

除草剂对抗草甘膦大豆光合作用和蒸腾作用的影响

原向阳,毕耀宇,王 鑫,梁志刚,郭平毅,姚满生,王宏富

(山西农业大学农学院,山西 太谷 030801)

摘 要 本试验采用随机区组的设计方法,在花期期喷施不同浓度的农达和草甘膦 10%水剂,研究了两种不同水剂、不同浓度的草甘膦对抗草甘膦大豆 RR2 光合作用和蒸腾作用的影响。结果表明:农达和草甘膦 10%水剂均使 RR2 的叶绿素含量和光合速率下降,但草甘膦 10%水剂的抑制作用更明显;农达可以增加 RR2 的气孔导度和蒸腾速率,草甘膦 10%水剂却使 RR2 气孔导度和蒸腾速率先增加后降低,但是各浓度下的蒸腾速率均低于对照。叶绿素含量与光合速率的变化趋势一样,气孔导度与蒸腾速率的变化趋势一样。结果还表明,草甘膦对抗草甘膦大豆并非绝对安全,在超过一定剂量时就会对抗草甘膦大豆造成伤害,影响其生理代谢,即使除草剂有效成分相同,剂型不同也会对药效产生差异。

关键词 除草剂;抗草甘膦大豆;光合速率;蒸腾速率

中图分类号 S482.4 S565.2 文献标识码 B 文章编号:1000-0275(2006)04-0311-03

Effect of Herbicides on Photosynthesis and Transpiration of Glyphosate-Resistant Soybean

YUAN Xiang-yang, BI Yao-yu, WANG Xin, LIANG Zhi-gang, GUO Ping-yi, YAO Man-sheng, WANG Hong-fu

(Agronomy College, Shanxi Agricultural University, Taigu, Shanxi 030801, China)

Abstract: Randomized complete block experimental design was used in the trial. Different dosage of Roundup41% aqua and Glyphosate10% aqua were sprayed during flowering and podding periods, and chlorophyll content, stomatal conductance, transpiration rate and photosynthetic rate of glyphosate-resistant soybean (RR2) were monitored. The results showed that chlorophyll content, net photosynthetic rate (P_n) decreased with increasing the dosage of Roundup41% aqua and Glyphosate 10% aqua, while the repressive effect of Glyphosate10% aqua was more obvious than that of Roundup41% aqua; Roundup41% aqua could increase the stomatal conductance and transpiration rate of RR2; Glyphosate 10% aqua increased the stomatal conductance and transpiration rate of RR2 at low dosage but decreased at high dosage, while transpiration rate at each dosage was lower than the check. The change trend of chlorophyll content and photosynthetic rate were similar, the same as that of stomatal conductance and transpiration rate. The results also indicated that glyphosate is not absolutely safe to glyphosate-resistant soybean, the dosage of herbicide should not be increased at will. Though the main ingredient is the same, the differences caused by herbicide formulation should be considered.

Key words: herbicides; glyphosate-resistant soybean; photosynthetic rate; transpiration rate

抗草甘膦大豆的研制开发为草甘膦在大豆田的应用提供了极为有利的条件。尽管抗草甘膦大豆已经在美国大面积种植,且大大节省了除草成本,但是有研究表明,抗草甘膦大豆的种植可能会抑制其产量^[1]。光合作用是作物产量的原动力,和其他生命过程一样,经常受到外界条件和内部因素的影响。蒸腾作用是作物维持水分代谢和营养物质传输、吸收及作物消耗水分的主要方式。作物不同生育阶段对除草剂耐药性不同,大豆苗后除草剂一般在大豆 2 片复叶期施药,为了防除某些难除杂草,需要在大豆真叶期至 1 片复叶期或 3—4 片复叶或更晚时期施药^[2]。进入 7 月份,降雨增多,杂草会再次猛增。关于转基因大豆的研究,国内外多集中于其基因的导入、食品安全性和环境安全性

方面^[3]。对于草甘膦是否对抗草甘膦大豆绝对安全,两种有效成分相同而剂型不同的除草剂是否存在药效差异的研究不多。为此,本试验通过对花期期春大豆 RR2 喷施不同浓度的农达 41%水剂和草甘膦 10%水剂,测定其对光合作用和蒸腾作用有关参数的影响,为草甘膦在抗草甘膦大豆田合理运用提供参考,为探明草甘膦对抗草甘膦大豆生理作用和产量影响提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 品种材料和供试药剂

品种是由山西农业大学提供的抗草甘膦大豆 (RR2,早熟,白花品种);供试药剂:①农达 41%水剂 (美国孟山都公

基金项目:国家“948”项目(2001-102-04)资助。

收稿日期:2006-02-24

作者简介:原向阳(1981—),男,山西阳城人,硕士研究生,主要从事作物化学调控与化学除草研究;通讯作者:郭平毅(1956—),男,博士,山西农业大学教授、博士生导师,主要从事作物化学调控与化学除草研究。

