

高温环境中不同成熟度的桑叶 对家蚕影响的研究*

肖竞军 吴鹏转

(蚕桑系)

提 要

测定了桑树嫩叶、成熟叶、老叶的干物率、pH值,主要成份含量及它们之间的比率,观察了在超过28°C的家蚕发育适温上限的高温环境(30~31°C)中这三种不同成熟度的桑叶对二化性家蚕五龄幼虫生命力和茧经济性状的影响,用家蚕生长曲线数学模型分析了上述温度和桑叶条件下家蚕五龄期的生长发育。

关键词: 高温, 桑叶, 二化性家蚕

前 言

从1985年以来,我省已实现了“全年二化白茧化”,这对提高广东蚕丝质量起了主导作用。但是,在夏季高温条件下饲养抗逆性较弱的二化性家蚕,尤其是在大蚕期会产生很不利的影响,使家蚕强健性下降,产丝量减少。现在除进行选育新蚕品种及研究改善饲养气候环境外,开展从桑叶饲料品质解决夏季高温蚕造稳产高产的研究实有必要。

国内外对桑叶及人工饲料与家蚕生长的关系进行了很多研究,伊藤等人已作了较全面的综述^[4]。但以往这些研究大多在常温或适温范围内的高温条件下进行,与广东夏蚕期日最高温度甚至日平均温度往往超过28°C(二化性家蚕发育适温上限)的实际情况相差很大。关于在广东高温饲养条件下桑叶各种生化成份对二化性家蚕生长等方面影响的研究,目前报道还不多,其中如营养充实的桑叶可提高茧丝经济性状^[6]等已有报道。但是,究竟优良桑叶同劣叶的生化成份有什么差异?特别在高温环境中,这种差异对二化性家蚕的生长发育产生什么影响等问题尚未明瞭,本文于此方面进行了初步研究。

材 料 和 方 法

试验于1984年5月至8月在本系进行。

(一) 饲料处理

饲料为本系桑园的杂交桑“北一×540”。该品种桑叶在夏季的成熟期约30天,因

* 本文是第一作者的硕士论文。承蒙唐维六、黄自然教授审阅,黄月桂、卢淑芳同志参加部分试验的养蚕工作,在此一并致谢。

1987年3月26日收稿。

此确定试验中以叶龄 32 ± 2 天的叶片为成熟叶，叶龄 17 ± 2 天为嫩叶， 47 ± 2 天为老叶。

1. 桑叶干物率测定按常规方法。2. 测定桑叶总氮、蛋白质态氮和非蛋白质态氮含量用凯氏定氮法。蛋白质含量% = 蛋白质态氮 $\times 6.25$ 。3. 桑叶pH值测定，桑叶：0.5% NaCl用1:10 (W/V) 稀释，研磨后用纱布过滤，测定滤液。4. 桑叶总糖、单糖、葡萄糖、果糖含量按X·H·波钦诺克的方法^[6]测定。

(二) 家蚕处理

一至四龄在常温常湿条件下饲养。试验在五龄期进行。

1. 温度的影响：蚕种为(东₃₄ $\times$ 苏₁₂) F₁，用伦40桑叶饲养，对照区为常温常湿(25℃，相对湿度75%)，处理区为高温常湿(31℃，相对湿度75%)，重复试验两次。

2. 高温中饲料的影响：蚕种为(新九 $\times$ 7532) F₁，用前述的嫩叶、成熟叶和老叶分别饲养，在夏季自然高温条件下进行，以加温控制过高的湿度，重复试验三次，经统计日平均温度为30.1℃，相对湿度为76%。

上述两项试验均在五龄饲食五小时后随机取供试家蚕，每处理重复三小区，每小区100头(雌雄各50头)，供调查蚕生命力等；每处理另设一区(雌雄各100头)供每日生化分析用。每天四回育，每回定量给桑，各处理的给桑量相等。

五龄期生命力及茧经济性状调查按常规方法进行(雌雄平均)；生长发育的调查：每隔24小时在给桑前随机抽取雌雄蚕各10头称重，以雌雄平均体重为数据配合多项式，求得五龄生长曲线的数学模型： $w = w_0 + b_1 t + b_2 t^2 + b_3 t^3 \dots \dots \textcircled{1}$ 。①式中各变量和参数的生物学意义： t 为五龄经过时间(自变量)， w 为 t 时刻的生长量(因变量)， w_0 为五龄起始生长量， b_1 为起始生长速率， b_2 为 $\frac{1}{2}$ 起始生长加速度， b_3 为阻滞系数。 w_0 、 b_1 、 b_2 和 b_3 这四个参数按汪世泽的方法^[3]求得。

