

## 三种甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂拌种对花生幼苗生长及生理作用的影响

程传英, 袁传卫, 殷万元, 张风文, 姜兴印\*

山东农业大学植物保护学院, 山东泰安271018

**摘要:** 研究了不同温度和不同土壤湿度条件下, 三种甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂吡唑醚菌酯、醚菌酯、啮菌酯以1 g a.i.·kg<sup>-1</sup> (种子)的处理剂量对花生幼苗生长及生理作用的影响。结果表明: 湿度一定时, 随温度的升高, 花生幼苗的株高、主根长、地上鲜重和地下鲜重等生物学性状和保护酶(SOD、POD、CAT)等生理生化指标提高, 25 °C下花生生长状态最佳; 60%湿度下, 花生幼苗的株高等生物学性状和保护酶、转氨酶等生理生化指标, 均好于40%和80%湿度条件下。三种药剂拌种处理后可以促进花生幼苗的生长, 提高叶片保护酶(SOD、POD、CAT)和转氨酶(GPT、GOT)活性, 增加叶绿素和叶片可溶性蛋白含量, 提高根系活力。

**关键词:** 花生拌种; 吡唑醚菌酯; 醚菌酯; 啮菌酯

## Effects of Seed Dressing with Three Kinds of Strobilurin Fungicides on the Growth and Physiological Function of Peanut (*Arachis hypogaea*) Seedling

CHENG Chuan-Ying, YUAN Chuan-Wei, YIN Wan-Yuan, ZHANG Feng-Wen, JIANG Xing-Yin\*

College of Plant Protection, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271018, China

**Abstract:** The effects of seed dressing with strobilurin fungicides (pyraclostrobin, kresoxim methyl and azoxystrobin) on the physiological and biochemical characteristics in peanut (*Arachis hypogaea* Linn.) seedling were investigated at different temperatures and in different humidity. The dosage was 1 g a.i.·kg<sup>-1</sup> (seeds). It was indicated that the plant height, main root length, above-ground fresh weight, underground fresh weight and the other agronomic characteristics of peanut plant as well as the protective enzymes (SOD, POD and CAT) and other physiological indexes increased with the increasing temperature, and the best index was obtained at 25 °C. The agronomic characteristics such as plant height and physiological indexes such as protective enzymes, transaminase of peanut seedlings achieved the best result in the humidity of 60%. The three fungicides can promote the growth of peanut seedlings, improve protective enzymes (SOD, POD, CAT) and transaminase (GPT, GOT) activity, increase chlorophyll, soluble protein content and root activity.

**Key words:** peanut seed dressing; pyraclostrobin; kresoxim methyl; azoxystrobin

甲氧基丙烯酸酯类(strobilurin)杀菌剂是线粒体呼吸抑制剂, 对几乎所有真菌类病害都显示出很好的活性(乔桂双等2009), 安全, 对环境基本无污染(刘祖明2008), 是未来发展的主力杀菌剂品种。该类杀菌剂中, 吡唑醚菌酯(pyraclostrobin)包衣花生后, 出苗率提高, 产量增加(张成玲等2013)。醚菌酯(kresoxim methyl)可以使作物叶片增绿, 光合作用增强(华乃震2013)。啮菌酯(azoxystrobin)能提高马铃薯的出苗率, 起到保健增产的作用(陈世敏等2013)。花生是世界上重要的经济和油料作物之一, 温度和土壤湿度是影响花生生长发育的重要外界因素。在我国北方大花生区播种期, 遇寒流易低温烂种, 遇春旱, 易造成缺苗, 严重制约着花生的产量和品质(王晶珊等

1985)。因此, 研究不同温度、不同土壤湿度条件下三种药剂拌种对花生幼苗生长的影响, 具有重要意义。

虽然关于上述三种杀菌剂的研究报道较多, 但其在花生种子处理方面的应用较少, 且缺乏全面、深入、系统的研究。本试验研究了不同温度、湿度条件对种子处理的影响, 以期三种药剂在花生种子处理方面的应用提供参考, 为花生的优质高效生产提供理论依据。

收稿 2014-12-25 修定 2015-02-12

资助 花生现代产业技术体系项目。

\* 通讯作者(E-mail: xyjiang@sdau.edu.cn; Tel: 0538-8241897)。

## 材料与方法

### 1 试验材料

供试花生(*Arachis hypogaea* Linn.)品种为‘花育25号’,由山东省花生研究所选育而成,该品种属早熟直立大花生,抗旱性强,抗多种叶部病害和条纹病毒病,山东境内种植广泛。

25%吡唑醚菌酯悬浮剂,实验室加工样品;30%醚菌酯可湿性粉剂,京博农化科技股份有限公司产品;250 g·L<sup>-1</sup>啞菌酯悬浮剂,先正达(苏州)作物保护有限公司产品。

### 2 试验设计

在前期三种药剂不同浓度试验的基础上,筛选出三种药剂的适宜拌种浓度为1 g a.i.·kg<sup>-1</sup>(种子),将其作为本试验的拌种剂量,并设置清水对照。每个处理包括40%、60%和80%(用土壤相对湿度表示)三个不同播种湿度,并置于18、20和25 °C三个不同温度的光照培养箱中(GXZ-380B型智能光照培养箱,宁波江南仪器厂)。播种前12 h将种子用药剂进行拌种处理,然后自然晾干待用。出苗后,各处理浇水量相同。

