

作物叶片持液量与溶液表面张力的关系

顾中言， 许小龙， 韩丽娟

(江苏省农业科学院植物保护研究所,江苏 南京 210014)

摘要： 将靶标作物水稻、甘蓝苞菜、豇豆和棉花叶片在不同浓度的表面活性剂溶液中浸泡 10 s ,分别测定其叶片持液量。结果表明 疏水型的水稻和甘蓝包菜 ,无论溶液内表面活性剂是否达到临界胶束浓度 ,只要溶液的表面张力大于叶片的临界表面张力 ,叶面的持液量就少 ;当溶液的表面张力适度小于叶片的临界表面张力 ,溶液内表面活性剂达到临界胶束浓度时 ,其叶面持液量就多 ;而亲水型的棉花和豇豆的叶面持液量则随溶液表面张力下降而减少。

关键词： 作物叶片持液量； 表面张力
中图分类号： S481.2 **文献标识码：** A **文章编号：** 1000-4440(2003)02-0092-04

The Relationship between Maintained Quantity of the Liquid by the Leaves of Crop and the Surface Tension of the Liquid

GU Zhong-yan , XU Xiao-long , HAN Li-juan
(Institute of Plant Protection , Jiangsu Academy of Agricultural Sciences , Nanjing 210014 ,China)

Abstract： The maintained quanta of the liquid by the leaves of rice , cabbage , cowpea and cotton were tested by dipping foliage of these plants in different concentrations surfactant liquid for 10 s ,respectively. The results showed that no matter whether the surfactant reached the critical micelle concentration in the liquid ,the maintained quanta of the liquid by leaves in rice and cab-bag were a little if the surface tension of the liquid was larger than the critical surface tension of the leaves. The maintained quanta of the liquid by leaves in rice and cabbag were more if the surface tension of the liquid was smaller than the critical surface tension of the leaves and the surfactant reached the critical micelle concentration in the liquid. The amintained quanta of liquid by the leaves of cowpea and cotton were reduced in the wake of the surface tension of the liquid came down.

Key words： maintained quantity of the liquid by leaf； surface tension

农药防治作物害虫效果不好的原因主要是：①由于不同害虫的田间行为规律不一样 ,喷雾时 ,具有卷叶、钻柱、昼伏夜出及受惊飞行或入土等习性的害虫接触药液的机率很小 ;②由于表面张力等原因 ,一

些药液在作物表面难以润湿展布^[1] ,持留量很少^[2] ,喷雾后未沾染到药剂的害虫在取食为害时仍不能充分接触药液 ,从而影响以触杀和胃毒作用为主的、低毒性杀虫剂的防治效果。为此 ,农民常选用内吸性剧毒农药且不断增加用药量和用药次数 ,加大了农药对农产品和环境的污染。有鉴于此 ,我们拟探讨表面活性剂溶液与作物表面持留量之间的关系 ,试图根据不同作物的叶面特点研制相应的农药制剂 ,以增加作物表面的持药量 ,提高药效 ,减少农药用量 ,降低用药成本。

收稿日期 2002-10-12
基金项目 江苏省科技厅“ 降低农药环境污染的农药使用新技术研究 ”(BS2000433)； 江苏省科技厅杀虫单及其复配剂(齐螨杀)新剂型防治蔬菜害虫的开发研究 ”(BJ2000035)； 国家重点攻关课题“ 环境相溶性农药精准使用技术研究 ”(2001BA509B08)
作者简介 顾中言(1957-)男 ,江苏无锡人 ,大学 ,研究员 ,从事农药应用研究。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 作物 水稻、甘蓝、豇豆和棉花。

1.1.2 表面活性剂

1.1.2.1 非离子表面活性剂 吐温 80(Tween 80), 上海申宇医药化工有限公司产品 ;TX-10 ,南京金陵石化化工厂产品。

1.1.2.2 复合表面活性剂 农乳 0202(Pesticide emulsifier 0202)和农乳 6202-B(Pesticide emulsifier 6202-B) 均为南京金陵石化化工厂产品。

