

光合作用抑制型除草剂灭草松最低有效使用剂量的测定

赵秀梅,王连霞,郑旭,刘洋,王立达,武琳琳,迟莉

(黑龙江省农业科学院 齐齐哈尔分院,黑龙江 齐齐哈尔 161006)

摘要:为进一步研究东北地区大豆田苗后茎叶化学除草,在大豆苗后杂草 2~4 叶期茎叶喷施不同剂量的 480 g·L⁻¹ 灭草松水剂,通过植物光合作用测定仪对大豆及一年生阔叶杂草的光合率进行测定,确定光合作用抑制型除草剂灭草松最低有效使用剂量。结果表明:灭草松对一年生阔叶杂草表现快速防除效果,一般在施药后 5~10 d 杂草即干枯死亡,其中对刺蓼、苘麻表现非常敏感,对藜表现一般敏感,对反枝苋表现不敏感。当杂草的光合率值低于 20% 时,灭草松对杂草的株防效及鲜重防效大于 90%,杂草得到有效防控;当光合率值高于 40% 时,灭草松对杂草的株防效及鲜重防效低于 60%,杂草不能得到有效控制。使杂草的光合率低于 20%,而对作物的光合率高于 70% 的剂量即为光合作用抑制型除草剂的最低有效使用剂量。以一般敏感杂草藜(2~4 叶龄)为基准,光合作用抑制型除草剂灭草松的最低有效使用剂量为 600 g·hm⁻²。

关键词:光合作用抑制型除草剂;灭草松;最低有效使用剂量;光合率;防除效果

中图分类号:S451.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2017)05-0055-05 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2017.05.0055

光合作用抑制型除草剂是通过抑制杂草的光合作用达到除草效果的除草剂,具有高效低毒、杀草速度快、环境相容性好、选择性高等优点。利用植物光合作用测定仪,测定杂草喷施光合作用抑制型除草剂后光合率的变化可以确定杀死该杂草的最低有效使用剂量。一般在较暗的环境下(没有直射光,散射光也比较弱),健康植物的光合率为 70%~80%,喷施光合抑制型除草剂后,光合作用受到抑制,光合率的值会显著降低,一般为 10%~40%。如果喷施光合抑制型除草剂后第 2 天光合率测量结果显示低于 20%,就可以认为该剂量可有效防除该杂草,使光合率值低于 20% 的剂量即为光合作用抑制型除草剂最低有效使用剂量^[1-2]。

王贵启^[3]等曾报道了用植物光合作用测定仪测定的异丙隆对几种冬小麦田主要杂草的最低致死剂量。本试验选用生产上常用的光合作用抑制型除草剂灭草松,测定其对大豆田主要杂草的最低有效使用剂量,打破当地常规施药观念及用药量,改进施药技术,以最低用药剂量控制杂草,减少不必要的投入,降低日益严重的作物药害发生

机率,减轻环境污染,为东北地区大豆田苗后茎叶化学除草提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试作物为当地常规种植大豆品种嫩丰 16。供试除草剂:480 g·L⁻¹ 灭草松水剂,巴斯夫公司生产;益泽高效植物油增效剂,澳大利亚生产。供试杂草:一年生阔叶杂草,主要有藜(*Chenopodium album* L.)、苘麻(*Abutilon theophrasti* Medic)、反枝苋(*Amaranthus retroflexus* L.)、刺蓼(*Polygonum bungeanum* Turz.)^[4]。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 480 g·L⁻¹ 灭草松水剂分别设 450、600、750、900、1 200、1 500 g·hm⁻² (有效成分用量)6 个剂量处理,每个剂量处理均加入喷液量 0.1% 的助剂,并设空白对照 CK,试验共 7 个处理,每个处理 3 次重复,共 21 个小区,每小区面积 26 m² (4 垄×垄距 0.65 m×垄长 10 m),小区随机区组排列。

试验于 2016 年在黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院试验基地进行,采用田间小区茎叶喷雾法。试验地土壤类型为碳酸盐黑钙土,土壤肥力中等,有机质含量 2.91%,pH 7.66。施药于大豆一片复叶期,一年生阔叶杂草 2~4 叶期均匀茎叶喷雾(6 月 3 日上午施药)。施药当天晴,17.7~22.9℃,相对湿度 41%~45%,施药时南风

