver à soie
 polyvoltin (*Bombyx mori* Linn.) 279
 V. B. UPADHYAY & K. TRIPATHI

Rapports techniques / Technical reports

- The silkworm breed “RG90”** 285
 La lignée de ver à soie “RG90” 293
 A. MATEI & A. BRASLA

- Genetic association and path coefficient analysis of some yield components in the
 mulberry (*Morus* spp.)** 297
 Association génétique et analyse du coefficient de direction pour certains composants du
 rendement chez le mûrier (*Morus* spp.) 307
 D. M. RAM RAO, M. P. REDDY, H. JAYARAM & S. AMARNATH

- Correlation between physio-biochemical parameters of castor leaves and rearing
 parameters of eri silkworm in relation to different combinations of NPK** 313
 Corrélation entre les paramètres physio-biochimiques des feuilles de ricin et les paramètres
 d'élevage du ver à soie eri sous l'influence de différentes combinaisons de NPK 321
 U. HAZARIKA, A. BARAH & R. CHAKRAVORTY

- Nutrient uptake in three improved varieties of mulberry under irrigated condition** . 327
 Absorption de nutriments chez trois variétés de mûrier améliorées dans des conditions
 d'irrigation 335
 R. M. SHIVAPRAKASH, U. D. BONGALE & S. N. NARAYANAGOWDA

- Introduction of size control mechanism to multi-end reeling machine and its
 evaluation** 339
 Introduction et évaluation d'un mécanisme de contrôle du titre sur une bassine de
 dévidage multi-bouts 347
 S. NIVEDITA, C. TAKABAYASHI, K. NAKAJIMA & T. H. SOMASHEKAR

Note brève / Brief note

Biochemical constituents of silkworm, <i>Bombyx mori</i> L. as influenced by mulberry grown through organic based nutrient management	351
Influence de la culture biologique du mûrier sur les constituants biochimiques du ver à soie <i>Bombyx mori</i> L.	357
S. S. HIREMATH, L. N. SRIKAR, T. K. NARAYANASWAMY, U. S. PODDAR & M. A. SHANKAR	

ORGANIC MANURES FOR MULBERRY CULTIVATION - A REVIEW

R. M. SHIVAPRAKASH* & S. N. NARAYANGOWDA

Karnataka State Sericulture Research and Development Institute, Thalaghattapura,
Bangalore - 560062, India.

INTRODUCTION

Use of organic manures in agriculture for healthy plant growth is as old as agriculture itself. Main objective of the application of manures to the soil either in the form of organic or inorganic inputs is to supply nutrients to the plants. Organic manures such as FYM, sludge, compost, pressmud, oil cakes, green manures etc., contain comparatively smaller quantities of plant nutrients (Table I) apart from being bulky in nature and supply large quantities of organic matter to the soil thereby improving the soil physical structure apart from increasing moisture holding capacity of the soil, availability of native plant nutrients present in the soil and facilitating biological and chemical activities of the soil. Organic matter rich in nitrogen like green leaf, dead animals, legumes, grains etc. decompose faster and if there is limitation of nitrogen in the organic matter the degradation is slower because of the lack of microbial activity (Gowda, 1996).

Keywords: Compost, farmyard manure, green manure, mulberry, oilcakes, organic manure, pressmud, vermicompost.

IN MULBERRY

Mulberry is a deep rooted, perennial and high biomass producing plant. In India it is largely cultivated for leaf production. With the adoption of package of practices recommended for mulberry 25 – 30 tons of leaf is obtained /ha/yr with conventional varieties such as M₅, S13 etc. with potential doubling of leaf yields in case of high yielding varieties like S36, Vishwa, S1635 and V1 under irrigated condition. Recommended fertilizer dose for mulberry under irrigated condition is 300: 120: 120 Kg NPK and 20 tons of FYM / ha / yr. Since high yielding mulberry varieties are producing more leaf yield their nutrient requirement is also more. Nutrients uptake in mulberry also varies among the varieties. Since high yielding varieties extract large quantities of plant nutrients from the soil it is difficult to supply them through organic form alone. Even if it is possible, large amount of organic manures are required to fulfill the nutritional requirements of mulberry (Table II). Systematic studies on the use of organic manures in mulberry garden and literature pertaining to this aspect are very limited.

* Address for correspondence

Compost:

The process of decomposing organic wastes like waste straw, sweepings, weeds, stubbles of crops, farm organic wastes is called composting and the decomposed material is called compost. The nutrient status of the compost largely depends on the source used for composting.

Minamizawa (1984) reported that mulberry leaf yield was lower in the block applied with compost alone than that of the block applied with only inorganic fertilizer. But the block applied with both compost and inorganic fertilizer had 20% increase in the yield. If inorganic fertilizer alone is continuously applied it will result in a drastic reduction of humus content in the soil. In order to supplement the loss of humus it is necessary to apply about 1000 kg of compost. Bhogesha *et al.*, (1997) studied the effect of various sericultural composts on mulberry leaf yield and quality under irrigated condition and reported that the application of 20 tons/ha of composted silkworm rearing wastes mixed with biogas spent slurry +300:120:120 kg NPK/ha produced the highest leaf yields. Highest NPK content in mulberry leaves was also observed in this treatment. Pasha (2001) studied the rearing performance and cocoon characters of bivoltine silkworm breed NB4D2 on mulberry leaves grown with organic manures like silkworm excreta, pongamia oil cake, sheep manure and FYM. Cocoon weight, shell weight, pupal weight and silk productivity were highest in the cocoons produced on leaves raised with silkworm excreta+FYM.

Vermicompost:

The compost that is formed by earthworm activity is termed Vermicompost. The range of nutrients produced by the vermicompost using organic waste of different combinations had N, 0.5-1.5, P, 0.1-0.3 and K, 0.15 - 0.56%. When vermicompost is used as the source of organic manure in the initial stages, the use of chemicals could be brought down by 50 %. It is found to be highly economical to use vermicompost in nursery beds for establishment of seedlings and also as rooting medium (Kale, 1996). Patil (2001) reported that weekly fertigation of recommended dose of fertilizer (250:120:120 kg/ha/yr) + vermicompost @2.5 ton/ha recorded maximum leaf yield from four pruning as compared to other treatments (weekly fertigation of 66% recommended dose of fertilizer (RDF) + vermicompost (VC), 33% RDF+VC, weekly fertigation of RDF). Dorigal and Gowda (1996) showed that mulberry cuttings treated with vermicompost slurry recorded significantly higher number of roots and was comparable to the effect of Indole Butyric Acid (50 ppm) treatment. Das *et al.*, (1999) reported that application of 10 tonnes of vermicompost and 150: 60: 60 kg NPK / ha /yr could maintain the same plant growth, yield and quality as that of control receiving full dose of FYM and chemical fertilizer (20 tonnes and 300: 120: 120 kg NPK /ha/yr respectively). Application of vermicompost alone @10 or 20 MT/ha/yr could not maintain the plant growth or leaf yield on par with either control or combined application of vermicompost with 50%NPK. Thus the vermicompost prepared from sericultural wastes can be a better alternative to the traditionally prepared FYM, besides cutting down the costly chemical fertilizers (Das *et al.*, 2002).

Oil-cakes:

When oil is extracted from oil seeds the residue left behind is known as oil cake. The cakes start decomposing immediately after application and liberate nutrients for the use of crops readily. The rate of availability of nutrients varies with the type of oil-cake and the nature of the soil. They show their beneficial effects in a week or two after application in the dark green color of the leaves (Yawalkar, 1977). Amendments of soil with decomposable organic matter like oil-cake is recognized as most efficient method of changing soil and rhizosphere environment, thereby adversely affecting the life cycle of pathogens and enabling the plant to resist infection of pathogen through better vigor and altered root physiology (Singh and Sitaramaiah, 1963). Oil cakes contain major plant nutrients like nitrogen, phosphorus and potash. But the percentage of these nutrients varies with the type of oil cake. The percentages of these nutrients vary from 2.5- 5.2, 0.8- 1.8 and 1.2- 2.0 % respectively. Shivaprakash (1991) studied the effect of different non-edible oil cakes like Neem, Castor, Mahua

and Pongamia on yield and quality of mulberry. Considering the NPK content in oil cakes the amount of oil cakes equivalent to recommended dose of fertilizer/ha was calculated and applied. Even though there was significant yield difference in all the five crops highest leaf yield was obtained in the control that received recommended dose of chemical fertilizer and FYM. Govindaiah *et al.*, (1994) reported that neem oil cake application at 2 tone/ha in 4 equal split doses together with the recommended fertilizer application was found effective to control the disease and increase the leaf yield. Sikdar *et al.*, (1986) reported that Temik 10G (aldicarb) at 3 kg /ha and neem, castor, ground nut and gingili oil cakes at 1 tone /ha applied 4 times in a year reduced the root knot disease considerably thereby the growth and yield of mulberry were improved as compared to the control. Neem and Pongamia oil cakes with mulched green leaves at 2 tones/ha (Govindaiah *et al.* 1997) and combined application of neem and mustard cake (Deka, 1994) showed inhibitory effect on root knot nematode *Meloidogyne incognita*. On-farm trials revealed that the neem oil cake at 2 tone/ha reduced the disease severity to the extent of 73 percent and increased the leaf yield by about 18.8% compared to carbofuron application (Sharma *et al.*, 1998). Vijayakumari and Sujathamma (2002) studied the efficacy of neem and Pongamia oil-cakes and green leaves on root- knot diseases of mulberry. Neem application both as oil-cakes and mulching showed greater effect on the reduction of nematode population compared to the control. Besides an increase in leaf yield was observed in neem cake applied (35.32%) and neem leaves mulched (34.53%) plots over the control.

Green manures:

Green manuring is an age-old practice in Indian farming systems. Growing a crop for the purpose of incorporating it *in-situ* into the soil is called green manuring, whereas collecting and recycling green leaf from available sources and using it as *ex-situ* is called green leaf manuring. Common green manure crops are Sunhemp (*Crotalaria juncea*), Dhaincha (*Sesbania aceuleata*), Cowpea (*Vigna sinensis*), Mung bean (*Phaseolus aureus*) and Berseem (*Trifolium alexandrium*) etc. Common shrubs and trees utilized for *Ex-situ* green manuring are Glyricidia (*Glyricidia maculata*), Pongamia (*Pongamia globra*), Neem (*Azadirachta indica*), Cassia (*Cassia auriculata*) etc. (Krishnappa, *et al.*, 1996). There is great demand in agriculture and sericulture for FYM, which is an important manurial input to mulberry garden. In the present days of non-availability of sufficient quantity of FYM green manuring helps in a big way to overcome this problem. Research information on green manuring in mulberry cultivation is very scanty.

Choudhury *et al.*, (1990) studied the effect of green manuring, dry weed and black polythene mulching in rain fed mulberry. Raising of green manure crops like Horse gram (*Dolichus visflorus*), Cowpea (*Vigna sinensis*) and Moth bean (*Phaseolus aconitifolius*), in rain fed mulberry significantly increased the leaf yield. Soil moisture at different depths was also significantly conserved by green manure, black polythene and dry weed mulching treatments. Purohit (1990) reported that repeated application of green manure improves the fertility of the soil and brings about a sustained increase in production. The green manure also helps in correcting the alkalinity of the soil to some extent. A field study was conducted at KSSRDI Bangalore on crop compatibility for green manuring in mulberry with 4' x 2' and 2' x 2' mulberry spacings, Sunhemp and Horse gram were used for *in-situ* green manuring and Glyricidia as *ex-situ* green manuring. Sunhemp and Horse gram can be grown as *in-situ* green manure crops in irrigated mulberry gardens in both 120 x 60 cm and 60 x 60 cm spacing. About 27% nitrogen out of recommended dose of 300 kg N could be saved through the application of Sunhemp and Horse gram as *in-situ* green manure crops while Glyricidia could be used as *ex-situ* green manure crop with 60 x 60 cm and 120 x 60 cm spacing in irrigated mulberry garden. About 40% nitrogen out of recommended dose of 300 kg nitrogen could be saved through the application of Glyricidia as *ex-situ* green manure (Bongale *et al.*, 2005).

Table I. Average nutrient content of organic manures.**Tableau I. Teneur moyenne en nutriments des engrais biologiques.**

Sl.No.	Particulars	Nitrogen	Phosphorus	Potash
No. de série	Description	Azote (%)	Phosphore (%)	Potasse (%)
1.	Farm yard manure <i>Fumier de ferme</i>	0.4 - 1.5	0.3 - 0.62	0.3 - 1.2
2.	Urban compost / <i>Compost urbain</i>	0.7 - 2.0	0.3 - 0.9	1.0 - 2.0
3.	Pressmud / <i>Boue agglomérée</i>	2.40	1.47	1.31
4.	Castor cake / <i>Tourteau de ricin</i>	4.61	0.82	1.81
5.	Pongamia cake <i>Tourteau de Pongamia</i>	4.10	0.94	1.20
6.	Neem cake / <i>Tourteau de margousier</i>	2.86	0.86	1.02
7.	Mahua cake <i>Tourteau de Mahua</i>	1.76	0.76	1.34
8.	Vermicompost / <i>Vermicompost</i>	0.5 - 1.5	0.1 - 0.3	0.15 - 0.56
9.	Pongamia leaf / <i>Feuille de Pongamia</i>	3.31	0.44	2.39
10.	Sunhemp / <i>Chanvre</i>	2.3	0.50	1.80
11.	Daincha	3.50	0.60	1.20
12.	Biogas slurry <i>Boue contenant des gaz organiques</i>	1.50 - 2.0	1.1 - 2.0	0.8 - 1.2

(Kale,1996, Mudaliar,1981, Mutharaj,1997 and Shivaprakash,1991)

Press mud:

Press mud is an important by-product of sugar industry. It contains considerable amount of calcium, phosphorus, nitrogen, potassium, trace elements and organic matter in varied quantities (Kathiresan, 1981). It is valuable as soil ameliorant and serves as soil conditioner. Press mud is profitable phosphate manure for mulberry. Application of 7.5 tonnes of press mud per hectare is equivalent to 150 kg of P_2O_5 (Sinha *et al*, 1992).

Mutharaj (1997) reported that application of enriched press mud along with fertilizers increased the yield of mulberry over control. A reduction in soil pH and increased available nitrogen, potassium and sulfur in soil was noticed due to application of enriched press mud along with fertilizers. Comparative efficacy of different amendments namely, FYM, pressmud, gypsum and sulphur each

at two doses in reclaiming an alkali soil and increasing mulberry leaf yield was studied in the mulberry farm. Application of amendment reduced the soil pH considerably and also increased mulberry leaf yield. Sulphur, however, was found to be most effective (Bose *et al.*, 1982).

Table II. Estimated quantities of organic manures to supply 300 kg Nitrogen.

Tableau II. Estimation des quantités d'engrais organiques pour apporter 300 kg d'azote.

Organic manures	Average Nitrogen content (%)	Quantity required /ha/yr (kg)	Quantity required / crop (kg)
<i>Engrais organiques</i>	<i>Teneur moyenne en azote (%)</i>	<i>Quantité nécessaire /ha / année (kg)</i>	<i>Quantité nécessaire / récolte (kg)</i>
Farmyard manure / <i>Fumier de ferme</i> (FYM)	1.00	30,000	6,000
Compost	1.35	22,222	4,000
Vermicompost / <i>Vermiculite</i>	1.00	30,000	6,000
Green manures / <i>Engrais verts</i>	0.75	40,000	8,000
Oil cakes / <i>Tourteaux</i>	3.85	7,790	1,558
Press mud / <i>Boue agglomérée</i>	2.4	12,500	2,500

Farmyard manure (FYM):

Farmyard manure is the most valuable and commonly used organic manure. It consists of mixture of cattle dung, remnants of straw and plant stalks fed to cattle and sweepings. FYM is bulky in nature and contains smaller quantities of plant nutrients like nitrogen 0.5-1.5 %, phosphorus 0.4-0.8 % and potassium 0.5-1.9 % (Mudaliar, 1981).

Pain (1961) recorded 75% increase in leaf yield in mulberry with application of 30 tons of FYM /ha when compared to no FYM. This increase in leaf yield was also associated with improvements in leaf quality as evidenced by higher values of crude protein, crude fat, phosphorus and potassium contents. Ray *et al.*, (1973) observed that combination of organic and inorganic nutrients enhanced the quality of leaf in terms of moisture and crude protein. A good response was observed with FYM 20 tons/ha which was further benefited by an additional dose of 336:180:120 kg NPK respectively.

Ullal and Narasimhanna (1987) recommended that 10 tonnes of farm yard manure or compost, 100:50:50 kg NPK/ha/yr under rainfed condition while 20 tonnes of organic manure /ha/yr followed by 280:120:120 kg NPK/ha/yr for pit system and 300:120:120 kg NPK/ha/yr for row system of plantation under irrigated condition are the best combination for mulberry cultivation. Jolly (1986) suggested that under irrigated condition application of 20 tonnes of FYM/ha/yr as a basal dose and

255:255:255 kg NPK/ha/yr was better for harvesting higher quality of leaf required for chawki worms. Subrahmanyam *et al.*, (2000) reported that 300:120:120 kg NPK /ha/yr in five equal split doses along with 40 tonnes of organic manure (FYM) in two equal split doses has been recommended for mulberry in general and silkworm seed production in particular.

Bose and Singhvi (1989) viewed FYM as a source of micronutrients. A few tons of FYM/ha of good quality must be applied after each pruning or leaf harvest of mulberry as it would replace as much as Cu, Mn, Mo and Zn., thus keeping the soil reserve for these elements to the required level. Singhvi *et al.*, (1991) suggested that NPK and humus must both be provided in requisite proportion to maintain the fertility of the soil and obtain optimum mulberry yield. Combinations of FYM and fertilizers were helpful in providing optimum level of micronutrients (Shankar, 1994). Shankar *et al.*, (1992) studied three levels of organic manures (0, 10 and 20 ton/ha/yr) and three levels of fertilizers (0, 50 and 100% NPK levels) compared to single application of FYM and six split application of fertilizers. Split application of FYM in combination with the levels of fertilizers did not cause significant differences compared to the control in cocoon yield, filament length, silk yield and ERR. Krishna (1997) reported that FYM might have to be applied at shorter intervals of at least twice a year instead of one time per annum as was recommended then. Subbarayappa (1994) also suggested to apply phosphorus and FYM in five and three split doses respectively instead of two and single dose for getting the optimum yield of quality mulberry leaf. Caldwell and Black (1958) reported that organic anions particularly the hydroxyl acids such as citrate, tartarate, oxalate and succinate have been found to reduce phosphorous fixation and assist in the release of native soil phosphate. Mandal and Mandal (1973) observed that organic matter treatment maintains higher amount of phosphorous in suitable form in the soil.

Kore (1992) studied the effect of different sources of organic manures like FYM, sheep manure, horse manure, pig manure and poultry manure on yield and quality of mulberry. In all six-crop harvests application of N through recommended fertilizer recorded significantly higher leaf yield. Bongale (1994) reported that while the nutritional content varies among different types, generally the requirements of crop plants for major elements such as N, P and K could not be met through the supply of organic manures. These ultimately will have to be supplemented through inorganic fertilizers. Ito and Miyazoa (1984) reported that long-term application of FYM might increase soil fertility. However, when a heavy application exceeding 100 tonnes/ha is made every year the content of nitrate and potassium in forage crops will be increased markedly as a result of increased nitrification and increased potassium accumulation in the soil. Higher concentrations of N, P, & K in the soil owing to high doses of the FYM lead to the reduction in the absorption of Ca and Mg.

Gopinath (1996) opined that sustainable agriculture is possible through natural farming. By way of mulching, all weeds can be managed, microbial and earthworm activities could be increased thus enhancing mulberry productivity (without using even a gram of chemical fertilizer and pesticide).

CONCLUSIONS

Organic manures and fertilizer management practices influence the quality and quantity of mulberry leaves. Organic manures like farmyard manure, compost, press mud, oil cakes, green manures etc. are bulky in nature and supply large quantities of organic matter to the soil. Organic matter promotes microbial activities, improves soil structure and absorptive capacity and buildup soil nitrogen through fixation. It is evident from the literature that the nutrient content of organic manures is highly variable and supplies lesser quantities of plant nutrients. Studies in mulberry with different organic manures reveal that organic manures like, sheep manure, horse manure, poultry manure, pig manure, oil cakes, press mud, vermicompost and green manures can be used but organic manures alone did not increase the yield over control. Since high yielding varieties require larger quantities of plant nutrients it is difficult to supply plant nutrients through organic manures alone. Hence it is better to use organic manures and inorganic manures judiciously in combination to get higher crop yields with

minimum deterioration of soil quality. Most of the studies on use of organic manures in mulberry are restricted to very short period. Studies on long term application of organic manures alone or in combination of both organic and inorganic fertilizers and its effect on existing and high yielding varieties performance are needed. The production of quality leaf promotes the production of quality cocoon, which eventually is required for the production of international grade silk.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors are thankful to Dr.U.D.Bongale, Director and Dr R. S. Mallikarjunappa, Division chief (Mori.) Karnataka State Sericulture Research and Development Institute for their help.

REFERENCES

QUOTED:

- BHOGESHA K., DAS P.K. & MADHAVARAO Y.R., 1997, Effect of various sericultural composts on mulberry leaf yield and quality under irrigated condition. Indian J. Seric., 36(1) : 30 - 34.
- BONGALE U.D., 1994. Fertilizers in mulberry cultivation. Publ. Pushpaseri publication, Thalaghattapura, Bangalore. Pp-44-49
- BONGALE U.D., NARAYANAGOWDA S.N., SHIVAPRAKASH R.M. & MALLIKARJUNAPPA R.S., 2005, Compatibility of intercrops and gliricidia and sunhemp based micromodels for green manuring in mulberry cultivation. In: Bioorganics in sericulture and related technologies of KSSRDI. Publ. KSSRDI. Bangalore. India. pp. 28-32.
- BOSE P.C., MAJUMDER, S.K. & DATTA, R.K. , 1992, Effect of amendments on chemical properties of alkali soil of mulberry garden and its yield. Indian J. seric 31(2): 147 - 150.
- BOSE P.C. & SINGHVI N.R., 1989, Farmyard manure as a source of micronutrients for mulberry. Indian Silk, 27(10):37-39.
- CALDWELL A.C. & BLACK C.A., 1958, Inositol hexaphosphate I. Quantitative germination in extracts of soils and manures. Soil Sci. Soc. Ameri. Proc. 22:290-293.
- CHOUDHURY P.C., DAS P.K., GHOSH A. & SENGUPTA K., 1990, The boon of green manuring and dry weed mulching in rainfed mulberry. Indian Silk, 28(11):39-41.
- DAS P.K., BHOGESH K., THEERTHAPRASAD B.M., KATIYAR R.S., VIJAYAKUMARI K. M., MADHAVARAO Y.R. & RAJANNA L., (2002) Vermicomposting of sericultural wastes and its impact on mulberry production. In: Advances in Indian Sericulture Research, Proc. Natl. Conf. on Strat. Seri. Res. & Devnt. 16-18, Nov. 2000.
- DAS P.K., THEERTHAPRASAD B.M., BHOGESH K., KATIYER R.S., VIJAYAKUMARY K.M. & MADHAVARAO Y. R., 1999, Effect of graded doses of vermicompost of Sericultural wastes on mulberry growth, leaf yield and quality. In: Proc. Natl. Semi. Trop. Seric. 28-30 Dec. 1999 p, 48-52.
- DEKA S.B.K. (1994) Studies on nematodes associated with mulberry *Morus alba* L. M. Sc. Thesis TNAU, Coimbatore Tamilnadu, India.
- DORIGAL S.B. & GOWDAR R., 1996, Effect of varmicompost on rooting of mulberry cuttings. In: Abstract of Natl. Semi. Org. Farm. and Sust. Agri. UAS, Bangalore, pp 45-46.
- GOPINATH G.R., 1996, Green cocoon: Eco sericulture a private sector component. In: Proc. Natl. Sem. on Org. Farmg and Sust. Agri. APOF, Bangalore, India, p, 175-179.
- GOVINDAIAH, DANDIN S.B., GIRIDHAR K. & DATTA R.K., 1994, Efficacy of different doses of neem oil-cake on *Meloidogyne incognita* infesting mulberry. Sericologia, 34: 717-721
- GOVINDAIAH, SHARMA, D.D., HIMANTHRAJU M.T. & BAJPAI A.K. (1997) Nematicidal efficacy of organic manures, intercrops, mulches and nematicides against Root-knot nematode in mulberry. Indian J. Nematol., 27(1):28-35.

- GOWDA T.K.S., Compost making with enrichment techniques. In: Organic farming and sustainable agriculture. Proc. Natl. Semi. (Eds, Veeresh, G.K., Shivashankar, K. and Singlachar, M.A.). Assoc. for Promotion of Org. Fmg. Bangalore. India. P.46-51.
- GUPTA A.P., ANTIL R.S. & JAGANNATH 1987, Chemical composition of pressmud from different sugar factories in Haryana. Indian J. Res., 21 : 43 -48.
- ITOY. & MIYAZAWA K., 1984, Effect of long term heavy application of fresh farmyard manure on and nutrient status of forage crops. JARQ, 17 (4):242-247.
- JOLLY M.S., 1986, Economics of sericulture under irrigated condition, Sericulture project No.2 CSRTI, Mysore, India, p,175.
- KALE R.D. 1996, Earthworms-The significant contributors to organic farming and sustainable agriculture. In: Organic farming and sustainable agriculture. Proc. Natl. Semi. (Eds, Veeresh, G.K., Shivashankar, K. and Singlachar, M.A.). Assoc. for Promotion of Org. Fmg. Bangalore. India. P.52-57.
- KATHIRESAN M.K., 1981, Versatility of pressmud which boosts the sugarcane yield. SISSTA-Sugar J. 17:13-17.
- KORE S. 1992, Effect of different sources of organic manures on yield and quality of mulberry in relation to young silkworm rearing. M.Sc (Seri) Thesis, UAS, Bangalore.
- KRISHNA M., 1997. Studies on mulberry leaf quality with special reference to soil nutrient status. Ph. D. Thesis. Bangalore University. Bangalore. P-251.
- KRISHNAPPA A.M., RAMANAGOWDA P. & ARUNKUMAR Y.S., 1996 Augmentation of biomass production for organic farming. In: Proc. Natl. Semi. Org. Farm. and Sust. Agri. UAS, Bangalore, pp 33-45.
- MANDAL L.N. & MANDAL K.C., 1973, Influence of organic and lime on the transformation of applied phosphate in acidic low land rice soils. J. Indian Soc. Soil Sci. 21:57-67.
- MINAMIZAWA K. 1984. Moriculture science of mulberry cultivation. Publ. Oxford and IBH publishing Co Pvt. Ltd. New Delhi pp-286-337.
- MUDALIAR S., 1981, Principles of agronomy. Publ. The Bangalore printing and publishing Co. Ltd. Bangalore, India, p, 500.
- MUTHARAJ S., 1997, Use of enriched pressmud as source of organic manure for irrigated mulberry crop. M.Sc. (Agri) Thesis, UAS, Bangalore.
- PAIN A.K., 1961. Effect of composting (mulberry) manure on the nutrition of mulberry. J. Indian. Soc. Soil. Sci. 9:29-33.
- PASHA S.N., CHINNASWAMY K.P., NUTHAN D., SUNDARARAJ S. & CHANGALARAYAPPA 2001, Rearing performance of NB4D2 silkworm breed (*Bombyx mori* L.) on organically raised mulberry. In: Abstracts of Natl. Sem. Mulb. Seri. Res. India 26-28 Nov. 2001 p, 161.
- PATIL V.C., PATIL R.R., ANGADI S.S., ANGADI S.A. & ROODAGI L.I., 2001, Effect of fertigation and vermicompost on yield and quality of mulberry. In: Abstracts of Natl. Sem. Mulb. Seri. Res. India 26-28 Nov. 2001 p, 92.
- PUROHIT K.M., 1990, The benefits of green manuring of mulberry. Indian Silk, 28(12) p, 31-32.
- RAY D. MANDAL L.N., PAIN A.K. & MANDAL S.K. 1973, Effect of NPK and FYM on the yield and nutritive value of mulberry leaf. Indian J. Seric, 12:7-12.
- SHANKAR M.A. & SHIVASHANKAR K. 1994, Micronutrients status of S-54 mulberry as influenced by organic manure and fertilizer levels. Mysore J. agri. Sci., 28:64-68.
- SHANKAR M.A. & SHIVASHANKAR K. & DEVAIAH M.C., 1992, Influence of organic matter and fertilizer levels on cocoon yield, silk yield and its quality. Mysore J. agri. Sci., 26:180-187
- SHARMA D.D., CHANDRASHEKAR D.S. SHRIKANTASWAMY K. & GOVINDAIAH (1998) On-farm evaluation of cultural and chemical method for the control of root-knot disease of mulberry. Indian J. Seric. 37(1):61-63.
- SHIVAPRAKASH R.M., 1991, Effect of concentrated non-edible oilcakes on the growth and yield of mulberry. M.Sc. (Seri) Thesis, UAS, Bangalore, India p, 105.

- SIKDAR A.K.GOVINDAIAH, MADHAVARAO Y.R., JOLLY M.S.& GIRIDHAR K.,1986,Control of root-knot nematode disease (*Meloidogyne incognita*) in mulberry by Aldicarb and Oil-cakes. Indian J. Seric.,25(1):33-35.
- SINGH R.S.& SITARAMAIAH K.(1963) Control of plant parasitic nematodes with organic amendments of soil. Res.Bull. p 256.Govind Ballabh panth University of agricultural and technology. Panthnagar.
- SINGHVI N.R.,SINHA A.K.,SUBBASWAMY M.R. & MUNIRATHNAMREDDY M.,1991, Humas:It's importance in enhancing soil fertility and mulberry productivity. Indian Silk,29(11):27-29.
- SINHA A.K.,SUBBASWAMY M.R.& MUNIRATHNAMREDDY,1992, Role of organic manures in the improvement of soil fertility. Indian Silk,31(6) : 44-46.
- SIVAGAMI V. (1996) Scheme report on studies on Bio-ecology and management of Phytoparasitic nematode, associated with mulberry.TNAU, Coimbatore Tamil nadu,p.34.
- SUBBARAYAPPA C.T.,SINHA A.K.,SUNDARESHWARAN P., SINGHVI N.R. & DATTA R.K.,1994, Effect of split doses of fertilizer on yield of mulberry leaf.Indian J.Seric. 33(1):72-73
- SUBRAHMANYAM M.R., RAJANNA K.L., JAGADISH N., NAIR B.P.,VEERAIAH T.M. & SAMSON M.V.2000, Comprehensive package for generation of quality seed cocoons. In : Proc.of workshop on problems and perspectives in silkworm seed production and technology,24,Oct.2000, CSB,Bangalore, India, p 48-58.
- ULLAL S.R.& NARASIMHANNA M.N.,1987, Handbook of practical sericulture, CSB, Bangalore, India, p,166.
- VIJAYAKUMARI N.& SUJATHAMMA, P.(2002) Control of Root-knot nematode disease of mulberry by mulching and oil-cakes.In:Advances in Indian Sericulture Research, Proc. Natl.Conf.on Strat.Seri.Res.&Devnt.16-18 Nov. 2000, pp- 244-246.
- YAWALKAR K.S.1997. Manures and fertilizers, Publ.Agri-horticultural publishing house. Nagpur.
- CONSULTED:**
- DONAHUE MILLER & SHICKLUNA,1987, Soils an introduction to soils and plant growth. Publ. Prentice hall of India. New Delhi.P-666.
- KAYAKOSHIBUYA & KATSUKO INAMATSU, 1989, The residual effect after large quantity application of animal waste to the mulberry field. J. seric. sci. Jpn., 58 (3) : 169-174.
- LEE W.C., KWON Y.H., KIM K.S. , CHOI J.H., LEE J.H., KIM D.I., KIM, H.J., RHO K.W., LEE, D.O.& LEE ,S.W., 1991, Effect of the several livestock excrement on the leaf yield and quality of mulberry (*Morus alba* L). Res Rep Rural Der Adm (Suweon) 33 (1) : 17.
- NYLE C.BRADY.,1990. The nature and properties of soils 10th Ed. publ.Macmillan publishing company,New York.pp-279-311.
- TANDON H.L.S.1992.Fertilizers,organic manures, recyclable wastes and biofertilizers. Publ. Fertilizers development and consultation organization. New Delhi.P-148
- TANDON H.L.S.1994.Fertilizer Guide. Publ. Fertilizers development and consultation organization. New Delhi.pp-37-46.
- VIRENDRAKUMAR & MISHRA, B., 1991, Effect of two types of pressmud cake on growth of Rice, Maize and soil properties. J. Indian soc. soil. sci., 39 : 109 -113.
- VEERESH G.K., SHIVASHANKAR K. & SINGLACHAR M.A.1996.Organic farming and sustainable agriculture. Proceedings of the national seminar. Publ. Association for promotion of organic farming.Bangalore.P-198.

REVUE SUR LES ENGRAIS BIOLOGIQUES POUR LA CULTURE DU MURIER

R. M. SHIVAPRAKASH* & S. N. NARAYANGOWDA

Karnataka State Sericulture Research and Development Institute, Thalaghattapura,
Bangalore – 560 062, Inde.

INTRODUCTION

L'utilisation d'engrais biologiques dans l'agriculture pour la croissance saine des plants est aussi ancienne que l'agriculture elle-même. L'objectif principal de l'application d'engrais dans le sol soit sous forme organique ou inorganique est d'apporter des nutriments aux plantes. Les fumiers organiques tels que le fumier de ferme (FYM), la boue, le compost, la boue agglomérée, les tourteaux, les engrais verts etc. contiennent des quantités comparativement plus petites en nutriments (Tableau I), cependant, ils sont de nature encombrante et apportent de grandes quantités de matières organiques au sol, ce qui améliore la structure physique du sol tout en augmentant la capacité de rétention d'humidité, la disponibilité en nutriments présents dans le sol des plantes indigènes en facilitant les activités biologiques et chimiques du sol. La matière organique riche en azote comme la feuille verte, les animaux morts, les légumes, les grains, etc. se décompose plus vite et s'il y a une limitation de l'azote dans la matière organique, la dégradation est plus lente en raison du manque d'activité microbienne (Gowda, 1996).

CHEZ LE MURIER

Le mûrier est une plante à racines profondes, vivace et produisant beaucoup de biomasse. En Inde, il est surtout cultivé pour la production de feuilles. Avec l'adoption d'un ensemble de pratiques recommandées pour le mûrier, on obtient 25 à 30 tonnes de feuilles / ha / an avec les variétés conventionnelles telles que M5, S13 avec un potentiel de doublement du rendement en feuilles avec des variétés à rendement élevé telles que S36, Vishwa, S1635 et V1 dans des conditions d'irrigation. La dose d'engrais recommandée pour le mûrier dans des conditions d'irrigation est de 300 : 120 : 120 g de NPK et de 20 tonnes de fumier de ferme / ha / an. Puisque les variétés à rendement élevé donnent plus de rendement foliaire, elles ont aussi des besoins plus élevés en nutriments. L'absorption des nutriments chez le mûrier varie aussi entre les variétés. Puisque les variétés à rendement élevé extraient de grandes quantités de nutriments des plantes du sol, il est difficile de les apporter uniquement sous forme organique. Même si cela est possible, il faut de grandes quantités d'engrais organiques pour répondre aux besoins nutritionnels du mûrier (Tableau II). Les études systématiques sur l'utilisation d'engrais organiques dans les muraies et la littérature sur cet aspect sont très limitées.

* Auteur auquel adresser la correspondance.

Compost :

Le processus de décomposition des déchets organiques comme les déchets de paille, les ordures, les mauvaises herbes, les chaumes des récoltes, les déchets organiques des fermes, s'appelle la fabrication de compost et le matériau décomposé s'appelle le compost. La teneur en nutriments du compost dépend en grande partie de la source utilisée pour la fabrication du compost.

Minamizawa (1984) a rapporté que le rendement foliaire du mûrier est plus faible dans la parcelle où l'on n'a appliqué que du compost que dans celle où l'on n'a appliqué que de l'engrais inorganique. Mais la parcelle, où l'on a appliqué à la fois du compost et de l'engrais inorganique présente un rendement supérieur de 20 %. Si l'on applique de l'engrais inorganique seul de manière continue, cela entraînera une diminution radicale de la teneur en humus du sol. Pour compléter la perte d'humus, il est nécessaire d'appliquer environ 1000 kg de compost. Bhogesha et coll., (1997) ont étudié l'effet de composts variés de sériciculture sur le rendement et sur la qualité des feuilles de mûrier dans des conditions d'irrigation et ont rapporté que l'application de 20 tonnes / ha de déchets d'élevage du ver à soie utilisés comme compost, mélangés avec de la boue contenant des gaz organiques + 300 : 120 : 120 kg NPK / ha donne le rendement foliaire le plus élevé. On observe la teneur la plus élevée en NPK dans les feuilles de mûrier avec ce traitement. Pasha (2001) a étudié la performance d'élevage et les caractères du cocon d'une lignée de ver à soie bivoltin NB4D2 élevée sur des feuilles de mûrier cultivées avec des engrais organiques comme les excréments de vers à soie, les tourteaux de pongamia, du fumier de mouton et du fumier de ferme. Le poids du cocon, le poids de la coque, le poids de la nymphe et la productivité en soie sont les plus élevés pour les animaux élevés avec des feuilles cultivées avec des excréments de vers à soie + du fumier de ferme.

Vermicompost :

Le compost qui se forme de par l'activité des vers de terre s'appelle le vermicompost. La fourchette des nutriments produits par le vermicompost en utilisant des déchets organiques provenant de différentes combinaisons contient 0,5 à 1,5 % de N; 0,1 à 0,3 % de P et 0,15 à 0,56 % de K. Quand on utilise le vermicompost comme source d'engrais organique aux premiers stades, on peut diminuer l'utilisation de produits chimiques de 50 %. On considère qu'il est très économique d'utiliser du vermicompost dans les pépinières pour l'établissement des jeunes plants et aussi comme milieu de racinement (Kale, 1996). Patil (2001) a rapporté que la fertigation hebdomadaire avec la dose recommandée d'engrais (250 : 120 : 120 kg / ha / an) + du vermicompost à raison de 2,5 tonnes / ha donne le rendement foliaire maximum avec quatre tailles par comparaison aux autres traitements (fertigation hebdomadaire de 66 % de la dose recommandée d'engrais (RDF) + vermicompost (VC), 33 % de RDF + VC, fertigation hebdomadaire de RDF). Dorigal et Gowda (1996) ont montré que les boutures de mûrier traitées avec de la terre de vermicompost enregistrent un nombre considérablement plus élevé de racines et ce traitement a un effet comparable au traitement à l'acide indole-butyrique (50 ppm). Das et coll., (1999) ont rapporté que l'application de 10 tonnes de vermicompost et de 150 : 60 : 60 kg de NPK / ha / an pourrait maintenir les mêmes croissance, rendement et qualité de la plante que chez le témoin recevant une dose complète de fumier de ferme et d'engrais chimique (respectivement 20 tonnes et 300 : 120 : 120 kg NPK / ha / an). L'application de vermicompost seul à raison de 10 ou 20 t / ha / an ne maintient pas la croissance de la plante ou le rendement foliaire à égalité soit avec le témoin soit avec l'application combinée de vermicompost et de 50 % de NPK. Le vermicompost préparé avec des déchets séricicoles peut donc être une meilleure alternative aux fumiers préparés traditionnellement tout en diminuant la quantité d'engrais chimiques coûteux (Das et coll., 2002).

Tourteaux :

Quand on extrait l'huile des graines, les résidus qui restent s'appellent les tourteaux. Les tourteaux commencent à se décomposer immédiatement après leur application et libèrent des nutriments pour une utilisation aisée dans les cultures. Le taux de disponibilité en nutriments varie avec le type de

tourteau et la nature du sol. Ils montrent leurs effets bénéfiques une semaine à deux après l'application dans la couleur vert foncé des feuilles (Yawalkar, 1977). On reconnaît que l'amendement du sol avec de la matière organique décomposable comme le tourteau est la méthode la plus efficace pour changer l'environnement du sol et de la rhizosphère, ce qui a un effet adverse sur le cycle de vie des pathogènes et permet au plant de résister à l'infestation par le pathogène grâce à une meilleure vigueur et l'altération de la physiologie des racines (Singh et Sitaramaiah, 1963). Les tourteaux contiennent les principaux nutriments des plantes comme l'azote, le phosphore et le potassium. Mais le pourcentage de ces nutriments varie avec le type de tourteau. Le pourcentage de ces nutriments varie respectivement de 2,5 à 5,2 ; de 0,8 à 1,8 et de 1,2 à 2 %. Shivaprakash (1991) a étudié l'effet de différents tourteaux non comestibles comme le margousier, le ricin, Mahua et Pongamia sur le rendement et la qualité du mûrier. Compte tenu de la teneur en NPK des tourteaux, on calcule et on applique la dose recommandée d'engrais / ha. Bien qu'il y ait une différence de rendement significative pour les cinq récoltes, on obtient le rendement foliaire le plus élevé chez le témoin qui reçoit la dose recommandée d'engrais chimique et de fumier de ferme. Govindaiah et coll., (1994) ont rapporté que l'application de tourteau de margousier à raison de 2 tonnes / ha en 4 doses égales séparées avec la dose d'engrais recommandée s'avère efficace pour lutter contre les maladies et augmenter le rendement foliaire. Sikdar et coll., (1986) ont rapporté que Temik 10G à raison de 3 kg / ha et des tourteaux de margousier, de ricin, de noix moulue et de gingili à raison de 1 tonne / ha appliquée 4 fois / an diminuent la maladie du nématode de la racine de manière considérable et cela améliore la croissance et le rendement du mûrier par comparaison au témoin. L'huile de tourteaux de margousier et de Pongamia avec des feuilles vertes broyées à raison de 2 tonnes / ha (Govindaiah et coll., 1997) ainsi que l'application combinée de tourteau de margousier et de moutarde, (Deka, 1994) présentent un effet inhibiteur sur le nématode de la racine *Meloidogyne incognita*. Les essais en ferme révèlent que le tourteau de margousier à raison de 2 tonnes / ha diminuent la sévérité de la maladie au niveau de 73 pour-cent et augmente le rendement foliaire d'environ 18,8 % par comparaison à l'application de carbofuron (Sharma et coll., 1998). Vijayakumari et Sujathamma (2002) ont étudié l'efficacité de tourteaux de margousier et de pongamia et des feuilles vertes sur les maladies du nématode du mûrier. L'application de margousier à la fois sous forme de tourteaux et de paillage présente l'effet le plus important sur la diminution de la population de nématodes par comparaison au témoin. De plus, on observe une augmentation du rendement foliaire dans les parcelles où l'on applique du tourteau de margousier (35,32 %) et un paillage de feuilles de margousier (34,53 %) par rapport au témoin.

