

设施条件下微型马铃薯晚疫病流行动态研究

曹静¹, 曹克强²

(1. 聊城大学农学院, 山东聊城 252059; 2. 河北农业大学植物保护学院, 河北省病虫害生物防治工程技术研究中心, 河北保定 071001;)

摘要 [目的] 对设施条件下微型马铃薯晚疫病的流行动态进行研究。[方法] 在保护地微型马铃薯幼苗上人工接种马铃薯晚疫病病菌, 结合逐日天气变化和保护地内逐小时温湿度变化进行观察。[结果] 保护地微型马铃薯晚疫病侵染高峰日的日温度变化在 11.5~24.0℃ 之间, 日最低相对湿度高于 95%, 日降雨累积时间至少 8 h 以上。[结论] 设施条件下马铃薯晚疫病流行动态呈跳跃式发展, 气象条件合适时, 病原菌会在 1 d 之内大量产孢和严重侵染。

关键词 马铃薯晚疫病; 流行

中图分类号 S432.1 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)10-04532-04

Study on the Epidemic Tendencies of Potato Late Blight in Protected Field

CAO Jing et al (School of Agricultural Science, Liaocheng University, Liaocheng, Shandong 252059)

Abstract [Objective] The aim was to study epidemic of potato late blight in protected field. [Method] The meteorological date in the greenhouse was collected daily through the whole growing season after the *P. infestans* infected. [Result] The crucial weather condition for highly sporulation and severe infection of *P. infestans* is defined as a period of 24 hours with: ① the air temperature ranging is from 10℃ to 25℃; ② the lowest relative humidity is higher than 95%; ③ the accumulated precipitation time is longer than 8 hours. [Conclusion] The result showed that the disease progress curve developed in a jumping way. When the meteorological condition was met, *P. infestans* would produce lots of sporangia and infect the potato severely within one day. Lower temperature and higher relative humidity are beneficial to the disease.

Key words Potato late blight; Epidemic dynamics

马铃薯晚疫病是世界性流行病害, 是限制马铃薯生产的最重要因素之一。20 世纪 90 年代以来, 随着保护地微型马铃薯生产区域的扩大, 该病严重影响了微型马铃薯的生产。该病的主发原因是保护地以生产脱毒微型马铃薯为主, 而脱毒后马铃薯更易感染晚疫病^[1]。目前马铃薯晚疫病流行规律及防治的研究主要针对大田, 设施条件下该病的流行及防治研究还未见报道, 因此对保护地马铃薯晚疫病的发生和发展动态不能作出及时准确的预测, 防治时间上存在很大的盲目性, 有时甚至达不到理想的防治效果。笔者通过在保护地微型马铃薯幼苗上进行人工接种马铃薯晚疫病病菌 (*Phytophthora infestans*), 结合逐日的天气变化情况和保护地内逐小时的温湿度变化, 对马铃薯晚疫病在保护地条件下的流行动态进行了初步研究, 以期对设施条件下马铃薯晚疫病的防治提供借鉴。

1 材料与方法

1.1 试验材料 ①试验地点: 天津市蔬菜研究所, 大棚面积均为 3.6 m×9.5 m, 玻璃温室为面积 3.5 m×6.5 m; ②植物材料: 脱毒微型马铃薯, 品种为津引薯 8 号; ③菌种和培养基: *P. infestans* 菌种由河北农大植病流行实验室提供, 培养基选用黑麦培养基(每千克培养基需黑麦 60 g、琼脂 12 g、葡萄糖 20 g); ④气象仪器: 气象数据采集器(清华同方记录仪)、干湿球温度表、毛发式湿度记录仪、雨量器。

1.2 试验方法

1.2.1 气象数据的获得。 接种后, 保护地内气象数据采集器逐小时记录温度变化, 毛发湿度记录仪记录逐小时湿度变化; 雨量器放在室外一空旷地, 每次降雨后及时测量降雨量并记录降雨持续时间。每天记录天气情况并用干湿球温度

表对温湿度记录仪进行校正。

1.2.2 人工接种。 在马铃薯幼苗 5 叶一心时接种, 接种日在傍晚取培养皿生长 17 d 左右的马铃薯晚疫病病菌, 每皿加水 10 ml 配制孢子悬浮液, 将孢子悬浮液倒入皿盖中, 12℃ 恒温黑暗放置 1.0~1.5 h 后 400 倍镜检, 每视野 100 个游动孢子以上时在叶片上涂抹孢子悬浮液并用塑料袋保湿过夜, 次日摘除塑料袋。接种苗作为发病中心。