五龄生长速率，即①式的微分形式：

$$\frac{dw}{dt} = b_1 + 2b_2 t + 3b_3 t^2 \dots \dots \textcircled{2}$$

五龄生长期饲料效率^[1]：

$$\frac{\text{体重增加量}}{\text{平均体重}} = \frac{\text{食下量}}{\text{平均体重}} \times \frac{\text{体重增加量}}{\text{食下量}}$$

五龄经过各时间的生长量(活体重)。

胃液和血液pH值测定：冰浴下用低压(6伏)电麻痹法取家蚕胃液，胃液：0.5% NaCl以1:10 (v/v) 稀释；剪家蚕尾角及腹足取血，血液：蒸馏水以1:10 (v/v) 稀释供测定用。

试验结果

(一) 不同成熟度桑叶的成份含量

桑叶的生长期越短,干物率越低,嫩叶的pH值最低,表明其含较多有机酸⁽²⁾。生长期短的桑叶,葡萄糖、果糖及单糖含量都低,但蛋白质含量及总氮含量较高。非蛋白质态氮含量以嫩叶最高,成熟叶最低;总糖的含量则相反(表1)。

表1 桑叶干物率、pH值和各种主要成份干物含量

桑叶类型	干物率(%)	总氮	蛋白质态氮	蛋白质	非蛋白质态氮	葡萄糖	果糖	单糖	总糖	pH
嫩叶	23.56	3.642	3.103	19.362	0.540	3.531	3.754	7.401	15.900	6.85
成熟叶	24.88	3.345	2.927	18.296	0.418	3.826	4.089	8.092	17.920	7.07
老叶	25.23	3.251	2.761	17.521	0.490	4.014	4.436	8.677	17.471	7.79

调查表明叶质的相对差异:成熟叶含有丰富的总糖、单糖等糖类,较高的蛋白质含量,非蛋白质态氮最少;嫩叶以含丰富的各种氮物为其特征,含糖量低。老叶也含较丰富的糖类,但蛋白质含量最低(表2)。

表2 桑叶各种成份干物含量比率

桑叶类型	总糖总氮	总糖蛋白质	总糖非蛋白质	葡萄糖非蛋白质	果糖非蛋白质	单糖非蛋白质
嫩叶	4.37	5.12	29.44	6.54	6.95	13.71
成熟叶	5.36	6.12	42.87	9.15	9.78	19.36
老叶	5.37	6.33	35.66	8.19	9.05	17.71

(二) 高温环境中桑叶对家蚕生命力的影响

经统计测验表明,在高温环境中,二化性家蚕生命力比常温低。桑叶对家蚕生命力也有很大影响,嫩叶区生命力最低,成熟叶区和老叶区生命力较高,这两区与嫩叶区之间生命力差异分别达到 $\alpha = 0.01$ 和 $\alpha = 0.05$ 显著水平(表3)。

表3 不同处理下的家蚕五龄期生命力(%)

重复及平均处理		I	II	III	$\bar{x}_i$
常 温		96.00	96.83	95.00	95.94
高 温		82.33	83.00	81.53	82.29
高 温	嫩 叶	78.00	79.81	81.47	79.76
	成熟叶	86.18	87.06	87.00	86.75
	老 叶	85.47	84.61	83.74	84.61

(三) 高温环境中桑叶对家蚕生长发育的影响

以每日测定的蚕体重雌雄平均值,求得家蚕生长曲线的数学模型(表4),依据总回归效果的方差分析,F值远远大于F临界值,达 $\alpha = 0.01$ 显著水平,证明回归效果很显著。