Engrais verts :

Les engrais verts sont une pratique séculaire dans les systèmes d'agriculture indiens. La culture d'une plante dans le but de l'incorporer dans le sol *in situ* est connue sous le nom d'engrais verts tandis que le recueil et le recyclage de feuilles vertes provenant de sources disponibles et leur utilisation *ex situ* est connue sous le nom d'engrais de feuilles vertes. Les cultures courantes d'engrais verts sont le chanvre (*Crotalaria juncea*), le Dhaincha (*Sesbania aceuleata*), le dolique (*Vigna sinensis*), le haricot Mung (*Phaseolus aureus*) et Berseem (*Trifolium alexandrinum*) etc. Les arbustes et arbres couramment utilisés pour les engrais verts *ex-situ* sont Glyricidia (*Gliricidia maculata*), Pongamia (*Pongamia globra*), le margousier (*Azadirachta indica*), Cassia (*Cassia auriculata*) etc. (Krishnappa et coll., 1996). Il y a une demande importante de l'agriculture et de la sériciculture en fumier de ferme, qui représente un apport d'engrais important pour les muraies. A l'heure actuelle de non disponibilité en quantité suffisante de fumier de ferme, les engrais verts aident beaucoup à surmonter ce problème. Les recherches sur les engrais verts dans la culture du mûrier sont très rares.

Choudhury et coll., (1990) ont étudié l'effet de l'engrais vert, des mauvaises herbes sèches et du paillage avec du polyéthylène noir dans les zones de culture du mûrier sans irrigation. La culture de plantes à engrais vert comme le pois chiche (*Dolichus vijflorus*), le dolique (*Vigna sinensis*) et le haricot (*Phaseolus aconitifolius*) chez le mûrier cultivé sans irrigation augmente considérablement le rendement foliaire. Les engrais verts, le polyéthylène noir et les mauvaises herbes sèches conservent

aussi très bien l'humidité du sol à différentes profondeurs. Purohit (1990) a rapporté que l'application répétée d'engrais verts améliore la fertilité du sol et apporte une augmentation soutenue de la production. Les engrais verts aident aussi à corriger l'alcalinité du sol à un certain degré. Une étude sur le terrain a été réalisée au KSSRDI de Bangalore sur la compatibilité des cultures avec les engrais verts chez le mûrier avec des espacements de 120 × 60 cm et de 60 × 60 cm. On utilise le chanvre et le pois chiche pour les engrais verts *in-situ* et Glyricidea comme engrais vert *ex-situ*. On peut cultiver le chanvre et le pois chiche comme cultures *in-situ* pour les engrais verts dans les muraies irriguées avec des espacements de 120 × 60 cm et 60 × 60 cm. On pourrait économiser environ 27 % d'azote sur la dose recommandée de 300 kg de N par l'application de chanvre et de pois chiche comme engrais verts *in situ* tandis que l'on pourrait utiliser du Glyricidia comme engrais vert *ex situ* avec un espacement de 60 × 60 cm et de 120 × 60 cm dans les muraies irriguées. On pourrait économiser environ 40 % d'azote sur la dose recommandée de 300 kg d'azote par l'application de Glyricidia comme engrais vert *ex-situ* (Bongale et coll., 2005).

Boue agglomérée :

La boue agglomérée est un sous-produit important de l'industrie du sucre. Elle contient une quantité importante de calcium, de phosphore, d'azote, de potassium, d'oligo-éléments et de matières organiques en quantités variées (Kathiresan, 1981). Elle améliore beaucoup le sol et traite le sol. La boue agglomérée est un engrais phosphaté qui profite au mûrier. L'application de 7,5 tonnes de boue agglomérée par hectare est équivalente à 150 kg de P₂O₅ (Sinha et coll., 1992).

Mutharaj (1997) a rapporté que l'application de boue agglomérée enrichie avec des engrais augmente le rendement du mûrier par rapport au témoin. On remarque une diminution du pH du sol et l'augmentation de l'azote, du potassium et du soufre disponibles dans le sol avec l'application de boue agglomérée enrichie avec des engrais. On a étudié l'efficacité comparative dans une muraille de différents amendements à savoir, le fumier de ferme, la boue agglomérée, le gypse et le soufre chacun à deux doses pour bonifier un sol alcalin et augmenter le rendement foliaire du mûrier. L'application d'amendements diminue le pH du sol de manière considérable et augmente aussi le rendement foliaire du mûrier. Cependant, on considère que le soufre est le plus efficace (Bose et coll., 1982).

Fumier de ferme (FYM) :

Le fumier de ferme est l'engrais biologique le plus précieux et il est couramment utilisé comme engrais organique. Cela consiste en un mélange de bouse de vache, de restes de paille et de tiges de plantes données au bétail et d'ordures. Le fumier de ferme est de nature volumineuse et contient de plus petites quantités de nutriments des plantes comme 0,5 à 1,5 % d'azote, 0,4 à 0,8 % de phosphore et 0,5 à 1,9 % de potassium (Mudaliar, 1981).

Pain (1961) a enregistré une augmentation de 75 % du rendement foliaire chez le mûrier avec l'application de 30 tonnes de fumier de ferme / ha par comparaison à l'absence de fumier de ferme. Cette augmentation du rendement foliaire est aussi associée aux améliorations de la qualité de la feuille comme le prouvent les valeurs plus élevées pour les teneurs en protéines brutes, en graisses brutes, en phosphore et en potassium. Ray et coll., (1973) ont observé que la combinaison de nutriments organiques et inorganiques améliore la qualité de la feuille en termes d'humidité et de protéines brutes. On a observé une bonne réponse avec 20 tonnes / ha de fumier de ferme qui est encore plus profitable avec une dose supplémentaire de respectivement 336 : 180 : 120 kg de NPK.

Ullal et Narasimhanna (1987) ont recommandé 10 tonnes de fumier de ferme ou de compost, 100 : 50 : 50 kg de NPK / ha / an dans des conditions sans irrigation, 20 tonnes d'engrais organique / ha / an suivies par 280 : 120 : 120 kg de NPK / ha / an pour le système de plantation avec des trous et 300 : 120 : 120 kg de NPK / ha / an pour le système avec des rangées dans des conditions d'irrigation ; ce sont les meilleures combinaisons pour la culture du mûrier. Jolly (1986) a suggéré que dans des conditions d'irrigation, l'application de 20 tonnes de fumier de ferme / ha / an comme dose de base et 255 : 255 : 255 kg de NPK / ha / an est la meilleure combinaison pour récolter une

meilleure qualité de feuille pour les jeunes vers à soie. Subrahmanyam et coll (2000) ont rapporté que 300 : 120 : 120 kg NPK / ha / an en cinq doses égales séparées, avec 40 tonnes de fumier (FYM) en deux doses égales sont recommandées pour le mûrier en général et en particulier pour la production de graines de vers à soie.

Bose et Singhvi (1989) considèrent le fumier de ferme comme une source de micronutriments. On doit appliquer quelques tonnes de fumier de bonne qualité / ha après chaque taille ou récolte de feuilles de mûrier puisque cela remplace le Cu, Mn, Mo et Zn dans les mêmes proportions, ce qui maintient la réserve de ces éléments dans le sol au niveau requis. Singhvi et coll., (1991) ont suggéré qu'il faut apporter à la fois du NPK et de l'humus dans les proportions voulues pour maintenir la fertilité du sol et pour obtenir le rendement optimum en mûrier. Les combinaisons de fumier de ferme et d'engrais aident à apporter le niveau optimum en micronutriments (Shankar, 1994). Shankar et coll., (1992) ont étudié trois niveaux de fumiers organiques (0, 10 et 20 tonnes / ha / an) et trois niveaux d'engrais (niveaux de NPK de 0, 50 et 100 %) par comparaison à une application unique de fumier de ferme et six applications séparées d'engrais. L'application séparée de fumier de ferme en combinaison avec les niveaux d'engrais n'entraîne pas de différences importantes par comparaison au témoin pour le rendement en cocons, la longueur du filament, le rendement en soie et le taux effectif d'élevage. Krishna (1997) a rapporté qu'il faudrait peut être appliquer du fumier à des intervalles plus rapprochés d'au moins deux fois par an au lieu d'une fois par an comme cela était recommandé jusqu'alors. Subbarayappa (1994) a aussi suggéré d'appliquer du phosphore et du fumier respectivement en cinq et trois doses séparées au lieu de deux et d'une dose pour obtenir le rendement optimum en feuilles de mûrier de qualité. Caldwell et Black (1958) ont rapporté que les anions organiques particulièrement les acides tels que le citrate, le tartrate, l'oxalate et le succinate réduisent la fixation du phosphore et aident à libérer le phosphate naturel du sol. Mandal et Mandal (1973) ont observé que le traitement avec de la matière organique maintient une quantité plus élevée de phosphore sous une forme adaptée dans le sol.

Kore (1992) a étudié l'effet de différentes sources de fumiers comme les fumiers de ferme, le fumier de mouton, le fumier de cheval, le fumier de cocon et le lisier sur le rendement et la qualité du mûrier. L'un dans l'autre, l'application de N par les engrais recommandés pour six récoltes de cultures enregistre un rendement foliaire considérablement plus élevé. Bongale (1994) a rapporté que tandis que la teneur nutritionnelle varie entre les différents types, en général les besoins des plantes cultivées en éléments principaux tels que N, P et K ne peuvent pas être satisfaits par l'apport d'engrais organiques. Ils devront être finalement complétés par des engrais inorganiques. Ito et Miyazoa (1984) ont rapporté que l'application à long terme de fumier de ferme pourrait augmenter la fertilité du sol. Quand on procède à une application importante dépassant 100 tonnes / ha chaque année, la teneur de nitrate et de potassium dans les cultures fourragères augmente de manière remarquable à la suite de l'augmentation de la nitrification et de l'augmentation de l'accumulation de potassium dans le sol. Les concentrations plus élevées de N, P et K dans le sol grâce à des doses élevées de fumier de ferme entraînent la diminution de l'absorption de Ca et de Mg.

Selon Gopinath (1996), l'agriculture durable est possible par l'agriculture naturelle. On peut lutter contre toutes les mauvaises herbes, au moyen du paillage et on peut augmenter les activités des microbes et des vers de terre, ce qui améliorerait donc la productivité du mûrier (sans même utiliser un gramme d'engrais chimique et de pesticide).

CONCLUSIONS

Les engrais biologiques et les pratiques de gestion des engrais influencent la qualité et la quantité des feuilles de mûrier. Les engrais biologiques comme le fumier de ferme, le compost, la boue agglomérée, les tourteaux de ricin, les engrais verts sont de nature volumineuse et apportent de grandes quantités de matière organique au sol. La matière organique promeut les activités microbiennes, améliore la structure du sol et la capacité d'absorption et l'accumulation de l'azote dans le sol par la

fixation. Il est évident d'après la littérature que la teneur en nutriments des engrais biologiques est très variable et qu'ils apportent des quantités moins importantes de nutriments aux plantes. Les études chez le mûrier avec différents engrais biologiques révèlent que l'on peut utiliser les engrais organiques comme le fumier de mouton, le fumier de cheval, le lisier, le fumier de cochon, les tourteaux, la boue agglomérée, le vermicompost et les engrais verts mais les engrais organiques seuls ne peuvent pas augmenter le rendement par rapport au témoin. Puisque les variétés à rendement élevé ont besoin de quantités plus importantes en nutriments des plantes, il est difficile d'apporter les nutriments seulement par les engrais biologiques. Il vaut donc mieux utiliser une combinaison d'engrais organiques et d'engrais inorganiques de manière judicieuse pour obtenir les rendements en plantes les plus élevés, avec la détérioration la moins importante de la qualité du sol. La plupart des études sur l'utilisation d'engrais organiques chez le mûrier sont limitées à une période très courte. Il est nécessaire de réaliser des études sur l'application à long terme d'engrais organiques seuls ou sur la combinaison d'engrais organiques et inorganiques et sur leur effet sur la performance de variétés existantes à rendement élevé. La production de feuilles de qualité promeut la production de cocons de qualité, qui sont nécessaires en fin de compte à la production de soie de catégorie internationale.

STUDY ON DERIVING ECONOMIC VALUES FOR SELECTION INDICES IN SILKWORM, *BOMBYX MORI* L.

S. Z. MIRHOSSEINI¹, M. GHANIPOOR², A. SHADPARVAR¹, A.R. SEIDAVI^{3*} & A. R. BIZHANNIA²

¹Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Iran.

²Iran Silkworm Research Center, Rasht, Iran.

³Islamic Azad University, Science and Research Branch, Iran.

Using a deterministic model of profit equation compatible with cocoon production system in Iran, equations for estimating economic values of cocoon weight, shell weight, shell percentage, fecundity, fertility and hatchability of three commercial varieties of Iranian silkworm were derived. The economic values of cocoon weight, fecundity, fertility and hatchability depended on profit per gram of cocoon. There is a reverse relation between average of fecundity, fertility and hatchability and their relative economic values. Also they are directly affected by cocoon weight mean. Economic values of the traits as well as their relative economic values compared to cocoon weight were estimated. Estimates of economic value of a given trait differed among the varieties. Cocoon weight and reproduction traits had higher economic values in line 110 while cocoon shell characteristics had higher economic values in line 107. Relative economic values for cocoon shell percentage and reproduction traits were higher in line 101433 and for cocoon shell weight was higher in line 107. Economic value equations provided in this study can help the silkworm breeders to concentrate on the most important factors in predicting the future.

Keywords: Silkworm, Economic value, Deterministic model, Cocoon.

INTRODUCTION

Sericulture is a labour intensive industry with its agricultural part of mulberry cultivation, silkworm egg production and silkworm rearing as well as its industrial sector of cocoon processing, silk reeling and weaving. The general aim of selection in animal breeding is to acquire new generation of animals, which under future economic conditions of production system are more efficient than the present generation (Groen, 1990). In multiple traits selection with the method of selection index (Hazel, 1943), it is necessary to evaluate economic values of the traits (Harris, 1970).

Economic value of a trait is explained as a change or progress in economic efficiency of production system by one unit increase in trait average, while keeping all other traits constant (Smith *et al.*, 1986). Economic values are functions of incomes and expenses of a production system and changes in these factors may result in changing economic values (Groen, 1989a). Estimates for the economic values depend on the definition of the production system, the goals to be optimized and particular production circumstances (Groen *et al.*, 1997). A production system can be defined at different levels e.g. animal, farm or sector level (Groen, 1989c). Production systems can be optimized

* Corresponding Author Address (Alireza Seidavi): House No. 180- Vali Asr St- Chamran Avenue- Rasht- Gilan- I.R.Iran. Posting code: 41857-43999. Email: alirezaseidavi@yahoo.com

with different goals, e.g. maximum profit, minimal costs of product or maximum return on investment (Harris, 1970). Circumstances that limit input or output, e.g. a quota system for production or environmental legislation, might affect the economic value of a trait (Groen, 1989b).

The theory of calculating economic values for situations with different selection goals and production circumstances has been extensively analyzed (Brascamp *et al.*, 1985; Smith *et al.*, 1986; Gibson, 1989; Groen, 1989a,b; Amer and Fox, 1992; Amer, 1994; Groen *et al.*, 1997).

There is no published data on economic values of important traits in silkworm breeding. Hence, the aim of this paper is to calculate the economic values of production and reproduction traits in three varieties of silkworm. In this study calculation of the economic values are directed to maximize profit of production system.

MATERIALS AND METHODS

The present investigation has been carried out during 2000 to 2004 on three commercially produced varieties in Silkworm Research Center of Iran including 110, 107 and 101433. For each variety, performances for various traits were recorded in ISRC. These traits included fecundity (n), fertility (f), hatchability (h), cocooning percentage (v), cocoon weight (x), proportion of grade 1 cocoons produced (P_b), proportion of grade 2 cocoons produced (P_m), proportion of grade 3 cocoons produced (P_l), shell percentage of grade 1 cocoon (q_b), and shell percentage of grade 2 cocoon (q_m). Details of average performances of traits, price per gram grade 1 cocoon (r_b), price per gram grade 2 cocoon (r_m), price per gram grade 3 cocoon (r_l) based on cocoon market in Iran (Ghanipoor, 2002) are shown in Tables II and III. These values reflect the basic situation of silkworm production system in Iran.

A deterministic model of profit equation which has been applied by Shadparvar (1997) for dairy cattle production system in Iran was modified to calculate the economic values of cocoon weight (x), cocoon shell weight (v), shell percentage (q), fecundity (n), fertility (f) and hatchability (h):

$$P = N(R - C) \quad (1)$$

where P is farm profit (US \$/farm per year), N is number of breeding moth used for seed production and R and C are annual revenues and costs per breeding moth, respectively. R and C are calculated from the following equations:

$$R = nfhvxr \quad (2)$$

$$C = nfhvxm + t \quad (3)$$

where m is variable costs per gram cocoon, t is fixed costs per breeding moths and r is calculated as follows:

$$r = [P_b(r_m + sd) + P_m r_m + P_l r_l] \quad (4)$$

$$\text{where } d = q_b - q_m \text{ and } s \text{ (price per gram cocoon shell) was derived as: } s = \frac{r_b - r_m}{q_b - q_m}$$

In order to maximize profit of production system, economic value of a trait (ϕ) is calculated as derivative of the profit equation with respect to ϕ . The economic values of traits (v_ϕ) were derived from the equation:

$$v_{\phi} = \frac{1}{N} \left(\frac{\partial P}{\partial \phi} \right) = \frac{\partial (R-C)}{\partial \phi} \quad (5)$$

where $1/N$ coefficient denoted calculated economic value per breeding moth (US \$/year).

RESULTS AND DISCUSSION

Economic value equations of the traits are presented in Table I. Equations of economic values derived in this study could improve understanding of the mechanism of changes in economic values as a consequence of changes in principal factors of production system in the future. The mean of cocoon weight, fecundity, fertility and hatchability does not affect their economic values. The economic values of cocoon weight, fecundity, fertility and hatchability depended on profit per gram cocoon ($r-m$). Changes in production system factors which increasing r and/or decreasing m would cause an increase of those economic values. Economic values of cocoon shell weight and cocoon shell percentage are dependent on fecundity, fertility, hatchability, cocooning percentage, grade I cocoon percentage (P_b) and price per gram cocoon shell (s). Relative economic values of these traits (to cocoon weight) have a direct relation with P_b and s . The increase of profit per gram cocoon ($r-m$) cause relative economic values of cocoon shell weight and shell percentage to decrease. In this case, the emphasis will be on improving the cocoon weight. There is a reverse relation between mean fecundity, fertility and hatchability and their relative economic values. Also they are directly affected by mean cocoon weight. Thus, the emphasis on genetic improvement will be lower in the populations having higher mean values for the traits.

Table I. Equations of economic values and relative economic values (to cocoon weight) of traits.

Tableau I. Equations concernant les valeurs économiques et les valeurs économiques relatives (par rapport au poids du cocon) des caractères.

Trait	Cocoon weight	Shell weight	Shell percentage	Fecundity	Fertility	Hatchability
Caractère	Poids du cocon	Poids de la coque	Richesse soyeuse	Fécondité	Fertilité	Taux d'éclosion
Economic value <i>Valeur économique</i>	$nfhv(r-m)$	$nfhvP_b s$	$nfhv x P_b s$	$fhvx(r-m)$	$nhvx(r-m)$	$nfvx(r-m)$
Relative economic value <i>Valeur économique relative</i>	-	$P_b s/(r-m)$	$xP_b s/(r-m)$	x/n	x/f	x/h

Table II. The average of traits in three silkworm varieties in basic condition.*Tableau II. Moyenne des caractères chez trois lignées de vers à soie dans des conditions de base.*

Silkworm variety	n (NO.)	f (%)	h (%)	v (%)	x (g)	q _b (%)	q _m (%)	d (%)
<i>Lignée de ver à soie</i>								
110	484	94.853	98.265	92.262	1.638	21.01	20.01	1
107	542	92.631	96.944	92.333	1.453	21.24	20.53	0.71
101433	437	96.511	91.462	88.933	1.74	23.48	22.76	0.72

n = Fecundity / *Fécondité*. *f* = Fertility / *Fertilité*. *h* = Hatchability / *Taux d'éclosion*. *v* = Cocooning percentage / *Pourcentage de filage de cocons*. *x* = Cocoon weight / *Poids du cocon*.

q_b = Shell percentage of grade 1 cocoon / *Richesse soyeuse des cocons de classe 1*. *q_m* = Shell percentage of grade 2 cocoon / *Richesse soyeuse des cocons de classe 2*. *d* = *q_b* - *q_m*

Table III. The economic parameters of cocoon market in basic situation.*Tableau III. Paramètres économiques de marché des cocons dans une situation de base.*

Silkworm Variety	<i>P_b</i> (%)	<i>P_m</i> (%)	<i>P_l</i> (%)	<i>r_b</i> (US \$/g)	<i>r_m</i> (US \$/g)	<i>r_l</i> (US \$/g)	<i>s</i> (US \$/g)
<i>Lignée de ver à soie</i>							
110	62	23	15	0.003	0.0025	0.002	0.051
107	64	24	12	0.003	0.0025	0.002	0.071
101433	60	33	7	0.003	0.0025	0.002	0.070

P_b = Proportion of grade 1 cocoon / *Proportion de cocons de classe 1*. *P_m* = Proportion of grade 2 cocoon / *Proportion de cocons de classe 2*. *P_l* = Proportion of grade 3 cocoon / *Proportion de cocons de classe 3*.

r_b = Price per per gram grade 1 cocoon / *Prix par gramme de cocon de classe 1*. *r_m* = Price per per gram grade 2 cocoon / *Prix par gramme de cocon de classe 2*. *r_l* = Price per per gram grade 3 cocoon / *Prix par gramme de cocon de classe 3*.

In Iranian marketing the more the differences between shell percentage of grade 1 and grade 2 cocoons (*d*), the lesser will be the cocoon shell price per gram (*s*). The lowest *s* value was observed in variety 110 which had the highest *d* value (Table II). The *s* value in variety 107 was 0.071 dollars, which was slightly higher than the corresponding value in variety 101433 (Table III). The estimates of economic parameters needed for calculating economic values are shown in table IV. The mean cocoon price per gram (*r*) depends on proportion of grade 1 cocoons (*P_b*), *s* and *d*. In variety 110 whose shell price is significantly lower than the other two varieties, the *r* value was also lower (Table IV).

Table IV. The estimates of economic parameters of model in basic situation.**Tableau IV.** Estimations des paramètres économiques du modèle dans une situation de base.

Silkworm Variety	r (US \$/g)	m (US \$/g)	t (US \$/moth / year)	R (US \$/moth / year)	C (US \$/moth / year)
<i>Lignée de ver à soie</i>			<i>t</i> US \$ / papillon / année	<i>R</i> (US \$ / papillon / année)	<i>C</i> (US \$ / papillon / année)
110	0.00271	0.00094	0.081	1.85	0.73
107	0.00273	0.00110	0.091	1.79	0.81
101433	0.00274	0.00098	0.073	1.64	0.66

r = Mean cocoon price per gram / *Prix moyen du cocon par gramme*, **m** = Cocoon cost per gram / *Coût du cocon par gramme*, **t** = Fixed costs per breeding moth / *Coûts fixes par papillon de lignage*.

R = Annual income per breeding moth / *Revenu annuel par papillon de lignage*, **C** = Annual cost per breeding moth / *Coût annuel par papillon de lignage*.

Table V. The economic values of traits in maximum profit interest.**Tableau V.** Valeurs économiques des caractères pour un profit maximum.

Silkworm Variety	Cocoon weight ^a	Shell weight ^a	Shell percentage ^c	Fecundity ^b	Fertility ^c	Hatchability ^c
<i>Lignée de ver à soie</i>	<i>Poids du cocon^a</i>	<i>Poids de la coque^a</i>	<i>Richesse soyeuse^c</i>	<i>Fécondité^b</i>	<i>Fertilité^c</i>	<i>Taux d'éclosion^c</i>
110	0.736	13.05	21.38	0.00249	1.27	1.23
107	0.734	20.49	29.78	0.00197	1.15	1.10
101433	0.606	14.46	25.16	0.00241	1.09	1.15

a - US \$/g per moth per year / *US \$/g par papillon par année*, **b** - US \$ /one egg per moth per year / *US \$ / un œuf par papillon par année*, **c** - US \$/unit per moth per year / *US \$ / une unité par papillon par année*.

Table VI. The relative economic values of traits (compared to cocoon weight).

Tableau VI. Valeurs économiques relatives des caractères (par comparaison au poids du cocon).

Silkworm Variety	Cocoon weight	Shell weight	Shell percentage	Fecundity	Fertility	Hatchability
<i>Lignée de ver à soie</i>	<i>Poids du cocon</i>	<i>Poids de la coque</i>	<i>Richesse soyeuse</i>	<i>Fécondité</i>	<i>Fertilité</i>	<i>Taux d'éclosion</i>
110	1	17.73	29.04	0.0034	1.73	1.67
107	1	27.92	40.57	0.0027	1.57	1.50
101433	1	23.87	41.54	0.0040	1.80	1.90

Proportion of grade 1 cocoons (P_b) and price per gram cocoon shell (s) had direct effect on the economic values of cocoon shell weight and shell percentage. In variety 107 which P_b and s values were higher than in other varieties (Table III), the economic values of these traits were higher, too (Table V). The economic values of cocoon weight, shell weight, shell percentage, fecundity, fertility and hatchability were estimated using the equations in Table I. Estimates of economic value of a given trait differed amongst the varieties. Therefore, a special breeding objective should be defined in each line. Cocoon weight, fecundity, fertility and hatchability had the highest economic values in variety 110. This is because of being higher ($r-m$) parameters in the line 110.

The signs of economic values for all the traits were positive. This indicates that considering these traits in breeding goal could result in further increase in silkworm profitability. The sign of relative economic values being positive shows that all the traits affect production system profitability in the same direction. Relative economic values for reproduction traits were higher in 101433 line and for cocoon shell weight and shell percentage were higher in 107 and 101433 lines, respectively.

Practical application of estimated economic values in constructing selection index is complicated due to uncertainty about future situations of market and production system. They are not known without error, they are not constant in time and they differ among production systems. This might result in reduction in the rate of genetic gain (Smith, 1983). Economic values of traits are influenced by different production scenarios i.e. limitation of animal, input or output. Defining future scenarios for agricultural production and deriving economic values of genetic improvement for these scenarios is a useful tool in developing breeding strategies that are robust to changes in markets (Koenen *et al.*, 2000). Therefore it is necessary to study the effect of other constraints of production system on economic values of important traits in silkworm varieties.

REFERENCES

- AMER P. R. & FOX G. C. 1992. Estimation of economic weights in genetic improvement using neo-classical production theory: an alternative to rescaling. *Anim. Prod.* 54: 341-350.
- AMER P. R. 1994. Economic theory and breeding objectives. *Proc 5th World Congr. Appl. Livestock Prod.* 18: 197-204.
- BRASCAMP E. W., SMITH, C. & GUY D. R. 1985. Derivation of economic weights from profit equations. *Anim. Prod.* 40: 175-180.
- GHANIPOOR M. 2002. Determination of selection indices for three Iranian commercial silkworm varieties. M.Sc. Thesis, University of Guilan, Rasht, Iran.

- GIBSON J. P. 1989. Selection on the major components of milk: alternative methods of deriving economic weights. *J. Dairy Sci.* 72: 3176-3189.
- GROEN A. F. 1989a. Economic values in cattle breeding. I. Influence of production circumstances in situations without output limitations. *Livest. Prod. Sci.* 22: 1-16.
- GROEN A. F. 1989b. Economic values in cattle breeding. II. Influence of production circumstances in situations with limitations. *Livest. Prod. Sci.* 22: 17-30.
- GROEN A. F. 1989c. Cattle breeding goals and production circumstances. Ph.D. Thesis, Department of Farm Management and Department of Animal Breeding. Wageningen Agricultural University. Wageningen, the Netherlands.
- GROEN A. F. 1990. Influences of production circumstances on the economic revenues of cattle breeding programmes. *Anim. Sci.* 51: 469-480.
- GROEN A. F., STEINE, T., COLLEAU J. J., PEDERSEN J., PRIBYL J. & REINSCH N. 1997. Economic values in dairy cattle breeding, with special reference to functional traits. Report of an EAAP-working group. *Livest. Prod. Sci.* 49: 1-21.
- HARRIS D. L. 1970. Breeding for efficiency in livestock production: Defining the economic objectives. *J. Anim. Sci.* 30: 860-865.
- HAZEL L. N. 1943. The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics.* 30: 476-490.
- KOENEN E. P. C., BERENTSEN P. B. M. & GROEN A. F. 2000. Economic values of live weight and feed-intake capacity of dairy cattle under Dutch production circumstances. *Livest. Prod. Sci.* 66: 235-250.
- SHADPARVAR A. 1997. Determination of optimum breeding goal for Holstein dairy cows in Iran. Ph.D. Thesis, Department of Animal Science. Tarbiat Modarres University. Tehran, Iran.
- SMITH C. 1983. Effect of changes in economic weights on the efficiency of index selection. *J. Anim. Sci.* 56: 1057-1064.
- SMITH C., JAMES J. W. & BRASCAMP E. W. 1986. On the derivation of economic weights in livestock improvement. *Anim. Prod.* 43: 545-551.

ETUDE SUR LA DEDUCTION DES VALEURS ECONOMIQUES POUR LES INDICES DE SELECTION CHEZ LE VER A SOIE, *BOMBYX MORI* L.

S. Z. MIRHOSSEINI¹, M. GHANIPOOR², A. SHADPARVAR¹, A. R. SEIDAVI^{3*} &
A. R. BIZHANNIA²

1. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Iran.

2. Iran Silkworm Research Center, Rasht, Iran.

3. Islamic Azad University, Science and Research Branch, Iran.

Nous avons déduit des équations pour estimer les valeurs économiques du poids du cocon, du poids de la coque, de la richesse soyeuse, de la fécondité, de la fertilité et de la capacité d'éclosion de trois variétés commerciales iraniennes de vers à soie en utilisant un modèle déterministe d'équation de profit compatible avec le système de production de cocons en Iran. Les valeurs économiques pour le poids du cocon, la fécondité, la fertilité et la capacité d'éclosion dépendent du profit par gramme de cocon. Il y a une relation inverse entre la moyenne de fécondité, de fertilité et de capacité d'éclosion et leurs valeurs économiques relatives. Elles sont aussi directement affectées par le poids moyen du cocon. On estime les valeurs économiques pour ces caractères ainsi que leurs valeurs économiques relatives par rapport au poids du cocon. Les estimations de la valeur économique pour un caractère donné diffèrent entre les variétés. Le poids du cocon et les caractères reproductifs ont des valeurs économiques plus élevées chez la lignée 110 tandis que les caractéristiques de la coque soyeuse ont des valeurs économiques plus élevées chez la lignée 107. Les valeurs économiques relatives pour la richesse soyeuse et les caractères reproductifs sont plus élevées chez la lignée 101433 et sont plus élevées pour le poids du cocon chez la lignée 107. Les équations concernant les valeurs économiques proposées dans cette étude peuvent aider les sélectionneurs de vers à soie à se concentrer sur les facteurs les plus importants pour prédire le futur.

INTRODUCTION

La sériciculture est une industrie qui emploie beaucoup de main d'œuvre avec un aspect agricole de culture du mûrier, de production d'œufs de vers à soie et d'élevage du ver à soie ainsi qu'un secteur industriel de traitement des cocons, de dévidage et de tissage de la soie. Le but général de la sélection dans le lignage d'animaux est d'acquérir une nouvelle génération d'animaux, qui, dans les futures conditions économiques du système de production seront plus efficaces que la génération actuelle (Groen, 1990). Dans la sélection de caractères multiples, avec la méthode de l'indice de sélection (Hazel, 1943), il est nécessaire d'évaluer les valeurs économiques des caractères (Harris, 1970).

On explique la valeur économique d'un caractère comme le changement ou le progrès de l'efficacité économique du système de production par l'augmentation de la moyenne pour le caractère d'une unité, tout en conservant les autres caractères constants (Smith et coll., 1986). Les valeurs économiques sont fonctions des revenus et des dépenses du système de production et les changements

* Auteur auquel adresser la correspondance : House No. 180 – Vali Asr St – Chamran Avenue – Rasht – Gilan
– Iran Posting code : 41857 – 43999. Email : alirezaseidavi@yahoo.com

de ces facteurs peuvent entraîner le changement des valeurs économiques (Groen, 1989a). Les estimations des valeurs économiques dépendent de la définition du système de production, des paramètres à optimiser et des circonstances particulières de production (Groen et coll., 1997). On peut définir un système de production à différents niveaux, par exemple au niveau de l'animal, de la ferme ou du secteur (Groen, 1989c). On peut optimiser les systèmes de production dans des buts différents, par exemple, profit maximum, coûts de production minimums ou retour sur investissement maximum (Harris, 1970). Les circonstances qui limitent les facteurs de production ou la production, par exemple un système de quota dans la production ou la législation environnementale, peuvent affecter la valeur économique d'un caractère (Groen, 1989b).

On a beaucoup analysé la théorie de calcul des valeurs économiques dans des situations avec des objectifs de sélection et des circonstances de production différents (Brascamp et coll., 1985 ; Smith et coll., 1986 ; Gibson, 1989 ; Groen, 1989a, b ; Amer et Fox, 1992 ; Amer, 1994 ; Groen et coll., 1997).

Il n'y a pas de données publiées sur les valeurs économiques des caractères importants dans le lignage du ver à soie. Le but de cet article est donc de calculer les valeurs économiques des caractères de production et de reproduction chez trois lignées de vers à soie. Dans cette étude, le calcul des valeurs économiques est orienté vers la maximisation de profit du système de production.

MATERIELS ET METHODES

Cette étude a été réalisée de 2000 à 2004 chez trois lignées produites commercialement au *Silkworm Research Center* d'Iran qui sont 110, 107 et 101433. Pour chaque lignée, on enregistre les performances pour des caractères variés à l'*ISRC*. Ces caractères comprennent la fécondité (n), la fertilité (f), la capacité d'éclosion (h), le pourcentage de filage du cocon (v), le poids du cocon (x), la proportion de cocons de classe 1 produits (P_b), la proportion de cocons de classe 2 produits (P_m), la proportion de cocons de classe 3 produits (P_l), la richesse soyeuse de cocons de classe 1 (q_b) et la richesse soyeuse des cocons de classe 2 (q_m). Les détails sur les performances moyennes pour les caractères, le prix par gramme de cocons de classe 1 (r_b), le prix par gramme de cocons de classe 2 (r_m), le prix par gramme de cocons de classe 3 (r_l) basés sur le marché des cocons en Iran (Ghanipoor, 2002) sont présentés dans les Tableaux II et III. Ces valeurs reflètent la situation de base du système de production de vers à soie en Iran.

On a modifié un modèle déterministe pour l'équation de profit, que Shadparvar (1997) a appliqué au système de production de vaches laitières en Iran, pour calculer les valeurs économiques pour le poids du cocon (x), le poids de la coque soyeuse (y), la richesse soyeuse (q) la fécondité (n), la fertilité (f) et la capacité d'éclosion (h) :

$$P = N(R - C) \quad (1)$$

où P est le profit de la ferme (US \$ / ferme par année), N est le nombre de papillons de lignage utilisés pour la production de graines et R et C sont respectivement les revenus et les coûts annuels par papillon de lignage. R et C sont calculés d'après les équations suivantes

$$R = nfhvxr \quad (2)$$

$$C = nfhvxm + t \quad (3)$$

où m sont les coûts variables par gramme de cocon, t sont les coûts fixes par papillon de lignage et r est calculé comme suit :

$$r = [P_b(r_m + sd) + P_m r_m + P_l r_l] \quad (4)$$

où on déduit $d = q_b - q_m$ et s (prix par gramme de coque soyeuse) comme suit : $s = \frac{r_b - r_m}{q_b - q_m}$

Pour maximiser le profit du système de production, on calcule la valeur économique d'un caractère (ϕ) en tant que dérivé de l'équation de profit par rapport à ϕ . On déduit les valeurs économiques des caractères v_ϕ d'après l'équation :

$$v_\phi = \frac{I}{N} \left(\frac{\partial P}{\partial \phi} \right) = \frac{\partial (R - C)}{\partial \phi} \quad (5)$$

où le coefficient I/N donne la valeur économique calculée par papillon de lignage (US \$ / année).

RESULTATS ET DISCUSSION

Les équations des valeurs économiques pour les caractères sont présentées dans le Tableau I. Les équations des valeurs économiques tirées de cette étude pourraient améliorer la compréhension du mécanisme de changement des valeurs économiques à la suite des changements des principaux facteurs du système de production dans le futur. La moyenne pour le poids du cocon, la fécondité, la fertilité et la capacité d'éclosion n'a pas d'effet sur les valeurs économiques. Les valeurs économiques pour le poids du cocon, la fécondité, la fertilité et la capacité d'éclosion dépendent du profit par gramme de cocon ($r - m$). Les changements des facteurs du système de production qui augmentent r et / ou baissent m entraîneraient une augmentation de ces valeurs économiques. Les valeurs économiques pour le poids de la coque soyeuse et le pourcentage de richesse soyeuse dépendent de la fécondité, de la fertilité, de la capacité d'éclosion, du pourcentage de filage de cocons, du pourcentage de cocons de classe 1 (P_b) et du prix par gramme de coque soyeuse (s). Les valeurs économiques relatives de ces caractères (par rapport au poids du cocon) sont en relation directe avec P_b et s . L'augmentation du profit par gramme de cocon ($r - m$) entraîne la baisse des valeurs économiques relatives pour le poids de la coque soyeuse et la richesse soyeuse. Dans ce cas, on mettra l'accent sur l'amélioration du poids du cocon. Il y a une relation inverse entre la fécondité, la fertilité et la capacité d'éclosion moyennes et leurs valeurs économiques relatives. Elles sont aussi directement affectées par le poids moyen du cocon. La portée de l'amélioration génétique sera donc plus faible chez les populations ayant des valeurs moyennes plus élevées pour les caractères.

Dans la commercialisation iranienne, plus il y a de différences entre la richesse soyeuse de cocons de classe 1 et de classe 2 (d), plus le prix de la coque soyeuse par gramme (s) sera bas. On a observé la valeur s la plus faible chez la variété 110 qui a la valeur d la plus élevée (Tableau II). La valeur s de la variété 107 est 0,071 dollars, qui est légèrement plus élevée que la valeur correspondante chez la variété 101433 (Tableau III). Les estimations des paramètres nécessaires pour calculer les valeurs économiques sont présentées dans le Tableau IV. Le prix moyen du cocon par gramme (r) dépend de la proportion de cocons de classe 1 (P_b), de s et de d . Chez la variété 110 dont le prix de la coque est significativement plus bas que chez les deux autres variétés, la valeur r est aussi plus faible (Tableau IV).

La proportion de cocons de classe 1 (P_b) et le prix de la coque soyeuse par gramme (s) ont un effet direct sur les valeurs économiques pour le poids du cocon et la richesse soyeuse. Chez la lignée 107 dont les valeurs P_b et s sont plus élevées que chez les autres lignées (Tableau III), les valeurs économiques de ces caractères sont aussi plus élevées (Tableau V). On estime les valeurs économiques pour le poids du cocon, le poids de la coque, la richesse soyeuse, la fécondité, la fertilité et la capacité d'éclosion en utilisant les équations du Tableau I. Les estimations d'une valeur économique pour un caractère donné diffèrent entre les variétés. Il faudrait donc définir un objectif

de lignage spécial chez chaque lignée. Le poids du cocon, la fécondité, la fertilité et la capacité d'éclosion ont les valeurs économiques les plus élevées chez la variété 110. C'est parce que ce sont des paramètres plus élevés ($r - m$) chez la lignée 110.

Les signes des valeurs économiques sont positifs pour tous les caractères. Cela indique que la prise en compte de ces caractères dans l'objectif de lignage pourrait entraîner une augmentation supplémentaire de la rentabilité du ver à soie. Le signe des valeurs économiques relatives étant positif, cela montre que tous les caractères ont un effet dans la même direction sur la rentabilité du système de production. Les valeurs économiques relatives pour les caractères de reproduction sont plus élevées chez la lignée 101433 et sont respectivement plus élevées pour le poids de la coque soyeuse et la richesse soyeuse chez les lignées 107 et 101433.

Dans la pratique, l'application des valeurs économiques estimées pour construire l'indice de sélection est compliquée à cause de l'incertitude concernant les futures situations du marché et du système de production. On ne les connaît pas sans marge d'erreur, elles ne sont pas constantes dans le temps et elles diffèrent entre les systèmes de production. Cela pourrait entraîner la diminution du taux de gain génétique (Smith, 1983). Les valeurs économiques des caractères sont influencées par les différentes hypothèses de production, c'est à dire la limitation des animaux, des facteurs de production ou de la production. La prise en compte des hypothèses futures concernant la production agricole et la déduction des valeurs économiques obtenues par l'amélioration génétique de ces hypothèses sont des outils utiles pour mettre au point des stratégies de lignage qui résistent aux changements du marché (Koenen et coll., 2000). Il est donc nécessaire d'étudier l'effet des autres contraintes du système de production sur les valeurs économiques des caractères importants chez les vers à soie.

EFFECT OF THE MAGNETIZATION OF EGGS ON THE SILK PRODUCING POTENTIAL OF MULTIVOLTINE MULBERRY SILKWORM (*BOMBYX MORI* LINN.)

V. B. UPADHYAY & S. K. TRIPATHI

Sericulture Laboratory, Department of Zoology, DDU Gorakhpur University,
Gorakhpur – 273 009, India.

The variation in strength of magnetic field and exposure duration of eggs influenced the weight of silk gland in Bombyx mori. The weight of silk gland increased from 0.219g (control) to the maximum of 0.291g in 3000 Gauss magnetized – 96 hours exposed eggs. The weight of cocoon was significantly influenced ($P < 0.01$) due to the variation in the exposure duration of eggs while no considerable change in the weight of cocoons was noticed with the variation of magnetic power. Maximum weight of cocoon was recorded to be 1.240 g in case of 3000 Gauss – 96 hours exposed eggs while it was minimum (0.92g) in 4000 Gauss magnetized eggs for 96 hours. The weight of cocoon shell increased with the increasing exposure duration of eggs from 24 to 96 hours in 1000, 2000 and 3000 Gauss magnetic field and it was highest (0.168g) in 3000 Gauss – 96 hours magnetized eggs.

Keywords: Magnetization, silk producing potential, *Bombyx mori*.