### 3 试验方法

播种采用小杯法。塑料杯的规格为10 cm×14 cm,选取大小和饱满度一致的种子播入小杯中,每个塑料杯中定量播种2粒花生种子,播种深度5 cm。每个处理4次重复,每个重复15杯,以未包衣处理的种子为空白对照。试验小杯均在生化光照培养箱内进行培养,以确保试验温度的准确性。

土壤湿度处理:所用土壤田间最大持水量和实际含水量的测定方法:(1)用环刀取试验所用土样;(2)把环刀土样用滤纸扎实底部,放入盛有水的培养皿中2 h,让其充分吸水,然后再把环刀置于干沙子上1 h,让其释放土样中的自由水,然后把土样倒入铝盒,称量铝盒加土样总重 $m_1$ ;(3)把铝盒中的土样放入烘箱中,使其烘干至恒重,然后称铝盒加土样总重 $m_2$ ;(4)称量铝盒重量为 $m_3$ ;(5)田间最大持水量(%)= $\frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_3} \times 100\%$ ;(6)实际土壤含水量测定,取少量土壤于培养皿,烘干至恒重,用万分之一天平称量,加以计算(袁娜娜2014)。

加水方法:通过计算得到试验土壤的田间最大持水量为25%,土壤相对湿度为40%时,求得实

际含水量为10%,即不加水即可;土壤相对湿度为60%时,求得实际含水量为15%,即在装400 g土的塑料杯中,均匀加入18.18 mL水。土壤相对湿度为80%时,求得实际含水量为20%,即在装400 g土的塑料杯中,均匀加入36.36 mL水。

播种后,调查花生的出苗率、出苗时间,一个月后,每个重复分别随机抽取5杯,调查各处理花生幼苗的株高、主根长、植株地上部和地下部鲜重,取同一部位的新鲜叶片,测定叶片的超氧化物歧化酶(SOD)活性、过氧化物酶(POD)活性、叶绿素含量(李合生2003),可溶性蛋白含量(Lowry等1951),过氧化氢酶(CAT)活性、丙二醛(MDA)含量(高俊凤2006),谷氨酸丙酮酸转氨酶(GPT)活性、谷氨酸草酰乙酸转氨酶(GOT)活性(吴良欢等1998),相对电导率(陈爱葵等2010)等指标,并测定根系活力(张志良2003)。

### 4 数据处理

采用Microsoft Excel 2007进行数据处理,并采用DPS v6.55统计软件进行方差分析(Duncan新复极差法)。

## 实验结果

### 1 不同温度条件(湿度60%)下吡唑醚菌酯、醚菌酯、啞菌酯拌种对花生幼苗的影响

#### 1.1 生物学性状的影响

由表1可以看出,在相同温度下,三种药剂处理和对照相比,出苗时间没有显著变化。但出苗率、株高、主根长、地上鲜重和地下鲜重均大于对照处理。18 °C下,吡唑醚菌酯、醚菌酯、啞菌酯三个药剂处理后的出苗率分别比对照增加7.5%、10.8%、13.3%,株高分别增加1.9、1.6、1.2 cm,主根长分别增加1.6、1.7、2.1 cm,地上鲜重分别增加1.1、0.7、1.0 g,地下鲜重分别增加0.2、0.2、0.3 g。

温度25 °C时,各处理的出苗时间比20 °C下减少4 d,比18 °C下减少6 d。在不同温度下,各处理的出苗率、株高、主根长、地上鲜重、地下鲜重均随温度的升高而增大。其中,吡唑醚菌酯拌种处理后的幼苗株高,比20和18 °C下分别增加12.8和18.9 cm,主根长分别增加6.2和12.4 cm,地上鲜重分别增加2.0和3.0 g;醚菌酯拌种后的幼苗株

表1 不同温度条件下吡唑醚菌酯、醚菌酯、啮菌酯拌种对花生幼苗生物学性状的影响

Table 1 The effects of pyraclostrobin, kresoxim methyl, azoxystrobin seed dressing on biological characteristics of peanut seedlings at different temperatures