1.2.3 病害潜伏期的测定。 温室接种后至收获期间, 每隔 1 d 在温室接种 2 棵苗保湿并做标记, 记录接种日期和发病日期, 两者相减可得潜伏期^[2], 发病后拔除病苗以防传染。

1.2.4 空气中孢子囊的捕捉。 采用玻片粘着法^[3], 将涂有凡士林的载玻片凡士林面朝上放于马铃薯苗中, 每个大棚或温室 4 片, 每天下午 4 点用新载玻片换下前 1 天的载玻片。将取回的载玻片用乳酚油做浮载剂, 盖上盖片, 镜检马铃薯晚疫病病菌孢子囊个数。

1.2.5 病害调查。 保护地内逐日调查日净增病叶数^[4], 调查的同时进行标记, 次日只调查新增病叶数。

1.2.6 病害季节流行动态。 将“1.2.5”调查所得的数据在计算机上用 Excel 软件进行处理并绘制马铃薯晚疫病季节流行动态曲线。

1.2.7 病菌严重侵染日气象条件的确定。 根据“1.2.6”得到的病害发展动态曲线。结合病叶日净增高峰日和“1.2.3”得到的病害潜伏期可得病原菌严重侵染日。在病菌严重侵染日的基础上, 结合天气条件逐日变化和设施条件下气象条件逐小时的变化, 对多次构成病原菌大量侵染的气象条件进行仔细分析, 确定生长季马铃薯晚疫病严重侵染的决定性天气条件。结合孢子囊逐日飞散动态, 分析这些因素与病菌严重侵染形成的相关性, 确定生长季马铃薯晚疫病严重发生的主导因素。

2 结果和分析

2.1 空气中孢子囊飞散动态 生长季温室和大棚空气中晚

基金项目 河北省科技攻关项目(0122017317)。

作者简介 曹静(1975-), 女, 河北深泽人, 硕士, 讲师, 从事教学与科研工作。

收稿日期 2009-01-16

疫病病菌孢子囊数量逐日变化情况分别见图 1 和图 2。

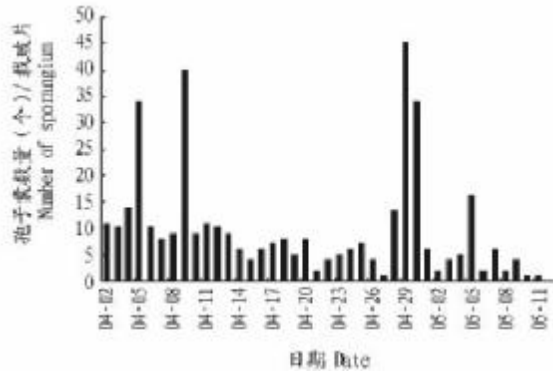


图 1 温室马铃薯晚疫病病菌孢子囊逐日飞散动态

Fig. 1 The daily change of *P. infestans* sporangia in glasshouse

通过图 1 可以看出,温室晚疫病病菌孢子囊飞散高峰分别在 4 月 5 日、4 月 9 日、4 月 29 日~30 日、5 月 5 日,平均每载玻片捕捉到的孢子囊个数分别为 34、40、45、33 和 16 个。

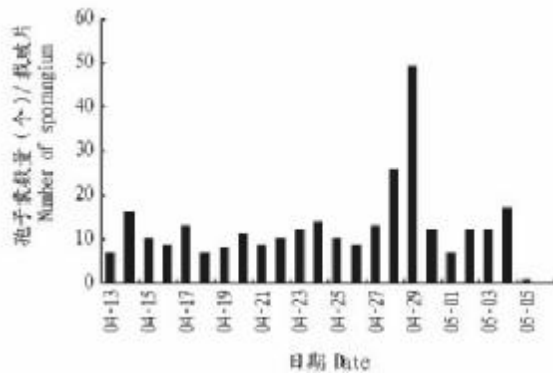


图 2 大棚马铃薯晚疫病病菌孢子囊逐日飞散动态

Fig. 2 The daily change of *P. infestans* sporangia in big shed

通过图 2 可以看出,大棚晚疫病病菌孢子囊飞散高峰在 4 月 28 日~29 日,平均每载玻片捕捉到的孢子囊个数为 26 和 49 个。

2.2 病害发展动态 一般年份,马铃薯晚疫病发病高峰出现在 4 月份和 10 月份,2001 年试验过程中只在 4 月份出现了发病高峰,该期间温室和大棚病害流行动态见图 3 和图 4。