INTRODUCTION

The silk industry has developed as a popular cottage industry providing self employment to more than ten million rural persons in the unorganised sector. An analysis of the trends in international silk production suggests that sericulture has better prospects for growth in the developing countries than in advanced countries. The efforts are being made to evolve new technologies that are effective, labour saving and eco-friendly. In order to increase the production of silk, efforts have been made to study the effect of temperature (Upadhyay and Mishra, 1991), relative humidity, (Mishra and Upadhyay, 1992), photoperiod, (Mishra and Upadhyay, 1993), artificial diet (Iwanvat and Ono, 1969), X-rays (Kanarev and Cham, 1985) etc on the performance of silkworm. Magnetization of silkworm larvae has also been reported to influence the performance of silkworm (Chaugale and More, 1992). Magnetic field influences the hormone and insulin level in rat (Udinstev and Moroz, 1982) and beta-galactosidase synthesis rate in bacteria (Arholt *et al.*, 1982). Magnetization has increased seed germination (Pittman, 1965), crop production (Todoron *et al.*, 1966) and has changed cotton fibers characters (Kalanrov and Melikova, 1973). Keeping this in view, an attempt has been made to investigate the influence of static magnetic field on the weight of cocoon, weight of silk gland and weight of shell in multivoltine mulberry silkworm (*Bombyx mori*).

MATERIALS AND METHODS

Seed cocoon:

The seed cocoons of multivoltine mulberry silkworm (*Bombyx mori* Nistari) were obtained from the silkworm grainage Behraich, Directorate of Sericulture Uttar Pradesh, and were maintained in the plywood trays (23 × 20 × 5cm) under the ideal rearing conditions (Krishnaswami *et al.*, 1973b) in the

silkworm laboratory. The temperature and relative humidity were maintained in the BOD incubator at $26 \pm 1^\circ \text{C}$ and $80 \pm 5\%$ RH respectively until the emergence of moths from the seed cocoons. The newly emerged moths, were quickly picked up and kept sex-wise in separate trays to avoid copulation. The whole grainage operation was performed as per description given by Krishnaswami *et al.* (1973b).

Moths have a tendency to pair immediately after the emergence and therefore, 130 pairs, each containing one male and one female from newly emerged moths, were allowed to mate at $26 \pm 1^\circ \text{C}$ and $80 \pm 5\%$ RH in 12 ± 1 hours / day dim light condition. After four hours of mating, the paired moths were decoupled manually. The female moths were allowed to lay eggs. After 24 hours of eggs laying, the female moths were individually examined for their disease freeness.

The disease free layings (D.F.L's), thus prepared, were treated with 2% formalin for 15 min. Thereafter, the egg sheets with eggs laid on, were thoroughly washed with running water to remove formalin and eggs were dried in shade. The dried eggs thus obtained were taken for magnetization under various experimental conditions.

Experimental design:

To observe the influence of magnetic field on the silk producing potential of *Bombyx mori*, the DFL's, thus obtained were kept in the static magnetic field. The magnets of 1000, 2000, 3000 and 4000 Gauss were used separately for the magnetization of eggs. The DFL's were magnetized for 24, 48 and 96 hours separately with the magnet of each strength. The DFL's were kept for magnetization just after laying and primary processing of newly laid eggs. Zero hour magnetization means no treatment of eggs i.e. "control set" of experiment. For the magnetization, 90 DFL's were kept with 1000 Gauss magnet of which 30 DFL's were released after 24 hours of magnetic exposure. Further, 30 DFL's were released each after 48 and 96 hours of the exposure of eggs to the magnetic field. The treated DFL's were transferred chronically, in separate groups, to the BOD incubator maintained at $26 \pm 1^\circ \text{C}$, $80 \pm 5\%$ RH and 12 ± 1 hours photoperiod a day. The incubation of exposed eggs and further rearing of different stages was performed in the same BOD incubator. All the parameters taken for observation in the present study were determined from the respective stages, obtained from the magnetized eggs.

Weight of silk gland:

For determining the weight of silk gland, the larvae were dissected in distilled water on the 8th day of fifth instar and complete silk gland was taken out. The removed silk gland was cleaned and gently soaked with filter paper to remove the adhered water on it. For the weight of silk gland, nine silk glands (three batches of three silk glands in each batch) were weighed for each replicate. Three replicates of each experiment were made. The data obtained were analysed statistically by two way ANOVA and Post-hoc test.

Weight of cocoon:

To estimate the weight of single cocoon, 30 cocoons (three batches of 10 cocoons in each batch) were weighed for each replicate. Three replicates of each experiment were made. The weight of cocoon was taken on 5th day from the beginning of spinning. The data obtained were analysed statistically by two way ANOVA and Post-hoc test.

Weight of shell:

For the weight of single shell, 30 shells (three batches of 10 shells in each batch) were weighed for each replicate. Three replicates were made. The weight of shell was also taken on the 5th day of the beginning of spinning. The data obtained were analysed statistically by two way ANOVA and Post-hoc test.

RESULTS

Weight of silk gland:

The data given in Table I clearly indicate that variation in the intensity of static magnetic field and exposure duration of *B. mori* eggs caused considerable influence on the weight of silk gland. With the increasing exposure duration of eggs from 24 to 96 hours, the weight of silk gland increased in 1000, 2000 and 3000 Gauss magnetized eggs while in 4000 Gauss magnetized eggs, the weight of silk gland increased up to 48 hours of exposure and further declined in 96 hours exposed eggs. The trend of the rate of increase in the weight of silk gland, with the increasing exposure duration, was almost similar and steady in 1000 and 2000 Gauss magnetized eggs while in 3000 Gauss magnetized eggs, the rate of increase in the weight of silk gland was very high. The maximum weight of silk gland was noticed to be 0.291 ± 0.003 g in 3000 Gauss magnetized eggs exposed for 96 hours. Two way ANOVA indicates that the magnetic strength and duration of the exposure of eggs significantly ($P < 0.01$) influenced the weight of silk gland in *Bombyx mori*. Post-hoc test (Table Ib) shows that there is a significant difference in the weight of the silk gland in between the control and 3000 Gauss magnetized eggs, exposed for 24 hours. In 48 hours exposure of eggs, there was a significant difference in many groups i. e., in between control and 3000 Gauss, control and 4000 Gauss, 1000 and 4000 Gauss and 2000 and 3000 Gauss exposed eggs. In the case of 96 hours exposure of eggs, the significant groups difference are in between the control and 3000 Gauss, 1000 and 3000 Gauss, 2000 and 3000 Gauss and 3000 and 4000 Gauss magnetic exposure of eggs.

Table Ia. Effect of magnetic field on the weight (g) of silk gland of *Bombyx mori*.Tableau Ia. Effet du champ magnétique sur le poids (g) de la glande séricigène de *Bombyx mori*.

Exposure Duration (hrs)	Control (00)	Magnetic power / Force magnétique (Gauss)				F ₁ - ratio n ₁ = 4
		1000	2000	3000	4000	
Durée d'exposition (heures)	Témoin (X ₁)	(X ₂)	(X ₃)	(X ₄)	(X ₅)	
24	0.219 ± 0.003	0.226 ± 0.002	0.231 ± 0.003	0.249 ± 0.006	0.239 ± 0.003	14.89*
48	0.219 ± 0.003	0.231 ± 0.002	0.235 ± 0.002	0.269 ± 0.004	0.249 ± 0.015	
96	0.219 ± 0.003	0.236 ± 0.001	0.245 ± 0.002	0.291 ± 0.003	0.222 ± 0.004	

F₂ - ratio = 14.94*n₂ = 2*P₁ < 0.01*P₂ < 0.01

X₁, X₂, X₃, X₄ and X₅ are the mean value of the weight of silk gland in 1000, 2000, 3000 and 4000 Gauss magnetic strength. / X₁, X₂, X₃, X₄ et X₅ sont les valeurs moyennes pour le poids du cocon avec une force magnétique de 1000, 2000, 3000, et 4000 Gauss.

Each value represents mean ± S. E. of three replicate. / Chaque valeur représente la moyenne ± l'écart type pour trois répétitions.

Table Ib. Post-hoc test showing the group difference for the effect of magnetic field on the weight of silk gland of *Bombyx mori*.*Tableau Ib. Test post-hoc montrant la différence entre groupes pour l'effet du champ magnétique sur le poids de la glande séricigène de Bombyx mori.*

Mean differences between the groups	Exposure duration (hrs) / <i>Durée d'exposition (hrs)</i>		
	24	48	96
<i>Différences moyennes entre les groupes</i>			
X ₁ ~X ₂	0.007	0.012	0.017
X ₁ ~X ₃	0.012	0.016	0.026
X ₁ ~X ₄	0.03*	0.05*	0.72*
X ₁ ~X ₅	0.02	0.03*	0.003
X ₂ ~X ₃	0.005	0.004	0.009
X ₂ ~X ₄	0.013	0.004	0.055*
X ₂ ~X ₅	0.013	0.038*	0.014
X ₃ ~X ₄	0.018	0.034*	0.046*
X ₃ ~X ₅	0.008	0.014	0.023
X ₄ ~X ₅	0.01	0.02	0.06*

*Significant difference in between groups. / *Différence significative entre les groupes.*

$$\begin{aligned}
 \text{Honesty significant difference / Différence significative exacte (HSD)} &= q \sqrt{\frac{\text{MS within}}{n}} \\
 &= 5.05 \sqrt{\frac{0.0001}{3}} \\
 &= 0.029
 \end{aligned}$$

Where, / *Où*MS = Mean square value of ANOVA table. / *Valeur du carré moyen du tableau ANOVA.*q = Studentized range static / *Fourchette statique selon le test de Student.*n = Number of replicates in a group. / *Nombre de répétitions dans un groupe.***Weight of cocoon:**

The data presented in Table II clearly indicate that variation in the strength of magnetic field did not cause considerable influence on the weight of cocoon while the exposure duration of *Bombyx mori* eggs considerably influenced the weight of cocoon. With the increasing exposure duration up to 96 hours, the weight of cocoon increased from 0.941 ± 0.04 g (control) to the level of 1.03 ± 0.026 , 1.093 ± 0.04 and 1.24 ± 0.029 in 1000, 2000 and 3000 Gauss magnetized eggs respectively while in 4000 Gauss magnetized eggs, the weight of cocoon increased to the level of 1.062 ± 0.005 g in 24 hours magnetized eggs which further declined to the level of 0.92 ± 0.03 g in 96 hours exposed eggs. The increase in the weight of cocoon, obtained from 24 hours exposed eggs were steady in 1000 and 2000 Gauss magnetized eggs while the increase in cocoon weight was considerable in 3000 and 4000 Gauss magnetized eggs. In 4000 Gauss magnetized eggs, the weight of cocoon declined considerably after 48 and 96 hours exposure of eggs.

Table IIa. Effect of magnetic field on the weight of cocoon (g) of *Bombyx mori*.Tableau IIa. Effet du champ magnétique sur le poids du cocon (g) de *Bombyx mori*.

Exposure Duration (hrs)	Control Témoin (00) (X ₁)	Magnetic power / Force magnétique (Gauss)				F ₁ - ratio n ₁ = 4
		1000 (X ₂)	2000 (X ₃)	3000 (X ₄)	4000 (X ₅)	
24	0.941 ± 0.004	0.969 ± 0.005	1.013 ± 0.005	1.063 ± 0.005	1.062 ± 0.005	7.82*
48	0.941 ± 0.004	0.980 ± 0.015	1.040 ± 0.020	1.116 ± 0.017	0.989 ± 0.003	
96	0.941 ± 0.004	1.030 ± 0.026	1.093 ± 0.046	1.240 ± 0.020	0.920 ± 0.003	

F₂ - ratio = 5.75*n₂ = 2*P₁ < 0.01*P₂ < 0.01

X₁, X₂, X₃, X₄ and X₅ are the mean value of the weight of cocoon in 1000, 2000, 3000 and 4000 Gauss magnetic strength. / X₁, X₂, X₃, X₄ et X₅ sont les valeurs moyennes pour le poids du cocon avec une force magnétique de 1000, 2000, 3000, et 4000 Gauss.

Each value represents mean ± S. E. of three replicates. / Chaque valeur représente la moyenne ± l'écart type pour trois répétitions.

The maximum weight of cocoon was noticed to be 1.24 ± 0.02g in case of 96 hours exposure of 3000 Gauss magnetized eggs. Two way ANOVA indicates that variation in the exposure duration and static magnetic field of eggs significantly (P < 0.01) influenced the weight of *Bombyx mori* cocoon. Post-hoc test (Table IIb) shows that there is a significant group difference in between control and 3000 Gauss and control and 4000 Gauss in 24 hours exposed eggs. In the case of 48 hours magnetic exposure of eggs, there was significant group difference in between control and 3000 Gauss, 1000 and 3000 Gauss and 3000 and 4000 Gauss. In the case of 96 hours magnetic exposure of eggs, the significant group differences were in between control and 2000 Gauss, control and 3000 Gauss, 1000 and 3000 Gauss, 1000 and 4000 Gauss, 2000 and 3000 Gauss, 2000 and 4000 Gauss and 3000 and 4000 Gauss magnetic strength

Weight of cocoon shell:

The data given in Table III clearly indicate that the variation in the magnetic strength and exposure duration of *Bombyx mori* eggs considerably influenced the weight of cocoon shell. With the increasing exposure duration of eggs up to 96 hours, under the influence of 1000 and 2000 Gauss magnet, the trend of increase in the weight of cocoon shell was steady while in 3000 Gauss magnet exposed eggs, the rate of increase in the weight of cocoon shell with the increasing exposure duration was steep. The maximum level of the weight of cocoon shell, obtained from 96 hours exposed eggs, was 0.156 ± 0.002, 0.158 ± 0.002 and 0.168 ± 0.003 g in 1000, 2000 and 3000 Gauss magnetized eggs respectively. In 4000 Gauss magnetized eggs, the weight of cocoon shell was maximum (0.164 ± 0.001 g) in 48 hours exposed eggs.

Table IIb. Post-hoc test showing the group difference for the effect of magnetic field on the weight of cocoon of *Bombyx mori*.**Tableau IIb.** Test Post hoc présentant la différence entre les groupes concernant l'effet du champ magnétique sur le poids du cocon de *Bombyx mori*.

Mean differences between the groups	Exposure duration (hrs) / <i>Durée d'exposition (hrs)</i>		
	24	48	96
<i>Différences moyennes entre les groupes</i>			
X ₁ ~ X ₂	0.028	0.039	0.089
X ₁ ~ X ₃	0.072	0.099	0.152*
X ₁ ~ X ₄	0.122*	0.175*	0.299*
X ₁ ~ X ₅	0.121*	0.048	0.021
X ₂ ~ X ₃	0.044	0.06	0.063
X ₂ ~ X ₄	0.094	0.136*	0.210*
X ₂ ~ X ₅	0.093	0.009	0.11*
X ₃ ~ X ₄	0.05	0.076	0.147 *
X ₃ ~ X ₅	0.049	0.051	0.173*
X ₄ ~ X ₅	0.001	0.127*	0.320*

* Significant difference in between groups. / *Différence significative entre les groupes.*

$$\begin{aligned}
 \text{Honesty significant difference / Différence significative exacte (HSD)} &= q \sqrt{\frac{\text{MS within}}{n}} \\
 &= 5.05 \sqrt{\frac{0.0001}{3}} \\
 &= 0.101
 \end{aligned}$$

Where / *Où*,**MS** = Mean square value of ANOVA table. / *Valeur du carré moyen du tableau ANOVA.***q** = Studentized range static. / *Fourchette de Student statique.***n** = Number of replicates in a group / *Nombre de répétitions dans un groupe.*

The maximum weight of cocoon shell (0.168 ± 0.003 g) was noticed in 96 hours exposed 3000 Gauss magnetized eggs. Two way ANOVA indicates that variation in the static magnetic field and exposure duration of eggs significantly ($P < 0.01$) influenced the weight of cocoon shell in *Bombyx mori*. Post-hoc test (Table IIIb) shows that in the case of 48 hours magnetic exposure of eggs, there was a significant group difference in between control and 3000 Gauss, control and 4000 Gauss and 1000 and 4000 Gauss magnetic strength. In case of 96 hours magnetic exposure of eggs, the significant group difference was in between control and 3000 Gauss, 1000 and 3000 Gauss and 2000 and 3000 Gauss magnetic strength.

DISCUSSION

The weight of the silk gland of *Bombyx mori* was considerably influenced due to change in the strength of static magnetic field and the exposure duration of eggs. With the increasing exposure duration of *B. mori* eggs from 24 to 96 hours, the weight of silk gland increased in case of 1000, 2000 and 3000 Gauss while in 4000 Gauss magnetized eggs, the weight of silk gland increased up to 48 hours of exposure and further declined in case of 96 hours exposed eggs. The trend of increase in the weight of silk gland was almost similar in 1000 and 2000 Gauss while in 3000 Gauss magnetized eggs, the rate of increase in the weight of silk gland was very high (Table I). The morphological, physiological and biochemical changes take place after the exposure of magnetic field on the biological system (Patnev and Mankova, 1986). Magnetic field caused significant increase in the protein content of silk gland of Vth instar *Bombyx mori* larvae (Upadhyay and Tripathi, 2005). The application of 3500 Gauss magnetic field on Vth instar *B. mori* larvae caused an increase in the production of silk (Chaugale, 1993). Thus, it may be concluded that the magnetization of eggs may cause the activation of cellular activities in silk gland by the consumption of more and more food by silkworm larvae in low magnetic field while higher strength of magnetic field exposure may cause stress response leading to decrease in the growth of silk gland.

Table IIIa. Effect of magnetic field on the weight of cocoon shell (g) of *Bombyx mori*.

Tableau IIIa. Effet du champ magnétique sur le poids de la coque soyeuse (g) de Bombyx mori.

Exposure Duration (hrs)		Magnetic power / Force magnétique (Gauss)				F ₁ - ratio
<i>Durée d'exposition (hrs)</i>	Control Témoin (00)	1000	2000	3000	4000	n ₁ = 4
24	0.150 ± 0.002	0.152 ± 0.001	0.153 ± 0.003	0.155 ± 0.002	0.153 ± 0.002	12.28*
48	0.150 ± 0.002	0.154 ± 0.002	0.155 ± 0.002	0.161 ± 0.004	0.164 ± 0.001	
96	0.150 ± 0.002	0.156 ± 0.002	0.158 ± 0.002	0.168 ± 0.003	0.151 ± 0.002	

F₂ - ratio = 14.72*

*P₁ < 0.01

n₂ = 2

*P₂ < 0.01

X₁, X₂, X₃, X₄ and X₅ are the mean value of the weight of cocoon shell in 1000, 2000, 3000 and 4000 Gauss magnetic strength. / X₁, X₂, X₃, X₄ et X₅ sont les valeurs moyennes pour le poids de la coque soyeuse avec une force magnétique de 1000, 2000, 3000 et 4000 Gauss.

Each value represents mean ± S. E. of three replicates. / Chaque valeur représente la moyenne ± l'écart type pour trois répétitions.

Table IIIb Post-hoc test showing the group difference for the effect of magnetic field on the weight of cocoon shell of *Bombyx mori*.**Tableau IIIb. Test post hoc présentant la différence entre les groupes concernant l'effet du champ magnétique sur le poids de la coque soyeuse de *Bombyx mori*.**

Mean differences between the groups	Exposure duration (hrs) / <i>Durée d'exposition (hrs)</i>		
	24	48	96
<i>Différence moyenne entre les groupes</i>			
X ₁ ~ X ₂	0.002	0.004	0.006
X ₁ ~ X ₃	0.003	0.005	0.008
X ₁ ~ X ₄	0.005	0.011*	0.018*
X ₁ ~ X ₅	0.003	0.014*	0.001
X ₂ ~ X ₃	0.001	0.001	0.002
X ₂ ~ X ₄	0.003	0.007	0.012*
X ₂ ~ X ₅	0.003	0.01*	0.005
X ₃ ~ X ₄	0.002	0.006	0.01*
X ₃ ~ X ₅	0.0	0.009	0.007
X ₄ ~ X ₅	0.002	0.003	0.004

*Significant difference in between groups. / *Différence significative entre les groupes.*

$$\begin{aligned}
 \text{Honesty significant difference / Différence significative exacte (HSD)} &= q \sqrt{\frac{\text{MS within}}{n}} \\
 &= 5.05 \sqrt{\frac{0.0001}{3}} \\
 &= 0.0092
 \end{aligned}$$

Where / *Où,***MS** = Mean square value of ANOVA table. / *Valeur du carré moyen du tableau ANOVA.***q** = Studentized range static. / *Fourchette de Student statique.***n** = Number of replicates in a group / *Nombre de répétitions dans un groupe*

Variation in the strength of static magnetic field and its exposure duration notably influenced the weight of cocoon. The minimum weight of cocoon was noticed to be 0.92 g in case of the eggs exposed at 4000 Gauss magnetic field for 96 hours, whereas, it reaches to the maximum level of 1.24 g in 3000 Gauss for 96 hours exposed eggs (Table II). The treatment of *Bombyx mori* larvae in the magnetic field of 3500 Gauss increased the production of silk of about 10% (Luca *et al.*, 1967), whereas, the exposure of chicken to high magnetic field for one month caused reduction in the growth rate of young animals (Kreguer *et al.*, 1972), whereas, the exposure of silkworm larvae to low magnetic field caused an increase in the protein metabolism and larvae utilized more mulberry leaves (Ishaaya *et al.*, 1971). The exposure of *B. mori* larvae in the magnetic field of 3500 Gauss at various times caused an increase

in the weight of cocoon (Chaugale and More, 1992). In the present investigation the weight of cocoon is increased with the increasing strength of magnetic field up to 3000 Gauss which may be due to the increase in enzyme activities resulting in the increase of the general metabolic rate while the higher range of magnetic field may decline the enzymatic activities due to stress resulting in the reduction of the cocoon weight.

The weight of cocoon shell was influenced due to variation in the strength of magnetic field and exposure duration of *Bombyx mori* eggs. With the increase in exposure duration up to 96 hours in 1000, 2000 and 3000 Gauss magnetic field, the weight of cocoon shell increased and reached to the maximum level of 0.168 g in case of 3000 Gauss exposed eggs (Table III). The treatment of silkworm larvae in gamma radiation, caused an increase in the production of cocoons (Abdel Salam and Mahmoud, 1995). Whereas, magnetization caused change in the cotton fibre's characters (Todoron *et al.*, 1966). The increase in the protein metabolism and utilization of more mulberry leaves by the larvae was increased by the exposure of silkworm larvae in low magnetic field (Ishaaya *et al.*, 1971). The functional significance of sequence homology can be illustrated by cytochrome C, an iron containing mitochondrial protein that transfers electron during biological oxidation in eukaryotic cells (Dickerson, 1972) and magnetic field below 0.3 T caused an increase in oxydation rate due to increased reducing power of cytochrome C in cells (Blank, 1998). Thus, it may be concluded that low magnetic field treatment of eggs may cause an increase in the metabolic rate as it result that the larval food intake becomes more and more and the cellular activities of silk gland increased, causing increased cocoon shell weight, whereas, higher magnetic field may cause stress response, resulting in the decline of cocoon shell weight.

REFERENCES

- ARHOLT E., FLIN E. A., SMITH C. W. (1982) Magnetic field affects the lac operon system. *Phys. Biol. Med.*, 27, 606-610.
- ADBEL SALAM K. A., MAHMOUD S. M. (1995) Stimulating effects of low levels of 60 Co gamma rays on the silkworm, *Bombyx mori* L. *Anzeiger fuer Schaedlings kunde pflanzenschuts umweltschutx*, 68(7), 147-150.
- BLANK M. (1998) Cytochrom oxidase in electric and magnetic field. Columbia University, New York, Cellular Biophysics, 1-4.
- CHAUGALE A. K., MORE N. K. (1992) Effect of magnetization on the developmental period and cocoon characters of the silkworm *Bombyx mori* Linn. *Indian J. Seric.*, 31(2), 115-122.
- DICKERSON R. E. (1972) The structure and history of an ancient protein. *Sci. Am.* (226), 58-72.
- ISHAAYA I., MORE I., JOSEPH D. (1971) Protease and amylase activities in larvae of the Egyptian cotton worm, *Spodoptera littoralis* J. *Insect Physiol.*, 17, 945-453.
- IWANVAT Y., ONO Y. (1969) Rearing experiments on artificial diet composed mainly on the mulberry beat powder harvested in the late autumn and after. *J. Seric. Sci.*, 38, 307-315.
- KALANTROV M. I., MELIKOVA T. A. (1973) Structural change in cotton fibers under the influence of a magnetic field. *Tr. Azerb. Nauchna. Issled. Inst. Energ.* 20, 181-191.
- KANAREV G., CHAM G. T. (1985) Effect of laser irradiation of silkworm eggs on silkworm *Bombyx mori* development and productivity. *Zhivotnov Nauki*, 22, 47-53.
- KREGUER W. F., BRADELY J. W., GIAROLA A. J., DURUVULLA S. R. (1972) Influence of low level electric and magnetic field on the growth of young chickens. *ISA Tans.*, B. M. 72335, 18-186.
- KRISHNASWAMI S., NARASIMHANNA M. N., SURYANARAYAN S. K KUMAR RAJA (1973b) Sericulture Manual 2. Silkworm Rearing F.A.O. Agric. Services Bull. rome, 15(2), 1-131.
- LUCA L. O., ROSCA N., CHITAN RUSU C. (1967) The influence of the magnetic field on the growth of larvae and on silk production of *Bombyx mori*. *Inst. Agron. Ion. Tonescu. Brad. Iasi. Lucr. Stint (abstract)*, 381-387.

- MISHRA A. B., UPADHYAY V. B. (1992) Nutritional efficiency of bivoltine, *Bombyx mori* Linn. larvae at higher regimes of relative humidity. J. Adv. Zool. 13(1 & 2), 16-18.
- MISHRA A. B., UPADHYAY V. B. (1993) Nutritional efficacy of bivoltine, *Bombyx mori* Linn. larvae at different photoperiod. Proc. 80th Session Indian Science Congress Goa, pp. 54-55.
- PATNEV T. P., MANKOVA M. I. (1986) Direct and indirect effect of a constant magnetic field on biological objects Kosm. Biol. Aviakosm Med., 20, 73-76.
- PITTMAN U. J. (1965) Magnetic and plant growth III. Effect on germination and early growth of corns and beans. Can. J. Plant Sci., 45, 549-565.
- TODORON S.I., GORON A. I., GEMISCHER IS. M. (1966) Stimulative biomagnetic effect under action of a magnetic field and magnetized under action of a magnetic field and magnetized water upon the seeds of *Cucurbita maximum*. Duch. God. Sofiiskiye. Unic. Biol. Fank. Kn. 2 Bot. Microbial. Fizol. Biokhim. Rast., 61, 239-250.
- UDINSTEV N. A., MOROZ V. A. (1982) Function of hypophysical system under the effect of power frequency variable magnetic field of different regimes. Gig. Tr., Prof. Zobol. 12, 54-56.
- UPADHYAY V. B., MISHRA A. B. (1991) Nutritional ability of bivoltine silkworm *Bombyx mori*. Linn. larvae at higher temperature regimes. J. Adv. Zool., 12(1) 56-59.

EFFET DE LA MAGNETISATION DES ŒUFS SUR LE POTENTIEL DE PRODUCTION DE SOIE DU VER A SOIE POLYVOLTIN (*BOMBYX MORI* LINN.)

V. B. UPADHYAY & S. K. TRIPATHI

Sericulture Laboratory, Department of Zoology, DDU Gorakhpur University,
Gorakhpur – 273 009, Inde.

*La variation de la force du champ magnétique et de la durée d'exposition des œufs influence le poids de la glande séricigène chez **Bombyx mori**. Le poids de la glande séricigène augmente de 0,219 g (témoin) à un maximum de 0,291 g chez les œufs exposés à une magnétisation de 3000 Gauss pendant 96 heures. Le poids du cocon est considérablement influencé ($P < 0,01$) par la variation de la durée d'exposition des œufs tandis qu'on ne remarque pas de changement considérable du poids des cocons avec la variation de la puissance magnétique. On enregistre que le poids maximum est de 1,240 g pour les œufs exposés pendant 96 heures à 3000 Gauss tandis qu'il est minimum (0,92 g) chez les œufs magnétisés pendant 96 heures à 4000 Gauss. Le poids de la coque soyeuse augmente avec la durée d'exposition des œufs de 24 à 96 heures avec un champ magnétique de 1000, 2000 et 3000 Gauss et il est le plus élevé (0,168 g) chez les œufs magnétisés à 3000 Gauss pendant 96 heures.*

INTRODUCTION

L'industrie de la soie a mis au point une activité artisanale populaire qui fournit un emploi indépendant à plus de dix millions de personnes en milieu rural dans le secteur non organisé. L'analyse des tendances de la production internationale de soie montre que la sériciculture a de meilleures perspectives de croissance dans les pays en voie de développement que dans les pays développés. Des efforts sont entrepris pour mettre au point de nouvelles technologies efficaces, qui allègent le travail et ne sont pas nuisibles à l'environnement. Pour augmenter la production de soie, des efforts ont été faits pour étudier l'effet de la température (Upadhyay et Mishra, 1991), de l'humidité relative (Mishra et Upadhyay, 1992), de la photopériode (Mishra et Upadhyay, 1993), de l'alimentation artificielle (Iwanvat et Ono, 1969), des rayons X (Kanarev et Cham, 1985) etc sur la performance du ver à soie. On a aussi rapporté que la magnétisation des larves de ver à soie influence la performance (Chaugale et More, 1992). Le champ magnétique influence le niveau d'hormones et d'insuline chez le rat (Udinstev et Moroz, 1982) et le taux de synthèse de la beta-galactosidase chez les bactéries (Arholt et coll., 1982). La magnétisation augmente la germination des graines (Pittman, 1965), la production des cultures (Todoron et coll., 1966) et change les caractères des fibres du coton (Kalanrov et Melikova, 1973). Compte tenu de cela, nous avons essayé d'étudier l'influence du champ magnétique statique sur le poids du cocon, le poids de la glande séricigène et le poids de la coque chez le ver à soie du mûrier polyvoltin (*Bombyx mori*).

MATERIELS ET METHODES

Cocons de grainage :

On obtient les cocons de grainage du ver à soie du mûrier polyvoltin Nistari (*Bombyx mori*) auprès du centre de grainage du ver à soie de Behrach, dépendant du Directorate de la Sériciculture de l'Uttar

Pradesh et on les maintient sur des plateaux en contre-plaqué ($23 \times 20 \times 5$ cm) dans des conditions d'élevage idéales (Krishnaswami et coll., 1973b) en laboratoire. On maintient la température et l'humidité relative dans l'incubateur BOD à respectivement $26 \pm 1^\circ \text{C}$ et $80 \pm 5\%$ d'HR jusqu'à l'émergence des papillons. On recueille rapidement les papillons venant d'émerger et on les conserve en fonction du sexe dans des plateaux séparés pour éviter la copulation. On réalise l'opération complète de grainage en suivant la description de Krishnaswami et coll., (1973b).

Les papillons ont une tendance à s'accoupler immédiatement après l'émergence et on laisse donc 130 couples, provenant des papillons venant d'émerger contenant chacun un mâle et une femelle, s'accoupler à $26 \pm 1^\circ \text{C}$ et $80 \pm 5\%$ d'HR avec 12 ± 1 heures / jour d'éclairage faible. Après quatre heures d'accouplement, on désaccouple manuellement les papillons. On laisse les papillons femelles pondre leurs œufs. Après 24 heures de ponte, on examine individuellement les papillons femelles pour voir s'ils sont exempts de maladie.

On traite les pontes saines (DFL) préparées de cette manière avec 2 % de formol pendant 15 min. Puis, on lave soigneusement les feuilles d'œufs contenant les pontes à l'eau courante pour enlever le formol et on sèche les œufs à l'ombre. On prend les œufs séchés obtenus de cette manière pour procéder à la magnétisation dans des conditions expérimentales variées.

Conception expérimentale :

Pour observer l'influence du champ magnétique sur le potentiel de production de soie de *Bombyx mori*, on conserve les pontes saines obtenues de cette manière dans un champ magnétique statique. On utilise séparément des aimants de 1000, 2000, 3000 et 4000 Gauss pour la magnétisation des œufs. On magnétise séparément les pontes saines pendant 24, 48 et 96 heures avec un aimant de chaque puissance. On conserve les pontes saines juste après la ponte pour la magnétisation et pour la transformation primaire des œufs pondus. La magnétisation à l'heure zéro signifie aucun traitement des œufs c'est à dire "lot témoin" de l'expérience. Pour la magnétisation, on garde 90 pontes saines sous un aimant de 1000 Gauss parmi lesquelles on retire 30 pontes saines au bout de 24 heures d'exposition magnétique. Par ailleurs, on libère à chaque fois 30 pontes saines au bout de 48 et de 96 heures d'exposition des œufs au champ magnétique. On transfère les pontes saines traitées, en groupes séparés, dans l'incubateur BOD maintenu à $26 \pm 1^\circ \text{C}$, avec $80 \pm 5\%$ d'HR et une photopériode de 12 ± 1 heures. On procède à l'incubation des œufs et à l'élevage ultérieur des différents stades dans le même incubateur BOD. On détermine tous les paramètres enregistrés dans cette étude en fonction des stades respectifs observés chez les œufs magnétisés.

Poids de la glande séricigène :

Pour déterminer le poids de la glande séricigène, on dissèque les larves dans de l'eau distillée le 8^{ème} jour du 5^{ème} âge et on retire la glande séricigène complète. On lave la glande séricigène retirée et on l'éponge doucement avec du papier filtre pour enlever l'eau y adhérent. Pour le poids de la glande séricigène, on pèse neuf glandes séricigènes par répétition (trois lots de trois glandes séricigènes dans chaque lot). On procède à trois répétitions pour chaque expérience. On analyse les données obtenues de manière statistique avec le test ANOVA à deux facteurs et le test Post-hoc.

Poids du cocon :

Pour estimer le poids d'un cocon, on pèse 30 cocons (trois lots de dix cocons dans chaque lot) pour chaque répétition. On procède à trois répétitions pour chaque expérience. On relève le poids du cocon le 5^{ème} jour après le début du filage. On analyse les données obtenues de manière statistique avec le test ANOVA à deux facteurs et le test post-hoc.

Poids de la coque :

Pour le poids d'une coque, on pèse 30 coques (trois lots de 10 coques dans chaque lot) pour chaque répétition. On procède à trois répétitions. On prend aussi le poids de la coque le 5^{ème} jour

après le début du filage. On analyse les données obtenues de manière statistique avec le test ANOVA à deux facteurs et le test post-hoc.

RESULTATS

Poids de la glande séricigène :

Les données présentées dans le Tableau I indiquent clairement que la variation de l'intensité du champ magnétique et de la durée d'exposition des œufs de *B. mori* influencent considérablement le poids de la glande séricigène. Avec l'augmentation de la durée d'exposition de *B. mori* de 24 à 96 heures, le poids de la glande séricigène augmente chez les œufs magnétisés à 1000, 2000 et 3000 Gauss tandis que chez les œufs magnétisés à 4000 Gauss, le poids de la glande séricigène augmente jusqu'à 48 heures d'exposition et baisse chez les œufs exposés pendant 96 heures. La tendance à l'augmentation du poids de la glande séricigène avec l'augmentation de la durée d'exposition est presque similaire et régulière chez les œufs magnétisés à 1000 et 2000 Gauss tandis que chez les œufs magnétisés à 3000 Gauss, le taux d'augmentation du poids de la glande séricigène est très élevé. On remarque que le poids maximum de la glande séricigène est de $0,291 \pm 0,003$ g chez les œufs magnétisés exposés pendant 96 heures. L'ANOVA à deux facteurs indique que la force magnétique et la durée d'exposition des œufs influencent considérablement ($P < 0,01$) le poids de la glande séricigène chez *Bombyx mori*. Le test post-hoc (Tableau I) montre qu'il y a une différence significative pour le poids de la glande séricigène entre le témoin et les œufs magnétisés à 3000 Gauss, exposés pendant 24 heures. Chez les œufs exposés pendant 48 h, il y a une différence significative dans de nombreux groupes, c'est à dire entre le témoin et les œufs exposés à 3000 Gauss, entre le témoin et 4000 Gauss, entre les œufs exposés à 1000 et 4000 Gauss et entre 2000 et 3000 Gauss. Dans le cas des œufs exposés pendant 96 heures, la différence significative entre les groupes se produit entre le témoin et l'exposition magnétique des œufs à 3000 Gauss, entre 1000 et 3000 Gauss, entre 2000 et 3000 Gauss et entre 3000 et 4000 Gauss.

Poids du cocon :

Les données présentées dans le Tableau II indiquent clairement que la variation de la force du champ magnétique n'entraîne pas d'influence considérable sur le poids du cocon tandis que la durée d'exposition des œufs de *Bombyx mori* influence considérablement le poids du cocon. Avec l'augmentation de la durée d'exposition jusqu'à 96 h, le poids du cocon augmente de $0,941 \pm 0,04$ g (témoin) au niveau de $1,03 \pm 0,026$; $1,093 \pm 0,04$ et $1,24 \pm 0,029$ chez les œufs magnétisés respectivement à 1000, 2000 et 3000 Gauss tandis que chez les œufs magnétisés à 4000 Gauss, le poids du cocon augmente au niveau de $1,062 \pm 0,005$ g chez les œufs magnétisés pendant 24 h et baisse encore au niveau de $0,92 \pm 0,03$ chez les œufs exposés pendant 96 heures. L'augmentation du poids du cocon, obtenue chez les œufs exposés pendant 24 h est régulière chez les œufs magnétisés à 1000 et 2000 Gauss tandis que l'augmentation du poids du cocon est considérable chez les œufs magnétisés à 3000 et 4000 Gauss. Chez les œufs magnétisés à 4000 Gauss, le poids du cocon baisse considérablement après 48 et 96 heures d'exposition des œufs.

On remarque que le poids maximum du cocon est de $1,24 \pm 0,02$ g dans le cas des œufs magnétisés à 3000 Gauss exposés pendant 96 heures. L'ANOVA à deux facteurs indique que la variation de la durée d'exposition et du champ magnétique des œufs influence considérablement ($P < 0,01$) le poids du cocon de *Bombyx mori*. Le test post-hoc (Tableau IIb) montre qu'il y a une différence considérable entre les groupes, entre le témoin et les œufs exposés à 3000 Gauss et entre le témoin et les œufs exposés à 4000 Gauss pendant 24 heures. Dans le cas des œufs exposés au magnétisme pendant 48 heures, il existe une différence considérable entre le témoin et l'exposition à 3000 Gauss, entre 1000 et 3000 Gauss et entre 3000 et 4000 Gauss. Dans le cas de l'exposition magnétique des œufs pendant 96 heures, il existe des différences considérables entre les groupes entre le témoin et 2000 Gauss, le

témoin et une force magnétique de 3000 Gauss, entre 1000 et 3000 Gauss, entre 1000 et 4000 Gauss, entre 2000 et 3000 Gauss, entre 2000 et 4000 Gauss et entre 3000 et 4000 Gauss.

Poids de la coque soyeuse :

Les données présentées dans le Tableau III indiquent clairement que la variation de la force magnétique et de la durée d'exposition des œufs de *Bombyx mori* influence considérablement le poids de la coque soyeuse. Avec l'augmentation de la durée d'exposition des œufs jusqu'à 96 heures, sous l'influence d'un aimant de 1000 et 2000 Gauss, la tendance à l'augmentation du poids de la coque soyeuse est régulière tandis que chez les œufs exposés à un aimant de 3000 Gauss, la tendance à l'augmentation du poids de la coque soyeuse avec la durée d'exposition est élevée. Le niveau maximum pour le poids de la coque soyeuse, obtenu chez les œufs exposés pendant 96 h est de $0,156 \pm 0,002$; $0,158 \pm 0,002$ et $0,168 \pm 0,003$ g chez les œufs magnétisés respectivement à 1000, 2000 et 3000 Gauss. Chez les œufs magnétisés à 4000 Gauss, le poids de la coque soyeuse est maximum ($0,164 \pm 0,001$ g) pour les œufs exposés pendant 48 heures.

On remarque le poids maximum de la coque soyeuse ($0,168 \pm 0,003$ g) chez les œufs exposés pendant 96 heures à 3000 Gauss. L'ANOVA à deux facteurs indique que la variation du champ magnétique et de la durée d'exposition des œufs influence considérablement ($P < 0,01$) le poids de la coque soyeuse chez *Bombyx mori*. Le test post-hoc (Tableau IIIb) montre que dans le cas de l'exposition magnétique des œufs pendant 48 heures, il existe une différence de groupe importante entre le témoin et 3000 Gauss, le témoin et 4000 Gauss et une force magnétique de 1000 et 4000 Gauss. Dans le cas d'une exposition magnétique des œufs pendant 96 heures, il existe une différence de groupe considérable entre le témoin et une force magnétique de 3000 Gauss, entre 1000 et 3000 Gauss et entre 2000 et 3000 Gauss.

DISCUSSION

Le poids de la glande séricigène de *Bombyx mori* est considérablement influencé par le changement de la force du champ magnétique et de la durée d'exposition des œufs. Avec l'augmentation de la durée d'exposition des œufs de 24 à 96 heures, le poids de la glande séricigène augmente avec 1000, 2000 et 3000 Gauss tandis que chez les œufs magnétisés à 4000 Gauss, le poids de la glande séricigène augmente jusqu'à 48 h d'exposition et baisse à nouveau dans le cas des œufs exposés pendant 96 h. La tendance à l'augmentation du poids de la glande séricigène est presque similaire chez les œufs magnétisés à 1000 et 2000 Gauss tandis que chez les œufs magnétisés à 3000 Gauss, le taux d'augmentation du poids de la glande séricigène est très élevé (Tableau I). Les changements morphologiques, physiologiques et biochimiques ont lieu après l'exposition au champ magnétique du système biologique (Patnev et Mankova, 1986). Le champ magnétique entraîne une augmentation considérable de la teneur en protéines de la glande séricigène chez les larves de *Bombyx mori* du 5^{ème} âge (Upadhyay et Tripathi, 2005). L'application d'un champ magnétique de 3500 Gauss chez les larves de *B. mori* du 5^{ème} âge entraîne une augmentation de la production de soie (Chaugale, 1993). On peut donc conclure que la magnétisation des œufs pourrait entraîner l'activation des activités cellulaires de la glande séricigène par la consommation de plus de nourriture par les larves de vers à soie à un faible champ magnétique tandis qu'une exposition à un champ magnétique d'une force plus élevée pourrait entraîner une réponse de stress entraînant une baisse de la croissance de la glande séricigène.