司北京代表处提供);②草甘膦 10%水剂 (河北奇峰化工有限公司生产)。

1.2 试验设计

试验于 2004 年 5—9 月在山西农业大学农场实验田进行。试验土壤为黄土状母质上发育的碳酸盐褐土, 0—20cm 土层有机质含量 1.74%, 全氮 0.0636%, 速效磷 6.69mg/kg, 速效钾 185.2mg/kg。大豆于 2004 年 5 月 5 日播种, 7 月 2 日喷药。采用随机完全区组设计, 在大豆花英期用 3WSS 0.8 型手持压缩喷雾器 (浙江台州市助农喷雾器厂) 进行不同除草剂的茎叶喷施, 在喷施时要保持药液喷洒均匀, 每种除草剂设 6 个水平, 1 个对照, 3 次重复, 每小区 20m² (如表 1 所示)。在草甘膦 10%水剂中加入适量中性洗衣粉以利于药液粘附在大豆叶片表面。

表 1 试验中的除草剂有效剂量 (g/hm²)

除草剂	剂量 1	剂量 2	剂量 3	剂量 4	剂量 5	剂量 6	CK
农达 41%水剂	900	1800	3600	5400	10800	21600	0
草甘膦 10%水剂	900	1800	3600	5400	10800	21600	0

1.3 测定指标与仪器

①7 月 25 日上午, 天气晴朗, 利用 CCM-200 Chlorophyll Content Meter (Opti-Sciences, Inc.) 测定田间大豆叶片 (主茎从上向下数第 3 片叶子) 的叶绿素含量; ②8 月 6 日上午, 晴朗无云, 利用便携式光合仪 CI-310 (思爱迪生态科学仪器有限公司) 测定田间大豆叶片 (主茎从上向下数第 3 片叶子) 的光合速率 (P_n)、蒸腾速率 (Tr) 和气孔导度 (C)。

利用 Excel2000 和 SAS 软件进行数据处理和分析。

2 结果与分析

2.1 农达和草甘膦 10%水剂对抗草甘膦大豆 (RR2) 叶绿素含量的影响

叶绿素是捕获光能, 进行光能转换的基本色素, 叶绿素的增加有利于植物捕获较多的光能。由图 1 可知, RR2 叶片中的叶绿素含量随除草剂浓度的增加而减少。两种剂型的除草剂均在超过 3600g/hm² 的剂量时, RR2 叶片中叶绿素含量急剧下降, 在超过 10800 g/hm² 时叶绿素含量变化趋于平缓。经 SAS 软件进行方差分析和多重比较可知, 对照、草甘膦 10%水剂 1、2、4、5、6 剂量之间差异极显著, 剂量 2 和 3 之间差异显著; 对照、农达 41%水剂 1、2 剂量之间差异不显著, 剂量 2、3、4、5 之间差异极显著, 5 和 6 之间差异不显著。表明这两种剂型的除草剂均可抑制 RR2 叶片中叶绿素的合成。当农达在剂量 2 时就可极显著地抑制 RR2 叶绿素含量; 而草甘膦 10%水剂在低浓度时即可极显著地抑制 RR2 叶绿素含量。当超过 10800 g/hm² 时, 除草剂对抗草甘膦大豆已造成严重伤害, 叶绿素含量降低趋势不再明显。

2.2 农达和草甘膦 10%水剂对 RR2 光合速率的影响

光合作用是植物最基本的生理过程, 各种自然因子, 如干旱、淹水、低温、盐害等都会直接或间接地影响光合作用^[1]。由图 2 可知, 随着除草剂剂量的增加, 大豆叶片的光合速率呈下降趋势; 草甘膦 10%水剂在超过 1800g/hm² 时, RR2 光合速率急剧下降; 而农达 41%水剂各处理中, RR2 光合速率下降的趋势较平缓, 即使在其最高浓度, 光合速率也与草甘

膦 10%水剂 3600g/hm² 时相当。经 SAS 软件进行方差分析和多重比较可知, 草甘膦 10%水剂各水平之间以及对对照和各水平之间差异极显著; 对照、农达 41%水剂 1、2、3、4 剂量之间差异极显著, 剂量 4 和 5 之间以及 5 和 6 之间差异不显著, 剂量 4 和 6 之间差异显著。表明这两种除草剂均可抑制 RR2 的光合速率, 而草甘膦 10%水剂的抑制作用更明显。光合速率的下降会影响抗草甘膦大豆的生长及产量。