处理	温度/°C	出苗时间/d	出苗率/%	株高/cm	主根长/cm	地上鲜重/g	地下鲜重/g
吡唑醚菌酯	18	15.0±0.2 <sup>a</sup>	85.0±1.7 <sup>abcd</sup>	17.6±0.3 <sup>f</sup>	10.4±0.1 <sup>e</sup>	7.0±0.2 <sup>cd</sup>	0.9±0.1 <sup>cd</sup>
	20	13.0±0.2 <sup>b</sup>	90.8±2.9 <sup>ab</sup>	23.7±0.3 <sup>c</sup>	16.6±0.1 <sup>c</sup>	8.0±0.1 <sup>bc</sup>	1.0±0.2 <sup>bc</sup>
	25	9.0±0.2 <sup>c</sup>	92.5±2.2 <sup>a</sup>	36.5±0.8 <sup>a</sup>	22.8±0.6 <sup>a</sup>	10.0±0.7 <sup>a</sup>	1.3±0.3 <sup>a</sup>
醚菌酯	18	14.9±0.1 <sup>a</sup>	88.3±1.9 <sup>abc</sup>	17.3±0.1 <sup>f</sup>	10.5±0.1 <sup>e</sup>	6.6±0.3 <sup>de</sup>	0.9±0.2 <sup>cd</sup>
	20	13.1±0.1 <sup>b</sup>	91.7±3.3 <sup>a</sup>	21.9±0.2 <sup>de</sup>	14.7±0.3 <sup>d</sup>	7.2±0.1 <sup>cd</sup>	1.0±0.2 <sup>bc</sup>
	25	9.0±0.2 <sup>c</sup>	92.5±2.2 <sup>a</sup>	35.4±0.2 <sup>a</sup>	22.7±0.7 <sup>a</sup>	9.1±0.5 <sup>ab</sup>	1.3±0.2 <sup>a</sup>
啮菌酯	18	15.0±0.2 <sup>a</sup>	90.8±2.3 <sup>ab</sup>	16.9±0.1 <sup>fg</sup>	10.9±0.2 <sup>e</sup>	6.9±0.2 <sup>bcd</sup>	1.0±0.2 <sup>bc</sup>
	20	12.9±0.1 <sup>b</sup>	91.7±3.1 <sup>a</sup>	22.5±0.1 <sup>cd</sup>	14.6±0.1 <sup>d</sup>	7.1±0.2 <sup>cd</sup>	1.0±0.2 <sup>bc</sup>
	25	9.1±0.1 <sup>c</sup>	92.5±3.2 <sup>a</sup>	35.3±0.2 <sup>a</sup>	19.6±0.5 <sup>b</sup>	9.7±0.7 <sup>a</sup>	1.2±0.2 <sup>ab</sup>
CK	18	14.9±0.1 <sup>a</sup>	77.5±2.3 <sup>d</sup>	15.7±0.4 <sup>g</sup>	8.8±0.2 <sup>f</sup>	5.9±0.2 <sup>e</sup>	0.7±0.1 <sup>e</sup>
	20	13.1±0.1 <sup>b</sup>	79.2±1.8 <sup>cd</sup>	20.5±0.3 <sup>e</sup>	13.4±0.5 <sup>d</sup>	6.1±0.2 <sup>de</sup>	0.7±0.1 <sup>de</sup>
	25	9.1±0.1 <sup>c</sup>	82.5±1.9 <sup>bcd</sup>	30.5±0.7 <sup>b</sup>	18.0±0.6 <sup>c</sup>	8.0±0.8 <sup>bc</sup>	0.9±0.2 <sup>cde</sup>

表中同一列数据后标字母不同表示在0.05水平差异显著(DMRT法), 表2同此。

高, 比20和18 °C下分别增加13.5和18.1 cm, 主根长分别增加8.0和12.2 cm, 地上鲜重分别增加1.9和2.5 g; 啮菌酯拌种处理后的幼苗株高, 比20和18 °C下分别增加12.8和18.4 cm, 主根长分别增加5.0和8.7 cm, 地上鲜重分别增加2.6和2.8 g; 对照处理的幼苗株高, 比20和18 °C下分别增加10.0和14.8 cm, 主根长分别增加4.6和9.2 cm, 地上鲜重分别增加1.9和2.1 g。

## 1.2 生理指标的影响

超氧化物歧化酶(SOD)是清除自由基对细胞膜系统伤害的防护酶(潘瑞焱等1995)。较高的保护酶活性可以使植物保持较高的生理活性、延缓衰老(李晓梅2010)。由图1-A~C可以看出, 在相同温度条件下, 三种药剂处理下的花生叶片SOD、POD和CAT酶活性均高于对照处理。其中, 吡唑醚菌酯处理下的花生, 其SOD、POD、CAT活性均高于另外两个药剂; 随温度的升高, 不同处理的保护酶活性也随之提高。

MDA是植物受到逆境胁迫时膜脂过氧化作用的最终产物, 其含量是反映叶片细胞膜过氧化作用强弱的一个指标(Prasad 1996)。温度相同时, 三种药剂处理的花生叶片, 其MDA含量均低于对照处理(图1-D)。三个温度下, MDA含量从低到高依次是吡唑醚菌酯、啮菌酯、醚菌酯和清水对照。随温度的升高, 各处理的MDA含量减少。

谷氨酸草酰乙酸转氨酶(GOT)和谷氨酸丙酮

酸转氨酶(GPT)是植物体内最普遍的转氨酶, 是调控氮素从其主要载体谷氨酸向其他 $\alpha$ -氨基酸转移的关键酶, 叶片转氨酶(GPT、GOT)活性增加, 固氮能力增强(张佳蕾等2013)。由图1-E和F可以看出, 温度相同时, 与对照相比, 各药剂处理的花生叶片转氨酶含量提高, 其中吡唑醚菌酯处理后的含量最高。各处理的转氨酶含量随温度的升高而增加。