收稿日期:2017-03-17

基金项目:齐齐哈尔市科学技术局农业攻关资助项目(NYGG-201512)

第一作者简介:赵秀梅(1970-),女,黑龙江省宝清县人,硕士,研究员级高级农艺师,从事植物保护与新农药田间应用技术研究。E-mail:zxm0452@126.com。

0.7 m·s⁻¹。施药采用新加坡利农背负式喷雾器,实测加 2bar 恒压阀、11003 喷嘴,施药时采用二次稀释配药法,即先配成母液再进一步稀释,喷液量 450 L·hm⁻²。

1.2.2 测定项目及方法 作物调查:施药 0、2、5、7 d,每个小区取 5 株大豆进行光合率测定;收获前进行测产。杂草调查:施药 0、2、3、4、5 d,每个小区每种一年生阔叶杂草分别取 5 株进行光合率测定;施药 5、10、20 d,杂草株防效测定,施药 20 d 同时测定鲜重防效。杂草调查方法采用每小区 Z 字型定 4 点取样法,每点 0.25 m²,计算杂草的株防效、鲜重防效,试验数据采用 DPS 统计分析软件,Duncan 新复极差法进行分析^[5]。

株防效(%)=

$$\frac{\text{施药前处理区杂草株数}-\text{施药后处理区杂草株数}}{\text{施药前处理区杂草株数}}\times 100$$

鲜重防效(%)=

$$\frac{\text{空白对照区活杂草鲜重}-\text{处理区残存活杂草鲜重}}{\text{空白对照区活杂草鲜重}}\times 100$$

2 结果与分析

2.1 作物安全性

施药前,试验各剂量处理大豆光合率为 75.7%~77.2%,此时大豆光合作用状态正常;施药 2 d,光合率下降为 22.5%~54.6%,大豆复叶上出现触杀性褐色干枯斑,光合作用受到较强的抑制;施药 5 d,试验各剂量处理大豆光合率上升为 49.6%~77.0%,其中 450、600、750、900 g·hm⁻²

处理大豆光合率值恢复到正常水平,1 200、1 500 g·hm⁻²处理大豆光合作用逐渐恢复;施药 7 d,试验各处理大豆光合率上升为 74.8%~77.2%,均恢复到正常水平,大豆光合作用正常,对大豆以后的生长无不良影响。大豆收获时进行产量测定,试验各剂量处理大豆平均产量在 1 860.8~1 934.2 kg·hm⁻²,较空白对照处理增产率在 15.3%~19.8%,较对处理增产显著。差异显著性分析结果表明:480 g·L⁻¹灭草松水剂 600、750、900、1 200、1 500 g·hm⁻²剂量处理间产量差异不显著,而与 450 g·hm⁻²剂量处理间产量差异显著(见表 1)。

2.2 杂草防除效果

2.2.1 杂草光合率 施药前,试验各剂量处理一年生阔叶杂草的光合率为 72.8%~76.7%,此时杂草光合作用正常。施药 2 d,450 g·hm⁻²剂量处理杂草光合率迅速下降为 10.8%~42.2%,杂草光合作用受到严重抑制。施药 3 d,杂草光合率继续下降,600~1 500 g·hm⁻²处理苘麻、刺蓼均干枯死亡。施药 4 d,未干枯死亡杂草的光合率开始上升。施药 5 d,450 g·hm⁻²处理各杂草的光合率恢复到 17.2%~58.3%;600 g·hm⁻²处理藜光合率仍较低,苘麻、刺蓼干枯死亡;750~900 g·hm⁻²处理藜、苘麻、刺蓼均干枯死亡;600~900 g·hm⁻²处理反枝苋光合率恢复到 34.6%~52.7%,1 200 g·hm⁻²处理反枝苋光合率为 19.8%;1 500 g·hm⁻²处理反枝苋干枯死亡(见表 2)。

