

# 异丙隆对白菜生长发育及生理指标的影响

王红军

(商丘职业技术学院,河南 商丘 476000)

**摘要:** 为了农田合理使用异丙隆,避免其对后茬作物的影响,采用室内培养法,研究不同质量浓度异丙隆(1.562 5、3.125 0、6.250 0、12.500 0、25.000 0、50.000 0 g/L)对白菜根长、芽长、叶绿素含量、丙二醛含量、可溶性糖含量的影响。结果表明,白菜芽长和根长受抑制的程度与异丙隆质量浓度呈正相关,其  $LC_{10}$  值分别为 0.486 1 g/L 和 0.233 1 g/L;随异丙隆质量浓度的增加,叶绿素含量呈先升高后下降趋势,质量浓度为 50.000 0 g/L 时叶绿素含量较清水对照下降 56.16%;而可溶性糖和丙二醛的含量则随着异丙隆质量浓度增加而升高,当质量浓度为 1.562 5、3.125 0、6.250 0、12.500 0、25.000 0、50.000 0 g/L 时,可溶性糖含量分别较对照增加 13.86%、25.97%、42.79%、43.25%、43.81%、74.31%,丙二醛含量分别较对照增加 14.20%、27.27%、53.13%、53.41%、53.98%、111.36%。总之,不同质量浓度异丙隆能够显著抑制白菜的根长和芽长,明显增加可溶性糖和丙二醛的含量,低质量浓度(1.562 5 g/L 和 3.125 0 g/L)的异丙隆对叶绿素含量有促进作用。  
**关键词:** 异丙隆;白菜;生长发育;生理指标

中图分类号: S634 文献标志码: A 文章编号: 1004-3268(2017)05-0112-04

## Effects of Isoproturon on Cabbage Growth and Development and Physiological Index

WANG Hongjun

(Shangqiu Polytechnic, Shangqiu 476000, China)

**Abstract:** In order to rationally use isoproturon and avoid the impact on the following crops, indoor culture was conducted to investigate the effects of different concentrations of isoproturon(1.562 5, 3.125 0, 6.250 0, 12.500 0, 25.000 0, 50.000 0 g/L) on cabbage root length, bud length, chlorophyll content, malondialdehyde content and soluble sugar content. The results showed that the inhibition degree of the cabbage bud length and root length was positively correlated with the concentration of isoproturon, and the  $LC_{10}$  were 0.486 1 g/L and 0.233 1 g/L, respectively. With isoproturon concentration increasing, the chlorophyll content showed a tendency of increasing and then decreasing. When the isoproturon concentration was 50.000 0 g/L, the chlorophyll content decreased by 56.16%. With the isoproturon concentration increasing, the contents of soluble sugar and malondialdehyde (MDA) showed an increasing tendency. In comparison with the control using water, when the isoproturon concentrations were 1.562 5, 3.125 0, 6.250 0, 12.500 0, 25.000 0, 50.000 0 g/L, the soluble sugar content respectively increased by 13.86%, 25.97%, 42.79%, 43.25%, 43.81%, 74.31%, and the MDA content respectively increased by 14.20%, 27.27%, 53.13%, 53.41%, 53.98%, 111.36%. Thus, isoproturon significantly inhibited cabbage root length and bud length, increased MDA content and soluble sugar content, but the low concentrations (1.562 5, 3.125 0 g/L) had positive effect on the chlorophyll content.

**Key words:** isoproturon; cabbage; growth and development; physiological index

收稿日期:2016-11-20

基金项目:河南省博士后研发基地项目

作者简介:王红军(1965-),男,河南商丘人,副教授,主要从事植物保护教学和科研工作。E-mail:whj3261@163.com

近年来,农田杂草的危害有逐年上升趋势,严重影响了农产品的产量和质量。农田杂草对农作物的危害,主要表现在与农作物竞争水、肥、光、气和空间等方面,结果导致作物产量降低、品质下降<sup>[1-7]</sup>。异丙隆为取代脲类选择性内吸传导型土壤处理剂兼茎叶处理剂。纯品为白色结晶,难溶于水,可溶于大多数有机溶剂,对酸、碱和光较稳定,对人畜低毒。异丙隆被植物根部吸收后累积在叶片中,抑制光合作用,导致杂草死亡<sup>[2-12]</sup>。目前,有关异丙隆对杂草作用效果的研究报道较多,对当茬和后茬作物影响的研究主要集中在小麦、大麦、水稻和亚麻等作物上<sup>[13-20]</sup>,而在白菜上此方面的研究较少。鉴于此,研究了异丙隆对白菜生长发育及生理指标的影响,旨在为科学合理使用异丙隆提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 供试品种及药剂

