

棉花品种对棉铃虫营养的影响

汤德良* 王武刚

(中国农业科学院植物保护研究所,北京 100094)

裴鑫德

(中国农业大学基础科技学院)

摘要: 用不同品种棉花的嫩叶饲养棉铃虫幼虫,其相对生长率、相对取食量、近似消化率、食物转化率、食物利用率均不相同,部分感虫品种与高抗品种间的差异显著。运用逐步回归分析,建立了棉叶中五个影响因子(棉酚、单宁、总蛋白、总糖、单糖)与幼虫相对生长率之间关系的数学模型,并明确了各因子所起的作用。通过主成分分析,得知第一主成分主要反映棉酚、单宁、油腺的作用,第二主成分主要反映总糖、总蛋白的作用。根据第一、第二主成分对样本进行了分类,与田间鉴定结果相近。

关键词: 棉花品种; 棉铃虫; 抗性

中图分类号: S433.1

植物抗虫性是植物与昆虫在共同进化过程中形成的一种可遗传特性,它能使植物免受虫害或受害较轻,在有害生物综合管理中作用越来越显著。棉铃虫 *Helicoverpa armigera* (Hübner)是棉花的重要害虫,近年来猖獗为害造成严重损失。开发和利用抗虫资源,选育和推广抗虫品种已成为棉铃虫综合防治的重要措施之一。本研究从棉花品种对棉铃虫幼虫的营养影响角度出发,探讨棉花中抗性因子与幼虫生长之间的相互关系,为棉花抗虫育种提供依据。

1 材料与方 法

供试棉花品种(系):高抗的有5905、中植372和D010;中抗有291、遗传所462(对照)和斯子731;感虫的有中无383-12、南Po和Pay-784。

供试棉铃虫为3龄幼虫,平均虫重35.4mg。挑选大小相近的幼虫接在盛有供试品种(系)的嫩叶(顶下第三叶)的小塑料杯(直径4cm、高4cm)中。每个小杯养1头幼虫,每头幼虫饲养了3d,每个品种饲养18头幼虫。饲养前称量幼虫、棉叶鲜重,饲养后称量幼虫、杯中剩余棉叶、粪便鲜重,干燥后称量干重,并计算出饲养前幼虫和棉叶干重。

营养指标计算方法:

相对生长率 = 虫重增加数 / (平均虫重 × 天数) × 100%

相对取食量 = 食入饲料量 / (平均虫重 × 天数) × 100%

近似消化率 = (食入饲料量 - 粪便量) / 食入饲料量 × 100%

食物转化率 = 虫重增加数 / (食入饲料量 - 粪便量) × 100%

收稿日期: 1995-02-25

* 现在农业部植物检疫实验所工作。

食物利用率 = 虫重增加数 / 食入饲料量 × 100%

饲养时采摘的棉叶,部分干燥后按不同的方法提取和测定次生成分和营养成分的含量,棉酚采用苯胺法^[1],单宁采用磷酸-钨酸钠法^[2],总蛋白采用双缩脲法,总糖采用硝基水杨酸法,单糖采用蒽酮法^[3],油腺密度测定是打孔后在解剖镜下镜检。

2 结果与分析

2.1 品种对幼虫的营养效应 棉花品种(系)不同,对棉铃虫幼虫的营养效果也不同,表现在用不同品种棉叶饲养的幼虫,其相对生长率、相对取食量、近似消化率、食物转化率、食物利用率均不相同,用新复极差法测验,其间差异显著(表1)。