La variation de la force du champ magnétique statique et de la durée d'exposition influence remarquablement le poids du cocon. On remarque que le poids minimum du cocon est de 0,92 g dans le cas des œufs exposés à un champ magnétique de 4000 Gauss pendant 96 heures, tandis qu'il atteint un niveau maximum de 1,24 g chez les œufs exposés pendant 96 heures à 3000 Gauss (Tableau II). Le traitement des larves de *Bombyx mori* à un champ magnétique de 3500 Gauss augmente la production de soie d'environ 10 % (Luca et coll., 1967), tandis que, l'exposition du poulet à un champ

magnétique élevé pendant un mois entraîne la diminution du taux de croissance des jeunes animaux (Kreguer et coll., 1972) et que l'exposition des larves de ver à soie à un faible champ magnétique entraîne l'augmentation du métabolisme des protéines et de l'utilisation de feuilles de mûrier par les larves (Ishaaya et coll., 1971). L'exposition des larves de *B. mori* au champ magnétique de 3500 Gauss pendant des durées variées entraîne une augmentation du poids du cocon (Chaugale et More, 1992). Dans cette étude, le poids du cocon augmente avec l'augmentation de la force du champ magnétique jusqu'à 3000 Gauss, ce qui pourrait être dû à l'augmentation des activités enzymatiques qui entraîne l'augmentation du taux métabolique général tandis qu'une fourchette plus élevée de champ magnétique pourrait faire baisser les activités enzymatiques à cause du stress et entraîner la diminution du poids du cocon.

Le poids de la coque soyeuse est influencé par la variation de la force du champ magnétique et de la durée d'exposition des œufs de *Bombyx mori*. Avec l'augmentation de la durée d'exposition jusqu'à 96 heures à un champ magnétique de 1000, 2000 et 3000 Gauss, le poids de la coque soyeuse augmente et atteint le niveau maximum de 0,168 g pour les œufs exposés à 3000 Gauss (Tableau III). Le traitement des larves de vers à soie au rayonnement gamma, entraîne une augmentation de la production de cocons (Abdel Salamet Mahmoud, 1995), tandis que la magnétisation entraîne le changement des caractères des fibres du coton (Todoron et coll., 1966). L'exposition des larves de vers à soie à un faible champ magnétique entraîne l'augmentation du métabolisme des protéines et l'augmentation de la consommation de feuilles de mûrier par les larves (Ishaaya et coll., 1971). Le cytochrome C, une protéine mitochondriale contenant du fer qui transfère les électrons pendant l'oxydation biologique dans les cellules eukaryotiques illustre la signification fonctionnelle. Un champ magnétique en dessous de 0,3 T entraîne une augmentation du taux d'oxydation par l'augmentation du pouvoir réducteur du cytochrome C dans les cellules (Blank, 1998). On peut donc conclure que le traitement des œufs à un faible champ magnétique pourrait provoquer une augmentation du taux métabolique puisqu'il s'ensuit une absorption de nourriture de plus en plus importante par les larves et que les activités de la glande séricigène augmentent, ce qui entraîne une augmentation du poids de la coque soyeuse tandis qu'un champ magnétique plus élevé pourrait entraîner une réponse de stress et provoquer la baisse du poids de la coque soyeuse.

THE SILKWORM BREED "RG 90"

ALEXANDRA MATEI & ANA BRASLA

Commercial Society "SERICAROM" - Research Branch, 69, Bucuresti - Ploiesti Road, Sector 1,
Bucharest, Romania. e-mail: sericarom@rdslink.ro

The new silkworm breed "RG 90" is a synthetic one, with yellow colour of the cocoon and striped larvae. The breeding works have extended during 10 generations. The selection and the crossing were the breeding methods. Both methods are efficient for changing the genetical structure of the populations, excluding from reproduction genotypical or phenotypical inadequate individuals and reorganizing the genotypes in the offspring with the increase of heterozygote genotypes ratio.

The breed "RG 90" presents the following performances: fresh cocoon weight - 2.133 g; shell cocoon weight - 0.436 g; silk ratio - 20.50%; dried cocoon weight - 0.945 g; filament length - 1194 m; filament weight - 0.365 g; filament size - 2.75 denier; metric number of filament - 3278 m/g; reeling silk - 38.64%; raw silk - 17.11%.

Keywords: Silkworm breed, yellow cocoon, striped larvae, selection, crossing, biological and technological parameters

INTRODUCTION

Obtaining new silkworm breeds and hybrids with the aim of increasing silk production is an activity developed in many sericultural countries (Chatterjee, S.N. *et al.*, 1993; Petkov, N. *et al.*, 1993; Yamamoto, T. *et al.*, 1995; Datta *et al.*, 2000; Chen Keping *et al.*, 2001; Kalpana, G.V. *et al.*, 2004).

In Romania, silkworm strains with yellow cocoon (Preadcencu, C., 1956) and white cocoon (Craiciu, E., 1956; Stroescu, E., 1958; Preadcencu, C., 1963; Matei, A. *et al.*, 2002) were obtained during the years. The yellow silkworm breeds were widely utilized in the silkworm rearing in Romania until 1965. After that, they were replaced by white cocoon silkworm races, requested by the silk industry thanks to the technological qualities of the silk fiber.

Recently, the farmers have asked for yellow cocoon silkworm breeds in order to utilise the silk fiber for workmanship products.

MATERIALS AND METHODS

The initial material was represented by two silkworm breeds, namely Yellow Baneasa, with yellow cocoon, and Saniis 8 having white cocoons. A hybrid resulted from the fusion of the two mentioned breeds. The hybrid was selected and crossed during 10 generations following the pre-established criteria. In consequence, RG90 is a synthetic silkworm breed.

The main breeding methods were selection and crossing. In the first generations mass selection was practised; after that the unit of selection was the family and in this case the families were admitted or rejected from the reproduction, taking into consideration the average of their performances. In the case of the other characters, as well as the cocoon weight and shell weight, the individual selection was applied. The reproductive individuals were selected on the base of their own performances expressed as deviation from the average of the population.

The selection criteria were specific to each development stage and referred to quantitative and qualitative performances. In the egg stage the following characters were taken into consideration: fecundity, the percentage of normal eggs, the hatching percentage, the egg and chorion colour. In the larval period, the selection criteria were: skin colour, larval marks, the length of larval period, the food consumption and digestibility. The selection in the cocoon stage was done according to the size, shape and colour of the cocoon, the percentage of normal cocoons, the cocoon weight, the shell weight and shell ratio. In the moth stage, the morphological aspect and vigour were taken into consideration.

The methods to estimate the value of the characters consisted in counting, weighing and visual examination in accordance with the peculiarities of the feature. The consumability and digestibility were established by the apparent digestibility method (Stoica, I., 2001).

Supervised crossing and the evidence of the reproductive individuals origin were practised, with the purpose of the genetical changing of the populations, through reorganisation of the genotypes in the offspring generation and the increase of the heterozygote genotypes.

The breeding methodology followed for obtaining the race "RG 90" is schematically presented in figure 1. In detail, the method consisted in the following:

Firstly, the initial material was constituted. Two silkworm races, namely Yellow Baneasa and Saniis 8 were crossed and the hybrid Yellow Baneasa $\times$ Saniis 8 resulted. 50 layings were obtained.

In the following year (G₁) the layings were selected according to the egg colour, fecundity and hatching percentage. Eight lots were constituted, each of them having in the structure 3-4 layings. In the larval stage, beginning with the IVth age, 400 larvae/lot were counted. The selection of the larvae was carried out taking into consideration the characters mentioned before.

The cocoons (100 females and 100 males) were selected in accordance with specific qualitative and quantitative characters, keeping for reproduction the cocoons with higher performances than average of the lots. In this case selection on independent level was used.

The moths were selected taking into account their morphological aspect, after that they were crossed between lots and 80 layings resulted.

Beginning with G₂, the selection works complicated because of the segregation of more characters, namely egg, chorion, larvae and cocoon colour.

Eight lots were made containing only eggs with yellow chorion and hatching percentage higher than 96%. In the larval stage uniform striped larvae (400 larvae/lot) and with a high percent of viability (98.5%) were selected.

The cocoon colour segregated in white and yellow. Only yellow cocoons having not less than 2.45 g (females) and 2.00 g (males) and shell cocoon of at least 0,420 g were selected.

Rearing of the batches and the selection in accordance with egg colour, the colour of the skin, larval marks, the cocoon colour and the others quantitative characters which represented the object of the selection were continued from G₃ to G₆. After six breeding generations the average of the main selected characters was: hatching percentage - 97.21%, pupation rate - 98.2%, cocoon weight 2.4 g; shell weight - 0.473 g; silk ratio - 19.57%.

From G₇, 20 individual layings were allowed to hatch, but only 10 layings were selected; inside of each laying 400 larvae were counted in the IVth stage. The selection criteria were identical with those from previous generations and at the end of each generation a number of 10 families were selected for reproduction. Inside of each family a variable number of cocoons were chosen, on the whole 200 cocoons were selected.

The crossing was done both intra-batch (family) and inter-batches.

At the end of the 10th generation, the grey-green colour of the eggs became stable, the larvae were totally striped and the colour of the cocoon was yellow.

During the whole breeding process the breed Yellow Baneasa (control) was reared in the same experimental conditions with the new selected breed.

The standard rearing technology (Cetateanu, N. *et al.*, 1988) was applied in the incubation, rearing and mounting period.

The performances of the new silkworm breed were compared with the production characters of the Yellow Baneasa breed at the beginning of the breeding process (control 1) and with the average performances of the Yellow Baneasa in the last three years (control 2).

The number of measurements was different depending on the analysed character. So, for fecundity and hatching percentage, 50 layings were counted. In the larval stage 10 lots, each of them composed of 400 larvae were constituted. To establish the performance of the raw cocoons, 200 cocoons were weighed. Also, 200 dried cocoons were weighed and individually reeled with the aim of estimating the characteristics of the fibre.

RESULTS AND DISCUSSION

The performances of the new silkworm race are discussed below:

Morphological characteristics:

Egg:

The shape of the egg is ellipsoidal, the lateral sides are convex, the length is 1.6 mm and its width is 1.2 mm. The colour of the egg is grey-green and the chorion is yellow.

Larva:

The shape of the larva is cylindrical; the length of the mature larva is 7.0 cm and the weight is 5.5 g. The skin of the larva has a striped aspect.

Cocoon:

The colour of the cocoon is yellow; the cocoon is nut-shaped. The length of the cocoon is 3.55 cm and the width is 1.75 cm. There are 65 cocoons per litre.

Moth:

The moth has a medium size with robust aspect; its body is covered with white scales. The antenna are pectinated in both sexes. The anterior wings are triangular shaped and they have a medium size – 20 mm.

Physiological characteristics:

“RG 90” is a bivoltine race.

The number of eggs/laying (Table I) is 540, lower than that of the initial material; it is a result of the selection directed in the increasing of silk content.

The hatching percentage is around 96.3%, being higher than the hatching percentage of the parents.

The larvae are vigorous, with good appetite; the food consumption is 65.56% in young stages and 78.70% in adult stages. The food digestibility is 36.99%.

The larval period is 30 days.

Technological and productive characteristics:

Table II indicates the technological performances of “RG 90” breed. They have the following values:

- the raw cocoon weight is on average of 2.133 g, higher than the parents with 10.97% and respectively 6.38%;

- the shell weight is of around 436 mg, exceeding the initial material of 31.32%;

Table I. Silkworm breed "RG 90" : Biological and technological performances.

Tableau I. Lignée de ver à soie "RG 90" : Performances biologiques et technologiques.

Characteristics		Breed / Lignée			Differences $\pm$ to / Différences $\pm$ par rapport au :			
Caractéristiques	MU	RG 90	Yellow Baneasa (control 1 -initial material)	Y. Baneasa (ctr.2 - average of last 3 years)	Control 1 Témoin 1		Control 2 Témoin 2	
			(témoin 1 matériel initial)	(témoin 2 – moyenne des 3 dernières années)	Absolute Values Valeurs absolues	%	Absolute Values Valeurs absolues	%
		X $\pm$ Sx	X $\pm$ Sx	X $\pm$ Sx				
Fecundity / Fécondité	eggs/ laying œufs / ponte	540 $\pm$ 12	558 $\pm$ 18	530 $\pm$ 26	- 18	- 3.30	+ 10	+ 1.86
Hatching / Ecllosion	%	96.30 $\pm$ 0.58	90.76 $\pm$ 0.80	89.90 $\pm$ 0.14	+5.44***	+ 5.99	+ 6.40***	+ 7.11
Larval period / Durée larvaire	Days / jours	30	31	31	- 1.00	- 3.23	- 1.00	- 3.23
Larval viability / Viabilité larvaire	%	90.76 $\pm$ 0.55	88.70 $\pm$ 0.17	88.20 $\pm$ 0.28	+ 2.06*	+2.32	+ 2.56**	+ 2.90
Cocoon yield / 10 000 larvae	kg	14.53 $\pm$ 0.23	13.50 $\pm$ 0.40	12.80 $\pm$ 0.60	+ 1.03	+7.62	+1.73	+13.51
Rendement en cocons / 10 000 larves								
Raw cocoon weight / Poids brut du cocon :								
- Female / Femelle	g	2.240 $\pm$ 0.027	2.224 $\pm$ 0.056	2.110 $\pm$ 0.032	+ 0.016	+ 0.71	+ 0.130*	+ 6.16
- Male / Mâle	g	1.969 $\pm$ 0.022	1.620 $\pm$ 0.036	1.899 $\pm$ 0.043	+ 0.349***	+ 21.54	+0.070	+ 3.68
- Average / Moyenne	g	2.133 $\pm$ 0.029	1.922 $\pm$ 0.040	2.005 $\pm$ 0.037	+ 0.211**	+ 10.97	+ 0.128*	+ 6.38
Shell cocoon weight / Poids de la coque :								
- Female / Femelle	g	0.434 $\pm$ 0.016	0.359 $\pm$ 0.009	0.360 $\pm$ 0.008	+ 0.075*	+ 20.89	+ 0.074*	+ 20.55
- Male / Mâle	g	0.437 $\pm$ 0.037	0.305 $\pm$ 0.004	0.356 $\pm$ 0.014	+ 0.132**	+ 43.20	+ 0.081*	+ 22.75
- Average / Moyenne	g	0.436 $\pm$ 0.026	0.332 $\pm$ 0.006	0.358 $\pm$ 0.012	+ 0.104**	+ 31.32	+ 0.078*	+ 21.78
Silk content / Teneur en soie :	%	18.68 $\pm$ 0.56	15.76 $\pm$ 0.15	16.71 $\pm$ 0.27	+ 2.92***	+ 18.52	+ 1.97**	+ 11.78
- Female / Femelle	%	22.30 $\pm$ 0.48	18.88 $\pm$ 0.38	18.04 $\pm$ 0.22	+ 3.42***	+ 18.10	+ 4.26***	+ 23.61
- Male / Mâle	%	20.50 $\pm$ 0.52	17.32 $\pm$ 0.27	17.38 $\pm$ 0.25	+ 3.18***	+ 18.36	+ 3.12***	+ 17.95
- Average / Moyenne								

* Significant at 5% level / Significatif au seuil de 5 %. ** Significant at 1% level. / Significatif au seuil de 1 %. *** Significant at 0.1% level / Significatif au seuil de 0,1 %.

Table II. Silkworm breed "RG 90" : - Technological performances of the dried cocoon and silk fiber.

Tableau II. Lignée de ver à soie "RG90" : - Performances technologiques du cocon sec et de la fibre de soie.

Characteristics	MU	Breed / Lignée			Differences $\pm$ to / Différences $\pm$ par rapport au :			
		RG 90	Yellow Baneasa	Yellow Baneasa	Control 1 Témoin 1		Control 2 Témoin 2	
			(control 1- initial material)	(control 2 - average of the last 3 years)	absolute values	%	absolute values	%
Caractéristiques			(témoin 1 - matériel initial)	(témoin 2 - moyenne des 3 dernières années)	Valeurs absolues		Valeurs absolues	
		X $\pm$ Sx	X $\pm$ Sx	X $\pm$ Sx				
Dry cocoon weight Poids du cocon sec	g	0.945 $\pm$ 0.022	0.884 $\pm$ 0.015	0.892 $\pm$ 0.018	+0.061**	+ 6.90	+ 0.053*	+ 5.94
Filament length Longueur du filament	m	1194 $\pm$ 17	970 $\pm$ 12	934 $\pm$ 24	+ 224***	+23.09	+ 260***	+27.83
Filament weight Poids du filament	g	0.365 $\pm$ 0.064	0.302 $\pm$ 0.014	0.310 $\pm$ 0.016	+0.063***	+20.86	+0.055***	+17.74
Filament size / Titre du filament	d	2.75 $\pm$ 0.06	2.80 $\pm$ 0.18	2.98 $\pm$ 0.08	- 0.05	- 1.79	- 0.23**	- 7.72
Reeling silk / Soie dévidable	%	38.64 $\pm$ 0.56	34.16 $\pm$ 0.32	34.75 $\pm$ 0.82	+ 4.48**	+13.11	+ 3.89**	+11.19
Metric number of fiber Numéro métrique de fibre	m/g	3278 $\pm$ 27	3108 $\pm$ 31	3012 $\pm$ 16	+ 170	+ 5.46	+ 266***	+ 8.83
Raw silk / Soie grège	%	17.11 $\pm$ 0.18	15.71 $\pm$ 0.64	15.46 $\pm$ 0.12	+ 1.4**	+ 8.90	+ 1.65**	+10.67

* Significant at 5% level / Significatif au seuil de 5 % ** Significant at 1% level / Significatif au seuil de 1 % *** Significant at 0.1% level / Significatif au seuil de 0,1 %.

Yellow Baneasa x Saniis 8

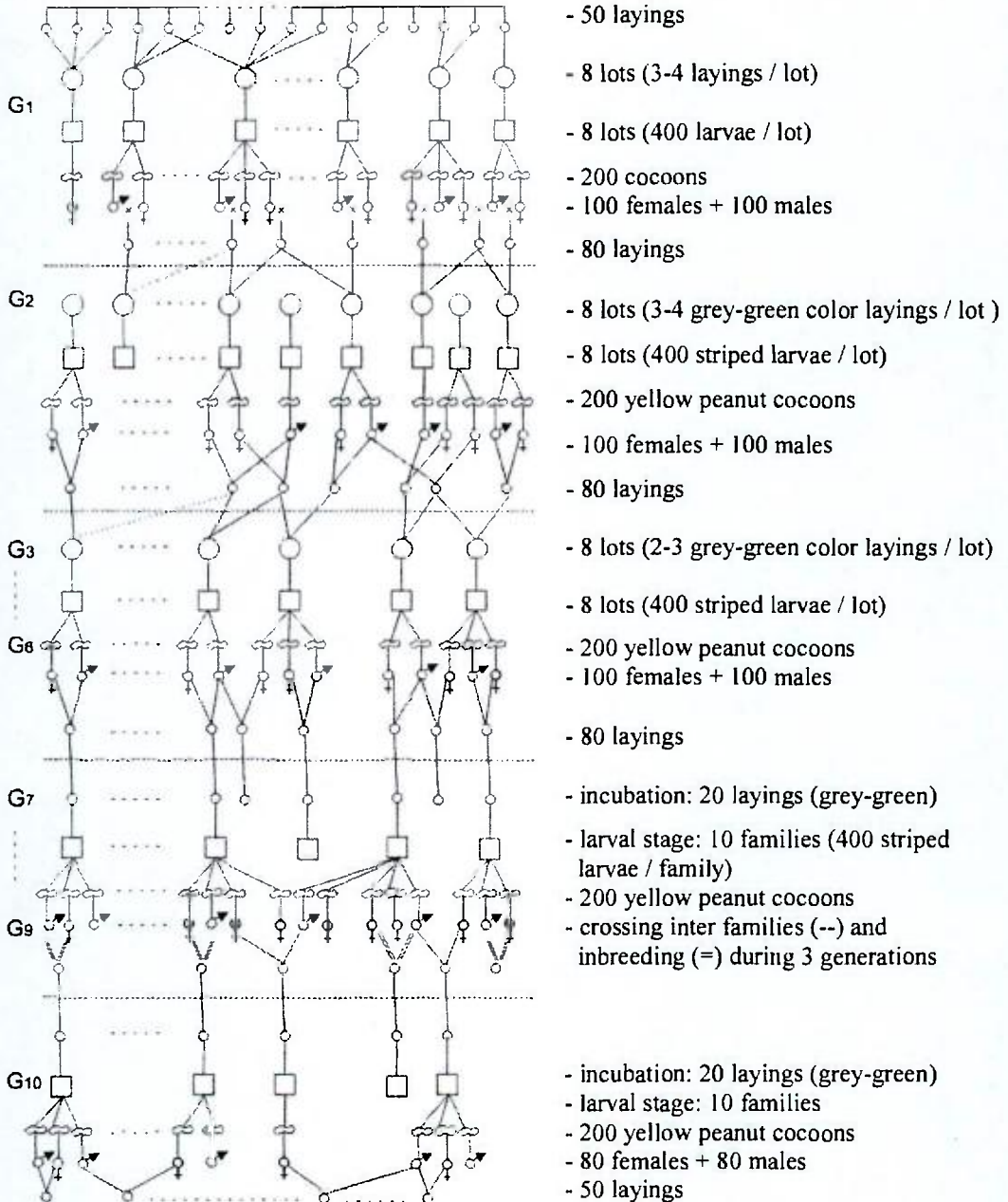


Fig. 1. Breeding scheme of "RG 90" race.
Fig 1. Schéma de lignage de la race "RG 90".

- the silk percentage is of 18.68% in female cocoon and of 22.30% in male cocoon and on average of 20.50%;
- the dry cocoon weight is of 0.945 g, higher of 6.9% and 5.94% than the control;
- the length of the fiber (1194 m) points out the superiority of the new race; the control samples are surpassed by 224 m (23.09%) and by 260 m (27.83%) respectively;
- the weight of the fiber is of 0.365g, and that of the control samples of 0.302 g and 0.310g;
- the size of filament (2.75 d), metric number (3278 m/g), silk reeling percentage (38.64%) are characteristics which point out the superiority of the new race;
- the raw silk percentage (17.11%) exceeds that of the control samples of 8.9% and 10.67% ;
- the average cocoon yield/10000 larvae is around 14.53 kg, higher than that of the controls.

CONCLUSIONS

The silkworm breed "RG 90" may be considered as a new breed because it shows the following characteristics:

- morphological, biological and technological characteristics different from other races;
- certain ecological requirements;
- reproductive isolation during 10 generations.

REFERENCES

- CETATEANU, N., BRASLA, A., MATEI, A., DOGARU, D., SERBANESCU, S. (1988). Sericultura practica, Editura Ceres, 170-273.
- CHATTERJEE, S.N. (1993). Silkworm breeding in India. Sericologia, 33(3), 427-448.
- CHEN KEPING, LI MUWANG, YAO QING, LIN SHENYU, HOU CHENGXIANG (2001). Breeding of new germplasm of silkworm (*Bombyx mori*) resistant to Zhenjiang (China) strain of densovirus (DNV-Z) – Sericologia, 41(4), 21-27.
- CRAICIU, E. (1956). Rasa de viermi de matase "Alb Nr. 1 Orsova". Lucrari stiintifice SCCSA, 1, 3-15.
- DATTA, R.K., BASAVARAJA, H.K., MAL REDDY N., NIRMAL KUMAR, S., AHSAN M.M., SURESH KUMAR N., RAMESH BABU, M. (2000). Evolution of new productive bivoltine hybrid, CSR 2 x CSR 6. Sericologia, 40(3), 407-417.
- KALPANA G.V., BASAVARAJA H.K., SURESH KUMAR N., PALIT A.K. (2004). Breeding of "a new bivoltine breed" for longer filament length and fine denier by utilizing the strain JPN of *Bombyx mori* L. - Sericologia, 44(2), 189-197.
- MATEI, A., BRASLA, A. (2002). The silkworm race "J90" – Bulletin of the University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, 57,227.
- PETKOV, N., SHABALINA, A. (1993). Productivity studies of silkworm (*Bombyx mori*) inbred line F₁₀₇₁. Genetics and breeding, 26(5-6), 403-410.
- PREADCENCU, C. (1963). Rasa sintetica de viermi de matase "Alb Baneasa". Lucrari stiintifice SCSA, 4, 5-22.
- PREADCENCU, C. (1956). Linia de viermi de matase "Galben Centurat Baneasa". Lucrari stiintifice SCSA, 1, 54-66.
- STOICA, I. (2001) – Bazele nutritiei si alimentatiei animalelor. Ed. Coral Sanivet, 105.
- STROESCU, E. (1958). Rasa de viermi de matase "Alb Cislau". Lucrari stiintifice SCSA, 2, 31-45.
- YAMAMOTO, T., MASE, K., ENOKOJIMA, M. (1995). Breeding of polyphagous silkworm races with a thin cocoon filament. Bull. Natnl. Inst. Seric. Entomol. Sci., 15.

LA LIGNEE DE VER A SOIE " RG 90 " "

ALEXANDRA MATEI & ANA BRASLA

Commercial Society "SERICAROM" – Research Branch, 69, Bucuresti – Ploiesti Road, Sector 1,
Bucharest, Roumanie, E-mail : sericarom@rdslink.ro.

La nouvelle lignée de ver à soie " RG 90 " est synthétique avec des cocons de couleur jaune et des larves rayées. Les travaux de lignage se sont étendus sur 10 générations. Les méthodes de lignage utilisées sont la sélection et le croisement. Les deux méthodes sont efficaces pour changer la structure génétique des populations en excluant de la reproduction les individus inadéquats sur le plan génotypique ou phénotypique et en réorganisant les génotypes dans la descendance avec l'augmentation du ratio de génotypes hétérozygotes.

La lignée " RG90 " présente les performances suivantes : poids du cocon frais - 2,133 g ; poids de la coque - 0,436 g ; richesse soyeuse - 20,50 % ; poids du cocon sec - 0,945 g ; longueur du filament - 1194 m ; poids du filament - 0,365 g ; titre du filament - 2,75 deniers ; numéro métrique du filament - 3 278 m / g ; 38,64 % de soie dévidable ; soie grège - 17,11 %.

INTRODUCTION

Beaucoup de pays séricicoles mettent au point de nouvelles lignées et hybrides de vers à soie dans le but d'augmenter la production de soie (Chatterjee S. N. et coll., 1993 ; Petkov N. et coll., 1993 ; Yamamoto T. et coll., 1995 ; Datta et coll., 2000 ; Chen Keping et coll., 2001 ; Kalpana G. V. et coll., 2004).

En Roumanie, au cours des années, on a obtenu des souches de vers à soie avec des cocons jaunes (Preadencu C., 1956) et des cocons blancs (Craiciu E., 1956 ; Stroescu E., 1958 ; Preadencu C., 1963 ; Matei A. et coll., 2002). On a beaucoup utilisé les lignées de vers à soie à cocons jaunes dans l'élevage du ver à soie en Roumanie jusqu'en 1965. Après cela, on les a remplacées par des races de vers à soie aux cocons blancs, demandées par l'industrie en raison des qualités technologiques de la fibre de soie.

Récemment, les fermiers ont demandé des lignées de vers à soie aux cocons jaunes afin d'utiliser la fibre de soie pour des produits artisanaux.

MATERIELS ET METHODES

Le matériau initial est représenté par 2 lignées de vers à soie, à savoir Yellow Baneasa avec un cocon jaune et Saniis 8 avec des cocons blancs. On a obtenu un hybride à partir des deux lignées mentionnées. On a sélectionné et croisé l'hybride pendant 10 générations en suivant des critères prédéfinis. En conséquence, RG90 est une lignée de ver à soie synthétique.

Les principales méthodes de lignage que l'on utilise sont la sélection et le croisement. Dans les premières générations, on procède à la sélection en masse ; après, l'unité de sélection est la ponte et dans ce cas les familles sont admises ou rejetées de la reproduction, en prenant en considération la moyenne de leurs performances. Pour les autres caractères, ainsi que pour le poids du cocon et le poids de la coque, on applique la sélection individuelle. On sélectionne les individus pour la

reproduction sur la base de leurs propres performances exprimées comme l'écart par rapport à la moyenne de la population.

Les critères de sélection sont spécifiques à chaque stade de développement et se réfèrent aux performances quantitatives et qualitatives. Au stade de l'œuf, on prend en considération les caractères suivants : la fécondité, le pourcentage d'œufs normaux, le pourcentage d'éclosion, la couleur de l'œuf et du chorion. Pendant la période larvaire, les critères de sélection sont la couleur du tégument, les marques larvaires, la durée larvaire, la consommation de nourriture et la digestibilité. On procède à la sélection au stade du cocon en fonction de la taille, de la forme et de la couleur du cocon, du pourcentage de cocons normaux, du poids du cocon, du poids de la coque et de la richesse soyeuse. Au stade du papillon, on prend en considération l'aspect morphologique et la vigueur.

Les méthodes d'évaluation des caractères consistent à les compter, à les peser et à les examiner visuellement en fonction de la spécificité du caractère. On détermine la consommation et la digestibilité d'après la méthode de la digestibilité apparente (Stoica, I, 2001).

On pratique le croisement contrôlé et la preuve de l'origine des individus reproductifs dans le but de changer les populations sur le plan génétique, grâce à la réorganisation des génotypes dans la génération et l'augmentation des génotypes hétérozygotes.

La méthodologie de lignage suivie pour obtenir la race " RG 90 " est présentée de manière schématique dans la figure 1. En détail, la méthode consiste à :

En premier lieu, on constitue le matériel initial. A savoir, on croise deux races de ver à soie Yellow Baneasa et Saniis 8 et on obtient l'hybride Yellow Baneasa × Saniis 8. On obtient 50 pontes.

L'année suivante (G1) on sélectionne les pontes selon la couleur de l'œuf, la fécondité et le pourcentage d'éclosion. On constitue 8 lots, chacun d'eux ayant dans la structure 3 à 4 pontes. Au stade larvaire, au 4^{ème} âge, on compte 400 larves / lot. On procède à la sélection des larves en prenant en considération les caractères mentionnés plus haut.

On sélectionne les cocons (100 femelles et 100 mâles) en accord avec les caractères qualitatifs et quantitatifs, en conservant pour la reproduction les cocons aux performances supérieures à la moyenne des lots. Dans ce cas, on utilise la sélection à un niveau indépendant.

On sélectionne les papillons en prenant en compte leur aspect morphologique après les avoir croisés entre les lots et il en résulte 80 pontes.

A partir de G2, les travaux de sélection se compliquent en raison de la ségrégation d'un plus grand nombre de caractères, à savoir l'œuf, le chorion, les larves et la couleur du cocon.

On constitue huit lots contenant seulement des œufs au chorion jaune et un pourcentage d'éclosion supérieur à 96 %. Au stade larvaire on sélectionne les larves rayées uniformes (400 larves / lot) et au pourcentage élevé de viabilité (98,5 %).

Les cocons se divisent entre des cocons de couleur jaune et des cocons de couleur blanche. On ne sélectionne que les cocons jaunes qui ne pèsent pas moins de 2,45 g (femelles) et 2 g (mâles) et une coque d'au moins 0,420 g.

On continue l'élevage des lots et la sélection en accord avec la couleur de l'œuf, la couleur de la peau, les marques larvaires, la couleur du cocon et les autres caractères quantitatifs qui représentent l'objectif de la sélection de G3 jusqu'à G6. Après six générations de lignage la moyenne des principaux caractères sélectionnés est de : pourcentage d'éclosion 97,21 % ; taux de nymphose 98,2 % ; poids du cocon 2,4 g ; poids de la coque 0,473 g ; richesse soyeuse 19,57 %.

A partir de G7, on laisse 20 pontes individuelles éclore mais on ne sélectionne que 10 pontes ; à l'intérieur de chaque ponte on compte 400 larves au 4^{ème} âge. Les critères de sélection sont identiques à ceux des générations précédentes et à la fin de chaque génération, on sélectionne un nombre de 10 familles pour la reproduction. A l'intérieur de chaque famille, on choisit un nombre variable de cocons, en tout on sélectionne 200 cocons.

On procède au croisement intra-lots (famille) et inter-lots.

A la fin de la 10^{ème} génération, la couleur gris-vert des œufs devient stable, les larves sont toutes rayées et la couleur des cocons est jaune.

Pendant tout le processus de lignage, on élève la lignée Yellow Baneasa (témoin) dans les mêmes conditions expérimentales que la nouvelle lignée sélectionnée.

On utilise la technologie d'élevage habituelle (Cetateanu N. et coll., 1988) pendant la période d'incubation, d'élevage et de montée.

On compare les performances de la nouvelle lignée de ver à soie avec les caractères de la lignée Yellow Baneasa au début du processus de lignage (témoin 1) et avec les performances moyennes de Yellow Baneasa au cours des trois dernières années (témoin 2).

Le nombre de mesures est différent en fonction du caractère analysé. Pour la fécondité et le pourcentage d'éclosion, on compte 50 pontes. Au stade larvaire, on constitue 10 lots, chacun constitué de 400 larves. Pour déterminer la performance des cocons bruts, on pèse 200 cocons. On pèse aussi individuellement 200 cocons secs et on les dévide individuellement dans le but d'estimer les caractéristiques de la fibre.

RESULTATS ET DISCUSSION

Les performances de la nouvelle race de ver à soie sont présentées ci-dessous :

Caractéristiques morphologiques :

Oeuf :

La forme de l'oeuf est ellipsoïde, les côtés latéraux sont convexes, la longueur est de 1,6 mm et la largeur de 1,2 mm. La couleur de l'oeuf est gris-vert et le chorion est jaune.

Larve :

La forme de la larve est cylindrique ; la longueur de la larve mature est de 7 cm et le poids est de 5,5 g. La peau des larves a un aspect rayé.

Cocon :

La couleur du cocon est jaune, le cocon a une forme de noix. La longueur du cocon est de 3,55 cm et sa largeur de 1,75 cm. Il y a 65 cocons par litre.

Papillon :

Le papillon a une taille moyenne et un aspect robuste ; son corps est recouvert d'écailles blanches. Les antennes sont pectinées chez les deux sexes. Les ailes antérieures sont de forme triangulaire et elles présentent une taille moyenne de 20 mm.

Caractéristiques physiologiques :

" RG 90 " est une race bivoltine.

Le nombre d'oeufs / ponte (Tableau I) est de 540, moins que celui du matériau initial ; cela vient du fait que la sélection est dirigée vers l'augmentation de la teneur en soie.

Le pourcentage d'éclosion est d'environ 96,3 %, ce qui est un peu plus élevé que le pourcentage d'éclosion des parents.

Les larves sont vigoureuses et ont bon appétit ; la consommation de nourriture est de 65,56 % aux premiers âges et de 78,70 % aux stades adultes. La digestibilité de la nourriture est de 36,99 %.

La durée larvaire est de 30 jours.

Caractéristiques technologiques et productives :

Le Tableau II présente les performances technologiques de la lignée " RG 90 ". Les valeurs sont les suivantes :

- le poids du cocon brut fait en moyenne 2,133 g, soit plus que les parents de respectivement 10,97 % et 6,38 %
- le poids de la coque est d'environ 436 mg et dépasse le matériel initial de 31,32 %
- le pourcentage de soie est de 18,68 % chez le cocon femelle et de 22,30 % chez le cocon mâle et en moyenne de 20,50 %
- le poids du cocon sec est de 0,945 g, 6,9 % et 5,94 % de plus que le témoin
- la longueur de la fibre (1 194 m) souligne la supériorité de la nouvelle race, elle dépasse les échantillons témoins de respectivement 224 m (23,09 %) et 260 m (27,83 %)
- le poids de la fibre est de 0,365 g, et celui des échantillons témoins est de 0,302 g et de 0,310 g
- les caractéristiques qui soulignent la supériorité de la nouvelle race sont le titre du filament (2,75 d), le numéro métrique (3 278 m / g) et le pourcentage de dévidage de la soie (38,64 %)
- le pourcentage de soie grège (17,11 %) dépasse celui des échantillons témoins de 8,9 % et 10,67 %
- le rendement moyen en cocons / 10 000 larves est d'environ 14,53 kg, plus que celui des témoins.

CONCLUSIONS

On peut considérer la lignée " RG 90 " comme une nouvelle lignée parce qu'elle présente les caractéristiques suivantes :

- caractéristiques morphologiques, biologiques et technologiques différentes des autres races
- certains aspects écologiques
- isolement reproductif pendant 10 générations.

GENETIC ASSOCIATION AND PATH COEFFICIENT ANALYSIS OF SOME YIELD COMPONENTS IN THE MULBERRY (*MORUS* SPP.)

D. M. RAM RAO¹, M. P. REDDY², H. JAYARAM¹ & S. AMARNATH³

1. Central Sericultural Research and Training Institute, Manandavadi Road, Srirampura, Mysore-570 008, India.
2. Regional Sericultural Research Station, P. B. No.50, Raphadu, Anantapur-515001, Andhra Pradesh, India.
3. Central Silk Board, Central Office, Madiwala, Bangalore-560 068, India.

The genetic parameters, correlations and path analysis were studied for ten quantitative characters of thirty mulberry genotypes. Number of leaves / plant, number of primary branches / plant and leaf area showed high GCV and PCV. While leaf yield / plant, biological yield / plant, weight of 100 leaves and harvest index showed moderate GCV and PCV. Number of leaves / plant, number of primary branches / plant, weight of 100 leaves and biological yield / plant with high h^2 and high GA exhibited strong positive correlation and high direct effect on leaf yield. Similarly, leaf area and harvest index with high h^2 and moderate GA showed significant positive correlation and moderate to high direct effects on leaf yield respectively. Number of secondary branches / plant, shoot yield / plant and plant height with low GCV and PCV showed moderate h^2 and moderate to low GA respectively. Also these traits showed low direct effect and non-significant positive association with leaf yield. Overall study revealed that number of primary branches / plant, number of leaves / plant, leaf area, weight of 100 leaves, biological yield / plant and harvest index are the major yield determining characters thus, maximum weightage should be given to these six traits while selecting superior mulberry genotypes.

Keywords: Mulberry, leaf yield components, coefficient of variation, heritability, genetic advance, genotypic correlation, path coefficient analysis.

INTRODUCTION

The mulberry (*Morus* spp.) is an important commercial crop, extensively grown as food plant for the silkworm, *Bombyx mori* L. Mulberry contributes largely to the development and expansion of the sericulture industry in India. In recent times, production of high yielding genotypes has become a prime objective in mulberry "breeding" programme. In order to identify and develop superior mulberry genotypes, it is most essential to study different agronomical characters, which are related to the enhancement of leaf yield. Leaf yield is a complex character, polygenetically controlled and determined by the interaction of a number of yield attributing characters (Rangaswami *et al.*, 1976 and Bari *et al.*, 1989). Many scientists have studied leaf yield associated characters in the mulberry (Rangaswami *et al.*, 1976; Susheelamma *et al.*, 1988, Balakrishna, 1996, Masilamani *et al.*, 1996). However, earlier workers have not given much importance to the studies about the genetic parameters together with genotypic correlations and direct and indirect effects of different characters contributing to leaf yield. Therefore, in order to study genetic association and path coefficient analysis of different

yield contributing characters in the mulberry, the present investigation was undertaken. Also the importance of harvest index and its association with yield attributes were discussed.

MATERIALS AND METHODS

For the study, thirty mulberry genotypes with a wide genetic base of different species of *Morus* were collected from different research units of Central Silk Board and the mulberry germplasm raised (1997-98) was grown (cultivated) at Regional Sericultural Research Station, Central Silk Board, Anantapur. The experiment conducted at the above mentioned research station is located in the semi-arid zone of Andhra Pradesh, India. All the genotypes were maintained with a spacing of 1.5 m × 1.5 m in a randomised block design with five replications and each replication consists of 25 plants. Two years after the establishment period of mulberry cutting plantation, recording of data was initiated crop wise on ten different agronomical characters. The plants of all the thirty genotypes were pruned 20cm above the ground level and cultural operation, farm yard manure and fertiliser applications were followed as per the recommended norms of Central Silk Board, Bangalore (Anonymous, 1999). After 65 days of pruning, data on ten different characters i.e. plant height (cm), number of primary branches / plant, number of secondary branches / plant, number of leaves / plant, leaf area (cm²), weight of 100 leaves (kg), leaf yield / plant (kg), shoot yield / plant (kg), biological yield / plant (kg) and harvest index (%) were recorded. Leaf area was measured (single mature leaf) using leaf area meter (Model CI 201). Biological yield is the total weight of leaf and stem of a plant, while harvest index (%) is the ratio of economic yield and biological yield (Donald and Hamblin, 1976).

$$H. I. (\%) = \frac{\text{Leaf yield}}{\text{Biological yield}} \times 100$$

Average of ten crops data were recorded and subjected to analysis of variance suggested by Snedecor and Cochran (1967). By using the data, genetic parameters such as (a) the genotypic coefficient of variation (GCV), (b) the phenotypic coefficient of variation (PCV), (c) heritability (h^2), (d) genetic advance and (e) the expected genetic advance represented as percentage of mean (GAM) were calculated (Snedecor and Cochran, 1967).

The genetic parameters were calculated by using the following formula:

(a)

$$GCV (\%) = \frac{\sqrt{\sigma^2_g}}{\bar{X}} \times 100$$

where

σ^2_g = genotypic variance

$\bar{X}$ = General mean of the character

(b)

$$PCV (\%) = \frac{\sqrt{\sigma^2_p}}{\bar{X}} \times 100$$

Where

σ^2_p = phenotypic variance

$\bar{X}$ = General mean of the character

(c)

$$h^2 (\%) = \frac{\sigma^2_g}{\sigma^2_p} \times 100$$

where h^2 = heritability (broad sense)

(d)

$$GA = \frac{\sigma^2_g}{\sqrt{\sigma^2_p}} \times K \text{ (constant)}$$

where GA = genetic advance

K = standard selection differential

(2.06 at 0.05 level)

(e)

$$GAM = \frac{GA}{\bar{X}} \times 100$$

where, GAM = Genetic advance as % of mean.

Genotypic correlation and path coefficient analysis were estimated by following the methods of Burton (1951) and Johnson *et al.*, (1955 a, b) respectively.

RESULTS AND DISCUSSION

The analysis of variance revealed highly significant difference among the genotypes for all the characters studied (Table I). The genetic parameters i.e., genotypic coefficient of variation (GCV), phenotypic coefficient of variation (PCV), heritability (h^2) and genetic advance as percent of mean (GAM) were estimated for ten different characters and are presented in Table II. In general, the difference between GCV and PCV were low for all the traits indicating that these were not much influenced by the environment, thus suggesting maximum scope for improvement through selection. Number of primary branches / plant, number of leaves / plant, leaf area exhibited high GCV and PCV indicating greater diversity among the genotypes for these traits. Whereas, leaf yield, biological yield, weight of 100 leaves and harvest index showed moderate GCV and PCV indicating the possibilities for further improvement in these traits through selection. Plant height, number of secondary branches / plant and shoot yield / plant exhibited low GCV and PCV indicating a narrow range of variation for these traits, thereby restricting the scope for selection. However, values of GCV alone are not helpful in determining the heritable portion of variation of all these traits (Falconer, 1960). GCV together with h^2 would give an exact picture of GA to be expected by selection (Burton, 1951).