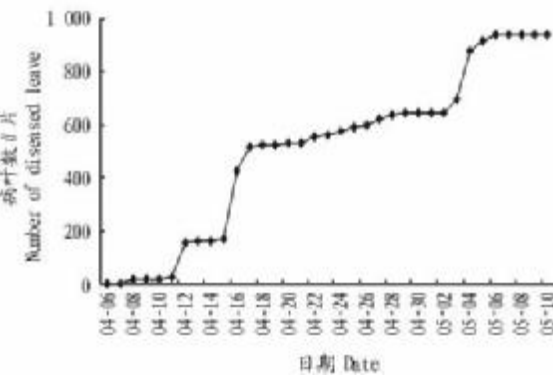


图 3 生长季温室马铃薯晚疫病流行动态

Fig. 3 The development of potato late blight in glasshouse

通过图 3 和图 4 可以看出,保护地马铃薯晚疫病呈跳跃式发展,一旦天气条件合适,病害会在 1 d 之内完成大量产孢和严重侵染,若气象条件不适合该病流行时,病害发展即刻减缓。

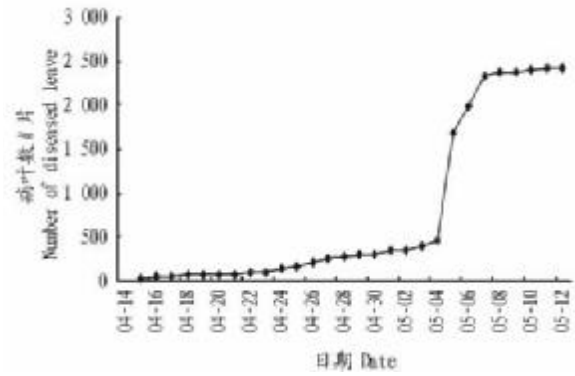


图 4 生长季大棚马铃薯晚疫病流行动态

Fig. 4 The development of potato late blight in big shed

2.3 病菌严重侵染日的确定

2.3.1 温室病害严重侵染日的确定。生长季温室马铃薯晚疫病病情逐日变化情况见图 5,相应时期病害潜伏期情况见图 6。

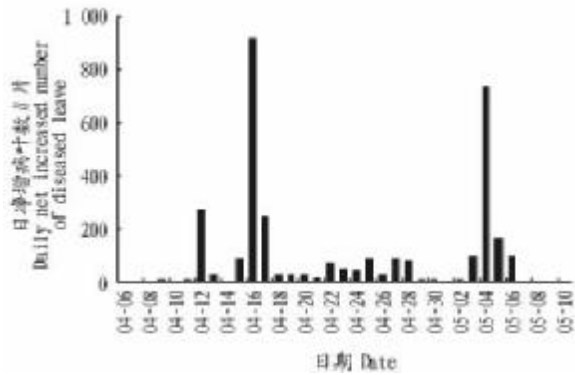


图 5 温室马铃薯日净增病叶数

Fig. 5 Daily increased leaves of potato late blight in glasshouse

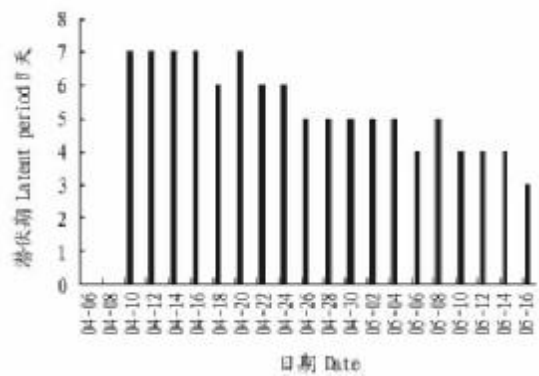


图 6 温室马铃薯晚疫病潜伏期情况

Fig. 6 The incubation period of potato late blight in big shed

由图 5 和图 6 可以看出,温室病叶日净增高峰出现在 4 月 12 日、4 月 16 日和 5 月 4 日,由图 6 可以看出相应时期病害的潜伏期分别是 7、7 和 5 d,因此温室病害严重侵染日分别为 4 月 5 日、4 月 9 日和 4 月 29 日。