表1 棉花品种(系)对幼虫营养的影响

Table 1 Effects of cotton varieties on nutrition of larvae

品种 Varieties	相对生长率 Relative growth rate (mg·mg ⁻¹ ·d ⁻¹)	相对取食量 Relative consumption rate (mg·mg ⁻¹ ·d ⁻¹)	近似消化率 Aproximate digestibility (%)	食物转化率 Efficiency of conversion of digested food (%)	食物利用率 Efficiency of conversion of ingested food (%)
中无 383-12 No pigment gland	0.419 3±0.029 0 a*	3.183 7±0.771 7 ab	50.141 3±5.809 7 ab	24.447 5±5.344 9 bc	13.999 1±3.744 4 abc
Pay-784	0.412 4±0.041 7 a	3.205 9±0.605 8 ab	54.365 5±10.260 1 ab	22.712 3±4.701 9 bc	12.987 9±2.680 6 bc
斯子 731 Stone ville 731	0.410 8±0.030 5 ab	3.297 1±0.353 4 a	54.428 3±7.040 0 ab	23.510 8±4.728 8 bc	13.103 3±1.933 7 bc
遗传所 462 IGCAS 462	0.406 0±0.037 4 ab	2.826 4±0.427 9 b	52.827 8±11.322 2 ab	28.865 5±7.616 5 ab	14.590 8±2.018 1 ab
南 Po Soil+h Po	0.400 0±0.047 1 ab	3.522 2±0.366 6 a	56.490 0±7.999 7 a	20.864 7±7.249 1 c	11.027 3±1.900 4 c
D010	0.394 8±0.070 2 b	2.328 3±0.586 1 c	42.094 0±8.462 3 c	29.455 0±9.015 6 ab	15.327 8±4.076 3 ab
中植 372 IPPCAAS 372	0.385 4±0.031 8 b	2.062 9±0.564 1 c	48.177 5±8.195 8 abc	27.390 8±10.774 9 abc	14.601 5±3.364 5 ab
5905	0.370 1±0.051 6 b	2.290 5±0.619 2 c	46.699 1±8.304 6 bc	32.516 6±10.149 2 a	16.601 5±3.364 5 a

* 差异水平为 0.05,相同字母表示差异不显著。

Different level 0.05, same letter no different.

用高抗品种(系)棉叶饲养的幼虫,其生长受到阻碍,表现为相对生长率较小。高抗品种(系)5905、中植 372、D010 饲养的幼虫的相对生长率比对照遗传所 462(中抗)饲养的幼虫的相对生长率分别减少了 8.84%,5.07%和 2.76%,而感虫品种(系)中无 383-12、Pay-784 饲养的幼虫的相对生长率分别比对照增加了 3.28%和 1.58%。

幼虫取食高抗品种(系)叶片时的相对取食量较小,且消化率较低,而取食感虫品种则反之。幼虫在中植 372、5905、D010 叶片上的相对取食量分别比对照减少了 27.01%,18.96%和 17.62%,其近似消化率分别减少了 8.80%,11.60%和 20.33%;而在南 Po 和 Pay-784 叶片上的相对取食量分别比对照增加了 24.62%和 16.65%,其近似消化率分别增加了

6.93%和2.92%。

高抗品种(系)棉叶饲养的幼虫对食物的吸收转化能力和利用水平高于感虫品种(系)饲养的幼虫的。用5905、D010叶片饲养的幼虫,其食物转化率分别比对照高12.65%和2.08%,其食物利用率分别比对照高16.31%和5.07%,而用南Po和Pay-784饲养的幼虫,其食物转化率分别比对照减少了27.62%和21.31%,其食物利用率分别比对照减少了24.4%和20.97%。

2.2 棉叶中影响因子与昆虫生长之间的关系 棉叶中营养物质和次生物质都直接或间接地影响叶片提供给幼虫的营养,从而影响幼虫的生长。运用逐步回归分析,得出幼虫相对生长率(y)与影响因子(棉酚 x_1 、单宁 x_2 、总蛋白 x_3 、总糖 x_4 、单糖 x_5)之间关系的数学模型为:

$$y=0.42867-0.0816x_1-0.02390x_2-0.0081x_3+0.00226x_4+0.00869x_5$$

由以上模型可知,棉叶中棉酚、单宁、总蛋白的含量与3龄幼虫的相对生长率呈负相关,而糖类物质则促进3龄幼虫的生长。

2.3 各影响因子之间的相互关系 棉叶中棉酚、单宁、总蛋白、总糖和单糖的含量及叶片上油腺密度如表2。由表2可知,在供试品种中,高抗品种叶片中棉酚、单宁的含量高,叶片上油腺密度大,而感虫品种叶片中棉酚、单宁含量低,叶片上的油腺密度小。