表4 家蚕五龄期逐日体重测定值及其生长曲线数学模型

处理	五龄经过(×10小时)体重测定值W(克/头)								生长曲线的数学模型	回归效果检验(F)	F _{0.01}
	0.5 v ₀	2.9 v ₁	5.3 v ₂	7.7 v ₃	10.1 v ₄	12.5 v ₅	14.9 v ₆	17.3 v ₇			
常 温	0.767	1.247	1.747	2.418	3.002	3.540	3.812	3.295	$w = 0.7859 + 0.0376t + 0.0362t^2 - 0.0017t^3$	320.76	8.45
高 温	0.753	1.292	1.845	2.648	3.218	3.397	3.048		$w = 0.7256 + 0.0741t + 0.0409t^2 - 0.0024t^3$	640.86	9.78
高 温	嫩 叶	0.735	1.275	1.933	2.788	3.202	3.390	2.974	$w = 0.6641 + 0.1204t + 0.0366t^2 - 0.0023t^3$	588.81	9.78
	成熟叶	0.735	1.192	1.792	2.660	3.150	3.404	2.986	$w = 0.7110 + 0.0401t + 0.0471t^2 - 0.0027t^3$	659.84	9.78
	老 叶	0.735	1.177	1.837	2.658	3.128	3.260	2.838	$w = 0.6841 + 0.0675t + 0.0432t^2 - 0.0026t^3$	975.53	9.78

1. 对五龄期生长速率的影响：同高温育相比，常温育的家蚕生长速率虽然在前期上升较慢，但在中、后期，约从五龄第三日起，各个发育时间中均较快；高温育中，家蚕五龄幼虫生长速率在第一、二日很快上升，并达最高值，然后迅速下降（图1）。从图2中可看到，这种变化在家蚕食下老叶或嫩叶后进一步增强了。

2. 对五龄生长期饲料效率的影响：饲料效率的变化趋势，龄初开始上升，在第一至二日饲料效率最高，接着几乎呈直线下降，到熟蚕前一日下降到零，熟蚕期饲料效率为负值，表明这时家蚕排泄量大于食桑量（图3、4）。由于高温的影响，家蚕盛食期饲料效率明显下降；但在高温环境中，成熟叶区家蚕盛食期饲料效率比老叶区和嫩叶区高（表5）。盛食期（v₃至v₅）平均饲料效率，成熟叶区与嫩叶区差异达 $\alpha = 0.01$ 显著水平。