供试白菜品种为新乡中包 75(河南敦煌种业新科种子有限公司),50% 异丙隆可湿性粉剂由南通金陵农化有限公司提供。

### 1.2 试验方法

采用水培法<sup>[3-4]</sup>培养。将白菜种子放入清水中浸种 3 h,挑选大小一致、发育良好的白菜种子,在垫有 2 层滤纸、规格一致的培养皿中均匀摆放 50 粒。将异丙隆配制 1.562 5、3.125 0、6.250 0、12.500 0、25.000 0、50.000 0 g/L 6 个质量浓度梯度,每个培养皿加入药液 10 mL,以清水作对照,每个处理重复 4 次。

### 1.3 测定指标及方法

1.3.1 白菜根长、芽长 在室温散射光条件下培养 7 d 后,测定白菜的芽长、根长,分别计算芽长和根长抑制率、回归方程( $y = a + bx$ ,  $y$  为抑制率概率值,  $x$  为药剂质量浓度对数值)、抑制 10% 剂量( $LC_{10}$ )、相关系数( $r$ )。

1.3.2 叶绿素含量 叶绿素含量的测定采用 80% 丙酮提取比色法<sup>[5,8]</sup>。将待测叶片上的水分用吸水纸吸干,称取 1 g 剪碎,放入 20 mL 的试管中,加入乙醇-丙酮混合液(1:1, V/V) 10 mL,使叶片完全浸入液体中,用封口膜封口,放入 37 °C 温箱中(闭光),在浸泡过程中轻轻摇动几次,待叶片完全变白后,将叶绿素提取液倒入 1 cm 的比色杯中,分别于 663 nm 和 646 nm 处比色,根据公式计算叶绿素含量,叶绿素含量 (mg/g) = 20.436OD<sub>646</sub> + 5.134OD<sub>663</sub>。

1.3.3 丙二醛和可溶性糖含量 丙二醛、可溶性糖含量的测定采用 10% 三氯乙酸(TCA)提取比色

法<sup>[5,9]</sup>。取 7 支试管,分别标上 50.000 0、25.000 0、12.500 0、6.250 0、3.125 0、1.562 5 g/L 和对照。取白菜叶片 1 g,剪碎,加入 10% TCA 2 mL 和少量石英砂研磨,进一步加入 8 mL TCA 充分研磨,分别放入对应的试管中,混匀,匀浆液以 4 000 r/min 离心 15 min,上清液即为样品提取液。吸取 2 mL 提取液加入 10 mL 的试管中,再加入 2 mL 0.6% 硫代巴比妥酸(TBA)溶液,混匀,加入 2 滴 1% 氯化钠溶液进行盐析去除部分沉淀,再在沸水中煮沸 15 min,迅速冷却取上清液,在 532 nm 和 450 nm 下测 OD 值。对照加 2 mL 蒸馏水代替提取液。根据公式计算丙二醛和可溶性糖含量。可溶性糖含量 (mmol/L) = 11.71OD<sub>450</sub>,丙二醛含量 (μmol/L) = 6.45OD<sub>532</sub> - 0.56OD<sub>450</sub>。