表 1 不同处理下大豆光合率及产量

Table 1 Soybean photosynthetic rate and yield of different treatments

剂量处理/ (g·hm ⁻²) Dose treatment	光合率/% Photosynthetic rate				平均产量/ (kg·hm ⁻²) Average yield	增、减产率/% Yield increase rate
	施药 0 d 0 day after spraying	施药 2 d 2 days after spraying	施药 5 d 5 days after spraying	施药 7 d 7 days after spraying		
450	76.5	54.6	76.2	76.7	1860.8 b	15.3
600	76.8	49.3	77.0	77.2	1918.2 a	18.8
750	77.2	40.5	75.6	76.5	1924.0 a	19.2
900	76.0	35.2	74.5	76.0	1929.5 a	19.5
1200	75.7	28.8	58.3	75.3	1932.3 a	19.7
1500	77.0	22.5	49.6	74.8	1934.2 a	19.8
空白对照 CK	76.6	76.3	76.8	76.4	1614.5 c	-

表中数据为 3 次重复平均值,同列标注不同字母的处理间差异显著(P<0.05)。下同。
The data intable is the average of three reapeats,different lowercases mean significant difference between treatments (P<0.05). The same below.

表 2 施药后杂草光合率

Table 2 Determination of weeds photosynthetic rate after spraying

剂量处理/ (g·hm ²) Dose treatment	藜 <i>Chenopodium album</i> L.					苘麻 <i>Abutilon theophrasti</i> Medic					刺蓼 <i>Polygonum bungeanum</i> Turz.					反枝苋 <i>Amaranthus retroflexus</i> L.				
	0 d	2 d	3 d	4 d	5 d	0 d	2 d	3 d	4 d	5 d	0 d	2 d	3 d	4 d	5 d	0 d	2 d	3 d	4 d	5 d
450	75.6	25.5	23.2	27.8	35.5	76.0	12.6	15.4	18.2	23.5	76.5	10.8	12.5	13.4	17.2	73.8	42.2	39.5	46.0	58.3
600	76.2	8.8	7.5	8.0	10.6	76.3	9.5	7.8	0	0	75.8	6.0	4.7	0	0	73.3	40.6	34.8	43.5	52.7
750	75.8	6.4	5.0	0	0	76.2	6.0	5.2	0	0	76.0	5.2	4.5	0	0	74.2	35.0	31.6	39.4	45.5
900	76.5	4.2	2.4	0	0	75.8	4.6	0	0	0	76.7	3.4	0	0	0	72.8	24.5	18.2	28.8	34.6
1200	76.0	3.0	0	0	0	76.5	2.7	0	0	0	75.5	1.3	0	0	0	73.5	15.8	12.0	17.2	19.8
1500	76.3	1.7	0	0	0	76.2	0	0	0	0	76.3	0	0	0	0	74.0	9.3	5.7	2.5	0
空白对照 CK	75.8	75.5	76.2	76.0	76.3	76.4	76.2	75.8	74.6	74.0	75.8	76.0	76.5	76.2	76.4	73.6	73.0	72.4	72.8	73.2

2.2.2 杂草防除效果 施药 5 d,480 g·L⁻¹灭草松水剂对刺蓼、苘麻表现快速防除效果,各剂量处理对刺蓼、苘麻的株防效在 86.8%~100%,对藜的株防效在 65.3%~100.0%,对反枝苋的防除效果明显不如其它杂草,株防效在 22.2%~100.0%;试验各剂量处理对 4 种一年生阔叶杂草的总株防效为 61.0%~100.0%(见表 3)。施药 10 d,480 g·L⁻¹灭草松水剂各剂量处理对刺蓼、苘麻的株防效与施药 5 d 相同,对藜的株防效为 72.0%~100.0%,对反枝苋株防效虽有上升,但防除效果明显不如其它杂草,株防效在 28.6%~100.0%;试验各剂量处理对 4 种一年生阔叶杂草的总株防效为 66.9%~100.0%(见表 4)。施药 20 d,试验各剂量处理的株防效均与施药 10 d 相