叶绿素是植物进行光合作用的基础物质, 温度相同时, 各处理花生叶片的叶绿素含量(图1-G)均不同程度地高于对照, 各处理的叶绿素含量随温度的升高而增加。

相对电导率是反映植物膜系统状况的一个重要的生理生化指标, 其变化可以反映植物细胞膜的伤害程度(张桂莲等2013)。温度相同时, 各药剂处理的叶片相对电导率均小于对照(图1-H)。各处理的相对电导率随温度的升高而减小, 说明温度的升高使叶片细胞膜的伤害程度降低。

叶片内的可溶性蛋白质大多是具有活性的各种酶类, 其含量是叶片生理活性指标之一(周录英等2008)。由图1-I可以看出, 各温度下, 三种药剂拌种处理后, 可以提高叶片中可溶性蛋白含量, 其中吡唑醚菌酯处理后的含量最高。表明吡唑醚菌酯、醚菌酯、啮菌酯有利于改善花生叶片生理功能。随温度的升高, 各处理的可溶性蛋白含量提高。

根系活力反映了根系对水分和营养物质的吸

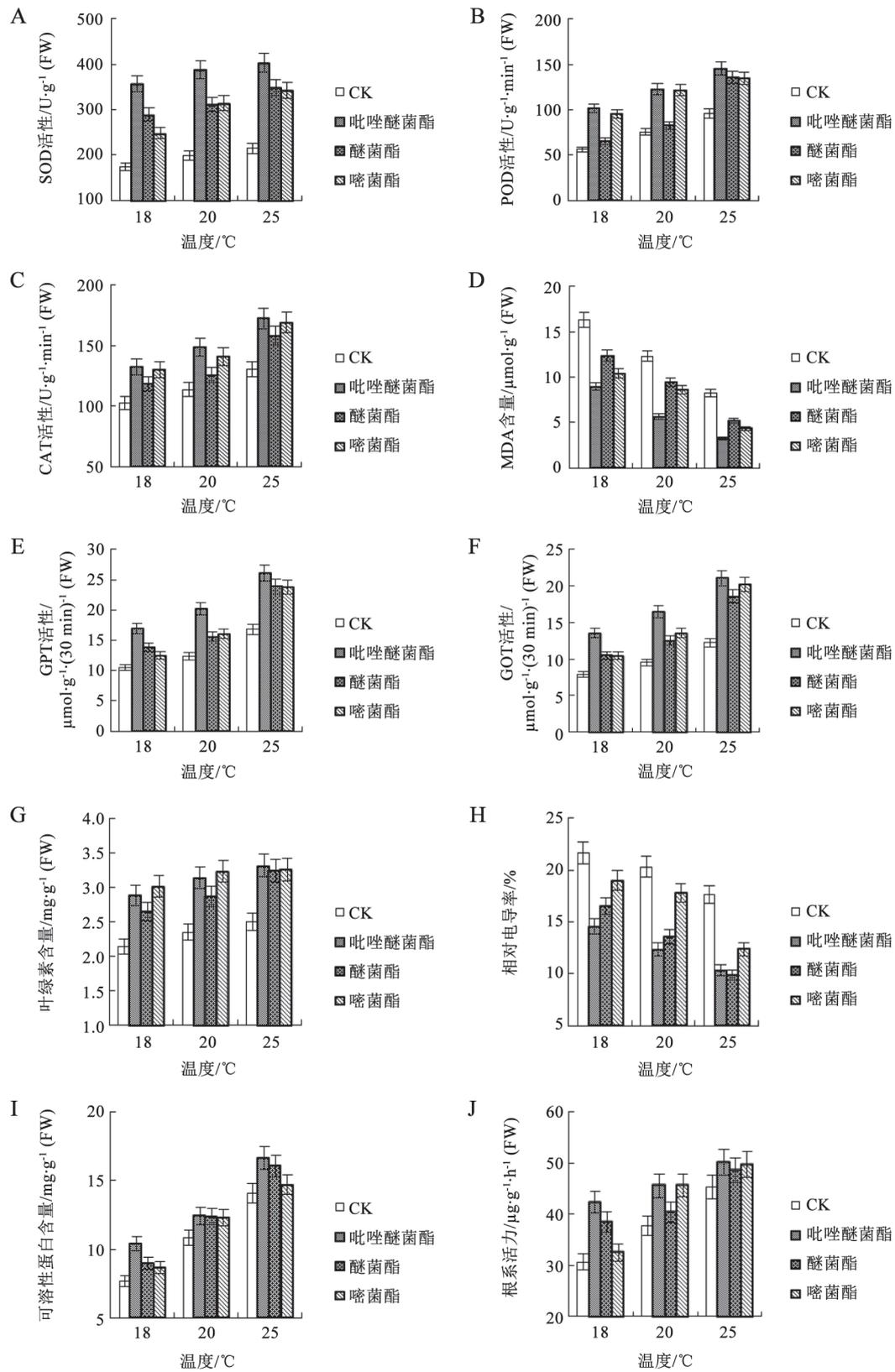


图1 温度对花生幼苗生理指标的影响

Fig.1 Effect of temperature on physiological indexes of peanut seedlings

收能力、合成能力,对维持花生整株功能具有重要作用(闫萌萌等2013)。温度相同时,与对照相比,三种药剂处理的花生植株,其根系活力增加,其中吡唑醚菌酯处理下的根系活力最高。随温度的升高,各处理的根系活力随之提高(图1-J)。