表2 棉叶中各影响因子值

Table 2 Value of effect factors in cotton leaves

品种 CV	棉酚 Gossypol (%)	油腺 Oil gland (个·cm ⁻²)	单宁 Tanning (%)	总蛋白 Protein (%)	总糖 Total sugar (%)	单糖 Sugar (%)
中无 383-12 No pigment gland	0.36	56	2.94	11.48	17.69	8.06
南 Po Souh po	0.53	80.8	2.99	9.63	13.56	7.25
Pay-784	0.57	95.6	2.96	11.48	17.69	8.06
291	0.58	109.6	3.46	10.05	16.73	7.12
斯子 731 Stoneville 731	0.54	114.7	2.81	9.45	17.26	7.01
遗传所 462 IGCAS 462	0.58	93.6	2.86	11.46	18.60	7.04
D010	0.59	149.6	3.39	7.38	13.93	8.11
中植 372 IPPCAAS 372	0.62	140.	3.37	12.77	15.71	7.28
5905	0.84	148.2	3.73	11.55	16.53	8.07

对表2中六个因子进行主成分分析^[4],累积方差贡献近85%的第一、第二、第三主成分为:

$$y_1=0.5172x_1+0.5286x_2-0.0390x_3-0.0970x_4+0.4078x_5+0.5286x_6$$

$$y_2=0.2828x_1+0.0019x_2+0.6662x_3+0.6722x_4-0.1547x_5+0.0169x_6$$

$$y_3=-0.1396x_1-0.1172x_2+0.2975x_3-0.0304x_4+0.8524x_5-0.3882x_6$$

其中第一主成分主要反映棉酚(x_1)、单宁(x_2)、油腺(x_6)的作用,其方差贡献率为47.66%;第二主成分主要反映总糖、总蛋白的作用,其方差贡献率为26.83%;第三主成分反映单糖的作用,其方差贡献率为10.11%。运用第一、第二主成分将各样品分类的结果:I类包括中无383-12、南Po;II类包括Pay-784、斯子731、遗传所462;III类包括291、中植372、5905;IV类包括D010(附图)。这种分类结果接近于田间鉴定结果,说明所选用因子是决定棉叶抗虫的主要因子。

3 讨论

棉叶中棉酚含量与叶片上油腺密度成正相关($r=0.7853$),这与唐爱民^[5]的报道一致。试验结果表明,用棉酚含量比用油腺密度能更准确地反映其对3龄幼虫生长的阻碍作用。有报道,油腺中除含棉酚外,还有半棉酚,杀实夜蛾素等十余种次生物质,但其中棉酚活性最强。

单宁是棉叶中另一重要抗生次生物质。一般认为其沉淀食物中的蛋白质,也可能是通过与消化酶结合成复合物而降低对食物中营养的消化,也有认为单宁酸穿过围食膜而引起中肠和盲囊上皮的损害,还有认为由于它的毒性和抑制取食而引抗生作用^[6,7]。

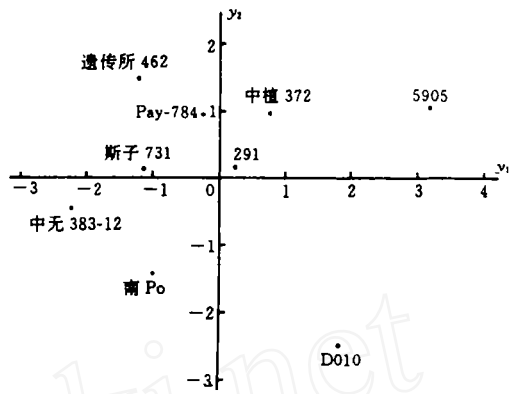
棉叶中总蛋白含量与3龄幼虫的相对增长率呈负相关,可能是由于高抗品种(系)中含有毒蛋白。