2.3.2 大棚病害严重侵染日的确定。生长季大棚马铃薯晚疫病病情逐日变化情况见图 7,相应时期病害潜伏期情况见图 8。从图 7 中可以看出接种后大棚病叶日净增高峰期为 5 月 4 日,从图 8 中可以看出该期间病害的潜伏期为 5 d,因此大棚马铃薯晚疫病病菌严重侵染日为 4 月 29 日。

通过图 1 可以看出,温室晚疫病病菌大量产孢日有 3 d

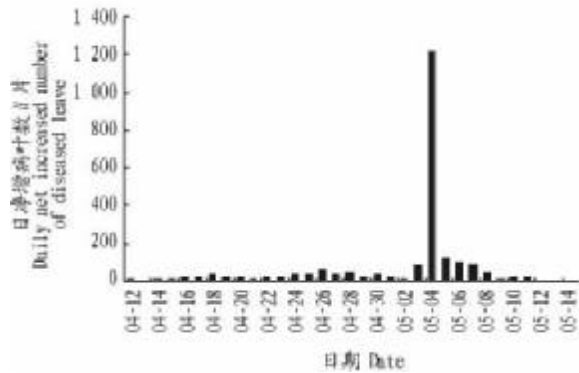


图7 大棚马铃薯日净增病叶数

Fig.7 Daily increased leaves of potato late blight in greenhouse

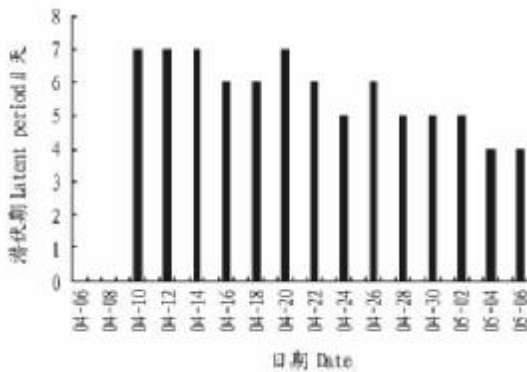


图8 大棚马铃薯晚疫病潜伏期情况

Fig.8 The incubation period of potato late blight in big shed

和病原菌严重侵染日一致,4月30日和5月5日虽然病原菌大量产孢但没发生严重侵染。由此可以认为,病原菌大量产孢,是侵染的必需条件,但大量产孢不一定会发生严重侵染。而病原菌严重侵染所必需的天气条件也同时有利于孢子囊的大量形成。

2.4 病菌严重侵染成因及主导因素的确定 通过分析2001年病菌严重侵染日与非严重侵染日的温湿度以及天气情况的差异可以确定病原菌严重侵染所需温湿度和天气条件。温室温湿度变化见表1,大棚温湿度变化见表2。

由表2可以看出,大棚内4月29日是病原菌严重侵染日,结合表1可知该日有累积11h的降雨,与温室条件稍有不同的是温度变化范围为10~25℃,在10月份,尽管也出现了3次降雨,但由于降雨累积时间较短均未发生严重侵染。

综合温室和大棚内的试验结果,初步确定设施条件下马铃薯晚疫病孢子囊大量形成和严重侵染所需的环境条件为:24h内温度变化在10~25℃之间,最低相对湿度达96%;同时降雨的累积时间不低于8h。

在马铃薯生长期保护地条件下温湿度很容易满足上述条件,关键在于是否有降雨,因此设施条件下马铃薯晚疫病流行的主导因素为降雨。

分析表1、表4中的数据发现,降雨日空气的温度较降雨前后都明显偏低,而空气相对湿度偏高,因此可以得出降雨起到了降温和增加相对湿度的作用;4月7日、4月19~21日虽然温室内温湿度都满足发病条件,但是由于没有降雨,病害也没有大发生。降雨除了能降温和增加空气相对湿度外,

降低了光照强度也可能是有助于病害发展的原因之一。

表1 2001年4月份温室温湿度以及室外天气情况

Table 1 The air temperature and relative humidity in and out of glass-house in April, 2001