同(见表 5),表明光合作用抑制型除草剂 480 g·L⁻¹灭草松水剂对一年生阔叶杂草表现快速防除效果,一般在施药后 5~10 d 杂草即干枯死亡。施药 20 d 各剂量处理对刺蓼、苘麻的鲜重防效在 90.5%~100.0%,对藜鲜重防效在 73.4%~100.0%,对反枝苋的鲜重防效在 30.9%~100.0%;施药 20 d 试验各剂量处理对 4 种一年生阔叶杂草的总鲜重防效为 66.6%~100.0%(见表 6)。差异显著性分析结果表明:施药后 5 d、10 d、20 d,480 g·L⁻¹灭草松水剂 450、600 g·hm²处理间总株防效及总鲜重防效差异显著,二者与 750、900、1 200、1 500 g·hm²处理间总鲜重防效差异均显著,而 750、900、1 200、1 500 g·hm²处理间总鲜重防效差异不显著。

表 3 施药 5 d 杂草株防效调查

Table 3 Plant control effect survey of weeds after spraying for 5 days

剂量处理/ (g·hm ²) Dose treatment	藜 <i>Chenopodium album</i> L.		苘麻 <i>Abutilon theophrasti</i> Medic		刺蓼 <i>Polygonum bungeanum</i> Turz.		反枝苋 <i>Amaranthus retroflexus</i> L.		总杂草 Total weeds	
	株数/ (株·m ⁻²)		株数/ (株·m ⁻²)		株数/ (株·m ⁻²)		株数/ (株·m ⁻²)		总株数/ (株·m ⁻²)	
	防效/%		防效/%		防效/%		防效/%		防效/%	
	Plant	Effect	Plant	Effect	Plant	Effect	Plant	Effect	Total plant	Total plants effect
	number		number		number		number		number	
450	19.6	65.3 c	0.5	86.8 a	0.5	90.0 a	9.8	22.2 f	30.4	61.0 c
600	4.5	92.0 b	0	100.0 a	0	100.0 a	8.6	31.7 e	13.1	83.2 b
750	0	100.0 a	0	100.0 a	0	100.0 a	7.0	44.4 d	7.0	91.0 a
900	0	100.0 a	0	100.0 a	0	100.0 a	3.5	72.2 c	3.5	95.5 a
1200	0	100.0 a	0	100.0 a	0	100.0 a	1.2	90.5 b	1.2	98.5 a
1500	0	100.0 a	0	100.0 a	0	100.0 a	0	100.0 a	0	100.0 a
施药前基数	56.5		3.8		5.0		12.6		77.9	

表 4 施药 10 d 杂草株防效调查

Table 4 Plants control effect survey of weeds after spraying for 10 days

剂量处理/ (g·hm ⁻²)	藜		苘麻		刺蓼		反枝苋		总杂草	
	<i>Chenopodium album</i> L.		<i>Abutilon theophrasti</i> Medic		<i>Polygonum bungeanum</i> Turz.		<i>Amaranthus retroflexus</i> L.		Total weeds	
	株数/(株·m ⁻²)	防效/%	株数/(株·m ⁻²)	防效/%	株数/(株·m ⁻²)	防效/%	株数/(株·m ⁻²)	防效/%	总株数/(株·m ⁻²)	总株防效/%
Dose treatment	Plant number	Effect	Plant number	Effect	Plant number	Effect	Plant number	Effect	Total plant number	Total plants effect
450	15.8	72.0 b	0.5	86.8 a	0.5	90.0 a	9.0	28.6 e	25.8	66.9 c
600	2.5	95.6 a	0	100.0 a	0	100.0 a	7.5	40.5 d	10.0	87.2 b
750	0	100.0 a	0	100.0 a	0	100.0 a	5.3	57.9 c	5.3	93.2 a
900	0	100.0 a	0	100.0 a	0	100.0 a	2.8	77.8 b	2.8	96.4 a
1200	0	100.0 a	0	100.0 a	0	100.0 a	0.6	95.2 a	0.6	99.2 a
1500	0	100.0 a	0	100.0 a	0	100.0 a	0	100.0 a	0	100.0 a
施药前基数	56.5		3.8		5.0		12.6		77.9	