1.2 试验方法

1.2.1 作物叶片临界表面张力值测定

1.2.1.1 水稻和甘蓝苞菜 参照已报道的植物临界表面张力测定方法^[3~5],从田间采集新鲜的水稻和甘蓝苞菜叶片,将不同表面张力的液体 0.05 ml 点滴在叶表面,用近视摄影法摄下叶面上的液滴,扫描仪输入电脑,经 CorelDRAW10 专业软件适当放大,用量角器精确测量出气相、液相和固相交界处的液面切线与叶面所形成的夹角。测定时,液滴体积保持一致,液体在叶面形成液滴后不再移动叶片,以免液滴变形或滚落,同时避免灯光照射在液滴上的时间过长而导致液体蒸发,影响液滴的体积。根据 Zisman 提出的测定植物临界表面张力方法^[3],以接触角的 $\cos\theta$ 值对液体表面张力作图,得到 1 条直线,将直线外延至 $\cos\theta = 1$ 处,相应的液体表面张力值即为水稻和甘蓝苞菜的临界表面张力值。

1.2.1.2 棉花和豇豆 水是表面张力最大的液体,在棉花叶上的接触角接近零,而在豇豆上的接触角远远小于 90° ,难以用作图法测定其临界表面张力值。将不同表面张力值的液体点滴在棉花和豇豆叶面上,以接触角为零或接近零的液体表面张力值分别估测棉花和豇豆叶片的临界表面张力值。但很少有表面张力值与被测作物的临界表面张力相等,并在被测作物叶面的接触角为零的液体。因此在完全展布的液体中,选最大的液体表面张力值和有最小接触角的液体的表面张力值作为被测作物临界表面张力值的取值范围。

1.2.2 表面活性剂的临界胶束浓度 按 GB 5549-90 中的方法^[6]测定表面活性剂溶液的表面张力。采用 JZHY-180 型界面张力仪,同一样品连续 5 次测得的表面张力值相差小于 0.2 mN/m,温度为 $28 \pm$

2°C 。用表面张力法测定溶液中表面活性剂的临界胶束浓度。在溶液中,表面活性剂的浓度低于临界胶束浓度时,溶液的表面张力随表面活性剂浓度增高而急剧下降,当表面活性剂达到临界胶束浓度,即表面活性剂的表面吸附达到饱和后,溶液的表面张力几乎不再随表面活性剂浓度的增高而改变。据此,测定含有不同浓度的表面活性剂溶液的表面张力,作浓度对数与表面张力的曲线图,曲线转折点相应的表面活性剂浓度即为该表面活性剂临界胶束浓度^[1~3]。

1.2.3 叶片持液量 新鲜水稻、棉花叶片称重后在不同浓度的表面活性剂溶液中浸 10 s 取出,至叶片不滴水时再称重,重复 3 次,计算平均数。用 WDY-500A 型面积测量仪测定叶面积,折算 1 cm^2 的持药量。将甘蓝苞菜叶切割成 $3\text{ cm} \times 5\text{ cm}$ 的长方形,豇豆叶切割成 $4\text{ cm} \times 5\text{ cm}$ 的长方形,在不同浓度的表面活性剂溶液中浸 10 s 取出,至叶片不滴水时再称重,重复 3 次,计算平均数,折算 1 cm^2 的持药量。

1.2.4 水在棉花和豇豆叶面的行为特征 将田间采集的新鲜棉叶和豇豆叶分别在溶于不含任何表面活性剂的生物染色剂丽春红-G 溶液中浸 10 s 取出,至叶片不滴水时拍摄丽春红-G 溶液在棉花和豇豆叶面的分布状况。用 $5 \sim 25\text{ }\mu\text{l}$ 移液器在呈 45° 斜面的新鲜棉花和豇豆叶片上分别点滴 $10\text{ }\mu\text{l}$ 清水,拍摄清水在叶面的行为动态。

