西花蓟马主要寄主植物可溶性糖和蛋白质含量测定

吴青君　龚佑辉　徐宝云

摘　要　测定了 8种植物不同器官中可溶性糖(以棉子糖、蔗糖、葡萄糖和果糖为代表)和可溶性蛋白质的含量及比例。总体上,测定的 18个样品中可溶性蛋白质的含量均高于可溶性糖,可溶性蛋白质和可溶性糖比例最大为 1 627.00,最小为 2.71,成熟叶中的可溶性糖和可溶性蛋白质的含量大多高于幼叶。辣椒中西花蓟马主要取食的花器中可溶性蛋白质含量高于叶片。

关键词　西花蓟马　可溶性糖　可溶性蛋白质

近年来,蓟马逐渐上升为农业上的主要害虫,特别是对保护地作物的为害呈逐年加重趋势。西花蓟马自 2003年在我国首次被发现报道以来,其发展动向一直受到普遍关注,国内对其发生规律、生物学特性和防治方法等进行了初步的研究探讨。西花蓟马食性杂,寄主植物有 60多科 500余种[1],在国内发现其寄主植物有 28科 65种[2],包括各种常见蔬菜作物和红掌、菊花等花卉作物。有研究认为植物中可溶性蛋白质和可溶性糖的比例影响植食性害虫的寄主选择行为,可溶性蛋白质含量高,害虫的存活率、生长发育速度和生殖力相对提高[3-4];可溶性糖能够刺激害虫取食,并且是重要的营养物质和能量来源[5],且蔗糖能够促进某些蓟马品种产卵。本试验选取西花蓟马的寄主植物为研究对象,测定植物成熟叶和幼叶中可溶性糖和可溶性蛋白质的含量及其比例,旨在为解释西花蓟马对寄主的选择行为提供依据。

1　材料与方法

1.1　可溶性糖含量测定

样品的制备:从温室采集茄子、甘蓝、辣椒、黄瓜、番茄、菜豆、红掌的成熟叶和幼叶及菊花、辣椒和红掌的花器,分别洗净(花蕊除外)、晾干后测定鲜质量,风干后再测定干质量,计算鲜质量、干质量比例。取风干或鲜样品 6 g研磨成粉状,称取 2 g放入具塞试管中,加入 95 %乙醇 18 mL,用超纯水补至 20 mL,摇匀。在 80 ℃水中煮 30 min,冷却后用 95 %乙醇补至 20 mL。将上清液过膜至样品瓶中,待检测。每样品 4次重复。

植物中可溶性糖主要由蔗糖、葡萄糖、果糖和其他微量化合物如氨基糖等组成[6],本试验选择寡糖(棉子糖)、双糖(蔗糖)和单糖(葡萄糖和果糖),利用高压液相色谱(HPLC)分析叶片中各种糖含量。采用 Agilent 1100高压液相色谱仪(安捷伦),岛津 SCR-101(C)糖柱,流速为 1.0 mL·min^{-1},每样品进样量为 10 μL。

$$\text{糖含量}=\frac{A_{样}\times C_{标}\times V_{标}\times 定容体积\times 鲜、干质量比例}{A_{标}\times V_{样}\times 2\ g}$$

式中 C标指棉子糖、蔗糖、葡萄糖和果糖标准品的浓度,V标为 1 μL,V样为 10 μL,A样为样品的峰面积,A标为标样的峰面积。干样品计算时不用乘鲜、干质量比例。

1.2　可溶性蛋白质含量测定

样品制备:将风干的样品研磨至粉末状,称取 10 mg于 1.5 mL离心管中,加入 0.05 mol·L^{-1} Tris-HCl(pH=8,下同)1.5 mL,在漩涡振荡器上振荡 1 min,再放在 4 ℃恒温振荡器上振荡 24 h。取出后离心 10 min(4 ℃,13 000 r·min^{-1},下同),用 Whatman 1号定性滤纸过滤上清液,再用 0.05 mol·L^{-1} Tris-HCl 3 mL分两次冲洗,滤液一并装

吴青君,女,中国农业科学院蔬菜花卉研究所,北京市海淀区中关村南大街 12号,100081
龚佑辉,徐宝云,中国农业科学院蔬菜花卉研究所
收稿日期:2007-04-29;修回日期:2007-07-15
基金项目:北京市自然科学基金(6052020),农业部"948"项目[2006-G54(A)]