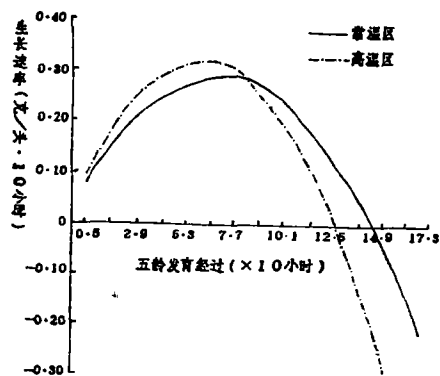


图1 温度对家蚕生长速率的影响

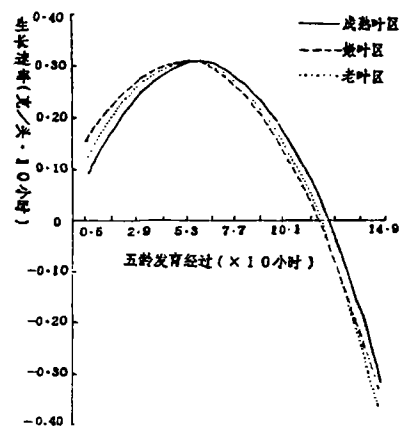


图2 高温中桑叶对家蚕生长速率的影响

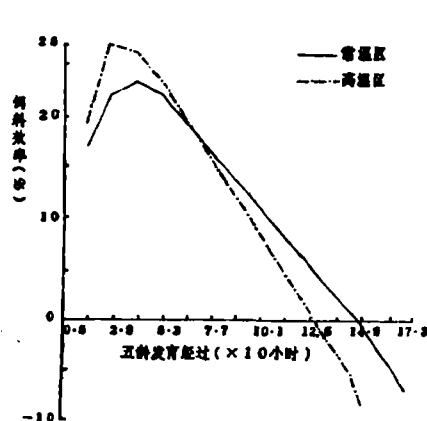


图3 温度对家蚕饲料效率的影响

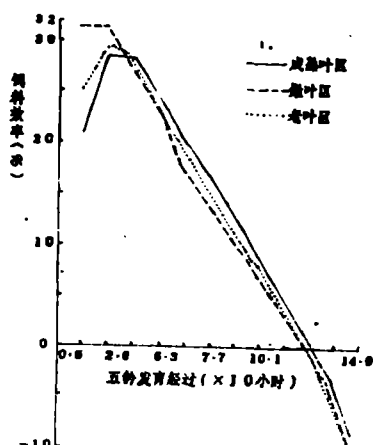


图4 高温中桑叶对家蚕饲料效率的影响

3. 对五龄期生长量的影响: 在高温中, 家蚕生长量龄期初增加得很快, 到最高值后迅速下降, 并且整个五龄期比常温区缩短了24小时 (图5)。高温环境中不同成熟度桑叶饲养的家蚕五龄期经过长短无差异, 但其中成熟叶区家蚕在五龄前、中后期保持了相对较低的生长量, 而最大生长量或熟蚕体重比老叶区及嫩叶区高 (图6)。

表5 家蚕五龄盛食期 ($V_3 \sim V_5$) 平均饲料效率 (%)

重复及平均 桑叶	I	I	II	$\bar{x}$
嫩叶	5.67	5.24	5.18	5.36
成熟叶	6.61	7.15	6.59	6.78
老叶	5.93	5.95	6.16	6.01

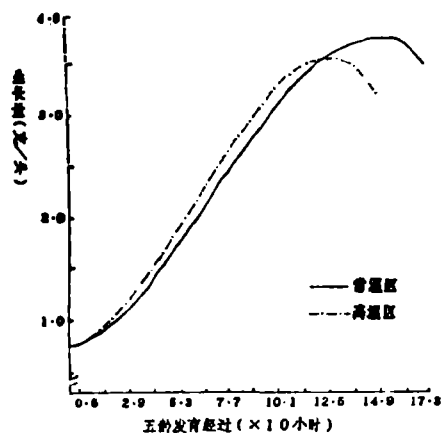


图5 温度对家蚕生长量的影响

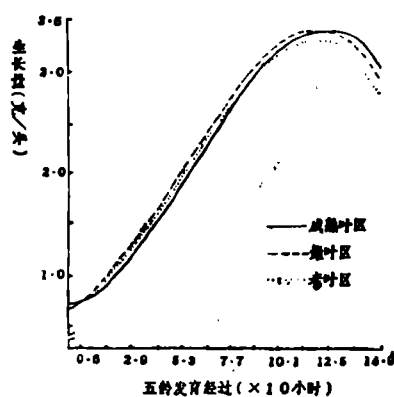


图6 高温中桑叶对家蚕生长量的影响

(四) 高温环境中家蚕进食不同成熟度桑叶胃液和血液酸碱度的变化

1. 胃液酸碱度的变化：如图7所示，高温下家蚕胃液pH值在整个五龄期均较低。在高温环境中，成熟叶区和老叶区家蚕胃液pH相近，嫩叶区由起蚕上升到第二、三日达最高值（仍低于其他两区），此后同那两区胃液pH值逐日保持大致相等的差距下降至熟蚕的最低值（图8）。

2. 血液酸碱度的变化：图9表明，在高温下家蚕血液pH值变化总的趋势是随着经过日数的增加而升高，到熟蚕时达最高值；常温下家蚕血液pH值逐日虽有升降但仍维持相对较低的值。成熟叶和老叶区情况类似常温区（图10），表明高温中这两区家蚕血液仍保持了相对较强的缓冲力，而嫩叶区家蚕血液缓冲能力较弱。