## 2 不同湿度条件(温度25 °C)下吡唑醚菌酯、醚菌酯、啮菌酯拌种对花生幼苗的影响

### 2.1 生物学性状的影响

由表2可以看出,湿度对花生的出苗率影响不

显著。各处理花生幼苗的株高、主根长、地上鲜重、地下鲜重在60%湿度时达到最佳值,说明60%湿度条件下,花生的生长状态最好。40%湿度条件下,花生的出苗时间增加2 d。40%湿度处理下的株高和地上鲜重均小于80%湿度下的各处理,但主根长和地下鲜重均大于80%湿度下的各处理,各药剂处理和对照得出的结果一致。说明在不同播种湿度条件下,三种药剂处理花生种子,均能促进花生幼苗的生长。

表2 不同湿度条件下吡唑醚菌酯、醚菌酯、啮菌酯拌种对花生生物学性状的影响

Table 2 The effects of pyraclostrobin, kresoxim methyl, azoxystrobin seed dressing on biological characteristics of peanut seedlings in different humidity

处理	湿度/%	出苗时间/d	出苗率/%	株高/cm	主根长/cm	地上鲜重/g	地下鲜重/g
吡唑醚菌酯	40	11.0±0.2 <sup>a</sup>	91.7±2.8 <sup>ab</sup>	32.2±0.4 <sup>cde</sup>	17.8±0.1 <sup>bcd</sup>	8.5±0.4 <sup>bcd</sup>	1.0±0.2 <sup>bc</sup>
	60	9.0±0.2 <sup>b</sup>	92.5±62.2 <sup>ab</sup>	36.5±0.8 <sup>a</sup>	22.8±0.5 <sup>a</sup>	10.0±0.7 <sup>a</sup>	1.3±0.3 <sup>a</sup>
	80	8.9±0.1 <sup>b</sup>	89.2±2.3 <sup>abc</sup>	32.6±0.4 <sup>cd</sup>	17.3±0.4 <sup>cde</sup>	8.6±0.3 <sup>abcd</sup>	0.9±0.1 <sup>bcd</sup>
醚菌酯	40	11.1±0.1 <sup>a</sup>	90.8±2.3 <sup>abc</sup>	27.9±0.4 <sup>f</sup>	18.2±0.4 <sup>bc</sup>	7.7±0.3 <sup>cd</sup>	1.0±0.2 <sup>b</sup>
	60	9.3±0.1 <sup>b</sup>	92.5±1.9 <sup>ab</sup>	35.3±0.2 <sup>ab</sup>	22.7±0.7 <sup>a</sup>	9.1±0.5 <sup>abc</sup>	1.3±0.2 <sup>a</sup>
	80	8.9±0.1 <sup>b</sup>	91.7±2.3 <sup>ab</sup>	31.5±0.7 <sup>cde</sup>	16.3±0.3 <sup>de</sup>	8.1±0.3 <sup>cd</sup>	0.8±0.1 <sup>cde</sup>
啮菌酯	40	11.1±0.1 <sup>a</sup>	94.2±4.5 <sup>a</sup>	31.8±0.4 <sup>cde</sup>	16.2±0.6 <sup>de</sup>	8.0±0.3 <sup>cd</sup>	1.0±0.2 <sup>b</sup>
	60	9.3±0.1 <sup>b</sup>	92.5±1.9 <sup>ab</sup>	35.3±0.2 <sup>ab</sup>	19.6±0.6 <sup>b</sup>	9.7±0.7 <sup>ab</sup>	1.2±0.2 <sup>a</sup>
	80	8.9±0.2 <sup>b</sup>	94.2±1.1 <sup>a</sup>	33.1±0.5 <sup>bc</sup>	16.2±0.1 <sup>de</sup>	8.0±0.2 <sup>cd</sup>	0.8±0.1 <sup>bcd</sup>
CK	40	11.4±0.1 <sup>a</sup>	85.0±1.3 <sup>bc</sup>	27.8±0.2 <sup>f</sup>	17.6±0.4 <sup>cde</sup>	7.2±0.3 <sup>d</sup>	0.7±0.1 <sup>de</sup>
	60	9.1±0.1 <sup>b</sup>	83.3±1.8 <sup>c</sup>	30.5±0.7 <sup>de</sup>	18.0±0.6 <sup>bcd</sup>	8.0±0.8 <sup>cd</sup>	0.9±0.2 <sup>bcd</sup>
	80	8.9±0.2 <sup>b</sup>	85.0±1.7 <sup>bc</sup>	29.9±0.4 <sup>ef</sup>	15.8±0.1 <sup>e</sup>	7.8±0.2 <sup>cd</sup>	0.7±0.1 <sup>e</sup>

### 2.2 生理指标的影响

由图2-A~C可以看出,湿度60%时,各处理叶片的SOD、POD和CAT的活性最高。说明在此湿度下,花生叶片的生长状态最好,抗逆性最强。其次依次是湿度80%和40%的处理。湿度相同的条件下,三种药剂处理后的叶片保护酶活性均高于对照处理。