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

入 5 mL的离心管中。取滤液 20 μL至 1.5 mL离心管中,加入 200 μL丙酮(-20 ℃,下同),充分混合,放入 -20 ℃冰箱中 30 min后取出,离心 10 min。弃去上层丙酮溶液,保留固体物质,再加入 200 μL丙酮,同样操作再重复 1次,得到洁净的蛋白样品。每样品 4次重复。

二喹啉甲酸(Bicinchoninic acid,BCA)测定可溶性蛋白质含量:测定时在样品管中加入 0.05 mol·L^{-1} Tris-HCl 20 μL,使蛋白质充分溶解,然后转移至 96孔酶标板中,再加入 200 μL BCA工作液,在 37 ℃恒温箱中放置 30 min后取出,室温下冷却 15 min后在 562 nm波长下检测[7]。

牛血清白蛋白(Bovine serum albumin,BSA)标准曲线:将 2 mg·mL^{-1}的 BSA用 Tris-HCl按等比稀释成 8个浓度,用酶标仪测定制作标准曲线。

试验数据采用 SAS统计软件进行分析处理,差异显著性分析采用邓肯式多变域测验。

2 结果与分析

蔗糖是植物中最主要的可溶性糖,在 18个样品中蔗糖含量占可溶性糖 80%以上的有 14种,其中茄子成熟叶、菜豆成熟叶和菜豆幼叶中蔗糖含量占 90%以上;棉子糖的含量相对最低,在茄子成熟叶、茄子幼叶、甘蓝幼叶和番茄成熟叶中几乎未检测到棉子糖,辣椒幼叶中棉子糖含量最高,其次是黄瓜成熟叶和红掌花蕊,且辣椒幼叶和黄瓜成熟叶棉子糖含量显著高于其他样品;红掌花瓣中葡萄糖和果糖的含量最高,均极显著高于其他样品;除红掌、菜豆外,一般成熟叶中果糖含量大于相应植物幼叶(表 1)。

由表 1可知,总体上,植物成熟叶中可溶性糖含量高于相应的幼叶(除茄子外);红掌不同器官可溶性糖含量不同,花瓣 >花蕊 >成熟叶 >幼叶;红掌花瓣的可溶性糖含量最高,达到 6.34 mg·g^{-1},是茄子成熟叶的 57.6倍;可溶性糖含量高的前 6种植物叶片,主要是因为蔗糖含量高所致,但含量最高的红掌花瓣是因为其葡萄糖和果糖含量最高。

茄子叶片中可溶性蛋白质含量最高,均极显著高于其他样品;一般成熟叶的可溶性蛋白质含量大于相应植物的幼叶,但甘蓝幼叶大于成熟叶(表 1)。对于同一种植物,辣椒不同器官的可溶性蛋白质含量不同,花药 >花瓣 >成熟叶 >幼叶。其中,辣椒花药的可溶性蛋白质含量极显著高于其他器官,花瓣和成熟叶的可溶性蛋白质含量差异不显著,但都极显著高于幼叶。对菊花而言,可溶性蛋白质含量依次为花瓣 >花蕊 >成熟叶 >幼叶(表 2)。

18个样品中,可溶性蛋白质的含量均高于可溶性糖。其中,茄子成熟叶中可溶性蛋白质和可溶性糖的比例最高,为 1 627.00,其次是茄子幼叶,为 250.76(表 1)。