## 2 结果与分析

### 2.1 异丙隆对白菜芽长的影响

从表 1 可以看出,不同质量浓度异丙隆处理对白菜芽长的抑制作用存在较大差异。质量浓度为 1.562 5 g/L 时对白菜芽长的抑制作用最小,抑制率为 16.44%;质量浓度为 50.000 0 g/L 时对白菜芽长的抑制作用最大,抑制率为 54.79%。白菜芽长受抑制的程度与异丙隆质量浓度呈正相关,进行回归分析得方程  $y = 3.9313 + 0.6796x$ ,其  $LC_{10}$  值为 0.486 1 g/L。统计分析表明,处理 2 对芽长的抑制作用与处理 3 之间差异不显著,与处理 4、处理 5、处理 6、处理 7 之间差异达到极显著水平;处理 4 与处理 5 之间差异不显著,但与处理 6、处理 7 之间差异达到极显著水平。

表 1 不同质量浓度异丙隆对白菜芽长的影响

处理编号	异丙隆质量浓度/(g/L)	平均芽长/cm	抑制率/%
1	0(CK)	0.73Aa	
2	1.562 5	0.61Bb	16.44
3	3.125 0	0.56BCb	23.29
4	6.250 0	0.49CDc	32.88
5	12.500 0	0.48Dc	34.25
6	25.000 0	0.40Ed	45.21
7	50.000 0	0.33Ee	54.79

注:同列数据后不同大、小写字母分别表示差异达到极显著( $P < 0.01$ )、显著( $P < 0.05$ )水平,表 2 同。

### 2.2 异丙隆对白菜根长的影响

从表 2 可以看出,不同质量浓度异丙隆处理对白菜根长的影响存在较大差异。质量浓度最低即 1.562 5 g/L 时,对白菜根长的影响最小,质量浓度最高即 50.000 0 g/L 时,对白菜根长的影响最大,其

抑制率分别为21.23%和55.48%，对根长抑制率进行回归分析得方程  $y = 4.1253 + 0.6434x$ ，其  $LC_{10}$  值为0.2331 g/L。方差分析显示，处理2与处理3之间差异不显著，但与其他异丙隆处理之间差异达到极显著水平；处理4与处理5之间差异不显著，但与处理7之间差异达到极显著水平。

表2 不同质量浓度异丙隆对白菜根长的影响

处理编号	异丙隆质量浓度/(g/L)	平均根长/cm	抑制率/%
1	0 (CK)	1.46Aa	
2	1.5625	1.15Bb	21.23
3	3.1250	1.11Bb	23.97
4	6.2500	0.83Cc	43.15
5	12.5000	0.79CDcd	45.89
6	25.0000	0.74Dd	49.32
7	50.0000	0.65Ee	55.48

### 2.3 异丙隆对白菜叶片叶绿素含量的影响

从图1可以看出，2个低质量浓度处理(1.5625、3.1250 g/L)对白菜叶片叶绿素含量有促进作用，叶绿素含量与对照相比有所增加，增幅分别为26.11%和14.27%。随着异丙隆质量浓度的进一步提高，叶绿素含量呈下降趋势，均低于对照，质量浓度为50.0000 g/L时叶绿素含量较对照下降56.16%。

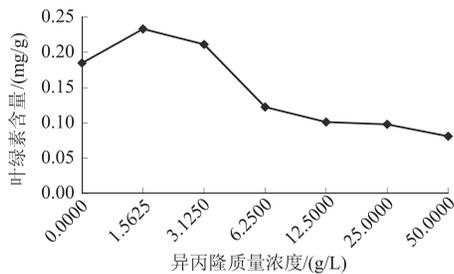


图1 异丙隆对白菜叶片叶绿素含量的影响

### 2.4 异丙隆对白菜叶片可溶性糖含量的影响

从图2可以看出，随着异丙隆质量浓度的增加，白菜叶片中可溶性糖含量呈上升趋势，在质量浓度为6.2500、12.5000、25.0000 g/L时，可溶性糖含量变化不大。当质量浓度为1.5625、3.1250、6.2500、12.5000、25.0000、50.0000 g/L时，可溶性糖含量分别较对照增加13.86%、25.97%、42.79%、43.25%、43.81%、74.31%。

