

茶 皂 素 对 农 药 的 增 效 机 理

· 对药液表面张力的影响

王小艺 黄炳球

(华南农业大学昆虫毒理研究室, 广州 510642)

摘 要

茶皂素对多种农药具有增效作用。为研究其增效机理, 测定了茶皂素的临界胶束浓度 (Critical Micellar Concentration, CMC) 以及茶皂素对草甘膦、杀虫双、乐果和托尔克等不同剂型农药水溶液表面张力的影响。结果表明, 茶皂素可显著降低水及上述几种农药水溶液的表面张力, 其 CMC 在 4 000 mg/L 左右; 对水的表面张力降低最高可达 33.85%; 对农药水剂 (AS) 草甘膦和杀虫双的表面张力降低最明显, 为 15.58% ~ 27.16%; 对乳油 (EC) 乐果和可湿性粉剂 (WP) 托尔克水溶液的表面张力也有不同程度的降低, 为 9.54% ~ 21.82%。文中还对茶皂素的 CMC 值、茶皂素降低农药表面张力的意义和生产上的使用浓度进行了讨论。

关键词: 茶皂素 表面张力 农药 增效作用

Synergistic Mechanism of Tea Saponin on Pesticides · Influence on Surface Tension of Pesticide solutions

Wang Xiaoyi, Huang Bingqiu

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

Abstract

Tea saponin has synergistic action on many kinds of pesticide. In order to study the synergistic mechanism, the critical micellar concentration (CMC) of tea saponin and its influence on the surface tension of pesticides including glyphosate, dimephypo, dimethoate and torque were determined. Results showed that tea saponin could significantly reduce the surface tension of water and the above four pesticide solutions. The CMC of tea saponin was about 4 000 mg/L, and the most reduction of surface tension on water could reach 33.85%. The surface tension of glyphosate and dimephypo AS were decreased most significantly, by 15.58%—27.16%, compared with single agent solution. And the surface tension of dimethoate EC and torque WP solutions were also decreased at different extent, by 9.54%—21.82%. In this paper, CMC of tea saponin, the significance of tea saponin on reducing surface tension of pesticide solutions and the applied concentration in practice were also discussed.

Key words: Tea saponin Surface tension Pesticides Synergistic action

茶皂素 (Tea Saponin) 作为一种天然的非离子型表面活性剂, 具有非常广泛的用途。在农药领域, 茶皂素对吡蚜灵、烟碱、灭多威、功夫菊酯、尼索朗、速螨酮等多种农药具有增效作用^[1]。本文作者的研究也表明, 茶皂素对乐果和草甘膦等具有显著的增效作用。为探索茶皂素增效农药的作用机理, 本试验测定了茶皂素对水及几种农药水溶液表面张力的影响。

材料和方法

(一) 药剂

(1) 60% 的茶皂素原粉, 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 (Dimethypo) 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。

(二) 仪器

(1) 滴重计 (表面张力计 Professor Traube's Stalagmometer), 英国生产。(2) 电子自动分析天平, 德国生产, 精度 1/10000。

(三) 方法

1. 茶皂素 CMC 的测定

采用滴重法^[2]测定液体表面张力。由于在水溶液中, 随着表面活性剂浓度 C 的升高, 溶液的表面张力 F 将急剧下降, 直到溶液浓度到达某一个值后, 其表面张力几乎不再变化或变化很小, 这个转折点就是该表面活性剂的临界胶束浓度 CMC。将茶皂素按有效成分配成浓度/ mgL^{-1} 为 16 000, 8 000, 4 000, 2 000, 1 000, 500, 250 的水溶液。正式测定时, 记录下当时的气温, 分别取 10 ml 各浓度溶液放在 1/10000 电子天平上称其重

