

几种植物临界表面张力值的估测

顾中言 许小龙 韩丽娟

(江苏省农业科学院植物保护研究所 南京 210014)

摘 要 通过测定水稻、小麦、包菜、棉花等植物临界表面张力值的实例,阐述了测定植物临界表面张力值的方法与过程。测定结果表明,水稻、包菜与棉花的临界表面张力值相差近一半,说明不同植物的临界表面张力值有很大的差异。

关键词 植物 临界表面张力 估测

农药使用中,常常由于药液的表面张力太大,药剂不能在靶标植物上润湿展布而滚落。人们用表面活性剂来降低药液的表面张力,提高药剂对有害生物的防治效果^[1]。然而,不同植物的表面结构差异很大,而人们并不知晓由这种差异造成的植物间不同的临界表面张力值,在用表面活性剂降低药液表面张力时难以做到有的放矢。对于棉花等植物而言,很多药剂常规剂量的表面张力偏小,药液不能充分滞留而流失;而对于水稻、小麦及甘蓝蔬菜等植物而言则仍然偏大,药液不能在这些植物上润湿展布而滚落^{[2][3]}。因此,了解不同植物的临界表面张力值,对于指导科学使用农药十分必要。

1 材料与方法

1.1 测定植物

水稻、小麦、包菜、棉花、丝瓜、豇豆、茄子、辣椒、小飞蓬[*Conyza canadensis* (L.) Crong]、鸭跖草(*Commelina communis* L.)、水花生[*Alternanthera philoxeroides* (Mart) Griseb]、马齿苋(*Portulaca oleracea* L.)、刺苋(*Amaranthus spinosus* L.)、裂叶牵牛[*Pharbitis nil* (L.) Choisy]、雀麦(*B.japonicus* Thunb)、日本看麦娘(*A.japonicus* Steud.)、无芒稗[*E.crusgallt* var. *Mitis* (Pursh)]、牛筋草[*E.indica* (L) Gaertn]、狗尾草[*S.viridis* (L)]。

1.2 试验方法

借用 Zisman 提出的方法测定植物临界表面张力^[4]。不同表面张力的液体在同一植物表面的接触角随液体表面张力降低而减小。以 $\cos \theta$ 对液体表面张力作图可得到一条直线。将直线外延至 $\cos \theta = 1$ 处,相应的液体表面张力值即为该植物的临界表面

张力值。 $\cos \theta = 1$, 即接触角为零。据此,可用不同表面张力的液体滴在测试植物表面,根据接触角为零或接近于零的液体的表面张力来估测植物的临界表面张力值。

1.3 测定过程

采集新鲜植物叶片,固定成平面,不使其卷曲,不接触待测叶片表面,以免破坏叶面结构。将相同体积、不同表面张力的液体滴在叶片表面形成液滴。用照相机摄下叶面上的液滴,适当放大后,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。

2 结果

不同表面张力的液滴在 8 种植物叶面上的接触角度数及相应的 $\cos \theta$ 值列于表 1。根据表中液体的表面张力值和 $\cos \theta$ 值,分别作图(图 1)。将图中 $\cos \theta$ 对液体表面张力作图所得到的直线外延至 $\cos \theta = 1$ 处,两条直线相交处对应的液体表面张力值即分别为 8 种植物的临界表面张力值。其物理意义在于,小于此表面张力的液体可以在叶面润湿展布。

根据接触角为零或接近于零的液体的表面张力估测的部分植物的临界表面张力值列于表 2。表中表面张力一项中,前一个数值代表的液体可在叶面展布或充分展布,后一个数值代表的液体在叶面略有接触角。植物的临界表面张力应大于或等于前一个数值,小于后一个数值。

3 讨论

植物的临界表面张力在农药应用中是一个重要的参数,其意义在于液体的表面张力小于某种植

物的临界表面张力时，可以在该植物表面润湿展布。不同植物间的临界表面张力值差异很大。水稻、小麦及包菜等难润湿的植物，临界表面张力小，大多数药剂推荐剂量的药液喷洒到这些植物上后，以水珠的形式从叶面滚落下来。棉花、黄瓜等易润湿的植物，临界表面张力大，很多药剂推荐剂量的药液喷洒到这些植物上，使叶片润湿的同时，药液从叶缘滴落下来。应使药剂推荐剂量药液的表面张力适度小于靶标植物的临界表面张力，使其既可润湿展布，又可持留在植物表面。