Number of primary branches / plant, number of leaves / plant, weight of 100 leaves, leaf yield / plant and biological yield / plant showed high h^2 and high GA indicating that these traits are governed by additive gene action. Johnson *et al.* (a 1955) reported that high h^2 coupled with high GA is more reliable in predicting the effectiveness of selection than h^2 values alone because h^2 estimates are subjected to genotypic environmental interaction. Leaf area and harvest index with high h^2 exhibited moderate GA suggesting the involvement of non-additive gene action in the inheritance of these traits and improvement can be brought in these traits through heterosis breeding. Also there is a scope for these traits for further improvement through selection. Number of secondary branches / plant, shoot yield / plant and plant height showed moderate h^2 and moderate to low GA respectively (Table II), which indicates that h^2 of these traits are mainly due to non-additive gene action.

Table I. Ten quantitative characters of 30 mulberry genotypes (mean value).

Tableau I. Dix caractères quantitatifs de 30 génotypes de mûriers (valeur moyenne).

Sl No. Genotype	Plant height (cm)	No. of primary branches / plant	No. of secondary branches / plant	No. of leaves / plant	Single leaf area (cm ²)	Wt. of 100 leaves (kg)	Leaf yield / plant (kg)	Shoot yield / plant (kg)	Biological yield / plant (kg)	Harvest index (%)
No de série	Hauteur du plant (cm)	Nbre de branches primaires / plant	Nbre de branches secondaires / plant	Nbre de feuilles / plant	Surface foliaire unitaire (cm ²)	Poids de 100 feuilles (kg)	Rendement foliaire / plant (kg)	Rendement en pousses / plant (kg)	Rendement biologique / plant (kg)	Indice de récolte (%)
1. S-1	160.3	6.2	3.6	21.6	162.5	0.193	0.453	0.524	0.977	46.37
2. S-13	154.4	8.6	5.4	25.6	285.3	0.332	0.712	0.471	1.183	60.18
3. S-30	151.7	8.4	3.8	23.4	254.5	0.302	0.619	0.483	1.102	56.17
4. S-34	153.2	7.7	4.8	23.7	242.2	0.304	0.612	0.489	1.101	55.58
5. S-36	152.8	8.5	4.4	23.8	272.2	0.305	0.625	0.466	1.091	57.29
6. S-54	150.5	8.4	5.5	22.8	253.4	0.312	0.607	0.491	1.098	55.28
7. SUJ-1	149.4	6.7	3.6	22.6	204.3	0.264	0.467	0.518	0.985	47.41
8. SUJ-5	155.4	6.5	3.8	22.4	206.3	0.251	0.486	0.545	1.031	47.13
9. SV-1	148.7	5.8	3.5	19.6	205.5	0.259	0.475	0.536	1.011	46.98
10. V-1	155.5	8.5	4.7	25.8	290.6	0.356	0.728	0.464	1.192	61.07
11. K-2	153.2	6.8	3.7	22.8	190.4	0.264	0.491	0.516	1.007	48.76
12. KNG	145.8	6.5	3.8	21.7	219.6	0.248	0.495	0.547	1.042	47.51
13. DEHRADUN	155.6	6.8	3.6	22.8	306.5	0.307	0.558	0.523	1.081	51.62
14. ANANTHA	156.7	8.8	5.4	25.8	336.2	0.414	0.744	0.452	1.196	62.21
15. BER. C776	155.8	7.6	4.5	22.6	282.2	0.314	0.589	0.531	1.121	52.58
16. MR-2	153.2	7.2	3.3	19.5	214.4	0.242	0.463	0.521	0.984	47.05
17. CUCKPILLA	154.7	6.6	3.5	24.7	303.4	0.335	0.574	0.552	1.126	50.98
18. KOSEN	153.6	6.4	4.6	21.4	210.7	0.261	0.485	0.523	1.008	48.11
19. RFS-135	152.6	7.6	4.4	23.5	259.5	0.316	0.604	0.468	1.072	56.34
20. ANP-1	150.6	8.4	4.8	24.7	260.6	0.314	0.699	0.465	1.164	60.05
21. OPH	154.5	7.4	3.6	23.4	272.6	0.322	0.597	0.506	1.103	54.12
22. ATP-D2	156.5	6.6	3.4	19.5	192.4	0.288	0.426	0.531	0.957	44.51
23. ANP-2	153.5	8.6	5.2	24.8	273.7	0.307	0.661	0.458	1.119	59.07
24. BC259	155.3	7.6	4.5	23.4	267.4	0.332	0.594	0.535	1.129	52.61
25. ATP (c)	163.4	8.2	4.8	23.5	280.5	0.325	0.591	0.522	1.113	53.11
26. LOCAL	150.6	6.8	4.7	19.7	222.3	0.235	0.411	0.474	0.885	46.44
27. THAILAND LOBED	161.5	8.5	4.6	23.6	254.6	0.326	0.652	0.464	1.116	58.42
28. M. INDICA (H. P.)	160.7	8.4	5.1	23.4	262.5	0.315	0.613	0.421	1.034	59.28
29. TR-10	161.6	8.2	4.7	22.8	320.4	0.344	0.588	0.528	1.116	52.69
30. GOSHOERAMI	152.7	6.6	3.8	22.3	356.7	0.372	0.583	0.541	1.124	51.87
F value	33.2**	12.1**	6.25**	10.1**	15.64**	2.14*	2.27*	2.64*	5.12**	12.43**
CD at 5%	4.12	0.51	0.25	1.1	12.15	0.08	0.09	0.09	0.14	6.1

Table II. Estimates of genetic parameters for ten different characters of mulberry.**Tableau II. Estimations des paramètres génétiques pour dix caractères différents du mûrier.**

Characters	Mean	GCV	PCV	h^2	GA	GAM
Caractères	Moyenne					
Plant height <i>Hauteur de la plante</i>	154.4 ± 4.0	8.60	9.77	50.47	7.14	4.62
Number of primary branches / plant <i>Nombre de branches primaires / plant</i>	7.50 ± 0.95	34.21	39.37	80.50	3.26	43.46
Number of secondary branches / plant <i>Nombre de branches secondaires / plant</i>	4.30 ± 0.75	7.54	8.37	49.52	1.02	23.72
Number of leaves / plant <i>Nombre de feuilles / plant</i>	22.90 ± 1.70	35.50	42.43	82.64	10.56	46.11
Leaf area / <i>Surface foliaire</i>	255.4 ± 45.90	32.18	36.17	76.23	28.18	11.02
Weight of 100 leaves <i>Poids de 100 feuilles</i>	0.301 ± 0.01	10.62	11.74	68.54	0.10	33.30
Leaf yield / plant <i>Rendement foliaire / plant</i>	0.573 ± 0.10	15.74	17.70	72.47	0.24	41.88
Shoot yield / plant <i>Rendement en pousses / plant</i>	0.502 ± 0.02	8.68	9.94	48.18	0.10	19.92
Biological yield / plant <i>Rendement biologique / plant</i>	1.075 ± 0.10	12.26	13.84	70.22	0.47	43.72
Harvest index <i>Indice de récolte</i>	53.02 ± 5.25	10.04	10.98	69.65	12.80	24.20

± = SD values / *Valeurs de l'écart type.***Correlation coefficient analysis:**

The genotypic correlation coefficient between leaf yield and its associated components as well as among nine component *inter se* are presented in Table III. All the traits showed significant positive association with leaf yield except for plant height and number of secondary branches / plant. These two traits, plant height and number of secondary branches / plant also showed non-significant association with other yield attributes. The non-significant association between any two traits indicates the existence of independent gene system of these traits (Rao *et al.*, 1989). Shoot yield / plant showed non-significant positive correlation with leaf yield and significant positive correlation with biological yield / plant. Number of primary branches / plant, number of leaves / plant and leaf area showed significant positive correlation with biological yield / plant, harvest index and leaf yield / plant. Balakrishna (1996) also reported that these traits are the important yield attributing characters in mulberry. However, these attributes showed negative relationship with the number of secondary branches / plant indicating that correlation between such variables might arise due to the existence of

linkage and pleiotropy (Ahmed *et al.*, 2003). Weight of 100 leaves showed low positive association with leaf area and biological yield, while it showed significant positive association with leaf yield. Masilamani *et al.*, (1996) emphasized that weight of 100 leaves is one of the important yield associated traits in mulberry. Number of secondary branches / plant exhibited negative relationship with most of the traits and low positive association with shoot yield and leaf yield. Shoot yield / plant showed strong positive association only with biological yield / plant, while non-significant association with all the other traits.

In the present study five traits i. e., number of primary branches / plant, number of leaves / plant, leaf area, weight of 100 leaves and biological yield plant with high h^2 exhibited significant positive correlation with leaf yield. Also positive association was observed among these traits. This clearly indicates that any increment in these traits certainly increases leaf yield. Thus these traits can be relied upon as important parameters for selection of superior mulberry genotypes. Harvest index showed strong positive correlation with leaf yield, biological yield, number of primary branches / plant, number of leaves / plant and leaf area. While it showed negative relationship with plant height, number of secondary branches / plant and weight of 100 leaves. High h^2 , moderate GA and significant positive association with many of the yield attributing characters clearly indicates the possibility of improving leaf yield by selection for high harvest index. In several crop plants harvest index is identified as one of the important yield determining characters (Rao *et al.*, 1989 ; Pooranchand and Singh, 1997 ; Rafiqul Islam *et al.*, 2002 and Ahmed *et al.*, 2003).

Path coefficient analysis:

The genotypic correlation coefficient were partitioned into direct and indirect effects by various yield contributing characters (Table IV). The path analysis was done to find number of factors involved in determining yield. The highest direct effect was exhibited by number of leaves / plant (0.6332), followed by number of primary branches / plant (0.6030), biological yield / plant (0.5917), harvest index (0.5329) and weight of 100 leaves (0.5258). Leaf area showed moderate direct effect (0.4220), while plant height and shoot yield showed low direct effect (0.1894) and (0.2569) respectively.

All the traits exhibited positive direct effect with leaf yield except number of secondary branches / plant, which showed negative direct effect (– 0.1051) on leaf yield. The significant positive correlation of number of leaves / plant with leaf yield was mainly due to its high direct effect and partly due to its indirect effects *via* plant height, number of primary branches / plant, leaf area, biological yield / plant and harvest index. Similarly, strong positive association of number of primary branches / plant with leaf yield was largely due to its high direct effect and partially due to its indirect effect *via* number of leaves / plant, shoot yield / plant, plant height and harvest index. The significant positive relationship of biological yield and harvest index with leaf yield was probably due to their high direct effect and partly due to the influence of indirect effect of other traits, i. e., number of primary branches / plant, plant height and shoot yield / plant. Weight of 100 leaves also showed significant positive correlation and high direct effect on leaf yield. The high direct effect of this trait was partially due to indirect effects of number of leaves / plant, leaf area and shoot yield / plant. Likewise, leaf area exerted moderate direct effect and significant positive association with leaf yield. Its moderate direct effect was counter-balanced by indirect effects of other traits such as number of leaves / plant, harvest index, shoot yield / plant and biological yield / plant. The two traits, plant height and shoot yield / plant due to their low direct effect exhibited non-significant positive association with leaf yield. Number of secondary branches / plant showed negative direct effect, however, due to the influence of indirect effects of number of primary branches / plant, shoot yield / plant, biological yield / plant, weight of 100 leaves and plant height, this trait showed low positive association with leaf yield.

Table III. Genotypic correlation coefficients among ten different characters of mulberry.

Tableau III. Coefficients de corrélation génotypique parmi dix caractères différents chez le mûrier.

S. No.	Characters	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
No. de	Caractères										
série											
1	Plant height <i>Hauteur du plant</i>	-	0.1937	-0.0954	0.1731	-0.4051	-0.3184	0.4305	0.3684	-0.1534	0.3015
2.	Number of primary branches / plant <i>Nombre de branches primaires / plant</i>		-	-0.1875	0.4728*	0.4227	-0.1956	0.3217	0.5817*	0.6359**	0.6428**
3.	Number of secondary branches / plant <i>Nombres de branches secondaires / plant</i>			-	-0.2654	-0.3881	-0.2977	0.2835	-0.4476	-0.3110	0.2126
4.	Number of leaves / plant <i>Nombre de feuilles / plant</i>				-	0.3059	0.1155	-0.2864	0.5562*	0.6102**	0.7062**
5.	Leaf area / <i>Surface foliaire</i>					-	0.2216	-0.3367	0.4671*	0.4760*	0.5178*
6.	Weight of 100 leaves / <i>Poids de 100 feuilles</i>						-	-0.1577	0.2643	-0.2675	0.4761*
7.	Shoot yield / plant <i>Rendement en pousses / plant</i>							-	0.5034*	0.2532	0.4425
8.	Biological yield / plant <i>Rendement biologique / plant</i>								-	0.5105*	0.6543*
9.	Harvest index <i>Indice de récolte</i>									-	0.6017**
10.	Leaf yield / plant <i>Rendement foliaire / plant</i>										-

* and ** denotes significant at 5% and 1% level / * et ** dénotent une signification aux seuils de 5 % et 1 %.

Table IV. Direct (diagonal) and indirect effects of nine yield attributing characters on leaf yield in the mulberry.

Tableau IV. Effets directs (diagonale) et indirects de neuf caractères impliqués dans le rendement sur le rendement en feuilles chez le mûrier.

SI No.	Characters	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Genotypic correlation with leaf yield
No. De Série	Caractères										Corrélation génotypique avec le rendement foliaire
1.	Plant height / <i>Hauteur du plant</i>	0.1894	0.2547	-0.1722	0.3481	-0.3844	-0.2456	0.1987	0.2662	-0.1534	0.3015
2.	Number of primary branches / plant <i>Nombre de branches primaires / plant</i>	0.2622	0.6030	-0.3687	0.3385	-0.4866	-0.1362	0.3450	-0.2975	0.1831	0.6428**
3.	Number of secondary branches / plant <i>Nombre de branches secondaires / plant</i>	0.1923	0.2245	-0.1051	-0.2960	-0.1174	0.1076	0.2175	0.1854	-0.1961	0.2126
4.	Number of leaves / plant <i>Nombre de feuilles / plant</i>	0.2545	0.2153	-0.3581	0.6322	0.2562	-0.3457	-0.4349	0.2625	0.2232	0.7062**
5.	Leaf area / <i>Surface foliaire</i>	-0.2087	-0.3456	-0.1645	0.3418	0.4220	-0.2236	0.1075	0.2129	0.3760	0.5178*
6.	Weight of 100 leaves <i>Poids de 100 feuilles</i>	-0.2675	-0.4068	0.0922	0.4052	0.2842	0.5258	0.2522	-0.1758	-0.2334	0.4761*
7.	Shoot yield / plant <i>Rendement en pousses / plant</i>	0.1169	0.4108	-0.1339	0.3236	-0.2726	-0.3827	0.2569	0.3052	-0.1817	0.4425
8.	Biological yield / plant <i>Rendement biologique / plant</i>	0.2451	0.3605	-0.2853	-0.3654	-0.4281	-0.2086	0.3872	0.5917	0.3572	0.6543**
9.	Harvest index / <i>Indice de récolte</i>	0.1836	0.2496	-0.3984	-0.1542	-0.2391	-0.2494	0.2789	0.3978	0.5329	0.6017**

An overview of the study revealed that traits i.e., number of leaves / plant, number of primary branches/plant, biological yield / plant and weight of 100 leaves, besides showing high h^2 and GA exhibited strong positive correlation and high direct effects on leaf yield. Similarly, leaf area with high h^2 and moderate GA showed significant positive relationship and moderate direct effects on leaf yield. It clearly indicates that these five selected traits are the major yield determining characters. Also harvest index with high h^2 and moderate GA showed high direct effect and significant positive association with leaf yield indicating that this trait can be relied on as an important criterion for selection of high yielding genotypes. Based on the present observations, it can be concluded that six attributes, i.e. number of leaves / plant, number of primary branches / plant, biological yield / plant, leaf area, weight of 100 leaves and harvest index may be given maximum weightage while constructing selection indices in mulberry genotypes.

REFERENCES

- ANONYMOUS (1999) Approved norms on farm inputs and disinfectants for Central Silk Board Units, Bangalore, pp 1-39.
- AHMED H. M., KHAN B. M., KISSANA N. S., LAGHARI S. (2003) Path analysis coefficient in Bread wheat. *Asian Journal of Plant Sciences*. 2(6), 491-494.
- BALAKRISHNA R. (1996) Cytogenetical studies in the genus *Morus* L. Ph. D. Thesis, University of Mysore, Mysore. Pp. 160.
- BARI M. A., QUAIYYUM M. A., AHMED S. U. (1989) Correlation studies in mulberry (*Morus alba* L.). *Indian J. Seric.*, 28, 11-17.
- BURTON G. W. (1951) Quantitative inheritance in grasses. *Proc. Sixth International Grass land Cong.* 1, 277-283.
- DONALD C. M., HAMBLIN J. (1976) The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. *Advances in Agronomy* 28, 36-405.
- FALCONER D. S. (1960) Introduction to quantitative genetics. Oliver and Boyd. London pp. 165-177.
- JOHNSON H. W., ROBINSON H., COMSTOCK R. E. (1955a) Estimates of genetic and environmental variability in soybean. *Agron. J.* 47, 314-318.
- JOHNSON H. W., ROBINSON H., COMSTOCK R. R. (1955b) Genotypic and phenotypic correlations in soybean and their implications in selection. *Agron. J.*, 47, 471-483.
- MASILAMANI S., THIAGARAJAN V., SUSHEELAMMA B. N., DATTA R. K. (1996) Path analysis for leaf yield components in mulberry (*Morus* spp.) grown under high altitude conditions. *Sericologia*, 36(3), 461-467.
- POORANCHAND SINGH F. (1997) Correlation and path analysis in chick pea (*Cicer Arietinum* L.). *Indian J. Genet.*, 57, 40-42.
- RAFIQUL ISLAM, MAHBUBUL ISLAM M., NURUZZAMAN, SURAIYA AKHTAR., MOLLAH A. F., GHOSH R. K., HOSSAIN A. K. M., RAHMAN L. (2002) Study of harvest index and genetic variability in the white jute (*Corchorus capsularis*) Germplasm. *On line Journal of Biol. Sci.*, 2(6) 358-360.
- RAO D. M. R., SARVESH A., REDDY T. P. (1989) Correlation and path analysis in semidwarf mutants of rice (*Oryza sativa* L.) at different nitrogen levels. *Mendel*, 6 (3-4), 319-326.
- RANGASWAMI G. M., NARASIMHENNA M., SHASTRY C. R., JOLLY M. S., (1976) *Sericultural Manual 1. Mulberry Cultivation*, FAO Rome pp.27.
- SUSHEELAMMA B. N., JOLLY M. S., GIRIDHAR K. S., DIVEDI N. K., SURYANARAYANA N. (1988) Correlation and path analysis in mulberry under stress and non stress conditions. *Sericologia*, 28, 239-244.
- SNEDECOR W. G., COCHRAN G. W. (1967) *Statistical methods*. Oxford and IBH Publications, New Delhi, India 1,257-270.

ASSOCIATION GENETIQUE ET ANALYSE DU COEFFICIENT DE DIRECTION POUR CERTAINS COMPOSANTS DU RENDEMENT CHEZ LE MURIER (*MORUS* SPP.)

D. M. RAM RAO¹, M. P. REDDY², H. JAYARAM¹ & S. AMARNATH³

1. Central Sericultural Research and Training Institute, Manandavadi Road, Srirampura, Mysore – 570 008, Inde.
2. Regional Sericultural Research Station, P. B. No. 50, Rappthadu, Anantapur – 515 001, Andhra Pradesh, Inde.
3. Central Silk Board, Central Office, Madiwala, Bangalore – 560 068, Inde.

Nous avons étudié les paramètres génétiques, les corrélations et l'analyse de direction pour dix caractères quantitatifs chez trente génotypes de mûrier. Le nombre de feuilles / plant, le nombre de branches primaires / plant et la surface foliaire présentent un GCV et un PCV élevés. Tandis que le rendement foliaire / plant, le rendement biologique / plant, le poids de 100 feuilles et l'indice de récolte présentent un GCV et un PCV modérés. Le nombre de feuilles / plant, le nombre de branches primaires / plant, le poids de 100 feuilles et le rendement biologique / plant avec une h^2 élevée et une GA élevée présentent de fortes corrélations positives et un effet direct élevé sur le rendement foliaire. De même, la surface foliaire et l'indice de récolte avec une h^2 élevée et une GA modérée présentent une corrélation positive significative et des effets directs respectivement modérés à élevés sur le rendement foliaire. Le nombre de branches secondaires / plant, le rendement en pousses / plant et la hauteur du plant avec de faibles GCV et PCV présentent respectivement une h^2 modérée et une GA modérée à faible. Ces caractères présentent aussi un effet direct faible et une association positive non significative sur le rendement foliaire. L'étude générale montre que le nombre de branches primaires / plant, le nombre de feuilles / plant, la surface foliaire, le poids de 100 feuilles, le rendement biologique / plant et l'indice de récolte sont les principaux caractères qui déterminent le rendement, il faut donc accorder la pondération maximum à ces six caractères lorsqu'on sélectionne des génotypes de mûriers supérieurs.

INTRODUCTION

Le mûrier (*Morus* spp.) est une culture commerciale importante, abondamment cultivée comme plante hôte du ver à soie *Bombyx mori* L. Le mûrier contribue d'une manière importante au développement et à l'expansion de l'industrie séricicole en Inde. Récemment, la production de génotypes à rendement élevé est devenue l'objectif principal des programmes de lignage du mûrier. Pour identifier et mettre au point des génotypes de mûrier supérieurs, il est d'une importance primordiale d'étudier les différents caractères agronomiques, qui sont liés à l'amélioration du rendement foliaire. Le rendement foliaire est un caractère complexe, contrôlé de manière polygénique et déterminé par l'interaction d'un certain nombre de caractères attribués au rendement (Rangaswami et coll., 1976 et Bari et coll., 1989). De nombreux chercheurs ont étudié les caractères associés au rendement foliaire chez le mûrier (Rangaswami et coll., 1976 ; Susheelamma et coll., 1988 ; Balakrishna, 1996, Masilamani et coll., 1996). Cependant, les précédents chercheurs n'ont pas accordé beaucoup d'importance aux études sur les paramètres génétiques, aux corrélations génotypiques et aux effets directs et indirects des différents caractères contribuant au rendement foliaire. Nous avons donc entrepris cette étude pour étudier l'association génétique et analyser le

coefficient de trajet des différents caractères contribuant au rendement chez le mûrier. Nous discutons aussi de l'importance de l'indice de récolte et de son association avec les composantes du rendement.

MATERIELS ET METHODES

Pour l'étude, on recueille trente génotypes de mûrier avec une base génétique large de différentes espèces de *Morus* dans différentes unités de recherche du *Central Silk Board* et on cultive les germoplasmes de mûrier réunis (1997-98) à la Station de Recherche Séricicole Régionale du *Central Silk Board* à Anantapur. L'expérience est réalisée dans la station de recherche mentionnée ci-dessus, qui est située dans la zone semi-aride de l'Andhra Pradesh, en Inde. On maintient tous les génotypes avec un espacement de 1,5 m × 1,5 m selon une conception aléatoire en blocs avec cinq répétitions et chaque répétition est constituée par 25 plants. Deux ans après la période d'établissement de la plantation de boutures de mûriers, on enregistre les données pour dix caractères agronomiques différents en fonction de la récolte. On taille les plants provenant des trente génotypes 20 cm au-dessus du niveau du sol et on procède aux opérations culturales, aux applications de fumier de ferme et d'engrais d'après les normes recommandées par le *Central Silk Board*, à Bangalore (Anonyme, 1999). Soixante cinq jours après la taille, on enregistre les données pour dix caractères différents, c'est à dire la hauteur du plant (cm), le nombre de branches primaires / plant, le nombre de branches secondaires / plant, le nombre de feuilles / plant, la surface foliaire (cm²), le poids de 100 feuilles (kg), le rendement foliaire / plant (kg), le rendement en pousses / plant (kg), le rendement biologique / plant (kg) et l'indice de récolte (%). On mesure la surface foliaire (feuille mature unique) en utilisant un planimètre foliaire (Model CI 201). Le rendement biologique est le poids total de la feuille et de la tige d'un plant, tandis que l'indice de récolte (%) est le ratio du rendement économique et du rendement biologique (Donald et Hamblin, 1976).

$$\text{Indice de récolte (\%)} = \frac{\text{Rendement foliaire}}{\text{Rendement biologique}} \times 100$$

La moyenne des données pour dix récoltes est enregistrée et soumise à l'analyse de variance proposée par Snedecor et Cochran (1967). En utilisant les données, on calcule les paramètres génétiques tels que (a) le coefficient de variation génotypique (GCV), (b) le coefficient phénotypique de variation (PCV), (c) l'héritabilité (h^2), (d) l'avance génétique et (e) l'avance génétique escomptée représentés en tant que pourcentage de la moyenne (GAM) (Snedecor et Cochran, 1967).

On calcule les paramètres génétiques en utilisant la formule suivante :

(a)

$$(\%) \text{ GCV} = \frac{\sqrt{\sigma^2_g}}{\bar{X}} \times 100$$

où

σ^2_g = variance génotypique

$\bar{X}$ = moyenne générale du caractère

(b)

$$(\%) \text{ de PCV} = \frac{\sqrt{\sigma^2_p}}{\bar{X}} \times 100$$

où

σ^2_p = variance phénotypique

$\bar{X}$ = moyenne générale du caractère

(c)

$$h^2 (\%) = \frac{\sigma^2_g}{\sigma^2_p} \times 100$$

où h^2 = héritabilité (au sens large)

(d)

$$GA = \frac{\sigma^2_g}{\sqrt{\sigma^2_p}} \times K (\text{constante})$$

où GA = avance génétique

K = différentiel de sélection habituel

(2,06 au seuil de 0,05)

(e)

$$GAM = \frac{GA}{\bar{X}} \times 100$$

où, GAM = avance génétique en tant que % de la moyenne

On estime la corrélation génotypique et l'analyse du coefficient de direction en suivant les méthodes respectivement de Burton (1951) et de Johnson et coll., (1955a, b).

RESULTATS ET DISCUSSION

L'analyse de variance révèle une différence significative entre les génotypes pour tous les caractères étudiés (Tableau I). On estime les paramètres génétiques c'est à dire le coefficient génotypique de variation (GCV), le coefficient phénotypique de variation (PCV), l'héritabilité (h^2) et l'avance génétique en tant que pourcentage de la moyenne (GAM) pour dix caractères différents et on les présente dans le Tableau II. En général, la différence entre le GCV et le PCV est faible pour tous les caractères, ce qui indique qu'ils ne sont pas très influencés par l'environnement, ce qui suggère une marge maximum d'amélioration par la sélection. Le nombre de branches primaires / plant, le nombre de feuilles / plant, la surface foliaire présentent un GCV et un PCV élevés, ce qui indique une plus grande diversité entre les génotypes pour ces caractères. Tandis que, le rendement foliaire, le rendement biologique, le poids de 100 feuilles et l'indice de récolte présentent des GCV et des PCV modérés, ce qui indique des possibilités d'amélioration supplémentaire de ces caractères par la sélection. La hauteur du plant, le nombre de branches secondaires / plant et le rendement foliaire présentent de faibles GCV et PCV, ce qui indique une faible marge de variation pour ces caractères, ce qui réduit par la-même la portée de la sélection. Cependant, les valeurs de GCV seules n'aident pas à déterminer la part héréditaire de variation de ces caractères (Falconer, 1960). GCV et h^2 peuvent donner une image exacte de la GA à attendre par la sélection (Burton, 1951).

Le nombre de branches primaires / plant, le nombre de feuilles / plant, le poids de 100 feuilles, le rendement foliaire / plant et le rendement biologique / plant présentent une h^2 élevée et une GA élevée, ce qui indique que ces caractères sont gouvernés par l'action additive des gènes. Johnson et coll (a 1955) ont rapporté qu'une h^2 élevée associée à une GA élevée sont plus fiables pour prédire l'efficacité de la sélection que les valeurs h^2 seules parce que les estimations de h^2 sont soumises à l'interaction génotype / environnement. La surface foliaire et l'indice de récolte avec une h^2 élevée présentent une GA modérée, ce qui suggère l'implication d'une action non additive des gènes dans l'héritabilité de ces caractères et que l'on peut améliorer ces caractères par l'hétérosis dans le lignage. Il y a aussi de la marge pour une amélioration supplémentaire de ces caractères par la sélection. Le nombre de branches secondaires / plant, le rendement en pousses / plant et la hauteur du plant

présentent respectivement une h^2 modérée et une GA modérée à faible (Tableau II) qui indiquent que l' h^2 pour ces caractères est principalement due à l'action non additive des gènes.

Analyse du coefficient de corrélation :

Le coefficient de corrélation génotypique entre le rendement foliaire et ses composants associés ainsi que pour neuf composants *inter se* sont présentés dans le Tableau III. Tous les caractères présentent une association positive significative avec le rendement foliaire sauf la hauteur du plant et le nombre de branches secondaires / plant. Ces deux caractères, hauteur du plant et nombre de branches secondaires / plant présentent aussi une association non significative avec les autres composants du rendement. L'association non significative entre n'importe lesquels de deux caractères indique l'existence d'un système de gènes indépendants pour ces caractères (Rao et coll., 1989). Le rendement foliaire / plant présente une corrélation positive non significative avec le rendement foliaire et une corrélation positive significative avec le rendement biologique / plant. Le nombre de branches primaires / plant, le nombre de feuilles / plant et la surface foliaire présentent une corrélation positive significative avec le rendement biologique / plant, l'indice de récolte et le rendement foliaire / plant. Balakrishna (1996) a aussi rapporté que ces caractères sont les caractères importants qui déterminent le rendement chez le mûrier. Cependant, ces attributs présentent une relation négative avec le nombre de branches secondaires / plant, ce qui indique que la corrélation entre de telles variables pourrait être due à l'existence d'une liaison et de pléiotropie (Ahmed et coll., 2003). Le poids de 100 feuilles présente une faible association positive avec la surface foliaire et le rendement biologique tandis qu'il présente une association positive significative avec le rendement foliaire. Masilamani et coll., (1996) ont souligné que le poids de 100 feuilles est l'un des caractères importants associés au rendement chez le mûrier. Le nombre de branches secondaires / plant présente une relation négative avec la plupart des caractères et une faible association positive avec le rendement en pousses et le rendement foliaire. Le rendement foliaire / plant ne présente une forte association positive qu'avec le rendement biologique / plant et une association non significative avec tous les autres caractères.

Dans cette étude, cinq caractères c'est à dire le nombre de branches primaires / plant, le nombre de feuilles / plant, la surface foliaire, le poids de 100 feuilles et le rendement biologique avec une h^2 élevée présentent une corrélation positive significative avec le rendement foliaire. On observe aussi une association positive entre ces caractères. Cela indique clairement que n'importe quelle augmentation de ces caractères augmente assurément le rendement foliaire. On peut donc se fier à ces caractères comme des paramètres importants pour la sélection de génotypes de mûrier supérieurs. L'indice de récolte présente une forte corrélation positive avec le rendement foliaire, le rendement biologique, le nombre de branches primaires / plant, le nombre de feuilles / plant et la surface foliaire. Tandis qu'il présente une relation négative avec la hauteur du plant, le nombre de branches secondaires / plant et le poids de 100 feuilles. Une h^2 élevée, une GA modérée et une association positive significative avec de nombreux caractères attribués au rendement indiquent clairement la possibilité d'amélioration du rendement foliaire par la sélection pour obtenir un indice de récolte élevé. Chez plusieurs plantes cultivées, on identifie l'indice de récolte comme l'un des caractères importants qui déterminent le rendement (Rao et coll., 1989 ; Pooranchand et Singh, 1997 ; Rafiqul Islame et coll., 2002 et Ahmed et coll., 2003).

Analyse du coefficient de direction :

Pour le coefficient de corrélation génotypique on a distingué les effets directs et indirects en fonction des différents caractères contribuant au rendement (Tableau IV). On procède à l'analyse de direction pour trouver le nombre de facteurs impliqués dans la détermination du rendement. Le nombre de feuilles / plant (0,6332) présente l'effet direct le plus élevé, suivi par le nombre de branches primaires / plant (0,6030), le rendement biologique / plant (0,5917), l'indice de récolte (0,5329) et le poids de 100 feuilles (0,5258). La surface foliaire présente un effet direct modéré (0,4220) tandis que

la hauteur du plant et le rendement foliaire présentent un effet direct faible respectivement (0,1894) et (0,2569).

Tous les caractères présentent un effet direct positif avec le rendement foliaire sauf le nombre de branches secondaires / plant, qui présente un effet direct négatif ($-0,1051$) sur le rendement foliaire. La corrélation positive significative du nombre de feuilles / plant avec le rendement foliaire est principalement due à son effet direct élevé et en partie à ses effets indirects *via* la hauteur du plant, le nombre de branches primaires / plant, la surface foliaire, le rendement biologique / plant et l'indice de récolte. De même, la forte association positive du nombre de branches primaires / plant avec le rendement foliaire est largement due à son effet direct élevé et partiellement due à son effet indirect *via* le nombre de feuilles / plant, le rendement foliaire / plant, la hauteur du plant et l'indice de récolte. La relation positive significative du rendement biologique et de l'indice de récolte avec le rendement foliaire est probablement due à leur effet direct élevé et en partie due à l'influence de l'effet indirect des autres caractères, c'est à dire le nombre de branches primaires / plant, la hauteur du plant et le rendement foliaire / plant. Le poids de 100 feuilles présente aussi une corrélation positive significative et un effet direct élevé sur le rendement foliaire. L'effet direct élevé de ce caractère est partiellement dû aux effets indirects du nombre de feuilles / plant, de la surface foliaire et du rendement foliaire / plant. De même, la surface foliaire présente un effet direct modéré et une association positive significative avec le rendement foliaire. Son effet direct modéré est contrebalancé par les effets indirects des autres caractères tels que le nombre de feuilles / plant, l'indice de récolte, le rendement en pousses / plant et le rendement biologique / plant. Les deux caractères, hauteur du plant et rendement en pousses / plant en raison de leur faible effet direct présentent une association positive non significative avec le rendement foliaire. Le nombre de branches secondaires / plant présente un effet direct négatif, cependant, en raison de l'influence des effets indirects du nombre de branches primaires / plant, du rendement en pousses / plant, du rendement biologique / plant, du poids de 100 feuilles et de la hauteur du plant, ce caractère présente une faible association positive avec le rendement foliaire.

La vue d'ensemble obtenue dans l'étude révèle que les caractères suivants, c'est à dire le nombre de feuilles / plant, le nombre de branches primaires / plant, le rendement biologique / plant et le poids de 100 feuilles tout en présentant une h^2 et une GA élevées présentent une forte corrélation positive et des effets directs élevés sur le rendement foliaire. De même, la surface foliaire avec une h^2 élevée et une GA modérée présente une relation positive significative et des effets directs modérés sur le rendement foliaire. Cela indique clairement que ces cinq caractères sélectionnés sont les principaux caractères qui déterminent le rendement. L'indice de récolte aussi avec une h^2 élevée et une GA modérée présente un effet direct élevé et une association positive significative avec le rendement foliaire, ce qui indique que l'on peut compter sur ce caractère comme un critère important pour la sélection de génotypes à rendement élevé. D'après ces observations, on peut conclure qu'on pourrait donc donner une pondération maximum à six caractères, c'est à dire le nombre de feuilles / plant, le nombre de branches primaires / plant, le rendement biologique / plant, la surface foliaire, le poids de 100 feuilles et l'indice de récolte lors de la construction des indices de sélection chez les génotypes de mûrier.

CORRELATION BETWEEN PHYSIO-BIOCHEMICAL PARAMETERS OF CASTOR LEAVES AND REARING PARAMETERS OF ERI SILKWORM IN RELATION TO DIFFERENT COMBINATIONS OF NPK

U. HAZARIKA, A. BARAH & R. CHAKRAVORTY

Central Muga Eri Research and Training Institute, Central Silk Board, Lahdoigarh - 785700,
Assam, India

*Physio-biochemical parameters of castor **Ricinus communis** Linn. leaves i. e., moisture content, moisture retention capacity, N (nitrogen), crude protein, crude fat, carbohydrate, ash and crude fibre contents were studied under nine different combinations of NPK. Maximum moisture content was recorded with 120:40:40 kg NPK /ha/yr while moisture retention capacity was found maximum in 90:60:20 kg NPK/ha/yr. N and crude protein were found maximum in NPK @ 120:60:40 kg/ha/yr. Crude fat and total carbohydrate were recorded higher in 120:60:20 and 90:60:20 kg NPK/ha/yr, respectively. However, NPK @ 120:40:40 kg/ha/yr obtained highest value of evaluation index (EI) and ranked as the best treatment in terms of leaf yield and physio-biochemical parameters. With regard to rearing parameters of eri silkworm **Samia ricini** Donovan also, NPK combination 120:40:40 kg/ha/yr showed superiority in Effective Rate of Rearing, larval weight, cocoon weight and shell weight. The correlation study too showed positive correlation of moisture content, moisture retention capacity, N, crude protein, crude fat and carbohydrate of castor leaves with most of the rearing parameters.*

Keywords: Physio-biochemical and rearing parameters, NPK, evaluation index, correlation.

INTRODUCTION

Feed quality plays an important role on growth, development and health of silkworm and ultimately on economic traits such as larval and cocoon characters. Improvement in larval and cocoon characters of mulberry silkworm with the increase of chemical composition of mulberry leaf was reported by Venkataramu (1986). Again, nutritional status of leaves is a major factor in the survival of non-mulberry silkworms as reported by Pandey (1995). Since, castor leaf is the primary feed of eri silkworm, *Samia ricini* Donovan, improvement of the quality of castor leaf is considered as the most important step for enhancing eri cocoon productivity for better economic dividend in eri culture. As reported by earlier workers, leaf quality can be improved through supplementation of minerals (Horie *et al.*, 1967) and phosphatic and potassic fertilizers along with nitrogen as reported by Bongale (1994). As such, the effect of different combinations of NPK on physio-biochemical parameters of castor and correlation between leaf constituents of castor and rearing parameters of eri silkworm was considered for the study.

MATERIALS AND METHODS

Castor plants (Acc. no. ER 008) were raised in 1.0 m × 1.5 m spacing under nine different doses of N (Nitrogen), P (Phosphorus) and K (Potash), consisting in two levels of N - 90 and 120 kg/ha/yr, two levels of P - 40 and 60 kg/ha/yr and two levels of K - 20 and 40 kg/ha/yr along with one check without applying NPK. A basal dose of farmyard manure (FYM) @ 10 t/ha/yr was applied during land preparation uniformly in all the plots irrespective of treatments. The experiment was conducted in randomized block design with three replications. The soil of the experimental plots was acidic (pH 4.9), sandy loam having medium organic carbon (0.55%), low nitrogen (123.2 kg/ha), low phosphorus (6.6 kg/ha) and low potash (80.34 kg/ha). Leaf samples comprising tender, medium and mature leaves were collected from the individual plot under different treatments for estimation of moisture content, moisture retention capacity (MRC), crude protein, crude fibre, crude fat, ash and carbohydrates. Moisture and MRC were calculated using the following formulae—

$$\text{i) Moisture content \%} = \frac{\text{Initial fresh weight} - \text{Final dry weight}}{\text{Fresh weight of the sample}} \times 100$$

$$\text{ii) MRC \%} = \frac{\text{Weight after 6 hours of harvest} - \text{Dry weight}}{\text{Fresh weight} - \text{Dry weight}} \times 100$$

For estimation of biochemical constituents, leaf samples were oven dried, powdered, sieved and preserved in butter paper bags. Total N in leaves was determined using the Micro-Kjeldahl method (AOAC, 1965) and crude protein was calculated multiplying the estimated value of N by 6.25. Standard analytical methods of AOAC (1970, 1975 and 1980) were adopted for estimation of ash, crude fibre and crude fat. Carbohydrate was determined following the method of Gopalan *et al.* (1971). Multiple trait evaluation index (EI) was employed for evaluating the comparative advantage and ranking of different combinations of NPK in respect of physiological and biochemical parameters, which is used to identify the top performer from a series of breeds and hybrids (Mano *et al.*, 1994). The EI is calculated as follows -

$$\text{EI} = (\text{A}-\text{B})/\text{C} \times 10 + 50, \text{ where}$$

A = Value obtained for a particular treatment in respect of a particular parameter.

B = Grand mean value of the particular parameter

C = Standard deviation for the particular parameter

10 = Standard unit and

50 = Fixed value

The indices obtained for a particular treatment with respect to different parameters, i. e., moisture content, MRC, N, Crude Protein, Crude fat, Carbohydrate etc. were combined to get the overall EI and then average was calculated for comparison of the treatments. Similarly for all the treatments, mean EI were calculated. The treatment showing the higher value of mean EI ranked first for selection.

The leaves harvested from different NPK treatments were fed to eri silkworms and data on economic characters in terms of Effective Rate of Rearing (ERR), Larval Weight (LW), Cocoon Weight (CW), Shell Weight (SW) and Shell Ratio (SR) were recorded. ERR and SR are calculated as follows:

$$\text{ERR} = \text{No. of cocoon harvested} / \text{No. of worms reared} \times 100$$

$$\text{SR} = \text{Shell weight} / \text{cocoon weight} \times 100$$

Correlation co-efficient between physiological and biochemical parameters of castor and economic parameters of eri silkworm were worked out at $P = 0.05$ and $P = 0.01$ levels following the method of Snedecor and Cochran (1979).

RESULTS AND DISCUSSION

I. Effect of NPK doses on leaf yield and physio-biochemical parameters of castor:

Leaf yield and Physio-biochemical parameters presented in Table I revealed that application of NPK increased the leaf yield of castor. Leaf yield varied from 10.250 to 15.682 tonnes per hectare under different NPK treatments registering highest (15.682 t/ha) in 120:40:40 kg NPK/ha/yr followed by 13.907 t/ha in 120:40:40 kg NPK/ha/yr and the lowest leaf yield of 6.672 t/ha/yr was found in control (without NPK). The increase in leaf yield in application of 120:40:40 and 120:40:20 kg NPK/ha/yr might be due to greater availability of nutrients to the plant, thus good response of crop to balanced NPK fertilizer could be observed (Kasiviswanathan and Iyengar, 1970). Significant increase in leaf yield of mulberry due to application of NPK was also reported by P, Sundareswaran *et al.* (1997).

Table I. Leaf yield and physio-biochemical parameters as influenced by different NPK doses.

Tableau I. Rendement foliaire et paramètres physio-biochimiques sous l'influence de différentes doses de NPK.