湿度60%时,各处理叶片的MDA含量(图2-D)最低。其次依次是80%和40%的处理,湿度一定时,各药剂处理的MDA含量均低于对照。

湿度60%时,各处理叶片的转氨酶(GPT、GOT)活性(图2-E和F)最高,其次依次是80%和40%的处理。湿度一定时,各药剂处理的转氨酶活性均高于对照处理。

湿度60%时,各处理的叶绿素含量(图2-G)最高,相对电导率值(图2-H)最低。湿度一定时,各药剂处理的叶绿素含量均高于对照处理,而各药剂

处理的相对电导率均小于对照处理。

湿度60%时,各处理叶片的可溶性蛋白含量(图2-I)最高,其次是80%和40%的处理。湿度一定时,各药剂处理的可溶性蛋白含量均大于对照处理。

湿度60%时,各处理的根系活力(图2-J)最大。其次依次是湿度40%和80%下的处理。湿度一定时,各药剂处理的根系活力均大于对照处理。与表2中,40%湿度处理下的主根长和地下鲜重大于80%湿度下的结果相呼应。

## 讨 论

随着温度的升高,花生幼苗叶片的保护酶活性提高,MDA含量减少,植株清除自由基的能力增强,抗逆性增强;花生幼苗叶片的转氨酶(GPT、GOT)活性增加,固氮能力增强。叶片叶绿素含量增加,为植物的光合作用增强打下了基础。叶片