表 5 施药 20 d 杂草株防效调查

Table 5 Plants control effect survey of weeds after spraying for 20 days

剂量处理/ (g·hm ⁻²)	藜		苘麻		刺蓼		反枝苋		总杂草	
	<i>Chenopodium album</i> L.		<i>Abutilon theophrasti</i> Medic		<i>Polygonum bungeanum</i> Turz.		<i>Amaranthus retroflexus</i> L.		Total weeds	
	株数/(株·m ⁻²)	防效/%	株数/(株·m ⁻²)	防效/%	株数/(株·m ⁻²)	防效/%	株数/(株·m ⁻²)	防效/%	总株数/(株·m ⁻²)	总株防效/%
Dose treatment	Plant number	Effect	Plant number	Effect	Plant number	Effect	Plant number	Effect	Total plant number	Total plants effect
450	15.8	72.0 b	0.5	86.8 a	0.5	90.0 a	9.0	28.6 e	25.8	66.9 c
600	2.5	95.6 a	0	100.0 a	0	100.0 a	7.5	40.5 d	10	87.2 b
750	0	100.0 a	0	100.0 a	0	100.0 a	5.3	57.9 c	5.3	93.2 a
900	0	100.0 a	0	100.0 a	0	100.0 a	2.8	77.8 b	2.8	96.4 a
1200	0	100.0 a	0	100.0 a	0	100.0 a	0.6	95.2 a	0.6	99.2 a
1500	0	100.0 a	0	100.0 a	0	100.0 a	0	100.0 a	0	100.0 a
施药前基数	56.5		3.8		5.0		12.6		77.9	

表 6 施药 20 d 杂草鲜重防效调查

Table 6 Fresh weight effect survey of weeds after spraying for 20 days

剂量处理/ (g·hm ⁻²)	藜		苘麻		刺蓼		反枝苋		总杂草	
	<i>Chenopodium album</i> L.		<i>Abutilon theophrasti</i> Medic		<i>Polygonum bungeanum</i> Turz.		<i>Amaranthus retroflexus</i> L.		Total weeds	
	鲜重/(g·m ⁻²)	防效/%	鲜重/(g·m ⁻²)	防效/%	鲜重/(g·m ⁻²)	防效/%	鲜重/(g·m ⁻²)	防效/%	总鲜重/(g·m ⁻²)	总鲜重防效/%
Dose treatment	Fresh weight	Effect	Fresh weight	Effect	Fresh weight	Effect	Fresh weight	Effect	Total Fresh weight	Total Fresh weight effect
450	192.5	73.4 b	5.4	90.5 a	2.0	93.7 a	137.2	30.9 e	337.1	66.6 c
600	28.8	96.0 a	0	100.0 a	0	100.0 a	114.6	42.3 d	143.4	85.8 b
750	0	100.0 a	0	100.0 a	0	100.0 a	81.3	59.0 c	81.3	92.0 a
900	0	100.0 a	0	100.0 a	0	100.0 a	40.8	79.4 b	40.8	96.0 a
1200	0	100.0 a	0	100.0 a	0	100.0 a	6.5	96.7 a	6.5	99.4 a
1500	0	100.0 a	0	100.0 a	0	100.0 a	0	100.0 a	0	100.0 a
空白对照 CK	723.4		57.0		31.8		198.5		1010.7	

3 结论与讨论

3.1 安全性

光合作用抑制型除草剂 $480 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 灭草松水剂 $450 \sim 1\,500 \text{ g} \cdot \text{hm}^{-2}$ 在大豆一片复叶期施用,施药后 2 d,大豆复叶上出现不同程度触杀性褐色干枯斑,经测定大豆光合率值有所下降;施药后 4 d,大豆光合率值开始恢复;施药后 7 d,各剂量处理大豆光合率值均恢复到正常水平,大豆光合作用正常,与空白对照无差异,对大豆以后的生长无不良影响。收获时测产表明各剂量处理大豆平均产量在 $1\,860.8 \sim 1\,934.2 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,较空白对照处理增产率在 $15.3\% \sim 19.8\%$,增产显著,安全性较好。