N:P:K kg/ha/yr	Leaf yield (t / ha)	Moisture content (%)	MRC (%)	N (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Crude fibre (%)	Ash (%)	Carbohydrate (%)
<i>N : P : K kg / ha / année</i>	<i>Rendement foliaire (t / ha)</i>	<i>Teneur en eau (%)</i>	<i>Rétention d'eau (%)</i>		<i>Protéines brutes (%)</i>	<i>Graisses brutes (%)</i>	<i>Fibres brutes (%)</i>	<i>Cendres (%)</i>	<i>Hydrates de carbone (%)</i>
90:40:20	10.250	70.82	56.89	3.64	22.75	3.60	4.10	7.30	11.0
120:40:20	13.907	72.59	57.93	3.81	23.80	9.00	3.80	8.00	16.0
90:40:40	11.741	72.83	61.07	3.70	23.10	4.20	9.20	6.40	20.0
120:40:40	15.682	74.09	61.20	3.89	24.32	4.40	5.20	7.60	16.0
90:60:20	11.177	71.19	61.58	3.67	22.92	4.80	4.60	7.00	22.0
120:60:20	11.455	71.89	58.16	3.86	24.15	10.40	7.00	8.00	15.0
90:60:40	12.187	72.65	60.87	3.70	23.10	5.00	8.60	5.60	19.0
120:60:40	12.009	72.49	57.59	3.95	24.67	5.20	4.80	4.80	14.0
0:0:0	6.672	69.38	55.91	3.50	21.87	3.80	9.30	9.60	16.0
Mean / Moyenne	10.934	71.99	59.02	3.75	23.41	5.60	6.29	7.14	16.55
S.D	2.47	1.37	2.15	0.14	0.89	2.41	2.25	1.42	3.32

Application of NPK increased the moisture content and MRC of castor leaves. Moisture in the leaves varied from 70.82 to 74.09 per cent under different NPK treatments registering highest (74.09%) in 120:40:40 kg NPK/ha/yr. Highest MRC (61.58%) was recorded in 90:60:20 followed by 120:40:40 kg NPK/ha/yr. The results are in conformity with that of Kasiviswanathan and Iyengar (1966), who also reported that application of N and K increased the moisture content of mulberry leaves. Jolly and Dandin (1986) also reported that 70% moisture content or more is optimum for silkworm rearing.

N and crude protein were also found to be influenced by the application of NPK. Application of 120:60:40 kg NPK/ha/yr registered highest N (3.95%) and crude protein (24.67%) in leaves followed by 120:40:40 kg NPK/ha/yr with 3.89 per cent N and 24.32 per cent crude protein. Lowest N (3.50%) and crude protein (21.87%) found in control proved the efficacy of NPK for increasing N and thereby the crude protein of castor leaves. Increase in N and crude protein of leaf due to foliar and soil application of urea was also reported by Teotia *et al.* (1992) in mulberry. Subbaiah *et al.* (1980) in case of rice reported that higher leaf N might be due to higher uptake of N from soil.

Crude fat content varied from 3.6 to 10.4 per cent among the treatments being highest (10.4%) in the leaves raised under 120: 60:20 kg NPK/ha/yr followed by 9.0 per cent in 120: 40:20 kg NPK/ha/yr.

The maximum crude fibre (9.3%) and ash (9.6%) in castor leaves were found in control whereas lowest crude fibre (3.8%) and ash (4.8%) content were found in treatment 120:40:20 and 120:60:40 kg NPK/ha/yr respectively.

The highest carbohydrate content (22.0%) in leaves was recorded in application of 90:60:20 kg NPK/ha/yr followed by 20.0 per cent in 90: 40:40 kg NPK/ha/yr. The lowest carbohydrate content (14.0%) was registered under 120:60:40 kg NPK. Decrease of sugar content in leaves is a common phenomenon under the influence of nitrogenous fertilizer.

For evaluating the comparative advantage and ranking of different NPK doses, evaluation index (EI) was calculated with respect to physio-biochemical parameters. The mean values of evaluation index (Table II) showed overall assessment of the nutrient level in the leaves of castor under different treatments. Higher values of EI in 120:40:40 and 120:60:20 kg NPK /ha/ yr revealed their superiority in respect of physio-biochemical parameters.

II. Effect of NPK doses on rearing parameters of eri silkworm:

Table III revealed significantly higher LW (8.46 g) in the worms fed with leaves grown under application of 120:40:40 kg NPK, which was at par with that of 120:60:20 kg NPK /ha/yr (8.37 g). On the other hand, lowest LW was recorded in control (7.42 g).

ERR was found significantly higher (87.8%) under 120:40:40 kg NPK/ha/year followed by 86.0 per cent in 120:60:20 and 85.7 per cent in 120:40:20 kg NPK/ ha /year differing significantly from rest of the treatments. Lowest ERR (72.7%) was recorded in control.

In respect of cocoon characters, the worms fed on castor leaves raised at 120:60:20 kg NPK/ha/yr, yielded significantly higher CW of 3.52 g followed by 120:60:40 (3.51 g). The lowest CW was recorded in the check (3.27 g). Application of 120:40:40 kg NPK/ha/yr favoured improvement in SW (0.46 g), which was significantly higher than that of other treatments. Similarly, SR per cent was also calculated to be the highest (13.2%) in the same treatment of 120: 40:40 kg NPK/ha/yr and the lowest being under control (11.8%).

The study clearly indicates that different doses of NPK have a profound influence on ERR as well as larval, cocoon & shell weight and silk ratio per cent of eri silkworm. Increase in larval and cocoon weight under 120:40:40 and 120:60:20 kg NPK/ha/yr and shell weight in 120:40:40 kg NPK/ha/yr can be attributed to improvement in quality of leaf. Venkataramu (1986) and Sannappa *et al.* (2002) recorded similar results on mulberry silkworm feeding mulberry leaves raised under different levels of N. The difference in ERR due to varying nutritional status of leaves as influenced by the NPK treatments was also in conformity with the results of Devaiah & Dayashankar (1982).

Table II. Evaluation index (E.I.) of different NPK doses with respect to leaf yield and physio-biochemical parameters of castor.

Tableau II. Indice d'évaluation (E. I.) des différentes doses de NPK par rapport au rendement foliaire et aux paramètres physio-biochimiques du ricin.

N:P:K kg/ha/yr	Leaf yield	Moisture content	MRC	N	Crude protein	Crude fat	Carbo- hydrate	Mean EI	Rank
<i>N : P : K kg / ha / année</i>	<i>Rendement foliaire (t / ha)</i>	<i>Teneur en eau (%)</i>	<i>Rétention d'eau (%)</i>	<i>(%)</i>	<i>Protéines brutes (%)</i>	<i>Graisses brutes (%)</i>	<i>Hydrates de carbone (%)</i>	<i>EI moyen</i>	<i>Classement</i>
90:40:20	47.23	41.46	40.09	42.14	42.58	41.70	33.28	48.08	VIII
120:40:20	62.04	54.38	44.93	54.28	54.38	64.11	48.34	63.74	II
90:40:40	53.27	56.13	59.53	46.43	46.52	44.19	60.39	61.08	V
120:40:40	69.22	65.33	60.14	60.00	60.22	45.02	48.34	68.05	I
90:60:20	50.98	44.16	61.91	44.28	44.49	46.68	66.41	59.82	VII
120:60:20	52.11	49.27	46.00	57.86	58.31	69.92	45.33	63.13	III
90:60:40	55.07	54.82	58.60	46.43	46.52	47.51	57.38	61.06	VI
120:60:40	54.35	53.65	43.35	64.28	64.16	48.34	42.32	61.74	IV
0:0:0	32.74	30.95	35.53	32.14	32.70	42.53	48.34	42.49	IX

Table III. Rearing parameters as influenced by different doses of NPK.

Tableau III. Paramètres d'élevage sous l'influence de différentes doses de NPK.

N: P: K kg/ha/yr	LW (g)	ERR (%)	CW (g)	SW (g)	SR (%)
<i>N : P : K kg / ha / année</i>	<i>Poids larvaire</i>	<i>Taux effectif d'élevage</i>	<i>Poids du cocon</i>	<i>Poids de la coque</i>	<i>Richesse soyeuse</i>
90:40:20	7.83	78.8	3.41	0.43	12.50
120:40:20	7.86	85.7	3.43	0.43	12.90
90:40:40	7.88	79.6	3.40	0.43	12.50
120:40:40	8.46	87.8	3.46	0.46	13.20
90:60:20	8.27	79.4	3.46	0.43	12.50
120:60:20	8.37	86.0	3.52	0.43	12.30
90:60:40	7.88	79.9	3.47	0.43	12.50
120:60:40	8.08	84.5	3.51	0.43	12.40
0:0:0	7.42	72.7	3.27	0.39	11.80
C.D.at 5%	0.23	3.41	0.10	0.01	0.31

Table IV. Correlation co-efficients (r-values) between physio-biochemical parameters and rearing parameters*Tableau IV. Coefficients de corrélation (valeurs r) entre les paramètres physio-biochimiques et les paramètres d'élevage.*

Physiological / biochemical parameters	Economic parameters / Paramètres économiques				
	LW	ERR	CW	SW	SR
<i>Paramètres physiologiques / biochimiques</i>	<i>Poids de la larve (g)</i>	<i>Taux effectif d'élevage (%)</i>	<i>Poids du cocon (g)</i>	<i>Poids de la coque (g)</i>	<i>Richesse soyeuse (%)</i>
Moisture / Eau	0.620	0.804**	0.628	0.867**	0.831**
MRC	0.557	0.266	0.392	0.625	0.539
N	0.725*	0.937**	0.823**	0.707*	0.583
Crude Protein / Protéines brutes	0.729*	0.939**	0.822**	0.707*	0.581
Crude Fat / Graisses brutes	0.340	0.584	0.478	0.106	0.116
Crude fibre / Fibres brutes	-0.422	-0.522	-0.425	-0.481	-0.555
Ash / Cendres	-0.270	-0.268	-0.633	-0.421	-0.227
Carbohydrate / Hydrate de carbone	0.124	-0.178	-0.002	0.012	0.034

* Correlation is significant at the 0.05 levels. / La corrélation est significative aux seuils de 0,05.

**Correlation is significant at the 0.01 levels. / La corrélation est significative aux seuils de 0,01.

III. Correlation between physio-biochemical parameters of castor and rearing parameters of silkworm:

Data in Table IV showed that leaf moisture content and MRC had positive correlation with all the economic parameters of eri silkworm. The correlation of leaf moisture content with ERR, SW and SR% was found significant. Favourable effect of high leaf moisture content on palatability and digestibility of silkworms was established earlier by many workers, special mention of which was made by Waldbauer (1968) and Kasiviswanathan *et al.* (1973). The effect of moisture on enhancement of feeding efficiency of silkworm larvae and thereby increasing the growth rate of silkworm was reported by Paul *et al.* (1992). Similarly, positive correlation of leaf moisture content with LW was also reported by Jayaramaiah and Sannappa (2000).

N and crude protein content showed significant positive correlation with all the economic parameters except SR%. However, the correlation was positive between SR and N & crude protein content of leaves. Nitrogen is the most distinguishing chemical present in proteins, and as such, it is

the most ubiquitous organic compound in foodstuff and in all living cells. In fact, they appear to be involved in all the structure and fractions of all cells. However, protein plays a special role particularly in the silkworm larvae because of their active utilization for synthesis of silk. About 70 per cent of silk protein produced by the silkworm was directly derived from the leaf protein (Fukuda *et al.*, 1959). The optimum dietary protein level of 20-25 per cent for better growth of silkworm larvae had been reported by Horie (1980), which is in conformity with the present finding.

Crude fat showed positive correlation with all the economic parameters. Fat is particularly well suited to be the main form of energy reserve and it is more useful in silkworm body than in the body of its host leaves.

Crude fibre and ash content showed negative correlation with all the rearing parameters. Reduction in total mineral (ash) and fiber content had been established as an advantage for better silkworm crop yield (Vasuki and Basavanna, 1969). Crude fibre is the ash free materials comprising largely of cellulose and lignin and belong to carbohydrate, but can not be digested by silkworm larvae as such. Hence, it is not grouped under nutrients, but its intake along with diet is essential because of regulatory function to maintain the normal peristaltic movement of the intestine to remove waste product from intestine. Bose *et al.* (1995) also reported that succulent mulberry leaves with less fibre results in quantitative improvement of cocoon and silk.

Carbohydrate was found to have positive correlation with LW, SW and SR but negative with ERR and CW. Hiratsuka (1971) reported that carbohydrate of leaves is found in the silkworm as glycogen and a greater part of the carbohydrate of leaves is used for physiological combustion and for making fat in the silkworm body. It is especially effective for keeping healthy growth of infant larvae. Chaluvachari and Bongale (1995) also observed slower larval growth, less larval body and CW due to presence of higher quantity of carbohydrate and lower level of water and protein in the feed.

The study indicated that N along with P and K play a vital role in maintaining the quality of castor leaves influencing physiological and bio-chemical parameters. Among different combinations of NPK, 120:40:40 kg/ha/yr has profound influence on physiological and bio-chemical parameters, such as moisture content, MRC, N, crude protein, crude fat and carbohydrates having positive correlation with most of the rearing parameters of eri silkworm.

REFERENCES

- A.O.A.C.(1965) Official Methods of Analysis. 10th Edition. Association of Official Analytical Chemist, Washington,D.C.
- A.O.A.C.(1970) Official Methods of Analysis. 11th Edition. Association of Official Analytical Chemist, Washington,D.C.
- A.O.A.C.(1975) Official Methods of Analysis. 12th Edition. Association of Official Analytical Chemist, Washington,D.C.
- A.O.A.C.(1980) Official Methods of Analysis. 13th Edition. Association of Official Analytical Chemist, Washington,D.C.
- BONGALE U.D. (1994) Fertilizers in mulberry cultivation. Pushpaseri Publications, Thalaghattapura, Bangalore, India, pp. 1-140.
- BOSE P.C., SINGHAVI N.R., DATTA R.K. (1995) Effect of micronutrients on the biochemical parameters of mulberry (*Morus alba* L.) leaf. *Sericologia*, 35:65-69.
- CHALUVACHARI K., BONGALE U.D. (1995) Evaluation of leaf quality of some germplasm genotypes of mulberry through chemical analysis and bioassay with silkworm, *Bombyx mori* L. *Indian J. Seric.* 34(2):127-132.
- DEVIAIAH M.C., DAYASHANKAR K.N. (1982) Effect of different host plants on the economic traits of eri silkworm, *Samia cynthia ricini* Bois. (Lepidoptera: Saturniidae). Abstr.,National. Seminar on Silk Research and Development, March 10-13, Bangalore, p.152.

- FUKUDA T., SUDO M., MATUDA M., HAYASHI T., HORIUHI M.F. (1959) Formulation of silk protein during the growth of the silkworm larvae, *B. mori* L. In: Proc. 4th Intern. Cong. Biochem. 12: 90-112.
- GOPALAN C., SASTRI B.V.R., BALASUBRAMANIAM S.C. (1971) Nutritive value of Indian Foods. National Institute of Nutrition. Indian Council of Medicinal Research, Hyderabad, India.
- HIRATSUKA E. (1971) Researches on the nutrition of the silkworm. Shanghi Shikenjo Hokoku Tech.Bull., 2:353-412.
- HORIE Y., WATENABLE K., ITO T. (1967) Nutrition of the silkworm *Bombyx mori* L. IXVII. Quantitative requirements for potassium, phosphorus, magnesium and zinc. Bulletin Seri. Expt. Station, 22 (2): 181-193.
- HORIE Y. (1980) Recent Advances in Sericulture. Annu. Rev. Entomol, 25:49-71.
- JAYARAMAIAH M., SANNAPPA B. (1998) Correlation co-efficients between foliar constituents of castor genotypes and economic parameters of the eri silkworm, *Samia cynthia ricini* Boisduval (Lepidoptera: Saturniidae). International Journal of Wild Silkworm & Silk, 5, 162-164.
- JOLLY M.S., DANDIN S.B.(1986) Collection, Conservation and Evaluation of Mulberry (*Morus spp.*) Germplasm. Central Sericultural Research and Training Institute, Mysore, pp.43.
- KASIVISWANATHAN K., SITARAM IYENGAR M.N. (1966) Effect of NPK manuring on the seasonal and total yield of mulberry. Indian J.Seric., 5(1) : 46-52.
- KASIVISWANATHAN K., KRISHNASWAMI S., VENKATARAMU C.V.(1973) Effect of storage on the moisture content of mulberry leaves. Indian J.Seric, 12(1) : 13-21.
- KASIVISWANATHAN K., SITARAM IYENGAR M.N. (1970) Effect of plant density, methods of leaf harvest and nitrogen fertilization on the leaf yield of irrigated mulberry in Mysore state. Indian J. Seric., 9 (1) :43-48.
- MANO Y., NIRMAL KUMAR S., BALAVARAJA H. K., MALREDDY N., DATTA R. K. (1994) Combined trait selection index for silk yield improvement in *Bombyx mori* L. Proc., National Workshop on Silkworm Breeding. March, New Delhi, p. 278-284.
- PANDEY R. K. (1995) Do leaf tannins affect non-mulberry silkworm. Indian Silk, 34(8) : 21-23.
- PAUL D.C., SUBBA RAO G., DEB D.C. (1992) Impact of dietary moisture on nutritional indices and growth of *Bombyx mori* and concomitant larval duration. J. Insect Physiol., 38(3): 229.
- P. SUNDARESWARAN C.T., SUBBARAYAPPA M., MUNIRATHNAM REDDY E., SRINIVASAN B., HIMANTHARAJ M.T. (1997) Nutritional studies on mulberry in relation to cocoon production. Indian J. Seric, 36 (2): 147-149.
- SANNAPPA B., DEVAIAH M.C., GOVINDAN R., CHANDRAPPA D.(2002)Interaction of different levels of Nitrogen applied to rain fed mulberry garden and methods of feeding of NB4D2 silkworm breed on cocoon characters. Indian J.Seric.,41(1):74-77.
- SNEDECOR W.G., COCHRAN G.W. (1979) Statistical methods applied to experiments in Agriculture and Biology. Allied Pacific Pvt. Ltd., Bombay, 534.
- SUBBAIAH S., FRANCIS H.J., RAMANATHAN K.M. (1980) Effect of Triacantanol on the protein content, nutrient uptake and yield of rice. Madras Agric.J.,67(4):265-267.
- TEOTIA R. S., CHOUDHARY S.K., CHINYA, P.K. (1992) Studies on effect of "CAN" on growth and leaf yield of mulberry in acidic soils. Indian J Seric., 31 (1) :31-36.
- VASUKI K., BASAVANNA H.M. (1969) Variety difference in the content of total and soluble minerals of mulberry leaves. Silkworm Information Bull.1: 31-35.
- VENKATARAMU B.V.(1986) Nutrient status of different mulberry varieties and its effect on growth and development of *Bombyx mori* L. M.Sc.(Agri) Thesis, UAS, Bangalore.
- WALDBAUER G.P. (1968) The consumption and utilization of food by insects. Adv. Insect Physiol., 5:229-288.

CORRELATION ENTRE LES PARAMETRES PHYSIO-BIOCHIMIQUES DES FEUILLES DE RICIN ET LES PARAMETRES D'ELEVAGE DU VER A SOIE ERI SOUS L'INFLUENCE DE DIFFERENTES COMBINAISONS DE NPK

U. HAZARIKA, A. BARAH & R. CHAKRAVORTY

Central Muga Eri Research and Training Institute, Central Silk Board,
Lahdoigarh – 785 700, Assam, Inde.

Nous avons étudié les paramètres physio-biochimiques des feuilles de ricin *Ricinus communis* c'est à dire la teneur en eau, la capacité de rétention de l'eau, les teneurs en N (azote), en protéines brutes, en graisses brutes, en hydrates de carbone, en cendres et en fibres brutes avec neuf combinaisons différentes de NPK. On enregistre la teneur maximum en eau avec 120 : 40 : 40 kg NPK / ha / an tandis que la capacité de rétention de l'eau s'avère maximum avec 90 : 60 : 20 kg NPK / ha / an. L'azote et les protéines brutes s'avèrent maximums avec 120 : 60 : 40 kg / ha / an de NPK. On enregistre les graisses brutes et les hydrates de carbone totaux les plus élevés avec respectivement 120 : 60 : 20 et 90 : 60 : 20 kg NPK / ha / an. Cependant, l'administration de NPK à raison de 120 : 40 : 40 kg / ha / an donne la valeur la plus élevée pour l'indice d'évaluation (EI) et se classe comme le meilleur traitement en termes de rendement foliaire et pour les paramètres physio-biochimiques. En ce qui concerne les paramètres d'élevage du ver à soie eri *Samia ricini* Donovan, la combinaison de NPK de 120 : 40 : 40 kg / ha / an montre aussi sa supériorité pour le taux effectif d'élevage, le poids larvaire, le poids du cocon et le poids de la coque. L'étude de corrélation montre aussi qu'il existe une corrélation positive entre la teneur en eau, la capacité de rétention de l'eau, la teneur en N, en protéines brutes, en graisses brutes et en hydrates de carbone des feuilles de ricin avec la plupart des paramètres d'élevage.

INTRODUCTION

La qualité de l'alimentation joue un rôle important dans la croissance, le développement et la santé du ver à soie et par conséquent sur les caractères économiques tels que les caractères de la larve et du cocon. Venkataramu (1986) a rapporté l'amélioration des caractères de la larve et du cocon du ver à soie du mûrier avec l'augmentation de la composition chimique de la feuille de mûrier. L'état nutritionnel des feuilles est un facteur principal dans la survie des vers à soie non-mûriers, là encore, comme l'a rapporté Pandey (1995). Puisque la feuille de ricin est la principale nourriture du ver à soie eri, *Samia ricini* Donovan, l'amélioration de la qualité de la feuille de ricin est considérée comme l'étape la plus importante pour améliorer la productivité du cocon eri pour un meilleur rapport de l'élevage eri. Comme l'ont rapporté des chercheurs par le passé, on peut améliorer la qualité de la feuille par l'ajout de minéraux (Horie et coll., 1967) et d'engrais phosphatés et potassiques ainsi que d'azote comme l'a rapporté Bongale (1994). A ce titre, dans cette recherche, nous avons pris en considération l'effet de différentes combinaisons de NPK sur les paramètres physio-biochimiques du ricin et avons étudié la corrélation qui existe entre les constituants de la feuille de ricin et les paramètres d'élevage du ver à soie eri.

MATERIAUX ET METHODES

On cultive les plants de ricin (No. ER 008) avec un espacement de 1 m × 1,5 m avec neuf doses différentes de N (azote), de P (phosphore) et de K (potasse) constituées par deux niveaux de N - 90 et 120 kg / ha / an, deux niveaux de P - 40 et 60 kg / ha / an, deux niveaux de K - 20 et 40 kg / ha / an et un témoin sans application de NPK. On applique une dose de base de fumier de ferme (FYM) à raison de 10 t / ha / an pendant la préparation de la terre de manière uniforme dans toutes les parcelles sans tenir compte des traitements. On réalise l'expérience selon une conception aléatoire en blocs avec trois répétitions. Le sol des parcelles expérimentales est un terreau sableux acide (pH de 4,9) présentant un carbone organique moyen (0,55 %), peu d'azote (122-3 kg / ha), peu de phosphore (6,6 kg / ha) et peu de potasse (80,34 kg / ha). On recueille les échantillons de feuilles comprenant des feuilles tendres, moyennes et mûres dans une parcelle individuelle sous différents traitements pour estimer la teneur en eau, la capacité de rétention de l'eau (MRC), les protéines brutes, les fibres brutes, les graisses brutes, les cendres et les hydrates de carbone. On calcule l'eau et la MRC en utilisant la formule suivante :

$$i) \text{ pourcentage d'eau} = \frac{\text{Poids frais initial} - \text{Poids sec final}}{\text{Poids frais de l'échantillon}} \times 100$$

$$ii) \% \text{ MRC} = \frac{\text{Poids après 6 heures de récolte} - \text{Poids sec}}{\text{Poids frais} - \text{poids sec}} \times 100$$

Pour estimer les constituants biochimiques, on sèche les échantillons de feuilles au four, on les réduit en poudre, on les passe au tamis et on les conserve dans des sacs en papier sulfurisé. On détermine l'azote (N) total dans les feuilles en utilisant la méthode de Micro-Kjeldahl (AOAC, 1965) et on calcule les protéines brutes en multipliant la valeur estimée de N par 6,25. On utilise les méthodes analytiques habituelles d'AOAC (1970, 1975 et 1980) pour l'estimation des cendres, des fibres brutes et des graisses brutes. On détermine les hydrates de carbone en suivant la méthode de Gopalan et coll., (1971). On utilise l'indice d'évaluation des caractères multiples (EI) pour évaluer les avantages comparatifs et pour classer les différentes combinaisons de NPK en fonction de leurs effets sur les paramètres physiologiques et biochimiques afin d'identifier le meilleur résultat chez une série de lignées et d'hybrides (Mano et coll., 1994). On calcule l'EI comme suit –

$$EI = (A - B) / C \times 10 + 50, \text{ où}$$

A = Valeur obtenue pour un traitement particulier par rapport à un paramètre particulier

B = Valeur moyenne totale du paramètre particulier

C = Ecart type pour le paramètre particulier

10 = Unité standard et

50 = Valeur fixe

Les indices obtenus avec un traitement particulier concernant différents paramètres, c'est à dire la teneur en eau, la MRC, N, les protéines brutes, les graisses brutes, les hydrates de carbone etc. sont combinés pour obtenir l'EI général, puis on calcule la moyenne pour comparer les traitements. De même pour tous les traitements, on calcule l'EI moyen. On classe en premier le traitement présentant la valeur la plus élevée pour l'EI moyen.

On alimente les vers à soie eri avec les feuilles récoltées à partir des différents traitements de NPK et on enregistre les données sur les caractères économiques c'est à dire le Taux Effectif d'Elevage (ERR), le poids larvaire (LW), le poids du cocon (CW), le poids de la coque (SW) et la richesse soyeuse (SR). L'ERR et la SR sont calculés comme suit :

$$\text{ERR} = \text{Nbre de cocons récoltés} / \text{Nbre de vers élevés} \times 100$$

$$\text{SR} = \text{Poids de la coque} / \text{poids du cocon} \times 100$$

On calcule le coefficient de corrélation entre les paramètres physiologiques et biochimiques du ricin et les paramètres économiques du ver à soie eri aux seuils de $P = 0,05$ et de $P = 0,01$ en suivant la méthode de Snedecor et Cochran (1979).

RESULTATS ET DISCUSSION

I. Effet des doses de NPK sur le rendement foliaire et sur les paramètres physio-biochimiques du ricin :

Le rendement foliaire et les paramètres physio-biochimiques présentés dans le Tableau I montrent que l'application de NPK augmente le rendement foliaire du ricin. Le rendement foliaire varie de 10,250 à 15,682 tonnes par hectare sous différents traitements NPK en enregistrant le rendement le plus élevé (15,682 t / ha) avec 120 : 40 : 40 NPK / ha / an suivi par 13,907 t / ha avec 120 : 40 : 40 kg NPK / ha / an et on observe le rendement foliaire le plus bas de 6,672 t / ha / an chez le témoin (sans NPK). L'augmentation du rendement foliaire avec l'application de 120 : 40 : 40 et de 120 : 40 : 20 kg NPK / ha / an pourrait être due à la plus grande présence de nutriments pour la plante, on peut donc observer une bonne réponse de la culture à l'application équilibrée d'engrais NPK (Kasisviswanathan et Iyengar, 1970). P, Sundareswaran et coll., (1997) ont aussi rapporté une augmentation importante du rendement foliaire du mûrier avec l'application de NPK (1997).

L'application de NPK augmente la teneur en eau et la MRC des feuilles de ricin. Le taux d'humidité dans les feuilles varie de 70,82 à 74,09 % avec les différents traitements NPK et on enregistre le taux le plus élevé (74,09 %) avec 120 : 40 : 40 kg NPK / ha / an. On enregistre la MRC la plus élevée (61,58 %) avec 90 : 60 : 20 suivi par 120 : 40 : 40 kg NPK / ha / an. Les résultats confirment ceux de Kasisviswanathan et Iyengar (1966), qui ont aussi rapporté que l'application de N et de K augmente la teneur en eau dans les feuilles de mûrier. Jolly et Dandin (1986) ont aussi rapporté qu'une teneur en eau de 70 % ou plus est optimum pour l'élevage du ver à soie.

N et les protéines brutes s'avèrent aussi être influencés par l'application de NPK. L'application de 120 : 60 : 40 kg NPK / ha / an donne les taux de N (3,95 %) et de protéines brutes les plus élevés (24,67 %) dans les feuilles suivi par 120 : 40 : 40 kg NPK / ha / an avec 3,89 % de N et 24,32 % de protéines brutes. On observe les taux d'azote (N) (3,50 %) et de protéines brutes (21,87 %) les plus faibles chez le témoin, ce qui prouve l'efficacité du NPK pour augmenter l'azote et par la même les protéines brutes des feuilles de ricin. Teotia et coll (1992) ont aussi rapporté l'augmentation d'azote et des protéines brutes dans la feuille sous l'effet de l'application d'urée sur les feuilles et dans le sol chez le mûrier. Subbaiah et coll., (1980) ont rapporté que, chez le riz, le N plus élevé de la feuille pourrait être dû à une absorption plus importante du N dans le sol.

La teneur en graisses brutes varie entre les traitements de 3,6 à 10,4 % et on constate qu'elle est la plus élevée (10,4 %) chez les feuilles cultivées avec 120 : 60 : 20 kg NPK / ha / an suivie par 9 % avec 120 : 40 : 20 kg NPK / ha / an.

On trouve le niveau maximum de fibres brutes (9,3 %) et de cendres (9,6 %) dans les feuilles de ricin chez le témoin tandis que l'on observe les teneurs les plus faibles en fibres brutes (3,8 %) et en cendres (4,8 %) chez respectivement le traitement de 120 : 40 : 20 et de 120 : 60 : 40 kg NPK / ha / an.

On enregistre la teneur la plus élevée en hydrates de carbone (22 %) dans les feuilles où l'on applique 90 : 60 : 20 kg NPK / ha / an suivie par 20 % avec 90 : 40 : 40 kg NPK / ha / an. On observe la teneur la plus faible (14 %) en hydrates de carbone avec 120 : 60 : 40 kg NPK. La baisse de la teneur en sucres dans les feuilles est un phénomène courant lorsqu'on utilise des engrais azotés.

Pour évaluer les avantages comparatifs et classer les différentes doses de NPK, on calcule l'indice d'évaluation (EI) pour les paramètres physio-biochimiques. Les valeurs moyennes de l'indice d'évaluation (Tableau II) représentent une évaluation générale du niveau en nutriments dans les feuilles de ricin avec les différents traitements. Les valeurs les plus élevées d'EI avec 120 : 40 : 40 et 120 : 60 : 20 kg NPK / ha / an montrent leur supériorité quant aux paramètres physio-biochimiques.

II. Effet des doses de NPK sur les paramètres d'élevage du ver à soie eri :

Le Tableau III révèle un poids larvaire (LW) considérablement plus élevé (8,46 g) chez les vers nourris avec des feuilles cultivées sous l'application de 120 : 40 : 40 kg NPK, il est égal à celui obtenu avec 120 : 60 : 20 kg NPK / ha / an (8,37 g). D'autre part, on enregistre le LW le plus bas chez le témoin (7,42 g).

L'ERR s'avère considérablement plus élevé (87,8 %) avec 120 : 40 : 40 kg NPK / ha / an suivi par 86 % avec 120 : 60 : 20 et 85,7 % avec 120 : 40 : 20 kg NPK / ha / an, ce qui diffère considérablement du reste des traitements. On enregistre l'ERR le plus faible (72,7 %) chez le témoin.

En ce qui concerne les caractères du cocon, les vers nourris sur des feuilles de ricin cultivées avec 120 : 60 : 20 kg NPK / ha / an, donnent un poids de cocon (CW) considérablement plus élevé de 3,52 g suivi par 120 : 60 : 40 (3,51 g). On enregistre le CW le plus bas chez le témoin (3,27 g). L'application de 120 : 40 : 40 kg NPK / ha / an favorise l'amélioration du poids de la coque (0,46 g), qui est considérablement plus élevé que celui des autres traitements. De même, on calcule aussi que la richesse soyeuse (SR) est plus élevée avec le même traitement de 120 : 40 : 40 kg NPK / ha / an et qu'elle est la plus faible (11,8 %) chez le témoin.

L'étude indique clairement que les différentes doses de NPK ont une influence majeure sur l'ERR ainsi que sur le poids de la larve, du cocon et de la coque et sur le % de richesse soyeuse du ver à soie eri. L'augmentation du poids de la larve et du cocon avec 120 : 40 : 40 et 120 : 60 : 20 kg NPK / ha / an et du poids de la coque avec 120 : 40 : 40 kg NPK / ha / an peut être attribuée à l'amélioration de la qualité de la feuille. Venkataramu (1986) et Sannappa et coll. (2002) ont enregistré des résultats similaires chez le ver à soie du mûrier alimenté avec des feuilles de mûrier cultivées avec différents niveaux de N. La différence d'ERR de par l'état nutritionnel des feuilles sous l'influence des traitements NPK confirme les résultats de Devaiah & Dayashankar (1982).

III. Corrélation entre les paramètres physio-biochimiques du ricin et les paramètres d'élevage du ver à soie :

Les données du Tableau IV montrent que la teneur en eau de la feuille et que la MRC ont une corrélation positive avec tous les paramètres économiques du ver à soie eri. La corrélation entre la teneur en eau et l'ERR, le SW et le SR % s'avère significative. De nombreux chercheurs ont observé par le passé, l'effet favorable de la teneur élevée en eau de la feuille sur la saveur et la digestibilité pour les vers à soie, dont Waldbauer (1968) et Kasiviswanathan et coll., (1973) ont fait état plus spécialement. Paul et coll., (1992) ont rapporté l'effet de l'eau sur l'amélioration de l'efficacité de l'alimentation des larves de ver à soie et par-là même sur l'augmentation du taux de croissance du ver à soie. De même, Jayaramaiah et Sannappa (2000) ont aussi fait état de la corrélation positive qui existe entre la teneur en eau de la feuille et le poids de la feuille.

La teneur en N et en protéines brutes présente une corrélation positive significative avec tous les paramètres économiques à l'exception de la richesse soyeuse. Cependant, la corrélation est positive entre la SR et N et la teneur en protéines brutes des feuilles. L'azote est la substance chimique la plus distinctive présente dans les protéines et à ce titre, il est le composé organique le plus omniprésent dans l'alimentation et dans toutes les cellules vivantes. En fait, il semble être impliqué dans toute la structure et les fractions de toutes les cellules. Cependant, les protéines ont un rôle spécial en particulier chez les larves de vers à soie en raison de leur utilisation active pour la synthèse de la soie. Soixante dix pourcent environ des protéines de la soie produite par le ver à soie vient directement des protéines des feuilles (Fukuda et coll., 1959). Horie (1980) a rapporté que le niveau de protéine

alimentaires optimums pour la meilleure croissance des larves de ver à soie est de 20 à 25 %, ce qui est en accord avec les observations de cette étude.

Les graisses brutes présentent une corrélation positive avec tous les paramètres économiques. Les graisses sont particulièrement bien adaptées pour être la forme principale de réserve d'énergie et elles sont plus utiles dans le corps du ver à soie que dans les feuilles hôtes.

La teneur en fibres brutes et en cendres présente une corrélation négative avec tous les paramètres d'élevage. On considère que la diminution de l'ensemble des minéraux (cendres) et de la teneur en fibres constitue un avantage pour obtenir un meilleur rendement en vers à soie (Vasuki et Basavanna, 1969). Les fibres brutes sont des matériaux sans cendre constituées en grande partie de cellulose et de lignine, qui appartiennent aux hydrates de carbone mais ne peuvent pas être digérées par les larves de ver à soie en tant que telles. Elles ne font donc pas partie des nutriments mais leur absorption avec l'alimentation est essentielle grâce à leur fonction régulatrice pour maintenir le mouvement péristaltique normal de l'intestin et pour enlever les déchets produits par l'intestin. Bose et coll., (1995) ont aussi rapporté que les feuilles de mûrier succulentes contenant moins de fibres entraînent une amélioration de la quantité de cocons et de soie.

Les hydrates de carbone donnent une corrélation positive avec le LW, SW et la RS mais négative avec l'ERR et le CW. Hiratsuka (1971) a rapporté que les hydrates de carbone des feuilles se trouvent chez le ver à soie sous forme de glycogène et qu'une grande partie des hydrates de carbone des feuilles est utilisée pour la combustion physiologique et pour constituer des graisses dans le corps du ver à soie. Ils sont surtout efficaces pour assurer la croissance saine des jeunes larves. Chaluchavari et Bongale (1995) ont aussi observé une croissance larvaire plus lente, un poids de la larve et un CW inférieurs à cause de la présence d'une quantité plus importante en hydrates de carbone et d'un niveau plus faible en eau et en protéines dans l'alimentation.

L'étude indique que N et P et K jouent un rôle vital dans le maintien de la qualité des feuilles de ricin en influençant les paramètres physiologiques et biochimiques. Parmi les différentes combinaisons de NPK, la combinaison de 120 : 40 : 40 kg / ha / an présente une influence majeure sur les paramètres physiologiques et biochimiques, tels que la teneur en eau, la MRC, N, les protéines brutes, les graisses brutes et les hydrates de carbone, ce qui a une action positive sur la plupart des paramètres d'élevage du ver à soie eri.

NUTRIENT UPTAKE IN THREE IMPROVED VARIETIES OF MULBERRY UNDER IRRIGATED CONDITION

R. M. SHIVAPRAKASH*, U. D. BONGALE & S. N. NARAYANAGOWDA

Karnataka State Sericulture Research & Development Institute, Thalaghattapura,
Bangalore -560 062, Inde.

A field study was conducted with M5, S36 and DD (Vishwa) mulberry varieties under two plant spacing and two fertiliser doses. Observations on five harvests of mulberry over one year were recorded as pooled data. Among the three varieties grown, maximum yield was recorded in S36 variety followed by Vishwa variety and maximum yield was recorded in closer spacing compared to wider spacing. Shoot yield was ranging from 64,632 to 96,938 kg/ha/yr. Leaf yield was ranging from 37,053 to 56,397 kg / ha / yr and stem yield was ranging from 27,411 to 40,539 kg / ha / yr. The leaf nitrogen, phosphorus and potassium contents varied from 3.16 to 3.68, 0.31 to 0.36 and 1.90 to 2.13% respectively and the stem nitrogen, phosphorus and potassium contents varied from 1.21 to 1.41, 0.18 to 0.22 and 1.70 to 2.28% respectively. In mulberry total uptake of nitrogen phosphorus and potassium through shoot (leaf + stem) was ranging from 407 to 606, 43 to 60 and 300 to 474 kg / ha / yr respectively. In the present study significant difference in the leaf yield, stem yield nitrogen uptake, phosphorus uptake and potassium uptake among varieties and spacing recorded suggest for variety related specification and also taking into consideration biomass production in shoot harvest method for the application of fertilizer for optimizing the yield and quality of mulberry.

Keywords: Mulberry, nitrogen, nutrient uptake, phosphorus, potassium, spacing, variety.

INTRODUCTION

It has been emphasised long back that as a principle of arable farming what is taken from the soil must be returned to it in full measure (Liebig, 1841). This necessitates total crop specific studies on nutrient budgeting to facilitate sustainable cultivation of crop species. Since continuous cropping results in nutrient losses, additional fertilizer application to the soil is an important agronomical practice followed in many crops. Nutrient supplementation to the soil either through organic, inorganic or biofertilizer has become an integral part of agricultural production strategies. In India most of the works on fertilizer about mulberry did not take cognisance of the NPK uptake by the plant while determining the optimum dosages for leaf quality and yield (Purohit and Pavankumar, 1996). Nitrogen, phosphorus and potassium as major plant nutrients play an important role in yield and quality of mulberry (Bongale, 1995). Mulberry being a deep rooted and high biomass producing plant, yields about 25-30 tonnes of leaves / ha / yr under normal package of practices and produces about 40-60 tonnes of leaves / ha / yr with high yielding varieties. In shoot harvest method, where whole plant is harvested at every crop 60-90 tons of shoot is being harvested / ha / year. In mulberry the information available so far on nutrient budgeting appears to be incomplete. Systematic studies on the amount of nutrients removal and actual requirements of nutrients for the cultivation of mulberry are needed. Keeping this in view, a field study was conducted for nutrient budgeting in mulberry.

* Author for correspondence.

MATERIAL AND METHODS

A field study was conducted in a newly established mulberry garden at the campus of Karnataka State Sericulture Research & Development Institute of Bangalore during 1997-2000 under irrigated condition. The soil was sandy loam type with pH 7.8, OC - 0.56%, available P- 22.75 and K - 340 kg/ha. Cultural practices were attended as per the package of practices recommended (Jolly, 1987) for mulberry under irrigated condition with the supplementation of NPK at 300: 120 : 120 kg / ha / yr and 400 : 120 : 120 kg with modification in respect of phosphorus and potassium which were applied in five equal split doses. The NPK was applied in the form of complex fertilizer (15: 15 : 15) and differential amount of nitrogen was applied in the form of urea. In addition, first dose of Farmyard manure (FYM) at 10 ton / ha was applied in first crop and second dose of 10 ton / ha was applied in third crop soon after the second crop harvest. FYM was applied in between the mulberry rows after making small trenches in each microplot and covered with soil. Chemical fertilizers were applied in third week after bottom pruning after irrigation to the mulberry garden and applied in between rows and covered with soil immediately. The mulberry garden was irrigated once per a week during non-rainy period. The experiment was laid out in a split plot design with six main treatments and two sub treatments and three replications. The experimental microplot size was 7.2 × 7.2 m with the population of 144 plants / microplot in 60 × 60 cm plant spacing and 64 plants / microplot in 90 × 90 cm plant spacing. Totally, there were 36 microplots covering three mulberry varieties (M5, S36 and Vishwa) with two spacing (60 × 60 cm and 90 × 90 cm) and two fertilizer doses (300 : 120 : 120 and 400 : 120 : 120 kg NPK / ha / yr). Treatments combinations were as follows.

Main treatments:

- T1 = M5 variety with 60 × 60 cm plant spacing
- T2 = M5 variety with 90 × 90 cm in plant spacing
- T3 = S36 variety with 60 × 60 cm plant spacing
- T4 = S36 variety with 90 × 90 cm in plant spacing
- T5 = Vishwa variety with 60 × 60 cm plant spacing
- T6 = Vishwa variety with 90 × 90 cm in plant spacing

Sub treatments:

- F1 = 300 : 120 : 120 kg NPK / ha / yr
- F2 = 400 : 120 : 120 kg NPK / ha / yr

Observations were recorded at 70-75 days of growth and shoot harvest method was followed for the five harvests covering one annual crop cycle. Shoot yield assessment was done by harvesting all the plants of the micro plot and computed into yield as kg / ha. Leaf and stem samples were collected from each micro plot and moisture contents were recorded. The samples were air dried first and then oven dried at 70° C and powdered. The nitrogen, phosphorus and potassium content in the leaves and stems were estimated following the method suggested by Jackson (1973). Based on the leaf and stem nitrogen, phosphorus and potassium content the amounts of NPK removed under different treatments were calculated on dry matter basis.