表 1 不同表面张力的液体在 8 种植物叶面的接触角度数

植 物	液体表面张力值(mN/m)	接触角	cos θ
水 稻	39.00	52°	0.61
	43.38	100°	-0.17
	46.49	130°	-0.64
小 麦	43.38	45°	0.74
	46.49	60°	0.5
	58.35	90°	0
	72.00	130°	-0.64
包 菜	39.00	31°	0.86
	43.38	60°	0.5
	46.49	80°	0.17
	57.91	130°	-0.64
雀 麦	63.30	160°	-0.94
	37.80	72°	0.31
	39.00	80°	0.17
	45.27	126°	-0.59
日本看麦娘	46.49	133°	-0.68
	39.00	58°	0.53
	43.38	100°	0.17
无芒稗	46.49	122°	-0.53
	43.38	55°	0.57
	46.49	76°	0.24
	57.91	125°	-0.57
牛筋草	63.30	164°	-0.96
	39.00	39°	0.78
	43.38	62°	0.47
狗尾草	57.91	127°	-0.6
	63.30	162°	-0.95
	39.00	50°	0.64
	43.38	60°	0.5
狗尾草	57.91	123°	-0.54
	63.30	146°	-0.83

图 1 几种植物临界表面张力估测图示

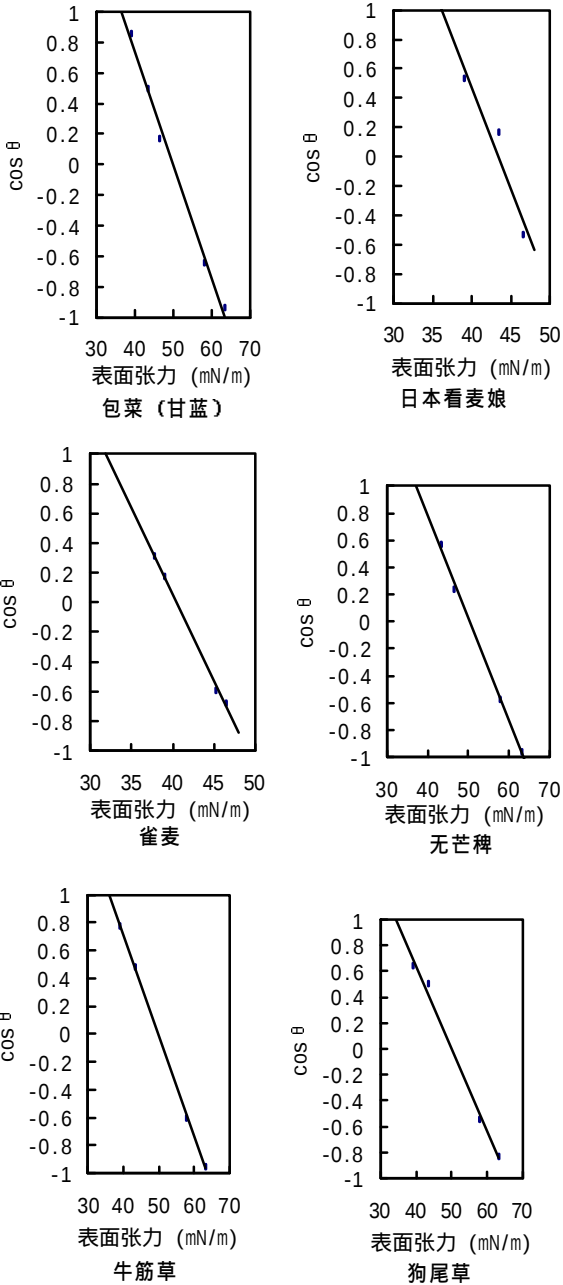
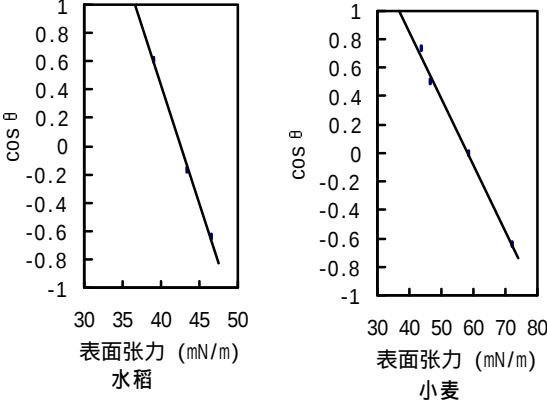


表 2 十三种植物的临界表面张力值

作 物	临界表面张力 (mN/m)
水稻	36.26~39.00
包菜	36.26~39.00
小麦	36.26~39.00
丝瓜	39.00~43.38
豇豆	36.26~39.00
棉花	63.30~71.81
茄子	43.38~45.27
辣椒	43.38~45.27
小飞蓬	43.38~45.27
鸭跖草	36.26~39.00
水花生	36.26~39.00
马齿苋	39.00~43.38
刺苋	39.00~43.38
裂叶牵牛	46.49~57.91