量。每个处理重复 3 次, 计算其平均密度 (g/ml)。同时用滴重计在相同室温下测定各处理的表面张力。使用同一个滴重计, 先测蒸馏水, 再由低浓度到高浓度依次测定。具体操作方法是: 将滴重计 (见图 1) 垂直固定在铁支架上, 从管下口吸入待测药液, 使液面稍高于上一个刻度, 然后让药液从下口滴出, 当药液的液面与上刻度对齐时, 开始记录滴出的药液滴数, 到液体的液面与下一刻度相对齐时, 停止计数。每个处理重复 3 次, 取其平均值。依据测定该药液时的温度, 从表中查出蒸馏水的相应表面张力, 按下列公式计算该药液的表面张力 (F), 并作表面张力—浓度对数 ($F-\lg C$) 的曲线。根据曲线的转折点可求得表面活性剂的 CMC。

$$\text{某一药液表面张力 } F = \frac{F_0 \times d \times n_0}{d_0 \times n}$$

F_0 : 蒸馏水的表面张力; d : 测样药液的密度; d_0 : 蒸馏水的密度; n_0 : 蒸馏水的滴数; n : 测样药液的滴数

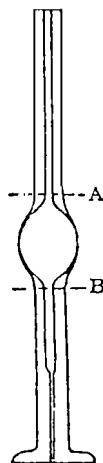


图 1 滴重计示意图

Fig. 1 Schematic diagram of stalagmometer

2. 茶皂素对农药表面张力降低的影响测定

方法同 1.3.1, 根据茶皂素 CMC 测定的

结果, 选取其 CMC 左右两侧附近 5 个浓度/
mgL⁻¹ 分别为 8 000, 4 000, 2 000, 1 000,
500, 先配制好, 再分别以这一系列浓度的茶
皂素溶液配制各农药, 试验中各农药所用的
浓度为: 10% 草甘膦 60 倍, 18% 杀虫双 250
倍, 40% 乐果 2 000 倍, 50% 托尔克 2 000 倍。

3. 统计分析方法

所有试验数据的统计学分析均采用
SAS^[3] 软件进行。

结果与分析

(一) 茶皂素 CMC 的测定结果

经测定茶皂素水溶液的临界胶束浓度
CMC 约在 4 000 mg/L 左右, 结果详见表 1。

表 1 茶皂素 CMC 测定结果

Table 1 Test result of CMC of Tea saponin

	蒸馏水 Distilled water	茶皂素浓度 Tea saponin concentrations (mg/L)						
		250	500	1 000	2 000	4 000	8 000	16 000
表面张力 (F) Surface tension	71. 82	63. 35	60. 15	57. 52	52. 61	47. 51	51. 50	52. 76
F 降低率 (%) Reduced rate of F	-	11. 79	16. 25	19. 92	26. 75	33. 85	28. 29	26. 54

注: 测定时温度为 26 ; 表面张力单位: mN/m
Notes: Test temperature was 26 , Unit of surface tension: mN/M.

由表 1 可知, 随着溶于水中茶皂素浓度的
升高, 其水溶液的表面张力逐渐下降。当
茶皂素浓度在 250 ~ 16 000 mg/L 时, 表面
张力从 63. 5 mN/m 降到 47. 51 mN/m, 而此
时蒸馏水的表面张力为 71. 82 mN/m。可见
加入茶皂素能显著降低水的表面张力, 其中
以 4 000 mg/L 浓度左右时茶皂素水溶液的
表面张力最低, 以后浓度再有增加, 表面张
力不再降低, 反而略有回升趋势。这一结果
说明, 茶皂素的临界胶束浓度在 4 000 mg/L
左右。

(二) 茶皂素对几种农药表面张力的改善
结果

与清水的表面张力比较, 草甘膦与杀虫
双单剂水溶液的表面张力没有降低, 甚至微
有增加。而乐果与托尔克水溶液表面张力则
分别下降了 11. 50% 和 16. 81%。

与农药单剂相比, 加入不同浓度茶皂素
的表面张力均明显要比单剂水溶液降低。除
托尔克有点异常外, 其余 3 种农药水溶液的
表面张力随加入的茶皂素浓度的升高而降
低。茶皂素对草甘膦和杀虫双农药单体水溶