3.2 防除效果

光合作用抑制型除草剂 $480 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 灭草松水剂对一年生阔叶杂草表现快速防除效果,一般在施药后 5~10 d 杂草即干枯死亡,其中对刺蓼、苘麻表现非常敏感,对藜表现一般敏感,对反枝苋表现不敏感。施药后 2 d,杂草的光合率值快速下降。施药后 3 d,杂草的光合率值继续缓慢下降,杂草表现出明显的触杀性症状。施药后 4、5 d, $480 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 灭草松水剂 $450 \text{ g} \cdot \text{hm}^{-2}$ 剂量处理,杂草的光合率开始缓慢上升; $600 \text{ g} \cdot \text{hm}^{-2}$ 剂量敏感杂草刺蓼、苘麻干枯死亡,一般敏感杂草藜的光合率仍低于 20%,不敏感杂草反枝苋的光合率上升为 40% 以上,杂草的光合率值随着灭草松用药剂量的增加而下降。施药后 5、10、20 d 对杂草的株防效调查表明:当杂草的光合率值低于 20% 时,灭草松对杂草的株防效及鲜重防效大于 90%,杂草得到有效防控;当光合率值高于 40% 时,灭草松对杂草的株防效及鲜重防效低于 60%,杂草不能得到有效控制。

3.3 最低有效使用剂量

对于光合作用抑制型除草剂可以根据用药后早期杂草的光合率值预测该除草剂对杂草的防控

效果。使杂草的光合率低于 20%,而对作物的光合率高于 70% 的剂量即为光合作用抑制型除草剂的最低有效使用剂量。以一般敏感杂草藜(2~4 叶龄)为基准,光合作用抑制型除草剂灭草松的最低有效使用剂量为 $600 \text{ g} \cdot \text{hm}^{-2}$ (有效成分用量)。

适宜施药时期及方法:大豆 1 片复叶期,一年生阔叶杂草 2~4 期, $480 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 灭草松水剂 $600 \sim 750 \text{ g} \cdot \text{hm}^{-2}$,杂草基数大或叶龄偏大时用高量,反之用低量,喷液量 $300 \sim 450 \text{ L} \cdot \text{hm}^{-2}$,同时加入喷液量 0.1% 的植物油助剂,施药时采用二次稀释配药法,即先配成母液再进一步稀释,进行精准茎叶均匀喷雾。此外,为同时防治田间禾本科杂草,可以加入 $108 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 高效氟吡甲禾灵乳油 $48.6 \sim 72.9 \text{ g} \cdot \text{hm}^{-2}$,提高对田间杂草的整体防控效果。

除草剂最低有效使用剂量技术依据杂草的种类、敏感程度、生育期等初步确定除草剂的最低剂量后,用植物光合作用测定仪在施药后第 2 天就可以检测出该药剂最低剂量是否合适,否则可以立即开展二次施药。该技术的优势在于,可以及时预知结果,降低杂草防治的风险;降低施药剂量,减少环境污染;精准施药,减少药害发生的风险,增加作物产量;减少药剂的选择压力,降低抗性杂草发生的风险等^[2]。

参考文献:

- [1] Kempenaar C, Groeneveld R M W, Uffing A J, et al. New insights and developments in the MLHD-concept of weed control[C]. Proceedings 2002 European Weed Research Society Conference, Wageningen, 2002: 98-99.
- [2] 张宏军, 刘学, 叶纪明. 除草剂最低致死剂量(MLHD)使用新技术概述[J]. 农药科学与管理, 2004, 25(12): 16-21.
- [3] 王贵启, 李香菊, 崔海兰, 等. PPM 法确定异丙隆对几种冬小麦田主要杂草的最低致死剂量[J]. 华北农学报, 2008, 23(S): 274-277.
- [4] 中国农田杂草原色图谱编委会. 中国农田杂草原色图谱[M]. 北京: 农业出版社, 1990: 9-431.
- [5] 农业部农药检定所. 农药田间药效试验准则(一)[M]. 北京: 中国标准出版社, 2000: 177-180.