2 结果与分析

2.1 供试作物叶片的临界表面张力

图 1 是水稻和甘蓝苞菜的临界表面张力值的测定结果。在 $\cos\theta = 1$ 处作横坐标平行线,将图中 $\cos\theta$ 对液体表面张力作图所得到的直线外延,与至 $\cos\theta = 1$ 处的横坐标平行线相交,交点对应的液体表面张力值即为水稻和甘蓝苞菜叶片的临界表面张力值,分别约为 36.4 mN/m 和 36.7 mN/m 。

将不同表面张力值的液体点滴在豇豆和棉花叶面上,通过反复比较,豇豆和棉花叶片的临界表面张力值分别为 $39.0 \sim 43.4\text{ mN/m}$ 和 $63.3 \sim 71.8\text{ mN/m}$ 。

2.2 表面活性剂的临界胶束浓度及相应的表面张力

从图 2 中曲线转折点可知:表面活性剂吐温 80 的临界胶束浓度为 62.5 mg/L ,对应的表面张力为 37.0 mN/m 左右;TX-10 的临界胶束浓度为 31.25 mg/L ,对应的表面张力为 29.0 mN/m 左右;6202-B

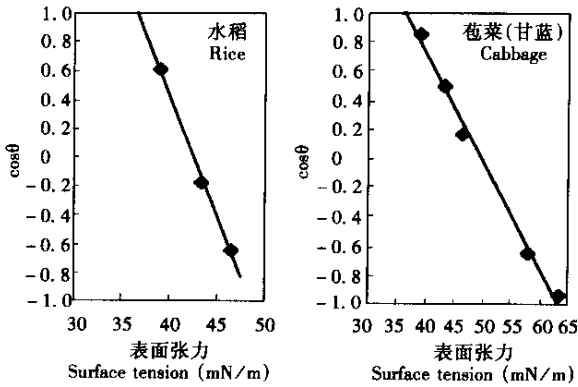


图1 水稻和甘蓝叶片的临界表面张力值
Fig.1 The Critical surface tension for rice and cabbage leaves

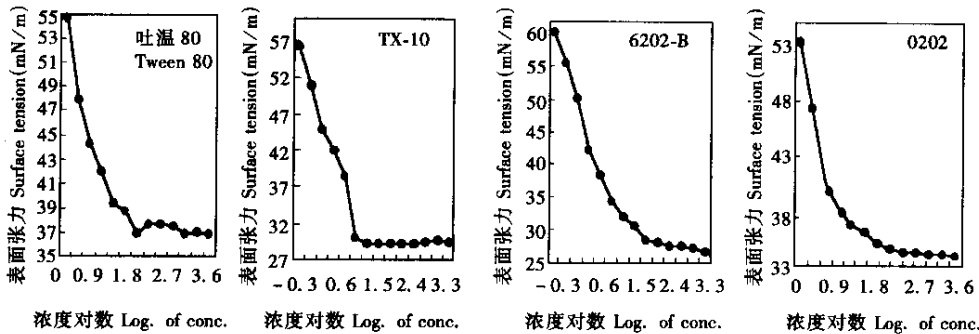


图2 表面活性剂的浓度对数与表面张力的关系
Fig. 2 The relationship between the surface tension and the log. of concentration of surfactant

0202 则较慢,尤其是水稻(图3)。而吐温80达到临界胶束浓度时,溶液的表面张力仍大于水稻和甘蓝苞菜的临界表面张力(图1,图2),水稻和甘蓝苞菜叶片对吐温80的持液量几乎并没有随溶液浓度上升而增加,或增加很少(图3)。

