

茶 皂 素 对 农 药 的 增 效 机 理 · 对药液接触角的影响

王小艺 黄炳球

(华南农业大学昆虫毒理研究室, 广州 510642)

摘 要

测定了茶皂素对草甘膦、杀虫双、乐果、托尔克、Bt 和氰戊菊酯等 6 种农药分别在马唐、水稻、小白菜、柑桔、芥蓝等 5 种植物和小菜蛾、菜青虫等 2 种害虫的体表接触角的影响。结果表明, 茶皂素对上述几种农药水溶液液滴在植物和害虫的体表接触角均有不同程度的降低, 从而提高了药液在靶标体表的湿展力和附着力, 减少农药的损失, 提高药效。特别是对于 Bt 在芥蓝叶背、草甘膦在马唐叶正面、氰戊菊酯在菜青虫体表等处理, 其单剂接触角在 106 以上, 加入浓度为 1 000~4 000 mg/L 的茶皂素后均下降到 78 以下, 这在生产实际应用中具有重要的指导意义。

关键词: 茶皂素 农药 接触角 增效作用

Synergistic Mechanism of Tea Saponin on Pesticides · Influence on the Contact Angles of pesticide Solutions

Wang Xiaoyi, Huang Bingqiu

(Laboratory of Insect Toxicology, South China Agricultural University, Guangzhou 510642)

Abstract

Influences of tea saponin on the contact angle of 6 pesticide (glyphosate, dimethypo, dimethoate, torque, Bt and fenvalerate) solutions on the leaf surface of 5 plant (crabgrass, rice, Chinese cabbage, citrus, and Chinese kale) and the body surface of 2 insect pests (diamondback moth and imported cabbage worm) were determined. Results showed that tea saponin could reduce the contact angle of pesticide solutions on the surface of plant leaves and insects in varying degree. So the adhesion, wetting and spreading properties of pesticide solutions on the surface of targets were increased, the loss of pesticides was decreased and effects of control were improved. Especially to the treatments of Bt on the undersurface of Chinese kale leaf, glyphosate on the surface of crabgrass leaf, and fenvalerate on the body surface of cabbage worm, the contact angles of pesticide solutions were above 106°, but they de-

creased to 78 °below when 1 000~4 000 mg/L tea saponin was added. It had very important instructional significance in practice.

Key words: Tea saponin Pesticides Contact angle Synergistic action

喷雾药液能否在植物或害虫体表充分湿润铺展,与药液的理化性能和靶标表面性质密切相关,而对于相同的靶标体表而言,则依赖于药液本身的湿展性。喷雾液滴在靶标表面的接触角大小表征了药液的附着力和湿展力,接触角越大,药液液滴在生物体表的湿展性越差,反之湿展性越好。只有当 $< 90^\circ$ 时,液滴才能在靶体表面湿润、展布到较大面积,从而使靶标生物充分接触到农药,药效才能提高。一般来说,在一定范围内,湿展性能好的药液,在靶标体表的沉积量就多。夏春华等^[1]曾测定过茶皂素水溶液在石蜡表面的接触角,表明茶皂素能明显降低水在疏水材料表面的接触角。为进一步探索茶皂素对农药的增效机理,本研究测定了茶皂素对几种农药药液液滴在植物或害虫体表接触角的影响。

材料和方法

(一) 药剂

(1) 60% 茶皂素原粉,由中国农业科学院茶叶研究所提供。(2) 10% 草甘膦 (Glyphosate) AS,广州车陂化工厂生产。(3) 18% 杀虫双 (Dimephypo) AS,湖南益阳市农药厂生产。(4) 40% 乐果 (Dimethoate) EC,广州农药厂生产。(5) 50% 托尔克 (Torque) WP,英国 Shell 化学有限公司生产。(6) 16 000 IU/mg Bt (苏云金杆菌 *Bacillus thuringiensis*) WP,湖北农科院 Bt 研究开发中心生产。(7) 20% 氰戊菊酯 (Fenvalerate) EC,华南农业大学昆虫毒理研究室李晓东博士提供。

(二) 仪器

(1) 微量进样器,上海第三分析仪器厂

制造。(2) 电子自动分析天平,德国生产,精度 1/10000。(3) XSB-01 型显微镜,江光仪器总厂制造。(4) 反射镜及射灯,日本 Olympus Optical Co. Ltd 产品。

(三) 生物材料

(1) 植物叶片: 水稻、柑桔、马唐、芥蓝、小白菜。(2) 昆虫: 菜青虫 *Pieris rapae* (Linnaeus)、小菜蛾 *Plutella xylostella* (L.)。