表 1 植物不同器官中可溶性蛋白质和可溶性糖的含量及比例

植物器官	可溶性蛋白质 /mg·g^{-1}	蔗糖 /mg·g^{-1}	棉子糖 /mg·g^{-1}	葡萄糖 /mg·g^{-1}	果糖 /mg·g^{-1}	可溶性糖 /mg·g^{-1}	可溶性蛋白质 可溶性糖
茄子成熟叶	178.97 ±12.27 aA	0.10 ±0.03 fF	0 deE	0.01 eE	0 cD	0.11 ±0.03 gF	1 627.00
茄子幼叶	122.87 ±3.28 bB	0.43 ±0.09 fEF	0 deE	0.02 eDE	0.04 cD	0.49 ±0.09 gF	250.76
甘蓝成熟叶	24.08 ±0.48 jkJKL	3.30 ±0.42 cbACB	0.01 deE	0.90 ±0.15 bB	0.93 ±0.15 bB	5.14 ±0.71 abAB	4.68
甘蓝幼叶	39.39 ±3.11 hiHIJ	0.87 ±0.23 efEF	0 deE	0.08 ±0.02 deDE	0.11 ±0.03 cD	1.06 ±0.28 fgEF	37.16
菊花成熟叶	41.43 ±2.18 hiGHIJ	1.23 ±0.53 efDEF	0.02 deE	0.09 ±0.02 deDE	0.17 ±0.03 cD	1.51 ±0.53 fgDEF	27.44
菊花幼叶	30.58 ±3.43 ijIJK	0.73 ±0.03 efEF	0.02 deE	0.02 eED	0.10 cD	0.87 ±0.03 fgF	35.15
番茄成熟叶	91.54 ±2.01 cdC	4.80 ±0.98 aA	0 deE	0.27 ±0.12 cdCD	0.93 ±0.38 bB	6.00 ±1.46 aA	15.26
番茄幼叶	84.90 ±0.80 cdCD	2.73 ±0.33 cdBCD	0.01 deE	0.13 ±0.03 deCDE	0.27 ±0.03 cCD	3.14 ±0.38 deBCDE	27.04
菜豆成熟叶	91.34 ±3.33 cdD	4.20 ±0.06 abAB	0.03 deE	0.04 eDE	0.07 cD	4.34 ±0.06 bcdAB	21.05
菜豆幼叶	65.49 ±1.89 fEF	3.20 ±0.29 bcABC	0.06 deED	0.02 ±0.01 eDE	0.08 ±0.01 cD	3.36 ±0.30 cdeBCD	19.49
黄瓜成熟叶	92.70 ±1.44 cdC	4.27 ±0.61 abAB	0.23 ±0.03 aAB	0.17 ±0.03 deDE	0.33 ±0.07 cCD	5.00 ±0.69 abAB	18.54
黄瓜幼叶	58.94 ±0.93 fFG	2.70 ±0.30 cdBCD	0.13 ±0.03 bcCD	0.20 cdCDE	0.30 cCD	3.33 ±0.32 cdeBCD	17.69
辣椒成熟叶	44.77 ±3.88 hgGHI	3.73 ±0.49 acbAB	0.13 ±0.03 bcCD	0.37 ±0.03 cC	0.67 ±0.03 bBC	4.90 ±0.58 acbAB	9.14
辣椒幼叶	15.22 ±0.45 lkKL	3.60 ±0.25 acbAB	0.27 ±0.03 aA	0.10 deDE	0.30 cCD	4.27 ±0.23 dcbABC	3.56
红掌成熟叶	79.17 ±7.41 deCDE	1.83 ±0.35 deCDE	0.01 deE	0.13 ±0.03 deCDE	0.17 ±0.03 cD	2.14 ±0.41 efCDEF	36.99
红掌幼叶	6.89 ±1.23 lL	0.47 ±0.03 fFE	0.005 deE	0.07 ±0.01 eDE	0.20 cD	0.74 ±0.03 fgF	9.31
红掌花瓣	55.06 ±7.55 fgFGH	0.87 ±0.03 feFE	0.07 deE	2.63 ±0.12 aA	2.77 ±0.15 aA	6.34 ±0.28 aA	8.68
红掌花蕊	8.43 ±1.29 lL	2.77 ±0.09 cdBCD	0.17 ±0.03 bBC	0.10 deDE	0.07 ±0.01 cD	3.11 ±0.01 deBCDE	2.71

注:表中同列数据后不同小写字母表示差异显著(α=0.05),不同大写字母表示差异极显著(α=0.01);下表同。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 2　辣椒和菊花不同器官中可溶性蛋白质的含量

植物器官	可溶性蛋白质 /mg·g^{-1}
辣椒花药	96.91 ±4.33 aA
辣椒花瓣	57.83 ±5.71 bcBC
辣椒成熟叶	44.77 ±3.88 cdCD
辣椒幼叶	15.22 ±0.45 fE
菊花花瓣	68.44 ±2.14 bB
菊花花蕊	55.27 ±1.80 bcBC
菊花成熟叶	41.43 ±2.18 deCD
菊花幼叶	30.58 ±3.43 eDE