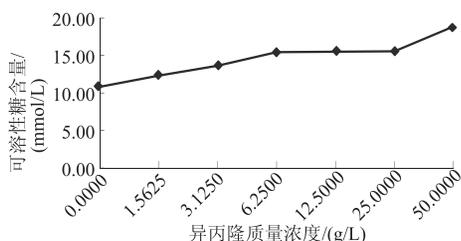


图2 异丙隆对白菜叶片可溶性糖含量的影响

### 2.5 异丙隆对白菜叶片丙二醛含量的影响

由图3可知，随着异丙隆质量浓度的增加，白菜叶片丙二醛含量呈缓慢上升趋势，质量浓度为6.2500、12.5000、25.0000 g/L时丙二醛含量变化不大。当质量浓度为1.5625、3.1250、6.2500、12.5000、25.0000、50.0000 g/L时，丙二醛含量分别较对照增加14.20%、27.27%、53.13%、53.41%、53.98%、111.36%。

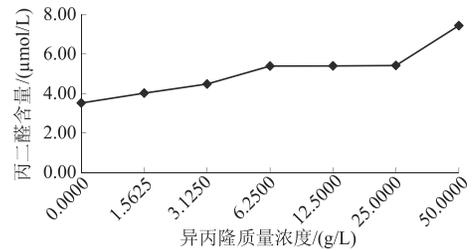


图3 异丙隆对白菜叶片丙二醛含量的影响

## 3 结论与讨论

异丙隆为内吸传导型除草剂，喷施后既能杀死杂草，也能影响作物本身的生长发育<sup>[12]</sup>。本试验结果表明，异丙隆能够显著抑制白菜的芽长和根长，即使在低质量浓度(1.5625 g/L)下抑制率也达到16.44%和21.23%，这与王正贵等<sup>[13]</sup>研究的结果一致。与邬腊梅等<sup>[14]</sup>研究的结果基本一致，即异丙隆对红麻幼苗、幼根生长有轻微的抑制作用。而与邬腊梅等<sup>[15-16]</sup>的研究结果相反，即异丙隆对亚麻和大麻生长抑制不明显，甚至低质量浓度的异丙隆能够促进亚麻和大麻幼根的生长。这主要是由于不同的试验条件和试验作物造成的。

前人研究证实，施用除草剂本身是一种胁迫，影响作物的生理生化过程，造成作物失绿，叶绿素含量下降<sup>[17]</sup>。本试验结果表明，不同质量浓度异丙隆处理下，白菜叶绿素含量呈先升高后下降的趋势。这与王正贵等<sup>[17-18]</sup>研究的异丙隆能够显著降低小麦叶绿素含量的结果不一致。对于低质量浓度的异丙隆反而能够增加白菜叶绿素含量的现象，有待进一步研究。

许多研究表明，除草剂进入植物体内，干扰生理代谢、破坏正常生长，进而逐渐杀死植物<sup>[19]</sup>。除草剂杀死杂草的同时，还会引起作物体内生理生化方面的复杂变化，明显影响作物的可溶性糖、可溶性蛋白、脯氨酸和丙二醛的含量<sup>[20-21]</sup>。本研究结果表明，随着异丙隆质量浓度的增加，丙二醛含量呈明显增加趋势，这与尹小乐<sup>[21]</sup>在小麦上的研究结果基本一致，而与孔治有等<sup>[22-23]</sup>在小麦和大麦上研究的异

丙隆质量浓度对丙二醛含量无显著影响的结果不一致。前人研究表明,可溶性糖作为一种渗透调节物质和能量物质,在低温、干旱、盐胁迫等逆境下增加<sup>[24-26]</sup>。本研究结果也表明,随着异丙隆质量浓度的增加,可溶性糖含量呈明显增加趋势。总之,不同质量浓度异丙隆能够显著抑制白菜的根长和芽长,明显增加可溶性糖和丙二醛的含量,白菜田施用异丙隆时要注意施药方法和使用剂量,避免产生药害。