2.3.2 豇豆和棉花叶片的持液量 从图3可以看到,豇豆和棉花叶对清水的持液量较多,分别为 10.95 mg/cm^2 和 8.94 mg/cm^2 ,暂定为亲水作物。供试的4种表面活性剂达到临界胶束浓度时,对应的表面张力均小于豇豆和棉花叶的临界表面张力。随着表面活性剂浓度升高,豇豆和棉花叶片对它们的持液量下降,其中对TX-10的持液量最少,6202-B次之。水稻和甘蓝苞菜叶片持液量最少的吐温80,在豇豆叶片上的持液量却最多;而棉花叶片的持液量则以0202最多。

2.4 作物叶片持液量与叶面上液体分布的关系
丽春红-G水溶液在棉花叶面能形成连续的水膜,而在豇豆叶面上则发生收缩,呈现不均匀分布。

的临界胶束浓度为 125.0 mg/L ,对应的表面张力为 27.8 mN/m 左右;0202的临界胶束浓度为 250.0 mg/L ,对应的表面张力为 34.3 mN/m 左右。

2.3 水稻、甘蓝苞菜、豇豆和棉花叶片对不同表面活性剂溶液的持液量

2.3.1 水稻和甘蓝苞菜叶片的持液量 从图3可以看到,水稻和甘蓝苞菜叶片对清水的持液量非常少,分别为 0.05 mg/cm^2 和 0.33 mg/cm^2 ,暂定为疏水作物。表面活性剂溶液中,TX-10、6202-B和0202达到临界胶束浓度时的表面张力小于水稻和甘蓝苞菜的临界表面张力(图1、图2)。水稻和甘蓝苞菜叶片对这3种表面活性剂溶液的持液量随浓度升高而增加,其中TX-10增加速度最快,6202-B次之;

将叶面倾斜至 45° , $10\text{ }\mu\text{L}$ 水滴在棉花叶片上能沿叶面向下流淌,而在豇豆叶片上与叶面的接触角则小于 90° ,能牢固地粘着在叶面不掉落。可见,同样体积的水滴在棉花叶面的覆盖面积大于豇豆叶面,亦即豇豆叶片单位面积上的持水量多于棉花叶片。表明作物叶面持液量与液体在叶面上是否完全展布并无必然的相关性。随着表面活性剂溶液表面张力的减小,亲水作物豇豆叶面的持液量下降,然而却能在豇豆叶面形成连续分布的水膜;但在疏水作物水稻和甘蓝苞菜上叶面持液量不仅增加,而且溶液在叶面形成连续分布的水膜。

3 讨论

靶标作物叶面的持液量与溶液的表面张力及靶标作物叶片的临界表面张力有密切的关系。疏水型作物水稻和甘蓝苞菜叶片的临界表面张力,如果小于溶液的表面张力,无论溶液内的表面活性剂是否达到临界胶束浓度,它们叶面的持液量均相对偏少;