3　讨论

本试验测定了 8种植物的 18个不同器官中可溶性糖 (以棉子糖、蔗糖、葡萄糖和果糖为代表)和可溶性蛋白质的含量及比例 ,总体上 ,寄主植物中可溶性蛋白质的含量均高于可溶性糖 ,可溶性蛋白质和可溶性糖比例最大为 1 627.00,最小为 2.71,与 Scott Brown等[7]的研究结果趋势一致。寄主植物中可溶性蛋白质的水平直接影响到西花蓟马成虫的生殖力和卵的发育 ,西花蓟马的名称也显示了其与植物花的关系非常密切。通常在同一植物中 ,西花蓟马主要取食的嫩芽、幼叶和花中可溶性蛋白质含量高于成熟叶片[8],本试验中辣椒和菊花的花瓣和花蕊中可溶性蛋白质含量显著高于其他器官 ,但是大多数的供试植物中 ,成熟叶中的可溶性蛋白质含量却高于幼叶 ,其原因可能与选择的植物和采集叶片的位置有关。西花蓟马除成虫喜食花粉外 ,对叶片、茎甚至果实也造成为害 ,说明西花蓟马对寄主植物的选择行为非常复杂 ,除与可溶性糖和可溶性蛋白质含量有一定关系外 ,植物不同器官可能对不同虫态的影响也不尽相同 ,寄主植物中化学物质的含量与西花蓟马选择行为的相关性有待进一步的研究 ,特别需要结合生物学特性观察和田间种群的空间分布调查加以支持和验证。

可溶性糖和可溶性蛋白质是影响西花蓟马寄主选择行为的主要因素 ,除此之外 ,次级代谢产物如生物碱和单宁酸也是重要的影响因子[9]。Scott Brown等[7]的研究发现 ,在可溶性蛋白质和可溶性糖水平相当的叶片中 ,蓟马的生物学行为反应有差异 ,这表明 ,次级代谢产物在植物 - 蓟马相互关系中起重要作用。目前关于次级化合物对蓟马寄主选择行为的研究还很少 ,明确蓟马对植物选择性的关键化合物对于今后的抗虫性研究具有指导意义 ,此方面尚有待进一步的研究探讨。

参考文献

[1] Yudin L S, Cho J J, Mitcheu W C. Host range of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae), with special reference to *Leucaena glauca* [J]. Environ Entomol, 1986, 15(6): 1292 - 1295.

[2] 任洁 ,雷仲仁 ,张令军 ,李红岭 ,花蕾. 北京地区西花蓟马发生为害调查研究 [J]. 中国植保导刊, 2006, 26(5): 5 - 7.

[3] Mattson W J. Herbivory in relation to plant nitrogen content [J]. Annu Rev Ecol Syst, 1980, 102: 391 - 403.

[4] McNeill S, Southwood T R E. Role of nitrogen in the development of insect-plant relationships [M] // Harbourne J B. Biochemical Aspects of Plant and Animal Coevolution. New York: Academic Press, 1978: 77 - 98.

[5] Derridji S, Wu B R, Stammitti L, Garrec J P, Derrien A. Chemicals on the leaf surface: information about the plant available to insects [J]. Entomol Exp Appl, 1996, 80: 197 - 201.

[6] Gonzalez J A, Roldan A, Gallardo M, Escudero T, Prado F E. Quantitative determinations of chemical compounds with nutritional value from Inca crops: Chenopodium auinoa ('quinoa') [J]. Plant Food Hum Nutr, 1989, 39: 331 - 337.

[7] Scott Brown A S, Simmonds M S J, Blaney W M. Relationship between nutritional composition of plant species and infestation levels of thrips [J]. J Chemical Ecol, 2002, 28(12): 2399 - 2409.

[8] Bernays E A, Chapman R F. Host-plant selection by phytophagous insects [M]. London: United Kingdom, 1994: 14 - 60.

[9] Schoonhoven L M, Jermy T, van Loon J J A. Insect-plant biology [M]. London: United Kingdom, 1998: 83 - 120.

Soluble Carbohydrate and Protein Levels in Host Plants of *Frankliniella occidentalis*

Wu Qingjun, Gong Youhui, Xu Baoyun (Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081)

Abstract　Carbohydrate (raffinose, sucrose, glucose, and fructose) and soluble protein in 18 sample from 8 host plant species of *Frankliniella occidentalis* were measured. Most species of host plant examined contained a higher ratio of soluble protein to carbohydrate, with the maximum ratio was 1 627.00 and the minimum was 2.71. Mature leaves contained higher levels of soluble protein and carbohydrate than those of new leaves. Within pepper plant, the preferred feeding flowers of the thrips contained higher levels of soluble protein than the leaves.

Key words　*Frankliniella occidentalis*, Carbohydrate, Soluble protein

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net