日期 日/月 Date	温度变化 范围//℃ Change range of temperature	最低相对 湿度//% Lowest relative humidity	天气情况 Weather condition	降雨累积 时间//hrs Cumulative time of rainfall
1/4	11.0~29.0	56	晴	0.0
2/4	14.0~28.8	57	晴	0.0
3/4	10.3~26.5	76	多云间晴	0.0
4/4	10.1~28.2	78	多云	0.0
*5/4	11.0~24.0	100	阴有雨	10.5
6/4	9.0~24.5	96	阴转多云	0.0
7/4	11.5~24.0	96	多云	0.0
8/4	15.2~26.5	82	多云转晴	0.0
*9/4	11.7~22.5	100	阴有雨	8.0
10/4	11.5~23.8	96	小雨转多云	3.5
11/4	11.0~27.7	81	多云转晴	0.0
12/4	11.2~9.5	38	晴转多云	0.0
13/4	14.7~26.0	36	阴转多云	0.0
14/4	11.5~34.2	33	晴	0.0
15/4	14.1~35.8	32	晴	0.0
16/4	15.0~29.3	29	晴	0.0
17/4	17.1~29.5	34	多云间晴	0.0
18/4	18.2~28.9	94	晴	0.0
19/4	13.7~21.1	96	多云	0.0
20/4	12.6~21.5	96	多云转晴	0.0
21/4	13.2~21.3	97	多云转晴	0.0
22/4	11.8~26.3	96	晴	0.0
23/4	15.3~20.1	71	阴转多云	0.0
24/4	11.8~23.3	70	多云间晴	0.0
25/4	11.9~25.8	22	晴	0.0
26/4	13.5~22.5	89	阴有小雨	0.5
27/4	15.6~23.3	86	小雨转多云	0.8
28/4	14.9~25.6	80	阴转多云	0.0
*29/4	11.0~17.8	96	阴有雨	11.0
30/4	15.0~25.7	70	阴转晴	0.0

注: * 表示严重侵染日;4月18日~22日在温室进行了人工喷雾增湿。

Note: * means crucial period of infection.

表2 4~5月份塑料大棚内温湿度变化情况

Table 2 The air temperature and relative humidity in and out of big shed in April and May, 2001

日期 Date	温度变化范围//℃ Change range of temperature	最低相对湿度//% Lowest relative humidity
04-21	9.8~27.0	38
04-22	11.0~30.0	36
04-23	14.0~25.0	66
04-24	11.0~28.2	38
04-25	12.4~28.0	39
04-26	13.5~25.0	66
04-27	13.4~27.5	90
04-28	13.5~29.5	84
04-29	10.0~25.0	100
04-30	14.0~25.0	73
05-01	14.0~27.2	49
05-02	15.0~27.0	65
05-03	15.8~27.0	58
05-04	14.4~28.5	54
05-05	16.0~26.5	40
05-06	9.5~21.0	70
05-07	9.0~24.0	52
05-08	13.0~23.0	29
05-09	9.0~28.0	28
05-10	12.6~27.0	32

注: * 表示侵染关键期。

Note: * means crucial period of infection.

3 讨论与结论

3.1 保护地马铃薯晚疫病发生特点 在我国北方,大田条件下马铃薯晚疫病多发生在7~8月份,保护地马铃薯晚疫病则多发生在4和10月份,据2001年两季试验调查发现,4月份在温室的病害发展曲线出现了3次明显的跳跃,大棚内由于种植及观察较晚,因此,只出现了1次跳跃。通过逐日的病害发展曲线可以看出,在保护地病害的发展也并非均匀一致的,而是呈现跳跃式发展。低温、高湿和降雨促进了这些跳跃的形成。当天气好转,保护地内环境条件不适合该病发展时,病害即缓慢发展。至于病害的传播途径,MacKenzie等认为田间主要随风雨传播,飞散的雨滴中携带有孢子囊^[5]。但保护地条件下,马铃薯晚疫病不直接受雨水冲击和飞溅的影响,而且保护地条件下空气流动比较缓和,因此和大田相比,病害传播速度较慢。尽管出现了3次大的跳跃,地块内病叶数有明显地增长,但最后田间的病株率约为10%。尽管如此也应提高警惕,因为保护地以生产原种脱毒微型马铃薯为主,一般生产到种薯3代或4代才用于商品薯的生产。带病种薯是病害的最重要的初侵染来源,因此微型薯必须严格控制各种病害的发生,才能保证种薯的质量。

3.2 环境条件对保护地马铃薯晚疫病的影响 谭宗九等认为降雨、雾和露等是增加空气湿度的前提条件,空气相对湿度是影响马铃薯晚疫病发生和流行的关键因素,连续3 d空气相对湿度超过72%,10 d之内就可能出现中心病株^[6]。该模型只将空气相对湿度作为未来几天马铃薯晚疫病发生和发展的依据。而设施条件下由于其特殊的环境条件,空气相对湿度比较高,很容易达到72%以上,但2001年试验结果表明,只满足湿度条件时马铃薯晚疫病很难大发生。例如:4月3~4日、4月6~8日以及4月18~22日空气最低相对湿度均在90%以上,但病害曲线没有出现大的跳跃。1996年曹克强等确定了大田条件下晚疫病病菌严重侵染所需的温湿度和降雨条件的临界值^[4],在连续24 h内至少有6 h降雨,气温在10℃以上,至少有连续6 h的空气相对湿度在90%以上。该试验总结的设施条件下马铃薯晚疫病病菌孢子囊大量产生和严重侵染所需气象条件的临界值和曹克强等