#### 参考文献:

- [1] 娄国强,吕文彦,职明星. 2甲4氯对不同小麦品种幼苗及生理指标的影响[J]. 植物保护学报, 2006, 33(3):334-336.
- [2] 赵善欢. 植物化学保护[M]. 3版. 北京:中国农业出版社, 2000:161-180.
- [3] 陈年春. 农药生物测定技术[M]. 北京:北京农业大学出版社, 1991:208-262.
- [4] 慕立义. 植物化学保护研究方法[M]. 北京:中国农业出版社, 1991:223-232.
- [5] 王忠,顾蕴洁. 植物生理生化实验[M]. 北京:中国农业出版社, 1994.
- [6] 崔秀珍. 实验统计分析[M]. 北京:中国农业科技出版社, 2002:99-105.
- [7] 张玉聚,张德胜,刘周扬,等. 苯氧羧酸类除草剂的药害与安全应用[J]. 农药, 2003, 42(1):41-44.
- [8] 娄国强,吕文彦,职明星. MCPA对小麦幼苗生长及生理性状的影响[J]. 麦类作物学报, 2006, 26(5):143-145.
- [9] 娄国强,党润生,陈荣江,等. 不同小麦品种对麦田磺酰脲类除草剂的耐药性研究[J]. 河南农业大学学报, 1997, 31(3):21-22.
- [10] 张育平,娄国强,李广领,等. 吡氟氯禾灵对核桃幼苗生长量及生理效应的影响[J]. 农药, 2006, 45(2):35-36.
- [11] 刘曙照,袁树忠,戴忠军,等. 胺苯磺隆在土壤中的残留及对玉米的药害研究[J]. 农药, 2000, 39(11):38-40.
- [12] 张玉聚,孙化田,王春生. 除草剂及其混用与农田杂草化学防治[M]. 北京:中国农业科技出版社, 2000:37-44.
- [13] 王正贵,于倩倩,周立云,等. 几种除草剂对小麦籽粒产量及生理特性的影响[J]. 核农学报, 2011, 25(4):791-795.
- [14] 郭腊梅,柏连阳,金晨钟,等. 8种除草剂对红麻幼芽和幼根生长的影响[J]. 杂草科学, 2012, 30(4):41-43.
- [15] 郭腊梅,柏连阳,孟桂元,等. 八种除草剂对亚麻幼根和幼芽生长的影响初探[J]. 中国麻业科学, 2012(6):270-272.
- [16] 郭腊梅,黄勤勤,周小毛,等. 9种除草剂对工业大麻幼芽和幼根生长影响的初步研究[J]. 湖南农业科学, 2016(3):59-61.
- [17] 王正贵,封超年,郭文善,等. 麦田常用除草剂对弱筋小麦生理生化特性的影响[J]. 农业环境科学学报, 2010, 29(6):1027-1032.
- [18] 王正贵,周立云,郭文善,等. 除草剂对小麦光合特性及叶绿素荧光参数的影响[J]. 农业环境科学学报, 2011, 30(6):7-13.
- [19] 娄国强,吕文彦,职明星. 苯磺隆、苄嘧磺隆对不同小麦品种安全性及叶绿素含量的影响[J]. 中国农学通报, 2005, 21(10):317-320.
- [20] 刘井兰,于建飞,印建莉,等. 化学农药对植物生理生化影响的研究进展[J]. 农药, 2006, 45(8):511-514.
- [21] 尹小乐. 除草剂异丙隆对小麦生物毒性的影响[D]. 南京:南京农业大学, 2008.
- [22] 孔治有,杨志雷,覃鹏,等. 不同浓度扑草净和异丙隆对大麦生理生化特性的影响[J]. 西南农业学报, 2013, 26(6):2332-2335.
- [23] 孔治有,杨志雷,覃鹏. 低温和异丙隆对大麦生理生化特性的影响[J]. 浙江农业学报, 2013, 25(4):701-704.
- [24] 朱金方,陆兆华,夏江宝,等. 盐旱交叉胁迫对柽柳幼苗渗透调节物质含量的影响[J]. 西北植物学报, 2013, 33(2):357-363.
- [25] 顾正中,周羊梅,扬子博,等. 干旱胁迫下淮麦33等不同小麦品种幼苗生理响应的研究[J]. 西南农业学报, 2017, 30(1):67-71.
- [26] 赵明明,周余华,彭方仁,等. 低温胁迫下冬青叶片细胞内Ca<sup>2+</sup>水平及可溶性糖含量的变化[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2013, 37(5):1-5.