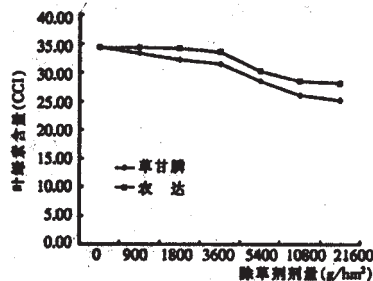


图 1 除草剂对 RR2 叶绿素含量的影响

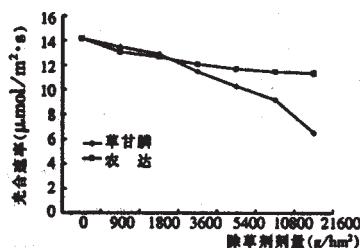


图 2 除草剂对 RR2 光合速率的影响

2.3 农达和草甘膦 10%水剂对 RR2 气孔导度的影响

气孔是空气中 CO₂ 进入植物体和植物体内水分蒸发的主要通道, 它主要控制植物的两个生理过程, 即控制光合作用中 CO₂ 吸收和蒸腾作用中水分的代谢; 与植物叶片的蒸腾和光合性能有着密切的关系^[1]。由图 3 可知, 随着农达 41%水剂剂量的增加, RR2 叶片的气孔导度总的呈增长趋势, 而随着草甘膦 10%水剂剂量的增加, RR2 叶片的气孔导度呈先增加后降低的趋势, 在剂量 3 时, RR2 气孔导度已达大于对照, 在剂量 4 时气孔导度达到最大值, 在剂量 6 时气孔导度最小。表明农达 41%水剂和草甘膦 10%水剂对 RR2 气孔导度的影响存在显著差异; 农达 41%水剂可以增加 RR2 大豆的气孔导度, 草甘膦 10%水剂在一定剂量范围内可增加 RR2 大豆的气孔导度, 当超过一定剂量时即对大豆叶片造成伤害, 引起气孔导度的降低。经 SAS 软件进行方差分析和多重比较可知, 草甘膦 10%水剂各剂量之间以及对对照和各剂量之间差异极显著; 农达 41%水剂各剂量之间以及对对照和各剂量之间差异也均达到极显著水平。表明两种除草剂对 RR2 气孔导度的影响不同。

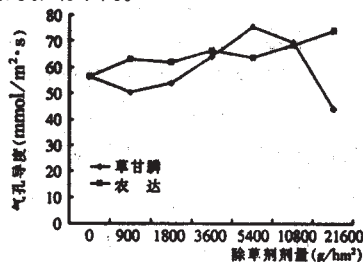


图 3 除草剂对 RR2 气孔导度的影响

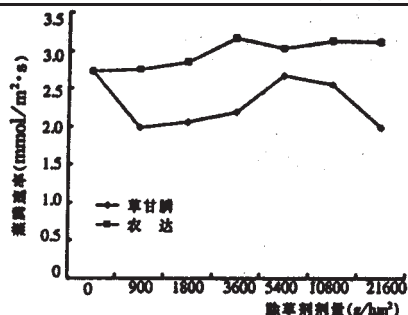


图4 除草剂对RR2蒸腾速率的影响

2.4 农达和草甘膦10%水剂对RR2蒸腾速率的影响

由图4可知,随着农达41%水剂剂量的增加,RR2大豆叶片的蒸腾速率总的呈增长趋势,在3600 g/hm²时蒸腾速率突然增加,之后趋势变缓;而随着草甘膦10%水剂浓度的增加,大豆叶片的蒸腾速率呈先增加后降低的趋势,在剂量4时蒸腾速率达到最大值,但各剂量均低于对照值。经SAS软件进行方差分析和多重比较可知,对照、农达41%水剂1、2剂量之间,以及剂量3、4、5、6之间差异不显著,剂量2和6之间差异极显著;对照、草甘膦10%水剂5、3、6剂量之间差异显著,对照和剂量4、4和5、3和2,以及剂量2、6、1之间差异不显著,剂量5和3之间差异极显著;表明农达41%水剂和草甘膦10%水剂对RR2蒸腾速率的影响存在显著差异;两种除草剂对RR2大豆蒸腾速率的影响与对气孔导度的影响基本一致。