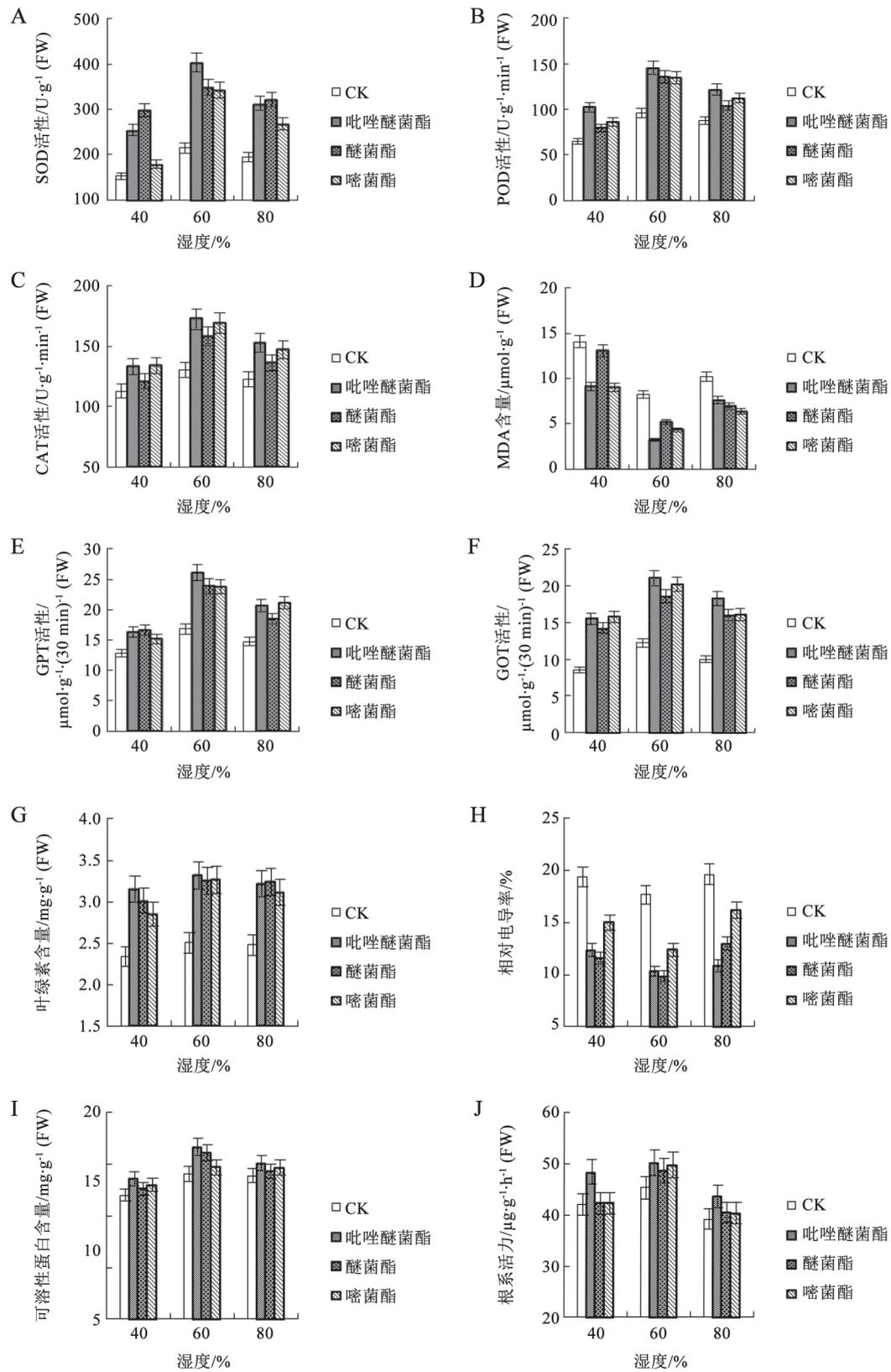


图2 湿度对花生幼苗生理指标的影响

Fig.2 Effect of humidity on physiological indexes of peanut seedlings

的相对电导率减小, 细胞膜的伤害程度减小。根系活力增加, 可以为地上部分的生长提供更多的水分和营养物质。在光照培养箱中研究了3个温度处理(25、20和15 °C)对玉米种子萌发和幼苗生长的影响。随着温度降低, 种子的发芽率及幼苗的株高、根长、苗和根生物量、SOD、POD活性均显著降低, 发芽时间延长(张海艳2013)。低温胁迫会破坏根尖细胞的正常生命活动, 使根尖乃至植株的生长受到抑制(宁顺斌等2000)。温度升高, 花生出苗期和幼苗期缩短, 干物质积累加快(王才斌等2003)。本研究的结果与前人一致, 在试验温度范围内, 温度的升高促进了花生生长。

甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂能够增强叶片的光合作用, 最终增加产量(Bertelsen等2001; Dimmock和Gooding 2002)。湿度一定时, 在相同温度下, 药剂处理的各项生物学性状和生理指标均优于对照处理。说明在18、20、25 °C三个不同温度下, 三种药剂都能对花生幼苗起到保健作用。在18 °C时, 温度过低, 花生的萌发和苗期生长受到抑制。而药剂处理后, 可以促进花生的生长, 一定程度上减小了低温对花生幼苗的损害。其中以吡唑醚菌酯的保健效果最好。

正常温度和湿度条件下, 药剂处理后, 幼苗叶片保护酶活性、转氨酶活性升高。SOD、POD、CAT是叶片衰老的主要保护酶(李向东等2001), 是植物体内清除活性氧的机制, 活性氧的产生与清除遭到破坏, 造成活性氧积累而产生毒害导致叶片衰老脱落死亡(Fridovich 1978)。大麦经噁唑菌酯处理后, 叶片可溶性蛋白含量、保护酶活性提高, 可以减小活性氧带来的伤害(Wu和von Tiedemann 2002)。吡唑醚菌酯可以延缓叶片衰老(Kanungo和Joshi 2014), 可能与叶片保护酶的提高有一定的联系。转氨酶(GPT、GOT)在氮同化及氮代谢与碳代谢的协调方面有重要作用(陈晓飞等2008), 吡唑醚菌酯可以增加硝酸盐的同化作用(Venancio等2003), 与转氨酶活性的提高有一定的联系, 转氨酶活性的提高为植物的固氮能力打下了良好的基础。甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂对植物具有保健的作用, 酶活性的差异可能是由于幼苗长势的差异造成的。

温度一定时(25 °C), 60%土壤湿度下, 花生的

幼苗生长达到最理想状态。40%和80%湿度相比较, 40%湿度处理下的株高和地上鲜重均小于80%湿度下的各处理, 可能是由于40%湿度处理下的花生出苗较晚, 导致生长期缩短。但湿度40%时促进了花生地下部分的生长, 花生的主根长、地下鲜重和根系活力均大于80%湿度下的处理, 可能是种子出苗前, 轻度和短暂的干旱胁迫促进了花生地下部分的生长, 来吸取更多的水分供种子萌发。当土壤干旱时, 植物为了寻找更多的水分, 地上部向根部运输的同化物增加, 根系生长加快(Smucker和Aiken 1992)。也有研究表明在生育前期, 干旱胁迫对‘花育25号’的根系干重有促进作用(康涛2013)。

在北方花生播种期, 易发生倒春寒、干旱或者雨水过多的情况。在温度和湿度都固定的情况下, 三种药剂拌种处理后的花生幼苗的生物学性状和生理指标均好于对照处理。其中以吡唑醚菌酯的保健效果最好。湿度一定时, 温度的升高, 促进了花生幼苗的生长。温度一定时, 60%土壤湿度下, 花生的幼苗生长状态最好。所以, 田间播种时, 应控制播种湿度在田间最大持水量的60%左右。湿度40%, 土壤相对干旱, 或者湿度80%, 土壤湿度过大的条件下, 三种药剂处理依然可以促进花生幼苗的生长。研究表明, 水分胁迫下, 甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂可以通过改善气体交换, 增强光合作用(Nason等2007)。三种药剂处理可以减轻低温、干旱、土壤过湿对花生幼苗的影响, 对指导花生播种有一定的田间应用价值。有关三种药剂拌种后在田间条件下的作用效果有待于进一步研究。

## 参考文献

- 陈爱葵, 韩瑞宏, 李东洋, 凌连莲, 罗惠霞, 唐上剑(2010). 植物叶片相对电导率测定方法比较研究. 广东教育学院学报, 30 (5): 88-91
- 陈世敏, 杨瑞霞, 高应奇, 高慧, 陈雪荣(2013). 不同药剂拌种防治马铃薯晚疫病试验. 蔬菜, 5: 10-12
- 陈晓飞, 宁书菊, 魏道智, 张洪平(2008). 氮素营养水平对水稻幼苗氮代谢的影响. 中国生态农业学报, 16 (3): 571-575
- 高俊凤(2006). 植物生理学试验指导. 北京: 高等教育出版社, 210-211, 214-217
- 华乃震(2013). Strobilurins类杀菌剂品种、市场、剂型和应用. 现代农药, 12 (3): 6-11, 21
- 康涛(2013). 干旱胁迫对不同类型花生根系生长与生理特征的影响 [硕士论文]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学