糖类主要提供生命活动所需的能量;有报道,糖类不仅对许多昆虫的取食有助长作用^[8],而且对它们的发育和繁殖也有重要影响^[9]。

棉花种子及抗性水平材料由张慧英副研究员提供,特此致谢。

参 考 文 献

- Smith F H. Determination of gossypol in leaves and flower buds of *Gossypium*. J Am Oilchem Soc, 1967, 44: 267~269
- 王朝生等. 几组棉花抗虫品系单宁含量分析. 中国棉花, 1987, 2: 22~24
- 西北农业大学主编. 基础生物化学实验指导. 西安: 陕西科技出版社, 1986, 147
- 裴鑫德编著. 多元统计分析及其应用. 北京农业大学出版社, 1991
- 唐爱民等. 棉株不同部位棉酚含量及其表型的相关. 棉花病虫害综合防治技术研究论文集. 1985, 267~269
- Bernays E A, Chamberlain D J. A study of tolerance of ingested tannin in *Schistocerca gregaria*. J Insect Physiol, 1980, 26: 415~420
- Monuwoto S, Sciber S J. Effects of hydrolyzable and condensed tannin on growth and development of two species of polyphagous lepidoptera: *Spodoptera eridania* and *Callosamia promethea*. Oecologia, 1986, 69: 255~230
- Albert P J et al. Feeding response of eastern spruce budworm *Choristoneura fumiferana*, larvae to sucrose and other carbohydrates. J Chem Ecol, 1982, 8: 233~240
- Albushama F T, Kambal M A. The role of sugarin food selection on the termite *Microtermes tragardi*. Z Angew Entomol, 1977, 84: 250~255



附图 样品分类图

Fig. Sample cluster

The Effect of Cotton Varieties on the Nutrition Physiology of Cotton Bollworm *Helicoverpa armigera* (Hübner)

Tang Deliang Wang Wugang

(Institute of Plant Protection, CAAS, Beijing 100094)

Pei Xinde

(China Agricultural University, Beijing 100094)

Abstract: There were significantly different relative growth rates, relative consumption rates, approximate digestibilities, food conversion rates and efficiencies in cotton bollworm larvae fed on different cotton varieties. A mathematical model reflecting on the relationship among the RGR and five effective factors, namely, the contents of gossypol, tannin, total protein, total sugar, monosaccharides, was developed by applying stepwise regression analysis method. The result of principal component analysis showed that the first component dealt with the action of gossypol, tannin and oil glands, and the second component with that of total sugar and total protein, the ordination results determined by the two coordinates were similar to that of field identification.

Key words: cotton varieties; cotton bollworm; resistance to insect

(上接第46页)

①小孢子单核期花药电泳图谱结果表明:三个不育系(2A,7A,14A)与其保持系相比,均缺少共同的一条带,且不育系酶带的颜色弱于保持系。

②双核—三核期花药电泳图谱结果表明:上述三个品种(2A/2B,7A/7B,14A/14B)均有相同的九条带,而不育系酶带颜色弱于相应保持系。

③成熟期花药电泳图谱结果表明:不育系(7A,11AA,14A)与其保持系相比,主带条数,位置相当一致,只是7A的弱带少于7B。

通过不同时期不同器官两系之间酯酶同工酶的比较,可以看出在花药和种子中,两系之间有明显差异,而苗期叶片未发现显著差异。表明T型雄性不育小麦酯酶同工酶基因的表达有其空间和时间的选择。进一步分析花药三个不同时期两系之间酯酶同工酶的差异,发现可能和细胞质雄性不育基因的调控有关,这种调控作用表现为胞质雄性不育基因的去阻遏功能。从本实验看出,小孢子单核期雄性不育基因还未发挥充分的去阻遏功能,影响了这时期不育系中酯酶同工酶基因的表达,因而表现不育系酶带少于保持系,酶带活性弱于保持系;到了双核—三核期,随着花粉粒的逐渐成熟,不育基因的去阻遏功能渐渐加强,因而表现出两系酶带组成基本相同,只是活性仍然弱于保持系;直到花药成熟后,不育基因的去阻遏功能大大增强,致使不育系中酯酶同工酶充分表达,因而表现出两系酶谱趋于一致。由此可见,T型小麦雄性不育基因的这种调控作用随发育过程不断变化,表现出时间特异性。

本校孙其信教授提供试验材料,深表谢意。