(五) 高温环境中桑叶对家蚕茧经济性状的影响

高温育的二化性家蚕全茧量、茧层量和茧层率比常温育低。在高温环境中，全茧量及茧层量均为嫩叶区>成熟叶区>老叶区，但三种桑叶处理区茧层率差异不显著（表6）。

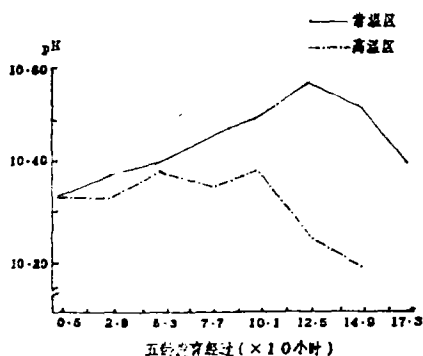


图7 不同温度中家蚕胃液pH值的变化

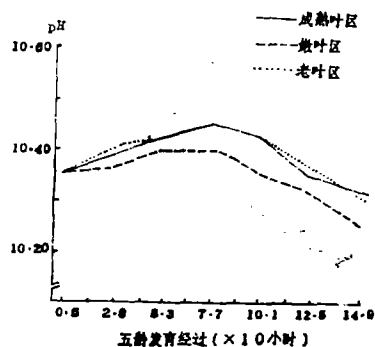


图8 高温中不同桑叶育的家蚕胃液pH值的变化

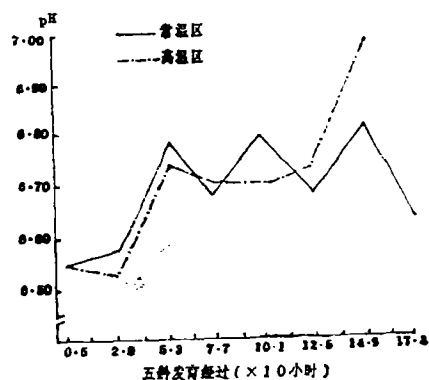


图9 不同温度中家蚕血液pH值的变化

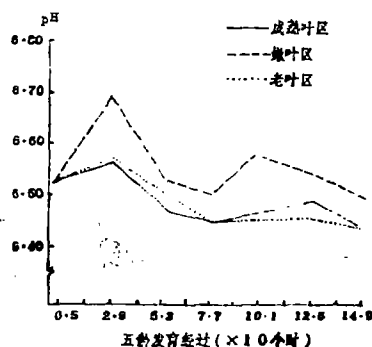


图10 高温中不同桑叶育的家蚕血液pH值的变化

表 6 不同处理下的家蚕茧经济性状

性状	全 茧 量 (克/个)				茧 层 量 (克/个)				茧 层 率 (%)			
重复 处理	I	II	III	$\bar{x}$	I	II	III	$\bar{x}$	I	II	III	$\bar{x}$
常 温	1.808	1.801	1.759	1.789	0.347	0.356	0.350	0.351	19.20	19.76	19.93	19.63
高 温	1.537	1.527	1.544	1.536	0.258	0.258	0.249	0.255	16.87	16.65	16.03	16.52
高嫩叶	1.730	1.715	1.705	1.717	0.328	0.312	0.318	0.319	19.34	18.38	18.55	18.86
成熟叶	1.623	1.632	1.637	1.631	0.290	0.303	0.300	0.298	18.04	18.77	18.52	18.44
温老叶	1.458	1.516	1.566	1.513	0.277	0.287	0.283	0.282	19.88	18.86	18.35	19.03

讨 论

(一) 高温环境中, 家蚕生命力高低同糖类及非蛋白质态氮含量高低有密切关系。嫩桑叶中各种糖与非蛋白质态氮的相对比率都远远小于成熟叶和老叶。家蚕从桑叶中消化吸收的营养物质, 用于能源消耗的主要是碳水化合物中的糖类^[4]^[10], 家蚕进食低糖的嫩叶后, 能量来源受到很大限制。

当糖量不足, 机体蛋白质成为糖形成的主要来源时, 氨基酸降解酶活性也随着升高, 其中有些氨基酸降解酶直接释放氨, 这种情况下生物食用高蛋白饲料, 会遇到消化问题和氨的毒性危害^[7]; 家蚕中若饲料蛋白质含量增加, 尿酸排泄量也增加, 如同时增加糖类含量, 可降低尿酸排泄量^[4], 这是同糖类与蛋白质含量比例有关的。嫩叶中蛋白质相对含量高而含糖量低, 家蚕五龄期不断食用这种桑叶, 使尿酸形成与排除负担过重, 体内组织代谢产生的氨不能及时排除而中毒, 可能导致家蚕生命力下降, 此点尚需进行研究。

(二) 成熟桑叶饲养的家蚕盛食期饲料效率显著比其它桑叶区高, 成熟叶的营养物质能比较高效率地转化为蚕体物质, 这同果糖、葡萄糖含量较高有很大关系, 因为家蚕中肠组织的消化吸收机能在盛食期最强, 中肠的糖吸收量和中肠上皮细胞里糖元含量均达到最高值^[8]^[9], 使中肠和体组织糖元量增加的有效成份主要是果糖和葡萄糖^[11]等。因此, 成熟桑叶在一定程度上减轻了高温使五龄家蚕后期生长速率低且下降快的不利影响, 有利于家蚕充分吸收营养物质。