(四) 方法

1. 接触角的测定

将显微镜后仰平卧放置,使射灯的光线直接从聚光孔逆向射进物镜,反射镜安装在目镜上,将液滴的形状反射到绘图纸上。将长 8 cm、宽 0.7 cm 的玻片一面涂黑,另一面用双面胶 (或中性树胶) 粘上待测叶片 (或昆虫),制成特殊的载玻片。每种叶片 (包括正面和反面) 或昆虫分别作如下处理: 用微量进样器点滴 1 μ l 清水、单体农药、加入不同浓度茶皂素的农药药液 (其中小菜蛾体表的点滴量只有 0.5 μ l)。将制好的载玻片移置于显微镜的载物台上,打开射灯,校准焦距,调好反射镜,使液滴的形状正好清晰地投影到绘图纸上,用铅笔按照液滴投影的轮廓描下,再用作图法画出测定液滴的接触角,并用量角器测量其角度。每个处理重复 5 次。本研究所有试验中各农药使用的浓度为: 10% 草甘膦 60 倍,18% 杀虫双 250 倍,16 000 IU/mg 的 Bt 1 000 倍,40% 乐果 2 000 倍,50% 托尔克 2 000 倍,20% 氰戊菊酯 4 000 倍。

2. 统计分析

所有试验数据的统计学分析均采用 SAS 软件^[2]进行。

结果与分析

(一) 茶皂素对水在植物叶表面接触角的影响

试验测定了茶皂素对水在水稻和柑桔叶片正面和背面接触角的影响, 结果表明, 不

同浓度的茶皂素水溶液液滴在这两种植物叶表面的接触角均有明显降低, 在柑桔叶正面和背面的降低率分别为 13% ~ 28% 和 50% ~ 63.2%; 在水稻叶正面和背面的降低率则分别为 14% ~ 32% 和 14.7% ~ 26.5% (表 1)。

表 1 茶皂素对水在水稻和柑桔叶表面接触角的影响

Table 1 Influence of tea saponin on the contact angle of water on the surface of rice and citrus leaves

处理		叶正面 Right surface of leaf		叶背面 Undersurface of leaf	
		接触角 (°)	较清水降低率	接触角 (°)	较清水降低率
Treatments		Contact angle	Reduced rate	Contact angle	Reduced rate
		$\bar{X} \pm SD$	than water (%)	$\bar{X} \pm SD$	than water (%)
柑桔 Citrus	清水 Clean water	69 ± 5 a	—	98 ± 11 a	—
	TS 500 mg/ L	60 ± 9 b	13	49 ± 13 bc	50
	TS 1 000 mg/ L	57. 8 ± 2. 6 bc	16. 2	43. 8 ± 2. 9 c	55. 3
	TS 2 000 mg/ L	51 ± 4 cd	26	36. 1 ± 2. 2 d	63. 2
	TS 4 000 mg/ L	50 ± 4 d	28	48 ± 7 c	51
水稻 Rice	清水 Clean water	118 ± 5 a	—	136 ± 6 a	—
	TS 1 000 mg/ L	101 ± 9 b	14	116 ± 4 b	14. 7
	TS 2 000 mg/ L	102 ± 4 b	14	112. 5 ± 2. 7 bc	17. 3
	TS 4 000 mg/ L	80 ± 9 c	32	100 ± 7 cd	26. 5

注: 表内同一栏中数据后不同字母表示经 DMRT 测验在 5% 水平差异显著。
Note: The different letters behind numbers in the same list showed the difference between them was significant at 5% level based DMRT.

(二) 茶皂素对农药在植物叶表面接触角的影响

1. 与单剂相比较, 凡加入茶皂素的处理, 液滴在生物体表的接触角均有不同程度的降低。草甘膦在马唐叶正面单剂接触角为 106.37°; 加入茶皂素后降低到 57.40°~77.97°; 降低了 26.6%~46.0%, 而在叶背面降低较少, 仅 9.6%~21.7% (图 1)。Bt 在芥蓝叶背面加入茶皂素的接触角降低率也在 26.7%~33.4%, 但在叶正面降低率只有 6.9%~11.8 (图 2)。

2. 托尔克在柑桔叶正、背面单剂的接触角分别为 58.82 和 56.70°; 加入茶皂素后接触角分别降低 17.4%~23.5% 和 13.9%~20.8% (图 3); 乐果药液在小白菜叶片正背面的接触角也均小于 90°, 加入茶皂素后接触角降低率不太大 (图 4)。说明这两种药剂作为可湿性粉剂和乳油剂型的制剂, 其本身