液表面张力的降低在 14. 54% ~ 27. 16%, 对
乐果和托尔克的降低在 9. 54% ~ 21. 82%。
奇怪的是, 当茶皂素浓度为 2 000mg/L 时,
对杀虫双和托尔克农药单体水溶液表面张
力的降低程度, 甚至比 4 000mg/L 和 8 000
mg/L 时更甚, 分别表现为各处理的组内最大
值 (结果详见图 2)。

讨 论

茶皂素水溶液的表面张力比清水要显著
降低, 且随茶皂素浓度的升高, 其表面张力
下降越多, 直到 4 000 mg/L 左右时, 其水溶
液的表面张力才开始有所回升。这符合一般
表面活性剂的性质。同时也表明茶皂素的
CMC 点在 4 000 mg/L 附近区域内, 这一测
定结果与夏春华等^[4] 用拉起液膜法所测定
的 0. 5% (即 5 000 mg/L) 有所差异, 这可能
是由于测定的方法和测定时的温度不同所
造成的。

对于草甘膦和杀虫双水剂, 其单剂水溶
液的表面张力与清水相比没有降低, 甚至略
有升高, 而乐果乳油和托尔克可湿性粉剂单

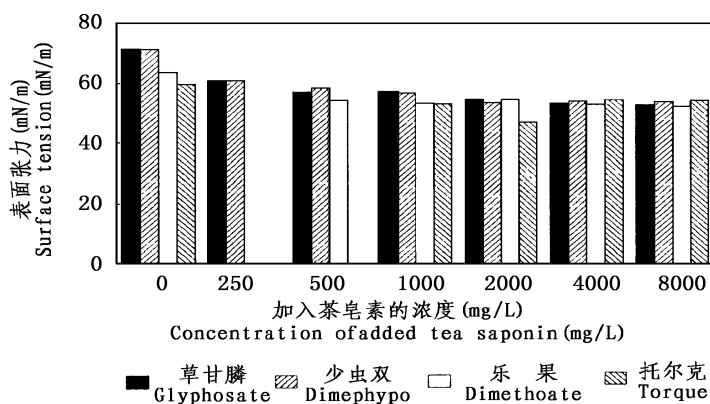


图2 茶皂素对4种农药水溶液表面张力影响的变化图

Fig. 2 Varying diagrams of surface tensions of four pesticide solutions influenced by tea saponin

体水溶液表面张力则比清水有明显降低。这是因为乳油和可湿性粉剂在加工成商品剂型时,已加入了乳化剂和湿润剂,所以配制成水溶液后,单体药液的表面张力会有所降低。

不论何种剂型的农药,加入茶皂素后其水溶液的表面张力均比单体农药有显著的改善。这就必然会提高药液在靶标生物及植物体表的附着能力、湿润展布能力和有效沉积量,从而提高农药的使用效果,延长药剂的持效期。

对不同剂型农药水溶液表面张力的测定结果表明,茶皂素对水剂(AS)这种剂型的农药水溶液物理性能的改善相对更好,故在实际生产应用中,添加在水剂上应用更有意义。

根据不同浓度的茶皂素对各种农药水溶液表面张力降低情况分析,因在2 000 mg/L

时降低效果与更高浓度下相差不多,故从经济角度考虑,建议生产上使用2 000~3 000 mg/L左右为宜,不必用更高浓度。

致 谢

本研究得到中国农业科学院茶叶研究所夏春华研究员和湖南师范大学生物系胡绍海教授的热情帮助与支持,特此致谢

参 考 文 献

- 1 胡绍海,胡卫军,胡卫东.茶皂素在农药领域的应用研究.中国油脂,1997;22(4) 61—62
- 2 四川省农业科学院农药研究所编.农药分析(修订本).北京:燃料化学工业出版社,1974
- 3 卢纹岱,金水高编.SAS/PC 统计分析软件应用技术.北京:国防工业出版社,1996
- 4 夏春华,朱全芬,田洁华等.茶皂素的表面活性及其相关的功能性质.茶叶科学,1990;10(1) 1—10