RESULTS

Shoot, leaf and stem yield:

Shoot, leaf and stem yields differed significantly due to main treatment effect (Table I). Maximum yield was recorded in closer spacing compared to wider spacing. Among the varieties grown, maximum yield was recorded in S36 variety followed by Vishwa variety. Shoot yield was ranging from 64,936 (T2) to 96,938 kg / ha / yr (T3). Leaf yield was ranging from 37,053 (T2) to 56,397 (T3) kg / ha / yr and stem yield was ranging from 27,411 (T2) to 40,539 kg / ha / yr (T3). Shoot, leaf and stem yield differed significantly due to sub treatment effect. Maximum yield was recorded in F1 compared to F2 treatment. Significant differences due to interaction effect were also observed among the treatments. Maximum shoot and leaf yield (1,01,229 and 58,200 kg / ha / yrs respectively) were recorded with the treatment combination of S36 variety with 60 × 60 cm plant spacing and 400 : 120 : 120 kg NPK / ha / yr followed by Vishwa variety (1,00,447 and 57,151 kg/ha/yr respectively) with same spacing and fertilizer dose.

NPK content in the leaf and stem:

Nitrogen phosphorus and potassium content in mulberry leaf and stem did not differ significantly due to main treatment effect, sub treatment effect and interaction effect (Table II). Leaf phosphorus content differed significantly due to main treatment effect. Phosphorus content in mulberry leaf ranged from 0.31 to 0.34%, potassium content also differed significantly due to main treatment effect and the range was 1.79 to 2.27%. However, nitrogen content in leaf and stem was ranging from 3.22 to 3.55% and 1.23 to 1.32% respectively.

Nutrient uptake through leaf and stem:

Nitrogen, phosphorus and potassium uptake through leaf, stem and shoot (leaf + stem) differed significantly due to main treatment and sub treatment effect (Table III). Nitrogen uptake through leaf was maximum in T3 (447) and through stem was maximum in T5 (111) respectively and minimum in T4 (351) and T4 (85) respectively. Phosphorus uptake through leaf and stem was maximum in T3 (43) and in T3 (17) respectively and minimum in T2 (31) and T2 & T4 (13) respectively. Potassium uptake through leaf and stem was maximum in T3 (278) and in T3 (187) respectively and minimum in T2 (193) and in T2 (121). Nitrogen, phosphorus and potassium uptake through leaf and stem was high in high input treatments (F1) compared to low input treatments (F2). However, in mulberry total uptake of nitrogen was ranging from 407 to 606, phosphorus was ranging from 43 to 60 and potassium was 300 to 474 kg / ha / yr.

DISCUSSION

Maximum shoot and leaf yields were recorded in T3 with the variety S36 which performed comparatively better. The variety DD (Vishwa) also performed better and was on par with the S36 mulberry variety. It is proved that, high fertilizer input increases the leaf and shoot yield. Rajanna and Dandin (1994) observed significantly higher yield in 450 kg N input level compared to 300 kg N input level. Ghosh *et al.* (1997) reported that S36 was superior in terms of higher leaf yield. Ravikumar *et al.*, (1991) reported that DD (Vishwa) variety performed better over other indigenous mulberry varieties. When the spacings were compared, more yield was observed in closer spacing (60 × 60 cm). Much difference was not observed due to the effect of variety, spacing and fertilizer on leaf and stem nitrogen, phosphorus and potassium content.

Table I. Effect of variety, spacing and fertilizer on shoot, leaf and stem yield (kg/ ha / yr).

Tableau I. Effet de la variété, de l'espacement et des engrais sur le rendement en pousses, en feuilles et en tiges (kg / ha / année).

Treatments	Shoot Yield / ha / yr	Leaf yield / ha / yr	Stem yield / ha / yr
Traitements	Rendement en pousses / ha / année	Rendement en feuilles / ha / année	Rendement en tiges / ha / année
Main treatment / Traitement principal			
T1	83,559	48,404	35,153
T2	64,632	37,053	27,411
T3	96,938	56,937	40,539
T4	72,997	43,116	29,828
T5	94,473	54,141	40,332
T6	80,100	45,834	34,254
F-Test	*	*	*
CD 5%	1485	940	1087
SE	471.40	298.30	345.10
Sub treatment / Sous-traitements			
F1	76,658	44,800	31,800
F2	87,575	50,199	37,371
F-Test	*	*	*
CD 5%	701	502	507
SE	227.55	163.05	164.60
Interaction			
T1 × F1	77,222	45,218	32,003
T1 × F2	89,898	51,591	38,306
T2 × F1	61,382	35,147	25,897
T2 × F2	67,886	38,962	28,923
T3 × F1	92,650	54,596	38,056
T3 × F2	1,01,229	58,200	43,026
T4 × F1	65,866	39,704	26,161
T4 × F2	80,125	46,632	33,494
T5 × F1	88,498	51,129	37,372
T5 × F2	1,00,447	57,151	43,293
T6 × F1	74,335	43,011	31,322
T6 × F2	85,867	48,656	37,188
F-test	*	*	*
CD 5% (F1)	1717	1230	1397
CD 5% (F2)	1918	1280	1397
SE	557.40	399.35	403.20
SE	614.45	410.80	447.60

Table II. Effect of variety, spacing and fertilizer on leaf and stem nitrogen, potassium and phosphorus.*Tableau II. Effet de la variété, de l'espacement et des engrais sur l'azote, le potassium et le phosphore de la feuille et de la tige.*

Treatments <i>Traitements</i>	Leaf <i>Feuille</i>			Stem <i>Tige</i>		
	N %	P %	K %	N %	P %	K %
Main treatment / <i>Traitement principal</i>						
T1	3.55	0.33	2.07	1.34	0.21	1.84
T2	3.55	0.33	1.99	1.37	0.20	1.79
T3	3.25	0.32	1.97	1.29	0.20	2.27
T4	3.22	0.31	1.93	1.31	0.20	2.12
T5	3.43	0.32	2.07	1.23	0.18	1.90
T6	3.54	0.34	2.00	1.30	0.18	1.82
F-test	NS	*	NS	NS	NS	*
CD 5%	—	0.01	—	—	—	0.20
SE	0.090	0.004	0.032	0.049	0.006	0.064
Sub treatment / <i>Sous-traitement</i>						
F1	3.37	0.33	2.02	1.30	0.20	1.96
F2	3.48	0.32	1.99	1.31	0.19	2.12
F-test	NS	NS	NS	NS	*	NS
CD 5%	—	—	—	—	0.01	—
SE	0.044	0.004	0.0017	0.015	0.001	0.042
Interaction						
T1 × F1	3.55	0.36	2.11	1.38	0.22	1.84
T1 × F2	3.55	0.32	2.04	1.37	0.21	1.85
T2 × F1	3.42	0.34	1.96	1.41	0.21	1.76
T2 × F2	3.68	0.31	2.02	1.34	0.20	1.83
T3 × F1	3.16	0.32	2.02	1.26	0.22	2.28
T3 × F2	3.34	0.31	1.93	1.31	0.19	2.26
T4 × F1	3.24	0.31	1.90	1.27	0.21	2.12
T4 × F2	3.20	0.31	1.96	1.35	0.21	2.12
T5 × F1	3.40	0.33	2.13	1.21	0.19	1.91
T5 × F2	3.46	0.31	2.01	1.25	0.18	1.89
T6 × F1	3.47	0.33	1.99	1.31	0.19	1.86
T6 × F2	3.64	0.35	2.00	1.29	0.18	1.79
F-Test	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CD 5% (F1)	—	—	—	—	—	—
(F2)	—	—	—	—	—	—
SE	0.108	0.0011	0.042	0.038	0.004	0.104
SE	0.118	0.009	0.044	0.056	0.006	0.097

Table III. Effect of variety, spacing and fertilizer on nutrient uptake through leaf and stem (kg/ha/yr).

Tableau III. Effet de la variété, de l'espacement et de l'engrais sur l'absorption de nutriments par la feuille et la tige (kg / ha / année).

Treatments	Through leaf			Through stem		
	Nitrogen Uptake	Phosphorous uptake	Potassium uptake	Nitrogen uptake	Phosphorus uptake	Potassium uptake
<i>Traitements</i>	<i>Par la feuille</i>			<i>Par la tige</i>		
	<i>Absorption d'azote</i>	<i>Absorption de phosphore</i>	<i>Absorption de potassium</i>	<i>Absorption d'azote</i>	<i>Absorption de phosphore</i>	<i>Absorption de potassium</i>
Main treatment / <i>Traitement principal</i>						
T1	438	40	260	107	16	152
T2	357	31	193	89	13	121
T3	447	43	278	106	17	187
T4	351	32	208	85	13	134
T5	455	42	273	111	16	176
T6	395	38	224	102	14	150
F-test	*	*	*	*	*	*
CD 5%	20.10	2.4	10.15	11.50	1.98	11.0
SE	6.37	0.77	3.22	3.65	0.625	3.49
Sub treatment / <i>Sous-traitement</i>						
F1	381	36	232	92.64	14.0	143
F2	433	39	247	108.00	15.0	164
F-test	*	*	*	*	*	*
CD5 %	15.20	1.73	7.9	6.40	0.6	6.93
SE	4.93	0.56	2.57	2.08	0.195	2.25
Interaction						
T1 × F1	404	40	253	101	15	137
T1 × F2	471	40	266	112	17	166
T2 × F1	327	30	183	86	12	116
T2 × F2	386	31	203	90	13	126
T3 × F1	425	43	282	98	17	177
T3 × F2	468	43	273	115	16	198
T4 × F1	334	30	193	73	11	119
T4 × F2	367	34	224	99	14	149
T5 × F1	425	40	266	101	16	163
T5 × F2	485	44	279	121	17	188
T6 × F1	368	35	213	96	14	144
T6 × F2	423	41	235	109	15	157
F-Test	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CD 5% (F1)	—	—	—	—	—	—
(F2)	—	—	—	—	—	—
SE	12.08	1.38	6.25	5.11	0.480	5.51
SE	10.66	1.24	5.49	5.14	0.710	5.23

Observations on the nitrogen, phosphorus and potassium content in mulberry leaf and stem are in accordance with the observations of Bongale and Krishna (2000), Puttaswamy (1993), Joseph (1991), Sannappa (2001). Bongale *et al.*, (2000) recorded non significant difference in leaf nitrogen content among the varieties S36, DD (Vishwa) and M5.

Nutrient uptake refers to the total amount of nutrients taken up or absorbed by a crop during the period it is in the field. The extent of nutrient removal from the soil depends on the plant parts which are harvested and their composition (Tandon, 1994). In the present study total nitrogen removal through mulberry shoot ranged from 413 to 606 kg / ha / yr and through leaf alone ranged from 327 to 485 kg/ha/ yr. Maximum values of nitrogen removal were observed in two high yielding varieties namely, S36 and DD (Vishwa) in closer spacing. Bongale *et al* (2000) observed significantly higher nitrogen uptake through mulberry leaf in closer spacing and high nitrogen applied plots. Shankar (1997) estimated that nitrogen removal through leaf was 360-375 kg in mulberry yielding 35 metric tones of leaf / ha / yr. Phosphorus uptake through mulberry leaf and shoot ranged from 30 to 44 and 42 to 60 kg / ha /yr respectively. This is an important observation since shoot harvest with leaf may lead to quick depletion of soil potassium. These observations are in accordance with the observations of Shankar and Kar *et al.*, (1997) and Shankar (1997). According to Mengel and Kirkby (1997) if the quantity of available soil phosphorus is in the normal range the rate of phosphate application required should correspond to the amount of "P" removed by the crop. Potassium uptake through mulberry leaf and shoot ranged from 183 to 279 and 300 to 474 kg / ha / yr respectively. This is an important observation since shoot harvest with leaf may lead to quick depletion of soil potassium. These observations are in conformity with the report of Shankar (1997) and Kar *et al.*, (1997).

Even though several reports on the yield performance of improved varieties of mulberry are available in in-depth studies they do not seem to have been conducted on the nutrient budgeting and the optimisation of inputs based on yield performance. On the base of the present study it is concluded that, among different treatment combinations higher values of leaf yield and shoot yield were recorded in S36 variety with the plant spacing of 60 × 60 cm with the fertilizer dose of 400 : 120 : 120 kg NPK / ha / yr. Significant differences in the leaf yield, stem yield, nitrogen uptake, phosphorus uptake and potassium uptake among varieties and spacing suggest for each variety related specification and also taking into consideration of biomass production in shoot harvest method for the application of fertilizer in order to optimize the yield and quality of the mulberry leaf.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors thank the colleagues for their help and the Institute for providing the facilities.

REFERENCES

- BONGALE U. D. (1994) Fertilizers in mulberry cultivation. Pushpaseri publ., Thalaghattapura, Bangalore, p. 140.
- BONGALE U. D. (2000) Productivity alleviation in mulberry cultivation – An appraisal. Lead paper in Nati. Conf. Strat. Seric. Res and Devnt., 16-18 nov, CSR&TI, Mysore, pp. 34-37.
- BONGALE U. D. & KRISHNA M. (2000) Leaf quality of mulberry (*Morus indica* L.) and cocoon crops of the silkworm (*Bombyx mori* L.) is influenced by sewage and bore well water irrigation. Indian J. Seric. 39(2): 165-168.
- BONGALE U. D., NARAYANAGOWDA S. N. & VEERESH M. (2000) Effect of different plant densities and nitrogen levels on Vishwa (DD), S36 and M5 mulberry (*Morus indica* L.) varieties under irrigated condition. Indian J. Seric., 39(2): 103-107.
- GHOSH A., AMBIKA P. K. & MISHRA R. K. (1997) Effect of varieties, spacing and fertilizer doses on growth, yield and quality of mulberry. Indian J. Seric. 36(2): 138-141.
- JACKSON M. L. (1973) Soil and chemical analysis. Prentice Hall of India Pvt. Ltd. New Delhi, p. 497.

- JOLLY M. S. (1987) Appropriate sericulture techniques. CSR&TI, Mysore, p. 172.
- JOSEPH L. M. (1991) Role of potash on the yield and quality of mulberry leaf and its effect on silkworm growth and cocoon production. M. Sc. (Seri Thesis, UAS, Bangalore, p.135).
- KAR R., DATTA R. N. & MAJUMDER S. K. (1997) Effect of different levels of N, P and K on leaf yield and nutrient uptake pattern of mulberry (*Morus alba* L.). Indian Agriculturist, 41(1) : 9-14.
- LIEBIG J. (1841) The organic chemistry and its application on agriculture and physiology. Verlag Viehweg. Braunschweig. P. 167.
- MENGEL K. & KIRKBY E. A. (1987) Principles of Plant nutrition 4th Ed. International Potash Institute, Bern, Switzerland. P. 687.
- PUROHIT K. M. & PAVAN KUMAR T. (1996) Influence of various agronomical practices in India on the leaf quality in mulberry – A review. Sericologia, 36(1) 27-39.
- PUTTASWAMY B. (1993) Influence of graded level of potassium on yield and quality of mulberry. UAS, Bangalore. P 166 (Project Report).
- RAJANNA L. & DANDIN S. B. (1994) Effect of sources and levels of nitrogen on yield of mulberry. Indian J. Agric. Res. 28(4) : 280 – 284.
- RAVIKUMAR C., ESHWAR RAO, M. S. & VEERESH M. (1991) The DD variety stands out among the promising indigenous clonal selection of mulberry. Indian Silk, 30(2); 10-15.
- SANNAPPA B., DEVALAH M. C., & GOVINDAN R. (2001) Influence of sources and levels of nitrogen on mulberry and cocoon production. Tech. Bull. Dept. of Sericulture, UAS, Bangalore, p. 77.
- SHANKAR M. A. (1997) Hand book of mulberry nutrition. Multiplex. Karnataka Agro Chemicals, Bangalore. P. 121.
- TANDON H. L. S. (1994) Fertilizer guide. Fertilizer development and consultation organisation, New Delhi. p. 95

ABSORPTION DE NUTRIMENTS CHEZ TROIS VARIETES DE MURIER AMELIOREES DANS DES CONDITIONS D'IRRIGATION

R. M. SHIVAPRAKASH*, U. D. BONGALE & S. N. NARAYANAGOWDA

Karnataka State Sericulture Research & Development Institute, Thalaghattapura,
Bangalore – 560 062, Inde.

Nous avons réalisé une étude sur le terrain avec les variétés de mûrier M5, S36 et DD (Vishwa), deux espacements des plants et deux doses d'engrais. On enregistre les observations sur cinq récoltes de mûrier sur un an sous forme de données regroupées. Parmi les trois variétés cultivées, on enregistre le rendement maximum chez la variété S36, suivie par la variété Vishwa et on enregistre le rendement maximum avec l'espacement le plus faible. Le rendement en pousses est compris entre 64,632 et 96,938 kg / ha / année. Le rendement foliaire est compris entre 37,053 et 56,397 kg / ha / an et le rendement en tiges est compris entre 27,411 et 40,539 kg / ha / an. Les teneurs en azote, en phosphore et en potassium de la feuille sont comprises entre 3,16 et 3,38 ; 0,31 et 0,36 et 1,90 et 2,13 % respectivement et les teneurs en azote, en phosphore et en potassium de la tige varient respectivement de 1,21 à 1,41 ; de 0,18 à 0,22 et de 1,70 à 2,28 %. Chez le mûrier, l'absorption totale d'azote, de phosphore et de potassium par la pousse (feuille + tige) est comprise respectivement entre 407 et 606, 43 et 60 et 300 à 474 kg / ha / année. Dans cette étude, la différence significative de rendement foliaire, d'absorption d'azote, de rendement en tiges, d'absorption de phosphore et d'absorption de potassium entre les variétés et les espacements suggère une spécification liée à la variété. Par ailleurs, il faut aussi prendre en compte la production de biomasse avec la méthode de recueil des pousses pour l'application des engrais afin d'optimiser le rendement et la qualité du mûrier.

INTRODUCTION

On a souligné depuis longtemps qu'en tant que principe d'agriculture arable, ce qui est pris du sol doit y être retourné dans sa pleine mesure (Liebig, 1841). Cela signifie qu'il faudrait des études spécifiques générales sur la gestion des nutriments chez les cultures pour faciliter une agriculture durable des espèces cultivées. Puisque la culture continue entraîne des pertes en nutriments, l'application supplémentaire d'engrais dans le sol est une pratique agronomique importante adoptée chez de nombreuses cultures. L'ajout de nutriments dans le sol soit par des sources organiques, inorganiques ou par des engrais biologiques est devenu une partie intégrale des stratégies de production agricoles. En Inde, la plupart des travaux sur les engrais chez le mûrier ne prennent pas en compte l'absorption de NPK par la plante lors de la détermination des doses optimums pour la qualité de la feuille et le rendement foliaire (Purohit et Pavankumar, 1996). L'azote, le phosphore et le potassium, en tant que nutriments principaux, jouent un rôle important dans le rendement et la qualité du mûrier (Bongale, 1995). Le mûrier étant une plante à racines profondes et produisant une biomasse importante, donne environ 25 à 30 tonnes de feuilles / ha / an en suivant les pratiques normales et produit environ 40 à 60 tonnes de feuilles / ha / an avec des variétés à rendement élevé. Avec la méthode de recueil des pousses, où on récolte toute la plante, on récolte 60 à 90 tonnes de

* Auteur auquel adresser la correspondance.

pousses / ha / an. Chez le mûrier, l'information disponible jusqu'à présent sur la gestion des nutriments semble incomplète. Il faudrait des études systématiques sur la quantité de nutriments absorbés et sur les besoins réels en nutriments du mûrier. Compte tenu de cela, nous avons réalisé une étude sur le terrain sur la gestion des nutriments chez le mûrier.

MATERIELS ET METHODES

Nous avons réalisé une étude sur le terrain dans une nouvelle muraie sur le campus du *Karnataka State Sericulture Research & Development Institute* de Bangalore de 1997 à 2000 dans des conditions d'irrigation. Le sol est du terreau sableux avec un pH de 7,8, une CO de 0,56 % ; 22,75 de P et 340 kg / ha de K disponibles. On procède aux pratiques culturales en suivant l'ensemble des recommandations (Jolly, 1987) pour le mûrier dans des conditions d'irrigation avec l'ajout de 300 : 120 : 120 kg et 400 : 120 : 120 kg de NPK / ha / an, avec des modifications pour le phosphore et le potassium qui sont appliqués en cinq doses égales séparées. On applique NPK sous la forme d'engrais complexe (15 : 15 : 15) et on applique la quantité différentielle d'azote sous forme d'urée. De plus, on applique la première dose de fumier de ferme (FYM) de 10 tonnes / ha pendant la première récolte et on applique la deuxième dose de 10 tonnes / ha pour la troisième récolte peu après la deuxième récolte. On applique le fumier de ferme entre les rangées de mûrier après avoir creusé de petites tranchées dans chaque microparcelle et on les recouvre de sol. On applique les engrais chimiques la troisième semaine à la suite d'une taille basale après l'irrigation de la muraie et on les applique entre les rangées et on les recouvre de sol immédiatement. On irrigue la muraie une fois par semaine pendant la période sans pluies. On procède à l'expérience selon une conception en parcelles divisées avec six traitements principaux et deux sous-traitements et trois répétitions. La taille de la micro-parcelle expérimentale est de 7,2 × 7,2 m avec une population de 144 plants / microparcelle avec l'espacement de 60 × 60 cm et de 64 plants / micro-parcelle avec l'espacement de 90 × 90 cm. Au total, il y a 36 micro-parcelles représentant trois variétés de mûrier (M5, S36 et Vishwa) avec deux espacements (60 × 60 cm et 90 × 90 cm) et deux doses d'engrais (300 : 120 : 120 et 400 : 120 : 120 kg de NPK / ha / an). Les combinaisons de traitements sont les suivantes :

Traitements principaux :

T1 = variété M5 avec un espacement des plants de 60 × 60 cm

T2 = variété M5 avec un espacement des plants de 90 × 90 cm

T3 = variété S36 avec un espacement des plants de 60 × 60 cm

T4 = variété S36 avec un espacement des plants de 90 × 90 cm

T5 = variété Vishwa avec un espacement des plants de 60 × 60 cm

T6 = variété Vishwa avec un espacement des plants de 90 × 90 cm

Sous-traitements :

F1 = 300 : 120 : 120 kg NPK / ha / an

F2 = 400 : 120 : 120 kg NPK / ha / an

On enregistre les observations au bout de 70–75 jours de croissance et on adopte la méthode de récolte des pousses pour les cinq récoltes qui couvrent un cycle annuel de récoltes. On procède à l'évaluation du rendement en pousses en récoltant tous les plants de la micro parcelle et en calculant le rendement en kg / ha. On recueille les échantillons de feuilles et de tiges de chaque micro parcelle et on enregistre la teneur en humidité. On sèche d'abord les échantillons à l'air et puis au four à 70° C et on les réduit en poudre. On estime la teneur en azote, en phosphore et en potassium dans les feuilles et les tiges en suivant la méthode proposée par Jackson (1973). D'après la teneur de la feuille et de

la tige en azote, en phosphore et en potassium, on calcule les quantités de NPK retirées avec les différents traitements sur la base de la matière sèche.

RESULTATS

Rendements en poussettes, en feuilles et en tiges :

Les rendements en poussettes, en feuilles et en tiges diffèrent de manière significative sous l'effet du traitement principal (Tableau I). On enregistre le rendement maximum avec l'espacement le plus étroit. Parmi les variétés cultivées, on enregistre le rendement maximum chez la variété S36 suivie par la variété Vishwa. Le rendement en poussettes est compris entre 64,936 (T2) et 96,938 kg / ha / an (T3). Le rendement en feuilles est compris entre 37,053 (T2) et 56,397 (T3) kg / ha / an et le rendement en tiges est compris entre 27,411 (T2) et 40,539 kg / ha / an (T3). Le rendement en poussettes, en feuilles et en tiges diffère de manière significative sous l'effet du sous-traitement. On enregistre le rendement maximum avec F1 par comparaison au traitement F2. On observe aussi des différences significatives sous l'effet de l'interaction entre les traitements. On enregistre le rendement maximum en poussettes et en feuilles (respectivement 1,01,229 et 58,200 kg / ha / an) avec la combinaison de traitement utilisant la variété S36 et l'espacement des plants de 60 x 60 cm et 400 : 120 : 120 kg NPK / ha / an suivis par la variété Vishwa (respectivement 1,00,447 et 57,151 kg / ha / an) avec les mêmes espacement et dose d'engrais.

Teneur en NPK dans la feuille et dans la tige :

La teneur en azote, en phosphore et en potassium de la feuille de mûrier et de la tige ne diffère pas de manière importante sous l'effet du traitement principal sous l'effet du sous-traitement et sous l'effet de l'interaction (Tableau II). La teneur en phosphore de la feuille diffère de manière significative sous l'effet du traitement principal. La teneur en phosphore de la feuille de mûrier est comprise entre 0,31 et 0,34 %, la teneur en potassium diffère aussi de manière significative sous l'effet du traitement principal et est comprise entre 1,79 à 2,27 %. La teneur en azote de la feuille et de la tige est comprise respectivement entre 3,22 et 3,55 % et 1,23 et 1,32 %.

Absorption des nutriments par la feuille et par la tige :

L'absorption d'azote, de phosphore et de potassium par la feuille, la tige et la pousse (feuille + tige) diffère de manière significative sous l'effet du traitement principal et sous l'effet du sous-traitement (Tableau III). L'absorption d'azote par la feuille est maximum avec T3 (447) et par la tige avec T5 (111) et minimum respectivement avec T4 (351) et T4 (85). L'absorption de phosphore par la feuille et par la tige est maximum respectivement avec T3 (43) et avec T3 (17) et minimum avec T2 (31) et T2 et T4 (13) respectivement. L'absorption de potassium par la feuille et la tige est maximum chez T3 (278) et chez T3 (187) respectivement et minimum chez T2 (193) et chez T2 (121). L'absorption d'azote, de phosphore et de potassium par la feuille et la tige est élevée dans les traitements à apport élevé (F1) par comparaison aux traitements à apport faible (F2). Cependant, chez le mûrier, l'absorption totale d'azote est comprise entre 407 et 606, de phosphore entre 43 et 60 et de potassium entre 300 à 474 kg / ha / an.

DISCUSSION

On enregistre les rendements maximums en poussettes et en feuilles chez T3 avec la variété S36. La variété DD (Vishwa) a aussi de meilleurs résultats et est à égalité avec la variété de mûrier S36. Il s'avère que l'apport élevé d'engrais augmente le rendement en feuilles et en poussettes. Rajanna et Dandin (1994) ont observé un rendement significativement plus élevé avec un apport en N d'un niveau de 450 kg par comparaison à un niveau d'apport en N de 300 kg. Ghosh et coll., (1997) ont rapporté que S36 est supérieure en termes de rendement foliaire plus élevé. Ravikumar et coll., (1991) ont

rapporté que la variété DD (Vishwa) donne de meilleurs résultats par rapport aux autres variétés de mûrier indigènes. Quand on compare les espacements, on observe plus de rendement avec l'espacement plus faible (60 cm × 60 cm). On n'observe pas beaucoup de différence sous l'effet de la variété, de l'espacement et de l'engrais sur la teneur en azote, en phosphore et en potassium de la feuille et de la tige.

Les observations sur la teneur en azote, en phosphore, et en potassium de la feuille de mûrier et de la tige sont en accord avec les observations de Bongale et Krishna (2000), Puttaswamy (1993), Joseph (1991), Sannappa (2001). Bongale et coll., (2000) ont enregistré une différence non significative pour la teneur en azote de la feuille entre les variétés S36, DD (Vishwa) et M5.

L'absorption de nutriments se réfère à la quantité totale de nutriments prise ou absorbée par une culture pendant la période où elle est sur le terrain. Le degré de retrait de nutriments du sol dépend des parties des plantes qui sont récoltées et de leur composition (Tandon, 1994). Dans cette étude, le retrait total d'azote par la pousse de mûrier est compris entre 413 et 606 kg / ha / an et par la feuille seule est compris entre 327 et 485 kg / ha / an. On observe les valeurs maximums pour le retrait d'azote chez deux variétés à rendement élevé à savoir S36 et DD (Vishwa) avec l'espacement le plus étroit. Bongale et coll., (2000) ont observé une absorption considérablement plus élevée d'azote par la feuille de mûrier dans les parcelles avec l'espacement le plus étroit et avec une application importante d'azote. Shankar (1997) a estimé que le retrait d'azote par la feuille est de 360 à 375 kg chez le mûrier, ce qui donne un rendement de 35 tonnes de feuilles / ha / an. L'absorption de phosphore par la feuille de mûrier et la pousse est comprise respectivement entre 30 et 44 et 42 à 60 kg / ha / an. C'est une observation importante puisque la récolte de pousses avec des feuilles pourrait entraîner un épuisement rapide du potassium dans le sol. Ces observations sont en accord avec les observations de Shankar et Kar et coll., (1997) et Shankar (1997). Selon Mengel et Kirkby (1997) si la quantité de phosphore disponible dans le sol est dans la fourchette normale, le taux d'application de phosphate nécessaire devrait correspondre à la quantité de " P " retirée par la culture. L'absorption de potassium par la feuille et la pousse de mûrier est comprise respectivement entre 183 et 279 et entre 300 et 474 kg / ha / an. Ceci est une observation importante puisque la récolte des pousses avec les feuilles pourrait entraîner un épuisement rapide du potassium dans le sol. Ces observations sont conformes au rapport de Shankar (1997) et Kar et coll., (1997).

Bien que plusieurs rapports sur la performance de rendement des variétés de mûrier améliorées soient disponibles dans des études approfondies, ils ne semblent pas avoir été réalisés sur la gestion des nutriments et sur l'optimisation des apports en fonction de la performance de rendement. Sur la base de l'étude actuelle, on en conclut que parmi les différentes combinaisons de traitements, on enregistre les valeurs les plus élevées de rendement foliaire et de rendement en pousses chez la variété S36 avec l'espacement des plants de 60 × 60 cm et la dose d'engrais de 400 : 120 : 120 kg NPK / ha / an. Des différences significatives de rendement foliaire, de rendement en tiges, d'absorption d'azote, d'absorption de phosphore et d'absorption de potassium entre les variétés et les espacements laissent entendre qu'il existe une spécification liée à chaque variété et qu'il faut prendre en compte la production de biomasse pour l'application d'engrais avec la méthode de recueil des pousses de manière à optimiser le rendement et la qualité de la feuille de mûrier.

INTRODUCTION OF SIZE CONTROL MECHANISM TO MULTI-END REELING MACHINE AND ITS EVALUATION

S. NIVEDITA^{1*}, CHIYUKI TAKABAYASHI², KENICHI NAKAJIMA² &
T. H. SOMASHEKAR¹

1. Central Silk Technological Research Institute, Central silk Board, BTM Layout, Madiwala, Bangalore- 560 068, India.
2. National Institute of Agrobiological Sciences, Okaya, Japan.

The size uniformity of raw silk reeled on the multi-end depends to a large extent on the skill of the reeler and also on the filament size variation within and between the cocoons. This limits the size uniformity characteristics and therefore quality of raw silk reeled on the multi-end reeling machine. The quality can be improved by eliminating these two limiting factors. This can be done by the introduction of a simple size control mechanism to the multi-end. A mechanical size detector and indicator with manual casting has been considered and its effectiveness evaluated. The study has brought out clearly that the size variance of silk reeled with this size control mechanism is significantly improved. Also, the observed average size is very close to the target size.

Keywords: Size control mechanism, Size detector, Size indicator, multi-end reeling machine.

INTRODUCTION

Introduction of multi-end reeling machines in the Indian silk industry matching the popularization of better and high yielding bi-voltine hybrids is a step towards high quality raw silk production. These machines have many advantages, primarily increased productivity and improved quality of raw silk. However, the disadvantage is that the quality of raw silk depends to a large extent on the quality of cocoons and the skill of the reeler. As cocoon quality and skill levels vary, good quality silk is not always ensured.

In multi-end reeling, the technique of 'fixed and mixed number of cocoons' is followed. While reeling by this method, the size variation depends on the variations of the single cocoon filament size within and between the cocoons (Shimazaki, 1961a). The reeler needs to know the cocoon filament size profile for each variety of cocoons that he reels. He should then maintain the right number of cocoons in the correct mix ratio, at each reeling end throughout the reeling period. These requirements impose certain limitations on size uniformity of raw silk. Introduction of a size control mechanism which is based on the 'fixed size' principle will eliminate these limitations and ensure better size uniformity. This is because the size variation in raw silk in this case is given only by the mean size of cocoon filaments (Shimazaki 1961b).

In this study, a simple size control mechanism was developed and fitted on to the multi-end reeling machine. Its effectiveness was evaluated in terms of improvement in size uniformity. The study brought out very clearly that there is significant improvement in the size uniformity of raw silk after the introduction of the size control mechanism. In addition, the average size is also very close to the targeted size of raw silk.

* Author to whom communications may be addressed.

MATERIAL AND METHODS

Raw Materials:

About 1 kg. of hot air dried cocoons of N137XC146 race with average cocoon filament size of 2.8 den was selected for the experiment. This cocoon lot had a reelability of 94% and a single cocoon filament length of about 1200 m.

Modification of the Multi-end Reeling Machine:

A simple mechanical size control mechanism (Fig.1) consisting of a size detector (sensor) and a size indicator was developed. The size detector is the same as that of the automatic reeling machine and has a pair of elliptical plates separated by a thin polyester film. The thickness of the film depends on the size of raw silk to be reeled. The detector senses the size of the silk thread once every 3.6 seconds. When the size is normal, the detector is lifted due to frictional force between the raw silk thread and the elliptical plates and escapes the catch (C). But when the size of raw silk drops, it engages with the catch which being connected to the search arm (A) causes the search cam (S) to lift the lever (L) forward. The forward movement of this lever pushes the indicator button (B) upwards. At this indication, the reeler casts a new cocoon.

Experimental procedure:

The cocoons were divided into two portions and cooked on automatic conveyer cooking machine. One portion was reeled on the Multi-end reeling machine in the normal way, that is, by the fixed and mixed number method and the other portion was reeled on the same machine after attaching the size control mechanism (Fig. 2). 10 ends were reeled together to simulate the field practice.

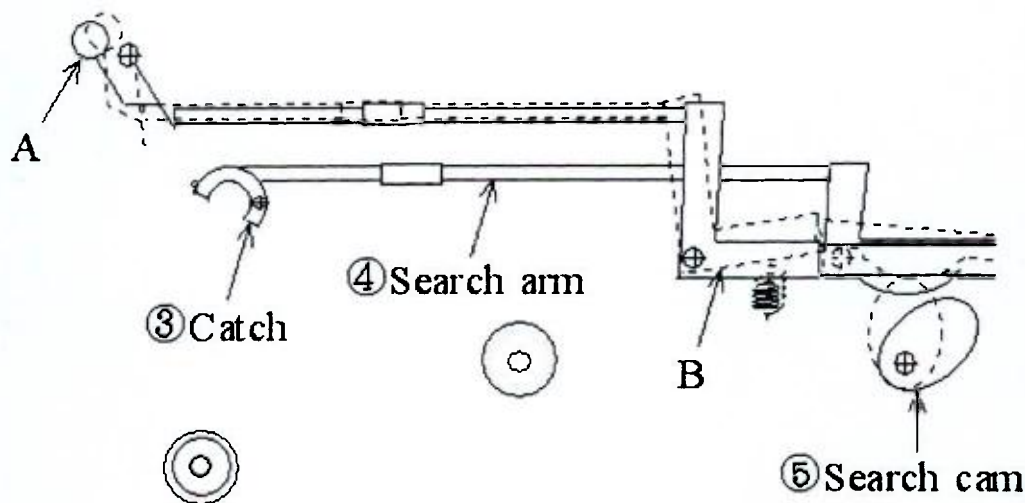


Fig. 1. Size Control Mecanism for Multi-End Reeling Machines.

Solid line indicates the position when size is normal. Dotted line indicates the position when size drops below limit size.

Fig. 1. Mécanisme de contrôle du titre pour les machines de dévidage Multi-bouts.

La ligne solide indique la position quand le titre est normal. La ligne en pointillé indique la position quand le titre descend en dessous de la limite. (3) Taquet. (4) Bras chercheur. (5) Doigt d'entraînement.

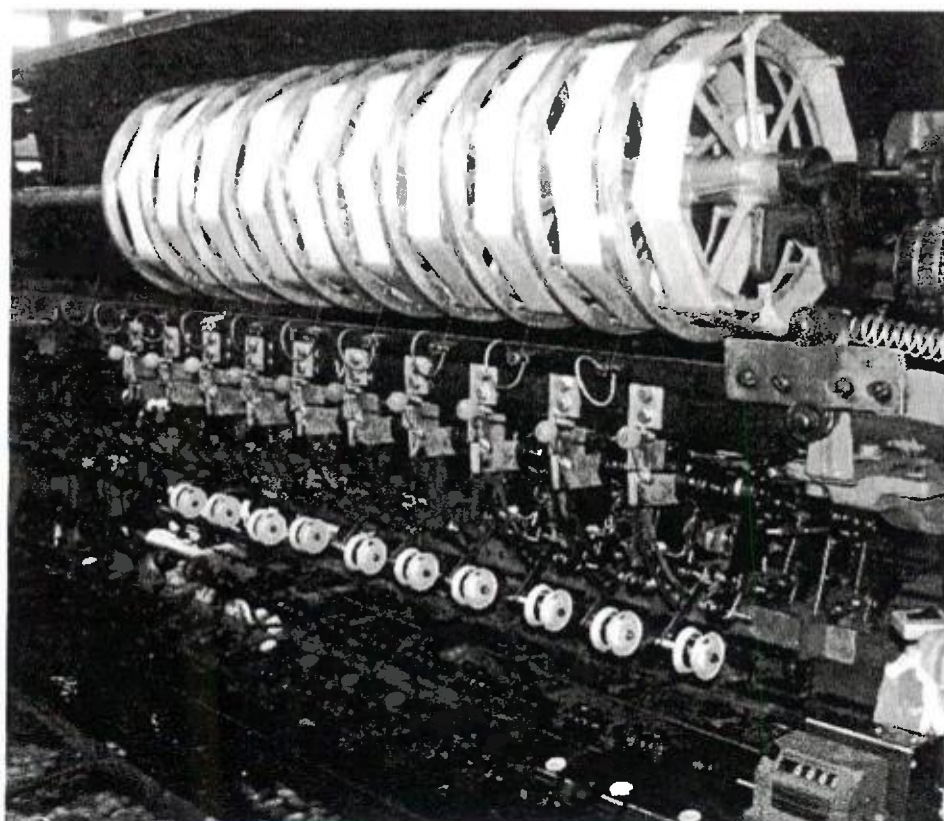


Fig. 2. Size Control Mechanism on Multi-End Reeling Machines.

Fig. 2. Mécanisme de contrôle du titre sur les machines de dévidage Multi-bouts.

In each case, about 50,000 m were reeled (10 bobbins $\times$ 5000 m per bobbin). The targeted size was 27 denier. The raw silk thus reeled was wound onto bobbins and taken for the size test. 40 skeins of 100 m each were prepared serially from each of the 10 bobbins. Thus, a total of 400 sizing skeins were made in each case. These were conditioned in the standard atmosphere and weighed sequentially.

RESULTS AND DISCUSSIONS

(i) Variations within a single end :

There is improvement in the size deviation (S.D) within all the ten ends reeled with the size control mechanism (Table I). The time series (Figures 3 and 4) clearly bring out the extent of size variation along the length of raw silks reeled by the two methods. From the time series graphs it is clear that the number of castings per unit length of raw silk (represented by 'V' portions) is more for the silk reeled with the size control mechanism than that for silk reeled by the normal method. This is because with the size control mechanism, a new cocoon is casted whenever the size falls below the limit size, irrespective of the number of reeling cocoons, whereas in the normal method a new cocoon is casted only when a reeling cocoon drops or reels out completely, allowing for more variations.

Table I. End wise size parameters in denier**Tableau I. Titres en deniers en fonction des bouts.**

End No.	Without Size Control Mechanism			With Size Control Mechanism		
	Average Size	Size Deviation	Range	Average Size	Size Deviation	Range
	<i>Sans le mécanisme de contrôle du titre</i>			<i>Avec le mécanisme de contrôle du titre</i>		
<i>No. du bout</i>	<i>Titre moyen</i>	<i>Régularité du titre</i>	<i>Fourchette</i>	<i>Titre moyen</i>	<i>Régularité du titre</i>	<i>Fourchette</i>
1	27.84	2.13	8.5	26.31	0.81	2
2	28.1	1.64	6.5	26.86	0.57	2.4
3	28.8	2.83	11.1	26.17	0.5	1.9
4	28.4	2.01	9.8	27.09	0.89	4.9
5	26.83	2.82	9.1	25.54	0.61	3.3
6	27.91	3.17	13.7	26.44	0.58	3
7	27.42	2.25	8.2	28.39	0.63	3.3
8	27.84	1.82	7.8	26.14	0.75	4
9	27.6	2.14	10.2	26.75	0.65	3
10	27.53	3.1	12.2	27.21	0.69	2.6
Overall / Ensemble	27.83	2.48	14.5	26.69	1.00	5.7
CV _(avg.size)	1.95%			2.92%		
CV _(titre moyen)						

(ii) Variations between ends:

In the case of silk reeled in the normal way, the variation in average size between the reeling ends is less (Figure 5) compared to that of silk reeled with the size control mechanism (Figure 6). The coefficient of variation of average size between ends is 1.95% and 2.92% in the above two cases respectively (Table I). In this experiment, note that the end 7 reeled with size control mechanism has an average size of 28.39 den which is slightly more than the average size of the other ends.

(iii) Overall variations :

There is significant improvement from 2.48 den to 1.00 den in the overall S.D of raw silk reeled on the multi-end with size control mechanism over that of silk reeled by the normal method (Table II). The grade of raw silk corresponding to these values are B and 4A respectively (BIS, 2002). Though there is some variations between the ends, the variations of size within each ends is so less that the overall S.D is not affected.