在测定过程中,液滴体积越小,液滴越接近球形,但液滴太小,不易准确测量接触角的度数,虽可通过电脑适当放大,但边缘模糊,测量精确度差。液滴太大,由于重力的关系,在接触角大于 90° 时,液滴呈椭圆形,甚至接近于偏平状,同样不易准确测量接触角的度数。因此,测定中,根据植物类型,通过反复比较,确定适宜的液滴体积,对于准确测定接触角十分重要。另外,植物叶面大多凹凸不平,或多绒多毛,导致叶面上液滴的不规则展布,因此,测定时应增加重复次数来测定接触角,并取相对集中的度数或平均数。

用接触角为零或接近于零的液体可快速估测植物的临界表面张力值,但很少有正好可在植物表面形成接触角为零的液体。因此,应通过反复比较,将完全展布的最大液体表面张力值和有最小接触角的液体表面张力值作为被测植物的临界表面张力值的范围,在有条件时再用作图法测定。如水稻、小麦和包菜估测的临界表面张力为 $(36.26 \sim 39.00)$ mN/m,用作图法测定的临界表面张力值分别为 36.2 mN/m、36.5 mN/m 和 37.0 mN/m。

植物是活体,同一种植物因品种不同,生长环境的差异,土壤条件、生育期不一样,都可能造成临界表面张力值的不同。因此,应当根据实际情况

测定靶标植物的临界表面张力值,并设法调整药液的表面张力值,可使药液在靶标植物表面润湿展布并有较大滞药量。

参考文献

- 1 胡美英,黄炳球,肖整玉等.表面活性剂对杀虫剂的增效机制及药效研究.华南农业大学学报.1998,19(3)
- 2 袁会珠,齐淑华.植物叶片对药液最大承载能力初探.植物保护学报.1998,25(1)
- 3 屠豫钦.农药剂型和制剂与农药的剂量转移.农药学报.1999,1(1)
- 4 刘程,张万福,陈长明.表面活性剂应用手册(第二版)

Study on the Method of Measure of the Critical Surface Tension of Plants

Gu Zhongyan *et al.*

(Institute of Plant Protection, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014)

Abstract: The method and process of measure of the critical surface tension of plant was stated and the critical surface tension of rice, wheat, cabbage, cotton and so on was measured. The result showed that the critical surface tension was remarkable difference among different plants, the critical surface tension of cotton was almost as twice as rice and cabbage.

Keywords: plant, the critical surface tension, measure

(上接第 11 页)

丙酰丙酮酸乙酯 17.2g(0.1mol),实验 2.1 中留用的饱和硫酸钾水溶液 130g,混合搅拌冷却至 0°C ,缓慢滴加含 9.7g(0.06mol)硫酸二胍水溶液,控制温度 $\leq 25^\circ\text{C}$,滴加完后于冰浴下维持搅拌 0.5~1h,然后移至室温搅拌 4~5h,后处理方式同实验 2.1,产物重 16.5g,含量 90.6%,收率 89%。母液连续循环套用 10 次,产物平均含量 85%~89%,收率 87%~89%。

3 讨论

(1)在使用含有碱金属或碱土金属的两价酸盐水溶液为反应介质时,在同一反应体系中,使该碱金属或碱土金属的两价酸盐与两价酸的二胍盐中的酸根保持相同,可使反应体系简化,并有利于反应后处理。

(2)含有碱金属或碱土金属两价酸盐水溶液反应介质可以实现在不同的反应中完全无排放地被循环套用,且对 3-乙基-5-吡唑羧酸乙酯的合成无不利

影响。

(3)使用两价酸的二胍盐替代两价酸单胍盐后,可使酸的用量减少一半,并且因其在常温下与水等极性溶液有很好的互溶性,保证了反应在均匀状态下进行,反应时间短,反应条件温和,目标产物的收率和含量均能稳定在 85%以上,且所得产物无需纯化精制即可直接投入下一步反应。

(4)使用两价酸的二胍盐替代以往方法中使用的高毒性致癌物质水合胍,避免了对环境和操作人员的毒害,同时也避免了大量高熔点的副反应杂质的产生。

Synthesis of Ethyl 3-ethyl-5-pyrazolecarboxylate

Yang Jianyu *et al.*

(Sichuan Institute of Chemical Industry, Chengdu 610041)

Abstract: It is reported that ethyl 3-ethyl-5-pyrazolecarboxylate, an intermediate for tebufenpyrad, was synthesized by using ethyl propionyl acetate and others as starting materials.

Keywords: tebufenpyrad, ethyl 3-ethyl-5-pyrazolecarboxylate, synthesis