3 讨论与结论

植物的光合作用是生态系统生产力形成与演化的基础,也是全球碳循环的最重要环节。叶片叶绿素含量是反映叶片生理活性变化的重要指标之一,与叶片光合性能的大小具有密切的关系,最终影响作物产量和品质的提高。在本试验中,低剂量农达41%水剂对抗草甘膦大豆RR2的叶绿素含量影响不大,但随着农达剂量的增加,叶绿素含量明显下降;草甘膦10%水剂各剂量均显著地降低RR2的叶绿素含量,并且随着浓度的增加,叶绿素含量越低。随着农达41%水剂和草甘膦10%水剂剂量的增加,RR2的光合速率显著下降,但草甘膦10%水剂对RR2光合速率的影响更明显。综合考虑除草剂对RR2大豆叶绿素和光合速率的影响,笔者认为适宜的最大剂量不应超过1800g/hm²,在此浓度下,大豆田杂草防除效果可达99.6%。目前研究逆境条件下作物生长与耐性机制一直视作物科学领域中的研究热点^[1]。Flocco CG^[6]等研究了苯酚对苜蓿生长的影响,发现500mg/L的苯酚会导致苜蓿叶绿素含量显著降低。本试验中农达和草甘膦10%水剂对RR2的光合速率和叶绿素含量的影响趋势基本一致,说明草甘膦的喷施对作物来说也是一种逆境,除草剂的喷施势必会影响到抗草甘膦大豆的生理生化代谢,降低叶片叶绿素含量和光合速率,从而影响到抗草甘膦大豆的产量和品质。

植物的水分利用效率大小取决于CO₂净同化效率与蒸腾效率,受植物根、茎、叶组织生物结构特征的影响,也与光强、大气温度、湿度、气压以及土壤水分等环境因子密切相关。植物

通过改变气孔的开度等方式来控制与外界的CO₂和水汽交换,从而调节光合速率和蒸腾速率,以适应不同的环境条件。研究表明,植物蒸腾受环境因子的影响和土壤水分供应的限制,气孔阻力、光合作用也是影响作物蒸腾作用的生理性原因^[7,8]。气孔导度对环境因子的变化十分敏感,凡是影响植物光合作用和叶片水分状况的各种因素都有可能对气孔导度造成影响^[9]。一般来说,气孔导度越大,蒸腾速率越快。本试验中随着农达41%水剂剂量的增加,RR2大豆叶片的蒸腾速率和气孔导度总的呈增长趋势;而随着草甘膦10%水剂剂量的增加,RR2大豆叶片的蒸腾速率和气孔导度呈先增加后降低的趋势,但蒸腾速率各水平均低于对照值。马瑞昆等研究表明叶面喷施黄腐酸可缩小叶片气孔开张度,增大气孔阻力,抑制叶片蒸腾速率,提高作物产量^[10]。本试验中气孔导度和蒸腾速率的变化趋势基本一致,这与上述研究基本相符。农达41%水剂和草甘膦10%水剂的有效成分一样,但对RR2气孔导度和蒸腾速率的影响不一致,是否与其制剂中的辅助成分不同有关还需进一步研究。

草甘膦是一种内吸传导型灭生性除草剂,对于不同植物,其用量也不尽相同。通过本试验的研究表明,草甘膦对抗草甘膦大豆并非绝对安全,在超过一定剂量时,也会对抗草甘膦大豆造成伤害;试验还表明,即使对于同一植物,除草剂剂型不同,其药效也不相同。

参考文献:

- [1] Roger W Elnorea, Fred W Roetha, Tobert N Kleinc et al. Glyphosate-Resistant Soybean Cultivar Response to Glyphosate [J] Agronomy Journal 2001, 93:404-404.
- [2] 王险峰,关成宏,辛明远.关于除草剂田间药效试验安全性评价方法问题的探讨 [J] 农药, 2004, 43 (1): 5-9.
- [3] 郭斌,陈勇,黄斌.转基因大豆食品安全性及对生态环境影响初探 [J] 农业环境与发展, 2002, (6): 29-31.
- [4] 王泽港,骆建锋,高红明,等.1,2,4-三氯苯和萘对水稻抽穗期叶片光合特性的影响 [J] 中国农业科学, 2005, 38 (6): 1113-1119.
- [5] 战吉成,黄卫东,王秀芹,等.弱光下生长的葡萄叶片蒸腾速率和气孔结构的变化 [J] 植物生态学报, 2005, 29 (1): 26-31.
- [6] Flocco C G, Lobalbo A, Carranza M P et al. Removal of Phenol by Alfalfa plants (Medicago sativa L.) grown in hydroponics and its effect on some physiological parameters [J] Acta Biotechnologia, 2002, 22: 43-54.
- [7] 陈家宙,陈明亮,何圆球. Effects of Soil Water Condition and Microclimate on Transpiration Rate of Rice [J] 应用生态学报, 2001, 12 (1): 63-67.
- [8] 张劲松,孟平,尹昌君.杜仲蒸腾强度和气孔行为的初步研究 [J] 林业科学, 2002, 38 (3): 34-37.
- [9] Wang Y H, Zhou G S. Analysis on ecophysiological characteristics of leaf photosynthesis of An euro lepidium Chinese in Songnen grassland [J] Chinese Journal of Applied Ecology, 2000, 11 (3): 12-19.
- [10] 段华平,谢小立,王凯荣.红壤坡地茶园蒸腾速率及其环境影响因子的研究 [J] 中国生态农业学报, 2004, 12 (1): 117-119.