Determination of Minimum Effective Dose on Photosynthesis Inhibiting Herbicide Bentazone

ZHAO Xiu-mei, WANG Lian-xia, ZHENG Xu, LIU Yang, WANG Li-da, WU Lin-lin, CHI Li
(Qiqihar Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar, Heilongjiang 161006)

(下转第 66 页)

- 型[J]. 解剖学杂志, 1995, 18(5): 412-415.
- [15] 邱霓, 李聪, 方伟进, 等. 耐力运动 8 周对大鼠骨骼肌收缩功能和线粒体生物合成的影响及机制[J]. 中国药理学通报, 2015, 31(5): 691-697.
- [16] 蔡明春, 黄庆愿, 高钰琪, 等. 缺氧及缺氧-复合运动大鼠比目鱼肌肌球蛋白重链组成变化[J]. 中国病理生理杂志, 2007, 23(12): 2428-2431.
- [17] 李莉, 刘红菊, 杨明浩, 等. 去负荷小鼠比目鱼肌收缩特性和纤维类型转化[J]. 中国应用生理学杂志, 2012, 28(2): 97-101.

Effect of Low Temperature on Mitochondria of Different Muscle in Pig

ZHANG Dong-jie, WANG Liang, LI Zhong-qiu, WANG Wen-tao, HE Xin-miao, WU Sai-hui, LIU Di

(Institute of Animal Husbandry, Heilongjiang Academy of Agricultural Science, Harbin, Heilongjiang 150086)

Abstract: Pig is one of a warm blooded animal, which is sensitive to the ambient temperature. In order to investigate the low temperature impact of the mitochondria in pig skeletal muscle and difference of metabolism between Min pig and large white pig, Min pig (cold tolerance breed) and large white pig (non-cold tolerance breed) were disposed as experimental materials. The relative quantitative method of real-time PCR was used. The change of mitochondrial DNA in gastrocnemius, soleus muscle and extensor longus digitorum under mild and severe cold treatment were detected. The results showed that under the mild cold treatment, the expression of Min pig gastrocnemius, soleus and extensor longus digitorum mtDNA were all declined, while the large white pig was unchanged or slightly increased. Under severe cold treatment, in addition to Min pig gastrocnemius was still declined, the rest were all significantly increased. The increased ratio of soleus muscle was maximal. Accordingly, it was believed that under mild cold treatment, the metabolism style of Min pig muscle tissue was different from large white pig; under severe cold treatment, the soleus muscle mainly dominated by red muscle was the main muscle of shivering thermogenesis. It was speculated that low temperature could induce the transformation of muscle fiber type.

Keywords: Min pig; large white pig; muscle tissue; mtDNA; real-time PCR

(上接第 59 页)

Abstract: In order to further study the herbicide of soybean field in northeast China, stem and leaves were sprayed different doses of $480 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ Bentazone AS in weeds 2~4 leaf stage after soybean seeding, photosynthetic rate of soybean and annual broadleaf weeds were determined by plant photosynthesis meter. The results showed that: Bentazone showed rapid control effect to annual broadleaf weeds, weeds went dry to death usually after spraying for 5~10 days, *Polygonum bungeanum* Turz. and *Abutilon theophrasti* Medic were very sensitive, *Chenopodium album* L. was general sensitive, *Amaranthus retroflexus* L. was insensitive. When photosynthetic rate of weeds was less than 20%, Strains effect and fresh weight effect of weeds were more than 90% on Bentazone, Weeds were effectively controlled; when photosynthetic rate of weeds was more than 40%, strains effect and fresh weight effect of weeds were less than 60% on Bentazone, weeds were not effectively controlled. When photosynthetic rate of weeds was less than 20%, photosynthetic rate of crop was more than 70%, the dose was minimum effective dose on photosynthesis inhibiting herbicide. To general sensitive weed *Chenopodium album* L. (2~4 leaf age) as datum, the minimum effective dose of photosynthesis inhibiting herbicide Bentazone was $600 \text{ g} \cdot \text{hm}^{-2}$.

Keywords: photosynthesis inhibiting herbicide; Bentazone; minimum effective dose; photosynthetic rate; control effect