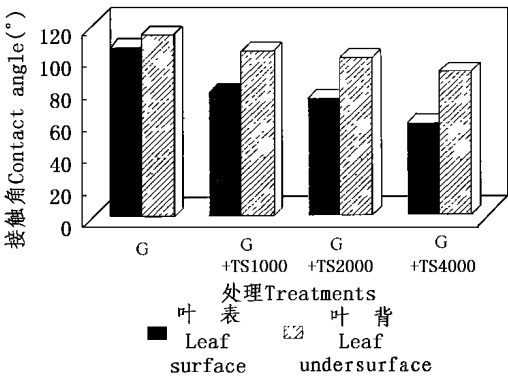


图 1 草甘膦 (G) 及其与茶皂素混剂药液在馬唐叶表面的接触角

Fig. 1 Contact angles of glyphosate (G) and its mixture preparation with tea saponin solutions on the surface of crabgrass leaves

的湿润性能已经较好, Bt 在芥蓝叶正面也是类似的情况。

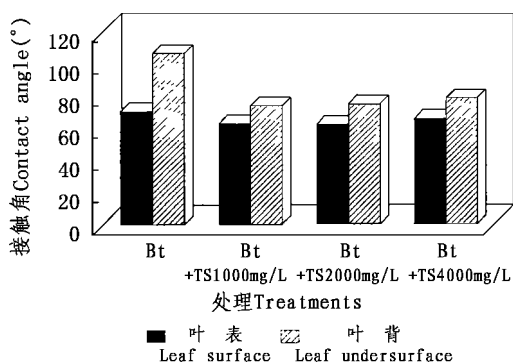


图2 Bt 及其与茶皂素的混剂药液在芥蓝叶表面的接触角

Fig. 2 Contact angles of Bt and its mixture preparation with tea saponin solutions on the surface of chinese kale leaves

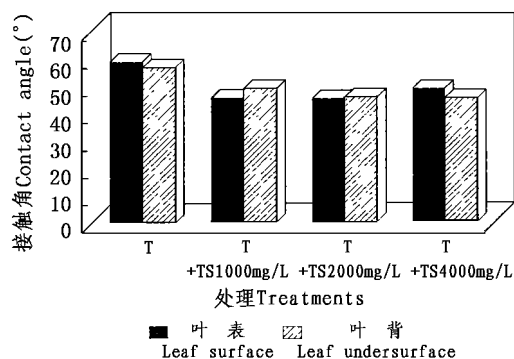


图3 托尔克 (T) 及其与茶皂素混剂药液在柑桔叶表面的接触角

Fig. 3 Contact angles of torque (T) and its mixture preparation with tea saponin solutions on the surface of citrus leaves

3. 茶皂素对杀虫双在水稻叶正面接触角降低情况较好, 加入茶皂素浓度在1 000 mg/L 以上时, 比单剂降低 17.8% ~ 29.3%; 而在叶背改善效果较差, 仅降低 7.2% ~ 15.4%, 接触角仍大于或接近 90° (图5), 药液湿展性差。乐果在芥蓝叶 (图6)、草甘膦和马唐叶表面也与此相似, 均是正面改善情况好, 背面较差。只有当加入茶皂素浓度在 4 000 mg/L 时才达到比较理想的效果。

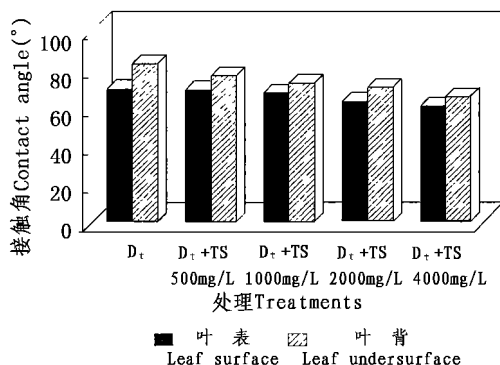


图4 乐果 (D) 及其与茶皂素的混剂药液在小白菜叶表面的接触角

Fig. 4 Contact angles of dimethoate (D) and its mixture preparation with tea saponin solutions on the surface of chinese cabbage leaves

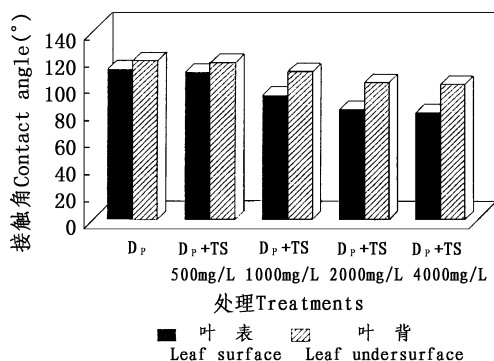


图5 杀虫双 (Dp) 及其与茶皂素混剂药液在水稻叶表面的接触角

Fig. 5 Contact angles of dimephypo (Dp) and its mixture preparation with tea saponin solutions on the surface of rice leaves