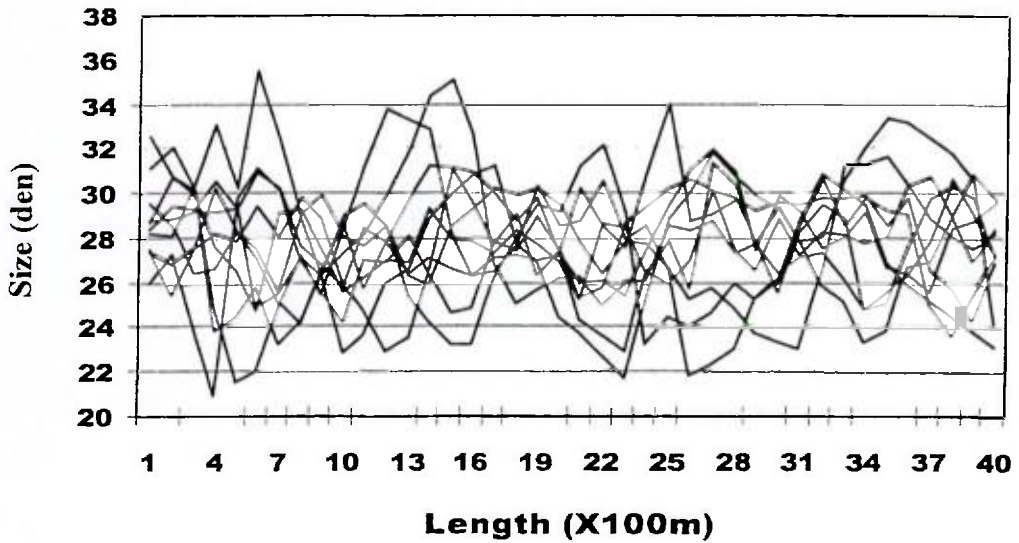


Fig. 3. Time series of raw silk (10 ends) reeled without size control mechanism.

Fig. 3. Série cinétique de soie grège (10 bouts) sans mécanisme de contrôle du titre.

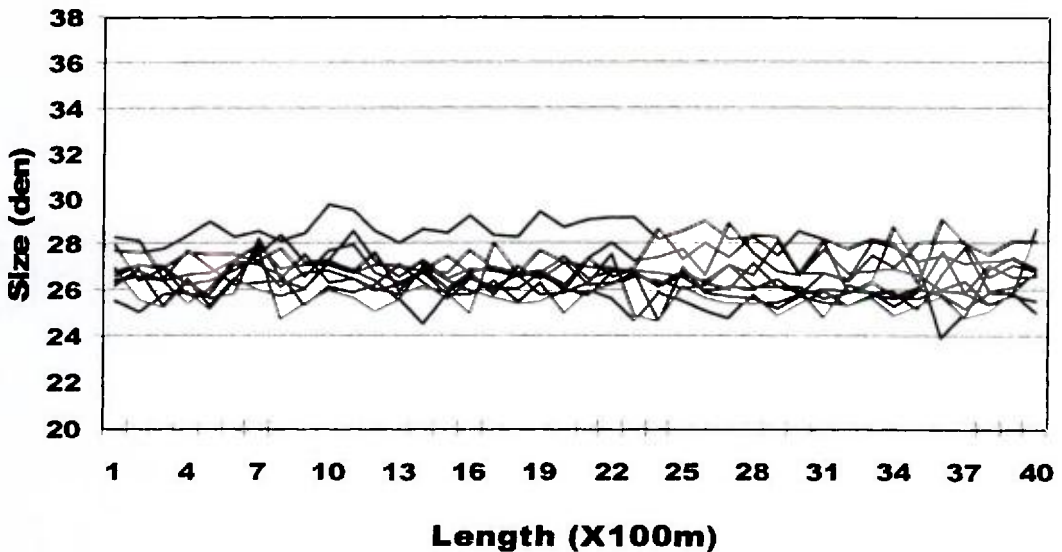


Fig. 4. Time series of raw silk (10 ends) reeled with size control mechanism.

Fig. 4. Série cinétique de soie grège (10 bouts) dévidée avec le mécanisme de contrôle du titre.

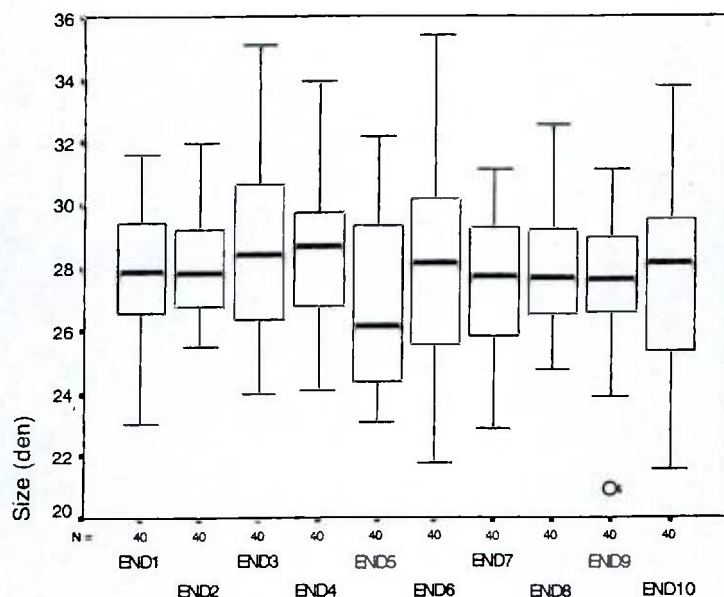


Fig. 5. End wise denier variation without size control mechanism.

Fig. 5. Variation du titre en fonction du bout sans mécanisme de contrôle du titre

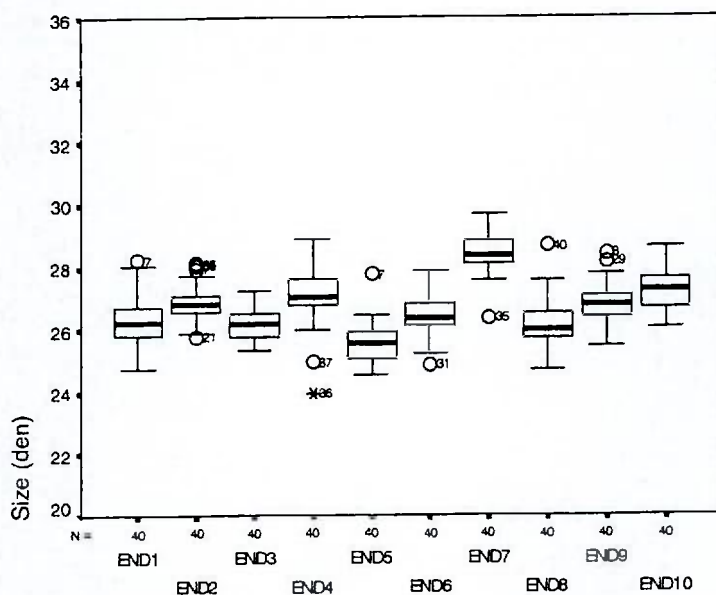


Fig. 6. End wise denier variation with size control mechanism.

Fig. 6. Variation du titre en fonction du bout avec le mécanisme de contrôle du titre.

Table II. Results of Analysis of Variance.**Tableau II. Résultats de l'analyse de variance.**

		Sum of Squares	df	Mean Square		
		<i>Somme des carrés</i>		<i>Carré moyen</i>	F	Sig.
Av. Size <i>Titre moyen</i>	Between Groups	6.012	1	6.012	12.695	.002
	<i>Entre les groupes</i>					
	Within Groups	8.050	17	.474		
	<i>A l'intérieur des groupes</i>					
Total		14.062	18			
S.D (overall) <i>Ecart type (ensemble)</i>	Between Groups	14.237	1	14.237	85.795	.000
	<i>Entre les groupes</i>					
	Within Groups	2.821	17	.166		
	<i>A l'intérieur des groupes</i>					
Total		17.058	18			

df: Degree of Freedom / *Degrés de liberté*. SD: Standard deviation / *Ecart type*.

(iv) Average size :

There is significant difference between the average size of raw silk reeled on the multi-end with and without size indicators (Table II). In the fixed number method 10 cocoons of average filament size equal to 2.8 denier were reeled and so the average size approaches 28 den. In the case of fixed size, the detector plates were adjusted for the target size of 27 den. Hence the average size approaches 27 den.

REFERENCES

- SHIMAZAKI A. (1961a) Studies on the Statistical Control of the Raw Silk Production Process I on the Process Control in the Reeling with Fixed number of cocoons. Bull. Sericult. Exp. Stat. (485-521)
- SHIMAZAKI A. (1961b) Studies on the Statistical Control of the Raw Silk Production Process II on the Foundation of Control Techniques of the Size Control System in the Automatic Reeling process. Bull. Sericult. Exp. Stat. (599-603)
- Bureau of Indian Standards - IS 15090 (Parts 1 to 11) : 2002 – raw Silk – Grading and methods of Tests (Parts 1 to 11).

INTRODUCTION ET EVALUATION D'UN MECANISME DE CONTROLE DU TITRE SUR UNE BASSINE DE DEVIDAGE MULTI-BOUTS

S. NIVEDITA ^{1*}, CHIYUKI TAKABAYASHI², KENICHI NAKAJIMA² &
T. H. SOMASHEKAR

1. Central Silk Technological Research Institute, Central Silk Board, BTM Layout, Madiwala,
Bangalore – 560 068, Inde.

2. National Institute of Agrobiological Sciences, Okaya, Japon.

La régularité du titre de la soie grège dévidée sur multi-bouts dépend de l'habileté du dévideur et aussi de la régularité du titre du filament dans les cocons et entre les cocons. Cela limite la régularité du titre et donc la qualité de la soie grège sur une bassine de dévidage multi bouts. On peut améliorer la qualité en éliminant ces deux facteurs limitants. On peut le faire par l'introduction d'un simple mécanisme de contrôle du titre. Nous avons étudié un détecteur et un indicateur mécaniques du titre et évalué leur efficacité. L'étude a clairement fait ressortir que ce mécanisme de contrôle du titre améliore la variance du titre de la soie dévidée de manière significative. On observe aussi que le titre moyen est très proche du titre visé.

INTRODUCTION

L'introduction de bassines de dévidage multi-bouts dans l'industrie de la soie indienne qui va de pair avec la popularisation de meilleurs hybrides bivoltins à rendement élevé est un pas vers la production de soie grège de qualité. Ces bassines présentent de nombreux avantages, en premier lieu l'augmentation de la productivité et l'amélioration de la qualité de la soie grège. Cependant, l'inconvénient est que la qualité de la soie grège dépend dans une large mesure de la qualité des cocons et de l'habileté du dévideur. Comme la qualité du cocon et les niveaux d'habileté varient, on n'est pas toujours assuré d'une soie de bonne qualité.

Dans le dévidage sur multi bouts, on suit la technique " d'un nombre défini de cocons mélangés". Quand on dévide avec cette méthode, la variation du titre dépend des variations du titre de filament à l'intérieur des cocons et entre les cocons (Shimazaki, 1961a). Le dévideur a besoin de connaître le profil du titre du filament de cocon pour chaque variété de cocons qu'il dévide. Il doit ensuite maintenir le nombre approprié de cocons dans un ratio de mélange correct, à chaque bout au cours de la durée du dévidage. Ces conditions imposent certaines limitations à l'uniformité du titre de la soie grège. L'introduction du mécanisme de contrôle du titre qui est basé sur le principe " d'un titre défini " permet l'élimination de ces limitations et l'assurance d'une meilleure uniformité du titre. Dans ce cas, la variation du titre de la soie grège ne vient que du titre moyen des filaments de cocon (Shimazaki, 1961b).

Dans cette étude, on a mis au point un mécanisme simple de contrôle du titre et on l'a adapté sur une bassine de dévidage multi-bouts. On a évalué son efficacité en termes d'amélioration de l'uniformité du titre. L'étude a clairement fait ressortir qu'il y a une amélioration significative de

* Auteur à qui adresser la correspondance.

l'uniformité du titre de la soie grège après l'introduction du mécanisme de contrôle du titre. De plus, le titre moyen est aussi très proche du titre ciblé de la soie grège.

MATERIELS ET METHODES

Matières premières :

On sélectionne pour l'expérience environ 1 kg de cocons séchés à l'air chaud de la race N137XC146 avec un titre moyen du filament de cocon de 2,8 deniers. Ce lot de cocons a une dévidabilité de 94 % et une longueur de filament d'environ 1200 m.

Modification de la bassine de dévidage multi-bouts :

On a mis au point un simple mécanisme de contrôle du titre (Fig. 1) constitué par un détecteur de titre (testeur) et par un indicateur de titre. Le détecteur de titre est le même que celui d'une bassine de dévidage automatique et est constitué par une paire de plaques elliptiques séparées par une mince couche de polyester. L'épaisseur de la couche dépend du titre de la soie grège à dévider. Le détecteur teste le titre du fil de soie toutes les 3,6 secondes. Quand le titre est normal, cela lève le détecteur en raison de la force frictionnelle entre le fil de soie grège et les plaques elliptiques et évite le taquet (C). Mais quand le titre de la soie grège baisse, il s'engage dans le taquet, qui est relié au bras chercheur (A) ce qui amène le doigt d'entraînement (S) à lever le levier vers l'avant. Le mouvement vers l'avant de ce levier pousse le bouton indicateur (B) vers le haut. A cette indication, le dévideur engage un nouveau cocon.

Procédure expérimentale :

On divise les cocons en deux parties et on les cuit dans une bassine de cuisson à convoyeur automatique. On dévide une partie dans la bassine de dévidage multi-bouts d'une façon normale, c'est à dire par la méthode du nombre défini et mélangé et on dévide l'autre partie dans la même bassine après y avoir fixé le mécanisme de contrôle du titre (Fig. 2). On dévide 10 bouts ensemble pour simuler la pratique sur le terrain.

Dans chaque cas, on dévide environ 50 000 m (10 bobines × 5000 m par bobine). Le titre visé est de 27 deniers. La soie grège dévidée de cette manière est enroulée sur les bobines et soumise au test de titre. On prépare une série de 40 flottes de 100 m sur chacune des 10 bobines. On procède donc en tout au titrage de 400 flottes. On les traite en atmosphère habituelle et on les pèse de manière séquentielle.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

(i) Variations sur un bout unique :

On constate une amélioration de la régularité du titre concernant les dix bouts dévidés avec le mécanisme de contrôle du titre (Tableau I). Les séries cinétiques (Figures 3 et 4) font clairement ressortir le degré de variation du titre le long des fils de soie grège dévidée avec les deux méthodes. D'après les graphiques des séries cinétiques, il est clair qu'il y a plus de prises par longueur unitaire de soie grège (représentée par les parties " V ") pour la soie dévidée avec le mécanisme de contrôle du titre que pour la soie dévidée selon la méthode normale. Cela se produit parce qu'avec le mécanisme de contrôle du titre, un nouveau cocon s'enclenche quand le titre descend en dessous de la limite du titre, quel que soit le nombre de cocons de dévidage, tandis qu'avec la méthode normale, un nouveau cocon ne s'enclenche que lorsqu'un cocon tombe ou est complètement dévidé, ce qui autorise plus de variations.

(ii) Variations entre les bouts :

Dans le cas de la soie dévidée d'une façon normale, la variation du titre moyen entre les bouts est moins importante (Figure 5) par comparaison à celle que l'on obtient pour la soie dévidée avec le mécanisme de contrôle du titre (Figure 6). Le coefficient de variation du titre moyen entre les bouts est de respectivement 1,95 % et de 2,92 % dans les deux cas ci-dessus (Tableau I). Dans cette expérience, il faut noter que le bout 7 dévidé avec le mécanisme de contrôle du titre a un titre moyen de 28,39 den, ce qui est légèrement plus que le titre moyen des autres extrémités.

(iii) Variations générales :

On constate une amélioration significative de 2,48 deniers à 1 denier de la régularité générale du titre de la soie grège dévidée sur multi-bouts avec le mécanisme de contrôle du titre par rapport à celle de la soie dévidée avec la méthode normale (Tableau II). Les grades de soie grège correspondant à ces valeurs sont B et 4A respectivement (BIS, 2002). Bien qu'il y ait certaines variations entre les bouts, les variations du titre à chaque bout sont tellement moins importantes que la régularité générale du titre n'est pas affectée.

iv) Titre moyen :

On constate une différence significative entre le titre moyen de la soie grège dévidée sur multi-bouts avec et sans indicateur de titre (Tableau II). Avec la méthode du nombre fixe, on dévide 10 cocons avec un titre moyen de filament égal à 2,8 deniers et le titre moyen approche 28 deniers. Dans le cas du titre déterminé, on ajuste les plaques du détecteur à un titre cible de 27 deniers. Le titre moyen s'approche donc de 27 deniers.

BIOCHEMICAL CONSTITUENTS OF SILKWORM, *BOMBYX MORI* L. AS INFLUENCED BY MULBERRY GROWN THROUGH ORGANIC BASED NUTRIENT MANAGEMENT

S. S. HIREMATH, L. N. SRIKAR, T. K. NARAYANASWAMY*, U. S. PODDAR & M. A. SHANKAR**

Department of Biotechnology, * Department of Sericulture, ** Dry Land Agriculture, GKVK, University of Agriculture Sciences, Bangalore- 560 065, India.

*The change in the composition of haemolymph reflects the morphological and biochemical changes in body of the insect. In the present study, the larvae fed on leaves obtained from the application of bio-fertilizer 10 kg each of *Azospirillum brasilense* + *Aspergillus awamori* + 20% each recommended N through compost, green manure, castor cake, vermicompost, fertilizer and remaining P and K through fertilizers (T_{11}) showed significantly higher soluble protein and total sugar content in PM (25.18 mg/ml and 1.98 mg/ml, respectively) and CSR_2 (68.04 mg/ml and 2.51 mg/ml, respectively) larvae. Similarly, the soluble protein and total soluble sugars were registered significantly maximum in pupae of PM (15.29 mg/ml and 1.51 mg/ml, respectively) and CSR_2 (52.08 mg/ml and 1.90 mg/ml, respectively) silkworm races when fed on leaves raised from T_{11} . However, T_6 , T_9 , T_{10} and T_{12} did not differ much from T_{11} with respect to these biochemical constituents in both PM and CSR_2 breeds. Thus, reflecting the importance of quality of leaf on growth and development of silkworm.*

Keywords: Biochemical, Mulberry, Organic, Nutrient, Silkworm.

INTRODUCTION

The nutrition requirements of the silkworm (*Bombyx mori* L.) vary according to their stages of growth. Thus, it depends on the nutritional status of the mulberry leaves. Young larvae of the first two instars require succulent leaves, which are rich in moisture and carbohydrates for their rapid growth. Third to fifth instar larvae require coarse leaves containing more proteins, which are required for development of silk gland (Bose, 1991).

Haemolymph is the only extracellular fluid in insects having diverse functions such as immunity, transport and as the reservoir for the products which are required for nearly every physiological activity of insects (Sowri and Sarangi, 2002). The change in the composition of haemolymph reflects the morphogenic and biochemical changes in the body of the insect.

Proteins have always been an interesting biochemical tool for insect biochemists, because of their pertinent role in the development, morphogenesis and almost in all the intermediary metabolic pathways of insect. The first attempt on insect haemolymph proteins were made by Lauffer (1943) on silkworm, *Bombyx mori* L. Afterwards, a series of detailed physico-chemical studies on *B. mori* haemolymph proteins appeared (Wyatt and Pan, 1978; Ogawa and Tojo, 1981; Nagata and Kobayashi, 1990; Kalle, 1998). In addition to proteins, carbohydrates also play a vital role in the development, morphogenesis and in almost all the intermediary metabolic pathways of insects (Wyatt and Pan, 1978). Carbohydrates represent a major part of the total caloric intake of the organism and serve as a temporary store of glucose.

MATERIALS AND METHODS

The study was conducted on biochemical profile in larvae and pupae of silkworm *B. mori* L., when fed on mulberry raised from organic based nutrient management at Main Research Station, Hebbal, Bangalore-560 024. The mulberry cultivation practices were followed as suggested by Dandin *et al.*, (2003). The treatment details are as follows;

- T₁: 100% recommended N through compost
- T₂: 50% recommended 'N' through compost + 50% recommended 'N' and remaining P, K through fertilizer
- T₃: 100% recommended N through green manure (*Glyricidia maculata*)
- T₄: 50% recommended N through green manure + 50% recommended N and remaining P and K through fertilizer
- T₅: 100% recommended N through castor cake
- T₆: 50% recommended N- castor cake + 50% recommended N and remaining P and K through fertilizer
- T₇: 35% recommended N through compost + 30% recommended N through castor cake + 35% recommended N through green manure
- T₈: 100% recommended N through vermicompost
- T₉: 50% recommended N through vermicompost + 50% recommended N and remaining P and K through fertilizer
- T₁₀: Bio-fertilizer 10 kg each of *Azospirillum brasilense* + *Aspergillus awamori* + 25% recommended N through compost, green manure, castor cake, vermicompost
- T₁₁: Bio-fertilizer 10 kg each of *Azospirillum brasilense* + *Aspergillus awamori* + 20% each recommended N through compost, green manure, castor cake, vermicompost. + 20% recommended N and remaining P and K through fertilizers
- T₁₂: Recommended 20 tonnes FYM + 300:120:120 NPK kg/ha/year through fertilizer (control);
- T₁₃: Only fertilizer 300:120:120 NPK kg/ha/year (control).

The chawki and late age worms were fed with S₃₆ and M₅ mulberry leaf, respectively. On the fifth day of fifth instar ten larvae were randomly selected according to treatment replication wise and haemolymph was collected into a pre-chilled test tube by cutting the first pair of abdominal legs of the worms. Immediately, test tubes containing haemolymph were centrifuged at 3500 rpm for 5 minutes to remove the haemocytes and other tissue fragments. The supernatant was mixed with some grains of thio-urea and stored at 0 - 4 °C, until it was used for the analysis of blood constituents. Five pupae of approximately equal weight were taken after cutting open the cocoon. 5 % (w/v) homogenate of the tissue was prepared with 5 % trichloroacetic acid (TCA) and allowed to stand over night. The precipitate was separated by centrifugation and washed twice with 5 per cent TCA. The pooled supernatant was used for estimation of sugars and the final precipitate was then dissolved in 0.5N NaOH by heating on boiling water bath for 5 minutes and used for estimation of proteins.

Blood sugars level was spectrophotometrically determined in ELICO UV SL-159 spectrophotometer by phenol sulphuric acid method (Dubios *et al.*, 1951) using glucose as standard at 490 nm. Estimation of soluble protein was done according to the method of Lowry *et al.* (1951) with bovine serum albumin as standard at 660 nm. The observations were statistically analysed using simple Randomised Complete Block Design (RCBD).

RESULTS AND DISCUSSION

In the present study, among the different treatments, silkworm fed on mulberry leaves raised from T₁₁ (Bio-fertilizer 10 kg each of *A. brasilense* + *A. awamori* + 20% each recommended N through compost, green manure, castor cake, vermicompost. + 20% recommended N and remaining P and K

through fertilizers) registered higher soluble protein in both larvae and pupae of PM (25.18 and 15.29 mg/ml, respectively) and CSR₂ (68.04 and 51.91 mg/ml, respectively) silkworm races. Though the soluble protein content in larvae fed on mulberry leaves obtained by the application of T₁₁ did not differ significantly from T₆, T₉, T₁₀ and T₁₂ in PM silkworm race whereas, in CSR₂ larvae only T₁₂ was found on par with T₁₁. Similarly, in case of pupae also T₁₂ did not differ much with T₁₁ with regard to soluble protein content. However, bivoltine (CSR₂) showed maximum soluble protein more than multivoltine race (PM) in both larvae and pupae (Tables I and II). Similarly Shigematsu (1960) reported that, protein metabolism is important in the silkworm because of its vital role in the determination of chemical characteristics of silk proteins like fibroin and sericin. The quantitative changes in haemolymph proteins were significant on day one to day five, in all the breeds of silkworm (Kawaguchi *et al.*, 1993). According to Rajanna *et al.* (1994), the protein concentration was 1.2 fold higher in bivoltine (NB₁₈) than in multivoltine (PM).

Table I. Soluble proteins and total sugars in Pure Mysore (PM) and CSR₂ breed of silkworm larval haemolymph as influenced by organic based nutrient management.

Tableau I. Protéines solubles et sucres totaux dans l'hémolymph larvaire chez les lignées Pure Mysore (PM) et CSR₂ du ver à soie sous l'influence d'une gestion à base de nutriments biologiques.

Treatments <i>Traitements</i>	Soluble protein <i>Protéines solubles</i> mg/ml		Total sugar <i>Sucres totaux</i> mg/ml	
	PM	CSR ₂	PM	CSR ₂
T ₁	23.70	65.15	1.75	2.16
T ₂	23.72	65.08	1.79	2.14
T ₃	23.70	65.14	1.81	2.18
T ₄	23.66	65.24	1.81	2.22
T ₅	23.52	65.24	1.84	2.17
T ₆	24.81	67.43	1.91	2.38
T ₇	23.77	64.95	1.80	2.12
T ₈	23.50	65.13	1.74	2.16
T ₉	24.93	67.24	1.94	2.37
T ₁₀	24.86	67.81	1.91	2.39
T ₁₁	25.18	68.04	1.98	2.51
T ₁₂	25.17	67.93	1.96	2.44
T ₁₃	23.51	65.05	1.71	2.11
F test	*	*	*	*
SEm ±	0.16	0.07	0.05	0.05
CD at 5 %	0.48	0.20	0.15	0.14

Table II. Soluble protein and total sugar content in Pure Mysore (PM) and CSR₂ breed of silkworm pupae as influenced by organic based nutrient management.

Tableau II. Contenu en protéines solubles et en sucres totaux chez les nymphes de vers à soie des lignées Pure Mysore (PM) et CSR₂ sous l'influence d'une gestion à base de nutriments biologiques.

Treatments	Soluble proteins		Total Sugars	
Traitements	Protéines solubles mg/ml		Sucres totaux mg/ml	
	PM	CSR ₂	PM	CSR ₂
T ₁	13.49	50.46	1.25	1.56
T ₂	13.52	50.27	1.29	1.53
T ₃	13.51	50.27	1.27	1.58
T ₄	13.53	50.29	1.27	1.62
T ₅	13.51	50.47	1.30	1.57
T ₆	14.79	51.43	1.47	1.78
T ₇	13.53	50.39	1.29	1.52
T ₈	13.55	50.37	1.31	1.53
T ₉	14.80	51.24	1.47	1.78
T ₁₀	14.85	51.79	1.39	1.77
T ₁₁	15.29	52.08	1.51	1.90
T ₁₂	15.21	51.91	1.50	1.84
T ₁₃	13.47	50.24	1.21	1.48
F test	*	*	*	*
SEm ±	0.07	0.077	0.04	0.05
CD at 5 %	0.21	0.237	0.13	0.15

The current findings were supported by the reports of Sowri and Sarangi (2002), who reported that concentration of protein were higher in bivoltine, followed by cross breed and minimum in multivoltine silkworm races. Mahadevkumar *et al.* (2002) reported that, the concentration of proteins were higher in bivoltine (NB4D2) followed by cross breed and multivoltine (PM).

The effect of more soluble protein in treatment T₁₁ may be attributed to the integration of biofertilizers, organics and inorganic nutrients which are beneficial for the good growth and quality of the leaf, which in turn lead to more beneficial effect on silkworms.

The highest total sugar content was recorded when silkworm fed with mulberry leaves obtained from T₁₁ plot in both PM (1.98 mg/ml) and CSR₂ (2.51 mg/ml) larvae. However, the total soluble sugar content in the larvae and pupae of both PM and CSR₂ silkworm races did not show much difference with T₁₁, when they were reared on mulberry leaves obtained from T₆, T₉, T₁₀ and T₁₂. Sinha and Sinha (1994) noticed, high concentration of carbohydrates in developing embryos and larval haemolymph at fifth instar, this is attributed due to enormous consumption of leaf at larval stage in *Antheraea proylei*. Sowri and Sarangi (2002) observed high concentration of reducing sugar in haemolymph of bivoltine followed by cross breed and multivoltine breed.

This may be due to the reason that, the nutritious leaves fed to fifth instar larvae being rich in carbohydrates, might have influenced the digestion and absorption in the midgut leading to an increased accumulation of carbohydrate.

Similarly, in pupae also higher total sugar was recorded when larvae fed on T₁₁ in both PM (1.51mg/ml) and CSR₂ (1.90mg/ml) silkworm races. Among the two silkworm races, bivoltine had higher total sugar compared to multivoltine.

The current results were in close conformity with the reports of Mahadevkumar *et al.*, (2000), who reported higher sugar content in the haemolymph of bivoltine (NB₄D₂) followed by cross breed and multivoltine (PM).

REFERENCES

- BOSE, P. C. (1991) Nutrition management for sericulture industry. In: Non-Traditional sectors for fertilizer use. Ed. Tradon, H. L. S., Fertilizer Development and Consultation organisation, New Delhi, India, pp. 94-105.
- DUBIOS, M., YILLES, K. A., HAMILTON, J. K., ROBERS, P. A. AND SMITH, F. (1951) Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, 28(3): 350-353.
- KALLE, A. P. (1998) Biochemical studies on midgut protease of the silkworm, *Bombyx mori* L. Ph. D. Thesis, Bangalore University, Bangalore. pp: 86.
- KAWAGUCHI, Y., BANNO, Y., KOGA, K., DOIRA, H. AND FUJII, H. (1993) Characteristic profiles of haemolymph protein during larval development of molting mutants of the silkworm, *Bombyx mori*. *Comp. Biochem. Physiol. B. Comp. Biochem.*, 105(2): 361-367.
- LAUFFER, M. A. (1943) Ultracentrifugation studies on the blood of normal and jaundice diseased silkworms. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 52: 330-332.
- LOWRY, O.H., ROSEBROUGH, N., FARR, A. and RANDALL, R. (1951) Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193:265-275.
- MAHADEVKUMAR, SOWRI, D. AND SARANGI, S. K., 2002, Changes in protein and reducing sugar content of the haemolymph during fifth instar development of *Bombyx mori* L. *Bull. Ind. Acad. Seric.*, 6(2):103-106.
- NAGATA, M AND KOBAYASHI, M. (1990) Quantitative changes in storage proteins during larval development of the silkworm, *Bombyx mori* L. *J. Seric. Sci. Jpn.*, 59(6): 461-468.
- OGAWA, K. AND TOJO, S. (1981) Quantitative changes of storage proteins and vitellogenin during the pupal-adult development in the silkworm, *Bombyx mori* (Lep: Bombycidae). *Appl. Entomol. Zool.*, 16: 288-296.
- RAJANNA, K. L., PUTTARAJU, M. P., MANJULA, A. C. AND YADAVA, P. R., 1994, Biochemical differences among selected lines of two different voltinic races of *Bombyx mori* L. *J. Entomol. Res.*, 18: 53-60.
- SHIGEMATSU, H., (1960) Protein metabolism in the fat body of the silkworm, *Bombyx mori* L. *Bull. Seric. Exp. Stn.*, 16(4):165-170.
- SINHA, U. S. P. AND SINHA, A. K. (1994) Changes in concentration of proteins and carbohydrates in developing embryos and larval haemolymph of temperate tasar silkworm, *Antheraea proylei* J. *Indian J. Seric.* 33(1): 84-85.
- SOWRI, D. M. AND SARANGI, S. K. (2002) Changes in protein and reducing sugar content of the haemolymph during V instar development of *Bombyx mori* L. *Bull. Ind. Acad. Seri.*, 6(2): 103-106.
- WYATT, G. R. AND PAN, M. L. (1978) Insect plasma proteins. *Ann. Rev. Biochem.*, 47: 774-817.

INFLUENCE DE LA CULTURE BIOLOGIQUE DU MURIER SUR LES CONSTITUANTS BIOCHIMIQUES DU VER A SOIE, *BOMBYX MORI* L.

S. S. HIREMATH, L. N. SRIKAR, T. K. NARAYANASWAMY*, U. S. PODDAR &
M. A. SHANKAR**

Department of Biotechnology, * Department of Sericulture, ** Dry Land Agriculture, GKVK,
University of Agriculture Sciences, Bangalore – 560 062, Inde.

*Le changement de la composition de l'hémolymphe reflète les changements morphologiques et biochimiques de l'insecte. Dans cette étude, les larves nourries sur des feuilles obtenues après l'application des engrais biologique *Azospirillum brasilense* + *Aspergillus awamori* (10 kg de chaque) + 20 % de compost, d'engrais verts, de tourteau de ricin, de vermiculites pour l'azote recommandé et le reste de P et de K par les engrais (T₁₁) présentent considérablement plus de protéines solubles et une teneur totale en sucre plus élevée (respectivement 25,18 mg / ml et 1,98 mg / ml chez la race PM) et respectivement 68,04 mg / ml et 2,51 mg / ml chez la race CSR₂. De même, on enregistre que les protéines solubles et les sucres solubles totaux sont maximums chez les nymphes de PM (respectivement 15,29 mg / ml et 1,51 mg / ml) et de CSR₂ (respectivement, 52,08 mg / ml et 1,90 mg / ml) quand on les nourrit avec des feuilles cultivées avec T₁₁. Cependant, T₆, T₉, T₁₀ et T₁₂ ne diffèrent pas beaucoup de T₁₁ en ce qui concerne ces constituants biochimiques à la fois chez les lignées PM et CSR₂. Cela reflète donc l'importance de la qualité de la feuille pour la croissance et le développement du ver à soie.*

INTRODUCTION

Les besoins nutritionnels du ver à soie (*Bombyx mori* L) varient en fonction de ses stades de croissance. Ils dépendent donc de la qualité nutritionnelle des feuilles de mûrier. Les jeunes larves des deux premiers âges ont besoin de feuilles succulentes, qui sont riches en eau et en hydrates de carbone pour la rapidité de leur croissance. Les larves du 3^{ème} au 5^{ème} âge ont elles besoin de grosses feuilles contenant plus de protéines qui sont nécessaires au développement de la glande séricigène (Bose, 1991).

L'hémolymphe est le seul fluide extracellulaire chez les insectes qui a des fonctions diverses telles que l'immunité, le transport, elle sert aussi de réservoir à des substances qui sont nécessaires à presque n'importe quelle activité physiologique (Sowri et Sarangi, 2002). Le changement de la composition de l'hémolymphe reflète les changements morphogéniques et biochimiques dans le corps de l'insecte.

Les protéines ont toujours été un repère biochimique intéressant en raison de leur rôle pertinent dans le développement, la morphogenèse et presque toutes les voies métaboliques intermédiaires de l'insecte. Les premiers essais sur les protéines de l'hémolymphe chez les insectes ont été réalisés par Lauffer (1943) chez le ver à soie *Bombyx mori* L. Par la suite, une série d'études physico-chimiques détaillées sur les protéines de l'hémolymphe de *B. mori* sont apparues (Wyatt et Pan, 1978 ; Ogawa et Tojo, 1981 ; Nagata et Kobayashi, 1990 ; Kalle, 1998). Les hydrates de carbone, comme les protéines, jouent aussi un rôle vital dans le développement, la morphogenèse et dans presque toutes les voies métaboliques intermédiaires des insectes (Wyatt et Pan, 1978). Les hydrates de carbone

représentent une grande partie de l'absorption calorique totale de l'organisme et servent de réserve temporaire du glucose.

MATERIELS ET METHODES

On a réalisé l'étude sur le profil biochimique des larves et des nymphes du ver à soie *B. mori* L., nourries à partir de mûriers cultivés à la Station Principale de Recherche, d'Hebbal, à Bangalore 560 024. On suit les pratiques de culture du mûrier suggérées par Dandin et coll., (2003). Les caractéristiques du traitement sont les suivantes :

- T₁ : 100 % de N recommandé par le compost
- T₂ : 50 % de N recommandé par le compost + 50 % de N recommandé et du reste de P et K par les engrais
- T₃ : 100 % de N recommandé par les engrais vert (*Glyricidia maculata*)
- T₄ : 50 % de N recommandé par les engrais vert + 50 % de N recommandé et du P et K restants par les engrais
- T₅ : 100 % de N recommandé par les tourteaux de ricin
- T₆ : 50 % de N recommandé par le tourteau de ricin + 50 % de N recommandé et du P et K restants par les engrais
- T₇ : 35 % de N recommandé par le compost + 30 % de N recommandé par le tourteau de ricin + 35 % de N recommandé par les engrais vert
- T₈ : 100 % de N recommandé par du vermicompost
- T₉ : 50 % de N recommandé par du vermicompost + 50 % de N recommandé et du P et K restants avec de l'engrais
- T₁₀ : 10kg de chacun des engrais biologiques *Azospirillum brasilense* + *Aspergillus awamori* + 25 % de N recommandé par le compost, les engrais vert, le tourteau de ricin, le vermicompost
- T₁₁ : 10 kg de chacun des engrais biologiques *Azospirillum brasilense* + *Aspergillus awamori* + 20 % chacun de compost, d'engrais vert, de tourteau de ricin, de vermicompost pour le N recommandé + 20 % du N recommandé et du P et K restants par les engrais
- T₁₂ : les 20 tonnes de fumier de ferme recommandées + 300 : 120 : 120 NPK kg / ha / an par les engrais (témoin)
- T₁₃ : Seulement de l'engrais 300 : 120 : 120 NPK kg / ha / an (témoin)

On nourrit les vers des premiers stades et du dernier âge avec respectivement de la feuille de mûrier S36 et M5. Le 5^{ème} jour du 5^{ème} âge, on sélectionne dix larves au hasard selon la répétition du traitement et on recueille l'hémolymphe dans un tube à essai pre-congelé en coupant la première paire de pattes abdominales des vers. On centrifuge immédiatement les tubes à essai contenant de l'hémolymphe à 3500 tpm pendant 5 minutes pour enlever les hémocytes et les autres fragments de tissus. On mélange les surnageants avec quelques grains de thio-urée et on les stocke à 0 - 4° C jusqu'à ce qu'on les utilise pour l'analyse des constituants du sang. On prend cinq nymphes de poids approximativement égal après avoir ouvert le cocon. On prépare 5 % (w/v) d'homogénat de tissu avec 5 % d'acide trichloroacétique (TCA) et on laisse reposer pendant la nuit. On sépare le précipitat par centrifugation et on le lave deux fois avec 5 % de TCA. On utilise les surnageants regroupés pour l'estimation des sucres et on dissout ensuite le précipité final dans 0,5N de NaOH en le chauffant dans un bain d'eau bouillante pendant 5 minutes et on l'utilise pour l'estimation des protéines.

On détermine le niveau des sucres dans le sang de manière spectrophotométrique avec un spectrophotomètre ELICO UV SL-159 par la méthode des phénols de l'acide sulfurique (Dubios et coll., 1951) en utilisant du glucose comme étalon à 490nm. On procède à l'estimation des protéines solubles selon la méthode de Lowry et coll., (1951) avec de l'albumine de sérum de bovin comme

étalon à 660 nm. On analyse les observations de manière statistique en utilisant une Conception en Blocs Complètement Aléatoire (RCBD).

RESULTATS ET DISCUSSION

Dans cette étude, parmi les différents traitements, le ver à soie nourri sur les feuilles de mûrier cultivées avec T₁₁ (10 kg chacun des engrais biologiques *A. brasilense* + *A. awamori* + 20 % chacun de compost, d'engrais vert, de tourteau de ricin, de vermiculite pour le N recommandé + 20 % de N recommandé et des P et de K restants par les engrais) enregistre plus de protéines solubles à la fois chez les larves et les nymphes de PM (respectivement 25,18 et 15,29 mg / ml) et de CSR₂ (respectivement, 68,04 et 51,91 mg / ml). La teneur en protéines solubles chez les larves nourries sur des feuilles de mûrier obtenues par l'application de T₁₁ ne diffère pas de manière significative de T₆, T₉, T₁₀ et T₁₂ chez la race de ver à soie PM tandis que chez les larves CSR₂, seul T₁₂ est égal à T₁₁. De même, dans le cas des nymphes, T₁₂ ne diffère pas beaucoup de T₁₁ en ce qui concerne la teneur en protéines solubles. Cependant, les bivoltins (CSR₂) présentent un maximum de protéines solubles plus que la race polyvoltine (PM) à la fois chez les larves et les nymphes (Tableaux I et II). De même, Shigematsu (1960) a rapporté que, le métabolisme des protéines est important chez le ver à soie en raison de son rôle vital dans la détermination des caractéristiques chimiques des protéines de la soie comme la fibroïne et la sérécine. Les changements quantitatifs dans les protéines de l'hémolymphe sont significatifs du premier au cinquième jour, chez toutes les lignées de ver à soie (Kawaguchi et coll., 1993). Selon Rajanna et coll., (1994), la concentration de protéine est 1,2 fois plus élevée chez les bivoltins (NB₁₈) que chez les polyvoltins (PM).

Les études de Sowri et Sarangi (2002), qui ont rapporté que la concentration en protéines est plus élevée chez les bivoltins, suivis par les hybrides et minimum chez les races de vers à soie polyvoltines, confirment les observations actuelles. Mahadevkumar et coll., (2002) ont rapporté que la concentration en protéines est plus élevée chez les bivoltins (NB_{4D2}) suivie par les hybrides et les polyvoltins (PM).

La plus grande quantité de protéines solubles avec le traitement T₁₁ pourrait être attribuée à l'intégration d'engrais biologiques, de nutriments organiques et inorganiques qui sont favorables aux bonnes croissance et qualité de la feuille et qui sont, à leur tour, plus bénéfiques pour les vers à soie.

On enregistre la teneur en sucres totaux la plus élevée quand le ver à soie est nourri avec des feuilles de mûrier obtenues à partir de la parcelle T₁₁ à la fois chez les larves PM (1,98 mg / ml) et CSR₂ (2,51 mg / ml). Cependant, la teneur totale en sucres solubles chez les larves et les nymphes de PM et de CSR₂ élevées sur des feuilles de mûrier obtenues à partir de T₆, T₉, T₁₀ et T₁₂ ne présente pas beaucoup de différence avec T₁₁. Sinha et Sinha (1994) ont remarqué que la concentration élevée en hydrates de carbone chez les embryons en développement et dans l'hémolymphe larvaire du 5^{ème} âge est attribuée à la consommation massive de feuilles au stade larvaire chez *Antheraea proylei*. Sowri et Sarangi (2002) ont observé une concentration élevée en sucres réducteurs dans l'hémolymphe des bivoltins suivis par les hybrides et les polyvoltins.

Comme les feuilles nutritives données aux larves du 5^{ème} âge sont riches en hydrates de carbone, cela pourrait avoir influencé la digestion et l'absorption dans l'intestin moyen en conduisant à l'augmentation de l'accumulation des hydrates de carbone.

De même, chez les nymphes on a aussi enregistré des sucres totaux plus élevés quand on nourrit les larves avec T₁₁ à la fois chez les races PM (1,51 mg / ml) et CSR₂ (1,90 mg / ml). Parmi les deux races de vers à soie, les bivoltins ont plus de sucres totaux par comparaison aux polyvoltins.

Les résultats actuels sont très proches des rapports de Mahadevkumar et coll., (2000), qui ont rapporté une teneur plus élevée en sucres dans l'hémolymphe des bivoltins (NB_{4D2}) suivis par les hybrides et les polyvoltins (PM).

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.

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. (1982) 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 x 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.