(三) 高温中家蚕进食成熟桑叶胃液pH值一直较高, 稳定的强碱性, 不仅为蚕体内各种消化酶提供了适宜的酸碱环境, 也对预防病原菌感染起了十分重要的作用。成熟叶饲养的家蚕血液酸碱度保持了相对稳定, 有利于维持体内生理代谢的正常平衡。胃液pH值的变化受桑叶pH值直接影响, 家蚕食用pH值较低的嫩叶, 从盛食期至熟蚕期, 胃液

pH值明显下降,造成酶活力下降,从而影响对营养物质的消化吸收,这与嫩叶饲养的家蚕进入盛食期后饲料效率比成熟叶和老叶育低这个规律很吻合。

(四) 高温环境中,不同成熟度的桑叶对蚕茧经济性状产生不同效应。嫩叶和成熟叶有利于提高家蚕的全茧量和茧层量,全茧量、茧层量高低与桑叶蛋白质含量高低有密切相关性。嫩叶处于生长阶段,蛋白质合成较多,提供了较多的丝蛋白原料;老叶由于生长期过长,蛋白质含量减少,不利于家蚕丝物质的形成。

因此,我们认为夏季饲养二化性家蚕要稳定蚕造,就要设法增强家蚕对高温不良环境的抵抗性,提高其生命力,在此基础上提高茧的经济性状。在家蚕饲料营养方面,应针对广东桑树在夏季高温与肥丰水足条件下桑叶徒长而成熟慢的特点,适当延长桑叶生长期,结合栽培管理,使桑叶成熟度一致,叶片含有较多的可溶性糖量和适量的蛋白质,减少非蛋白质态氮含量。要注意桑叶成熟后防止老化和黄化,以免因蛋白质含量过低而引起蚕茧经济性状下降。

引用文献

- [1] 长岛荣一:家蚕饲料效率的生理遗传学研究,《国外农学·蚕业》,(1) 1985, 2.
- [2] 刘仕贤等:桑叶与蚕体内有机酸、氨基酸以及糖的消长关系,《昆虫学报》,23 (2) 1963, 432.
- [3] 西北农学院:《农业昆虫学试验研究方法》,131~153,上海科技出版社,1981年.
- [4] 伊藤智夫:《家蚕的营养》,浙江农科院蚕研所,105~114,1977年.
- [5] 余基贞:关于提高广东夏茧茧质的若干因素的探讨,《广东蚕丝通讯》,6 (1~2) 1983, 46.
- [6] X·H·波钦诺克:《植物生物化学分析方法》,144~147,科学出版社,1981年.
- [7] R·A·弗里德兰等:《营养的生物化学途径》,65,科学出版社,1977年.
- [8] 小林胜利等:力イコの消食管内食片の组织化学,《日蚕杂》,33 (1) 1964, 81.
- [9] Hideo Sugita and Yasvhiro Horie, Site of sugar adsorption in the midgut of the silkworm. *Bombyx mori*, 《日蚕杂》,52 (6) 1983, 545.
- [10] Legay, J. M: Recent advances in silkworm nutrition, *Ann. Rev. Entomology*, 2, 1957, 75.
- [11] Yasuhiro Horie and Hitoshi Watanabe, Recent advances in sericulture, *Ann. Rev. Entomology*, 25, 1980, 49~51.

A STUDY ON THE INFLUENCE OF THE MULBERRY
LEAF'S MATURITY OF DIFFERENT DEGREES ON
THE SILKWORM UNDER HIGH TEMPERATURE

Xiao Jingjun Wu Pengtuan
(Department of Sericulture)

ABSTRACT

The present study has determined dry matters , pH values , contents of the principal constituents and their ratios of the tender leaf, mature leaf and overmature leaf respectively, and also dealt with the maximum limit of optimum temperature (30°C - 31°C) for the development of the bivoltine silkworm at the temperature of over 28°C . The three different degrees of the leaf's maturity has an effect on the 5th instar larva's vitality and it's cocoon's economic performance, accordingly, this study has put forward a curve of growth and a model of mathematics for the silkworm and, with the help of this model , analyzed the growth and development of the 5th instar larva under the abovementioned temperature and conditions of the mulberry leaf.

Key words, High temperature, Mulberry leaf, Bivoltine silkworm