(三) 茶皂素对农药液滴在昆虫体表接触角的影响

与清水比较, Bt 单剂药液液滴在小菜蛾体背的接触角略有降低, 证明 Bt 粉剂中虽已加入过乳化剂, 但药液改善情况仍不理想, 而当加入 2 000 mg/L 和 4 000 mg/L 茶皂素以后, 接触角降低极显著, 分别比单剂降低 31% 和 31%。氰戊菊酯在菜青虫体表上的接触角在加入 2 000 mg/L 茶皂素后从 124.30°

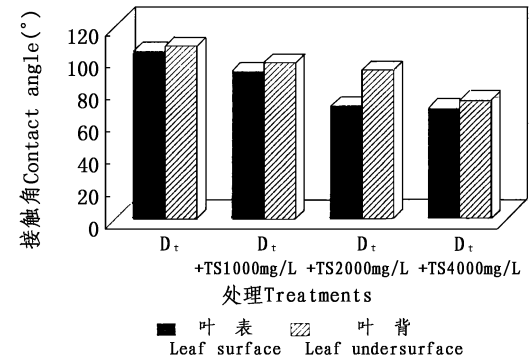


图 6 乐果 (D_p) 及其与茶皂素的混剂药液在芥蓝叶表面的接触角

Fig. 6 Contact angles of dimethoate (D_p) and its mixture preparation with tea saponin solutions on the surface of chinese kale leaves

降到 50 左右, 降低率在 53% 以上, 极大地提高了药液的湿展性能 (表 2)。

表 2 茶皂素对 Bt 和氰戊菊酯分别在小菜蛾和菜青虫体表接触角的影响

Table 2 Influence of tea saponin on the contact angles of Bt and fenvalerate solutions on the body surface of diamondback moth and cabbage worm respectively

	处 理 Treatments	接触角 (°) Contact angle	比单剂降低率 Reduced rate than single agent (%)
		$\bar{X} \pm SD$	
小菜蛾	清水 Clean water	113 ± 5 a	-
	Bt 单剂	109 ± 10 a	-
	Bt+ TS 1 000 mg/L	105 ± 7 a	4
	Bt+ TS 2 000 mg/L	75 ± 5 b	31
	Bt+ TS 4 000 mg/L	75 ± 2 b	31
菜青虫	清水 Clean water	121. 10 ± 0. 22 a	-
	氰戊菊酯(f) 单剂	124 ± 4 a	-
	f+ TS 500 mg/L	93 ± 12 b	25
	f+ TS 1 000 mg/L	48 ± 8 c	61
	f+ TS 2 000 mg/L	58 ± 7 c	53
	f+ TS 4 000 mg/L	53 ± 22 c	57

注: 表内同一栏中数据后不同字母表示经 DMRT 测验在 5% 水平差异显著。

Notes: The different letters behind numbers in the same list showed the difference between them was significant at 5% level based DMRT; * diamond-back moth; ** imported cabbage worm.

讨 论

1. 在一定范围内, 接触角越小, 药液在靶体表面的湿展性就越好, 药效越易得到充分发挥。试验结果显示, 无论是在植物叶片表面还是害虫体表, 加入茶皂素后药液液滴在其上的接触角均有一定降低, 有的处理降低极为显著, 尤其是单剂接触角大于 90°; 加入茶皂素后接触角下降到 90 以下, 有实际应用价值, 如 Bt 在芥蓝叶背, 草甘膦在马唐叶正面, 氰戊菊酯在菜青虫体表等。

2. 由于茶皂素可明显降低药液液滴在植物叶背的接触角, 从而改善了药液的湿展性, 这对于防治一些喜好在叶背危害的害虫, 如柑桔红蜘蛛、菜蚜、小菜蛾等具有重大的意义, 利于药剂发挥更大作用。

3. 茶皂素改善药液的理化性能因药液和生物体表面不同而有所差别。大多数处理加入茶皂素的浓度在 2 000 mg/L 时最适宜, 而有的处理则加入 1 000 mg/L 便可, 故在实际应用中应视具体的药剂和靶标生物而确定使用剂量。

4. 托尔克在柑桔叶和乐果在小白菜叶正、背面的接触角已小于 90°; 虽然加入茶皂素后还可进一步降低, 但因其湿展性能已经很好, 故在实际应用中可考虑不必加入茶皂素, 以免增加使用成本。其原因可能与这两种植物叶片表面较光滑、蜡质层薄、茸毛少和这两类剂型的药剂中本身已加入了一定量的乳化剂有关。

5. 杀虫双在水稻叶表面和乐果在芥蓝叶背面, 其单剂接触角大于 90°; 加入茶皂素后仍大于或接近 90°; 只有在加入 4 000 mg/L 茶皂素时才降到 90 以下。这种情况还有待于继续深入进行生物测定和田间药效试验验证。如果以茶皂素占较大比例与农药混配后使用, 药效不减或甚至有增加, 则有很好的应用价值, 因为这样可减少原药的用量, 降低农药残留污染和降低成本等现实意义。