- 李合生(2003). 植物生理生化实验原理与技术. 北京: 高等教育出版社, 134~137, 164~169, 184~185
- 李晓梅(2010). 铜胁迫对花生种子萌发、幼苗生长和生理特性的影响. 江苏农业科学, (4): 80~82
- 李向东, 王晓云, 张高英, 万勇善, 李军(2001). 花生叶片衰老过程中某些酶活性的变化. 植物生理学报, 27 (4): 353~358
- 刘祖明(2008). 新型甲氧基丙烯酸酯类生物的合成及杀菌活性研究[硕士论文]. 武汉: 华中师范大学
- 宁顺斌, 宋运淳, 王玲, 刘立华(2000). 低温胁迫诱导玉米根尖细胞凋亡的形态和生化证据. 植物生理学报, 26 (3): 189~194
- 潘瑞焜, 豆志杰, 叶庆生(1995). 茉莉酸甲酯对水分胁迫下花生幼苗SOD活性和膜脂过氧化作用的影响. 植物生理学报, 21 (3): 221~228
- 乔桂双, 王文桥, 韩秀英, 刘长令, 刘颖超(2009). 两种候选甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂对黄瓜霜霉病的作用方式. 植物保护学报, 36 (2): 79~84
- 王才斌, 成波, 郑亚萍, 沙继锋, 李安东, 孙秀山(2003). 温度对花生出苗、幼苗生长及开花的影响. 花生学报, 32 (4): 7~11
- 王晶珊, 封海胜, 栾文琪(1985). 低温对花生出苗的影响及耐低温种质的筛选. 中国油料, 3: 30~34
- 吴良欢, 蒋式洪, 陶勤南(1998). 植物转氨酶(GOT和GPT)活度比色测定方法及其应用. 土壤通报, 29 (3): 136~138
- 闫萌萌, 王铭伦, 王洪波, 王月福, 赵长星(2013). 光质对花生幼苗根系生长与根系活力的影响. 农学学报, 3 (8): 17~20
- 袁娜娜(2014). 室内环刀法测定土壤田间持水量. 中国新技术新产品, (5): 184
- 张成玲, 孔繁华, 张田田, 路兴涛(2013). 不同杀菌剂对花生根茎部病害防治效果研究. 花生学报, 42 (2): 49~52
- 张桂莲, 张顺堂, 萧浪涛, 武小金, 肖应辉, 陈立云(2013). 水稻花药对高温胁迫的生理响应. 植物生理学报, 49 (9): 923~928
- 张海艳(2013). 低温对鲜食玉米种子萌发及幼苗生长的影响. 植物生理学报, 49 (4): 347~350
- 张佳蕾, 王媛媛, 孙莲强, 魏彤彤, 顾学花, 高芳, 李向东(2013). 多效唑对不同品质类型花生产量、品质及相关酶活性的影响. 应用生态学报, 24 (10): 2850~2856
- 张志良(2003). 植物生理学实验指导. 北京: 高等教育出版社, 39~41
- 周录英, 李向东, 王丽丽, 汤笑, 林英杰(2008). 钙肥不同用量对花生生理特性及产量和品质的影响. 作物学报, 34 (5): 879~885
- Bertelsen JR, de Neergaard E, Smedegaard-Petersen V (2001). Fungicidal effects of azoxystrobin and epoxiconazole on phyllosphere fungi, senescence and yield of winter wheat. *Plant Pathol*, 50: 190~205
- Dimmock JPRE, Gooding MJ (2002). The effects of fungicide on rate and duration of grain filling in winter wheat in relation to maintenance of flag leaf green area. *J Agric Sci*, 138: 1~16
- Fridovich I (1978). The biology of oxygen radical. *Science*, 201: 875~880
- Kanungo M, Joshi J (2014). Impact of pyraclostrobin (F-500) on crop plants. *Plant Sci Today*, 1 (3): 174~178
- Lowry OH, Rosebrough NJ, Farr AL, Randall RJ (1951). Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J Biol Chem*, 193: 265~275
- Nason MA, Farrar J, Bartlett D (2007). Strobilurin fungicides induce changes in photosynthetic gas exchange that do not improve water use efficiency of plants grown under conditions of water stress. *Pest Manag Sci*, 63 (12): 1191~1200
- Prasad TK (1996). Mechanisms of chilling-induced oxidative stress injury and tolerance in developing maize seedlings: changes in antioxidant system, oxidation of proteins and lipids, and protease activities. *Plant J*, 10 (6): 1017~1026
- Smucker AJM, Aiken RM (1992). Dynamic root response to water deficits. *Soil Sci*, 154: 281~289
- Venancio WS, Rodrigues MAT, Begliomini E, de Souza NL (2003). Physiological effects of strobilurin fungicides on plants. *Soil Sci*, 9 (3): 59~68
- Wu Y, von Tiedemann A (2002). Impact of fungicides on active oxygen species and antioxidantenzymes in spring barley (*Hordeum vulgare* L.) exposed to ozone. *Environ Pollut*, 116 (1): 37~47