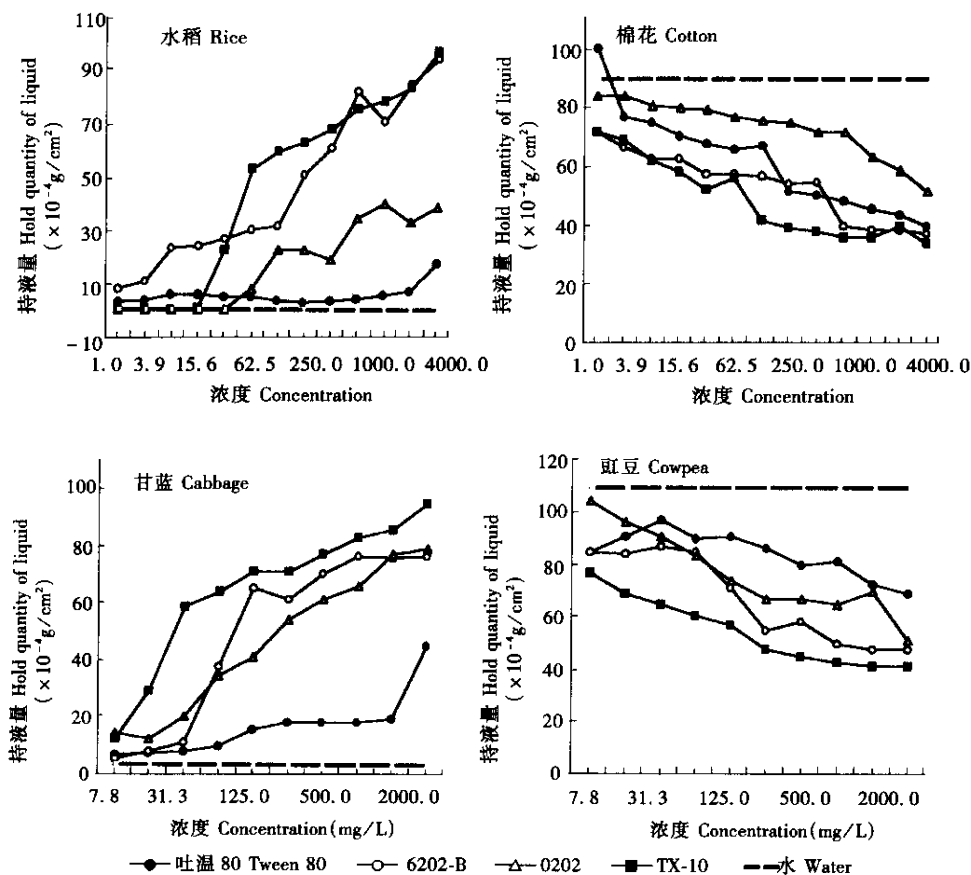


图3 水稻、甘蓝、豇豆和棉花叶片对不同浓度表面活性剂溶液的持液量

Fig. 3 Held quantity of different concentrations surfactant liquid by leaves in rice, cabbage, cowpea and cotton

如果适度大于溶液的表面张力,溶液内的表面活性剂达到临界胶束浓度时,其叶面的持液量才会较多。亲水型作物棉花和豇豆叶片的临界表面张力大于绝大多数溶液的表面张力,随着溶液表面张力的减小,其叶面持液量也随之减少。但叶面持液量与液体在叶面能否形成连续的水膜并没有必然的关联性。因此,在豇豆这类作物上如果刻意追求叶表形成连续的水膜,反而会导致持液量下降。

中国的农药剂型以乳油和可湿性剂为主,在表面活性剂的选用上更多的是考虑剂型的稳定性,往往忽视了药剂推荐剂量药液的表面张力及药液内表面活性剂的浓度。一种农药防治的靶标对象往往分布于不同的作物,而不同作物的叶片表面结构差异很大,如水稻和棉花的临界表面张力相差近1倍。研究结果证明,很多药剂推荐剂量药液内的表面活性剂未能达到临界胶束浓度^[1],药液的表面张力大于水稻、小于棉花的临界表面张力,不利于在这两种

作物叶面上持留,既造成浪费,影响防治效果,又污染了环境。因此,根据不同靶标作物叶片的表面特性,研制相应的农药剂型,有利于在减少农药用量的同时,提高对病虫害的防治效果。

参考文献:

- [1] 顾中言,许小龙,韩丽娟.杀虫剂药液中表面活性剂的临界胶束浓度及表面张力的研究[J].江苏农业学报,2002,18(2):89~93.
- [2] 袁会珠,齐淑华.植物叶片对药液最大承载能力初探[J].植物保护学报,1998,25(1):95~96.
- [3] 刘程,张万福,陈长明.表面活性剂应用手册(第二版)[M].北京:化学工业出版社,1996:28~43.
- [4] 顾中言,许小龙,韩丽娟.几种植物临界表面张力值的估测[J].现代农药,2002(2):18~20.
- [5] 顾中言,许小龙,韩丽娟.杀虫单微乳剂提高对小菜蛾和水稻纵卷叶螟防治效果的原理[J].江苏农业学报,2002,18(4):218~222.
- [6] 化学工业标准汇编——表面活性剂[M].北京:中国标准出版社,1997:48~53.