人的研究结果基本一致,只是所需相对湿度更高。究其原因,一是由于保护地空气相对湿度容易达到较高水平;二是由于保护地植株苗矮小,没有气流。虽然有病,但传播发病速率低,因此,保护地病害流行所需要的条件更加苛刻。降雨虽然不会直接增加保护地内马铃薯叶片水分,但是,通过试验确实发现它是导致保护地内病害流行的关键因素。分析其原因可能是降雨首先降低了温度,其次降雨可增加空气的相对湿度,而且还降低了光照强度,一定时间的低光照强度对马铃薯晚疫病病菌的严重侵染也是非常重要的。由于该研究是设施条件下马铃薯晚疫病流行与防治的初步研究,在总结流行规律时,只参考了2001年的数据,尤其是有关降雨因素的数据没有形成完整的梯度,因此今后有必要对此结论再作进一步验证。

设施条件下马铃薯晚疫病流行动态呈跳跃式发展。气象条件合适时,病原菌会在24 h之内完成大量产孢和严重侵染,一旦气象条件不适合该病流行,病害很快会减缓发展。病原菌大量产孢和严重侵染日气象条件为24 h内:①温度变化范围为10~25℃;②相对湿度在96%以上;③降雨累积时间至少在8 h以上,其中降雨是马铃薯晚疫病流行的主导因素。降雨的作用不仅是增加了空气的相对湿度,还降低了温度和光照强度。

参考文献

- [1] 李川,张志铭,宋伯符,等. Y 病毒(PVY)对晚疫病(*Phytophthora infestans*)的影响[J]. 河北农业大学学报,1999,22(2):57-60.
- [2] 肖悦岩,季伯衡,杨之为. 植物病害流行与预测[M]. 北京:中国农业大学出版社,1998.
- [3] 方中达. 植病研究方法[M]. 3版. 北京:农业出版社,1998.
- [4] CAO K Q, RUCKSTUHL M, FORRER H R. Crucial weather condition for *P. infestans*: A reliable tool for improved control of potato late blight[J]. Special PAV-Report,1996,1:85-90.
- [5] MACKENZIE D R, ELLION V J, KIDNEY B A, et al. Application of modern approaches to the study of disease caused by *Phytophthora*[C].//*Phytophthora. Its Biology, Taxonomy, Ecology and Pathology*[C]. The American Phytopathological Society, St Paul, Minnesota, 1983:303-313.
- [6] 谭宗九,王文泽,丁明亚,等. 气象因素对马铃薯晚疫病发生流行的影响[J]. 中国马铃薯,2001,15(2):96-99.

(上接第4519页)

从表3可以看出,主要鲜味氨基酸(精氨酸、甘氨酸、谷氨酸、丙氨酸)的含量以0.4%中草药添加组最高,为8.32%;其营养价值高的物质基础主要是其人体必需氨基酸和半必需氨基酸总量的提高。

综上所述,中草药饲料添加剂能够改善獭兔肉的品质,且以0.4%的添加量效果最好。

参考文献

- [1] 李秉诚. 甘肃省獭兔养殖现状[J]. 中国草食动物,1997,27(3):41-42.

- [2] 龙继蓉,将必光. 兔肉品质特性的研究进展[J]. 中国养兔杂志,1996(7):36-39.
- [3] 邢华,吴云霞,章世元. 新西兰白兔肌肉品质的研究[J]. 中国养兔杂志,1994(4):21-23.
- [4] 将必光,李华. 五个品种兔肉品质的测定与分析[J]. 中国养兔杂志,1995(1):20-22.
- [5] 杲仁义,王振勇. 中草药饲料添加剂改善兔肉品质的研究[J]. 山东畜牧兽医,2000(4):5-7.
- [6] BRATZLEX L J. Measuring the tenderness of meat by means of a mechanical shear[EB/OL]. www.blackwell-synergy.com/doi/pdf.
- [7] 王拥军,何士大. 抗氧化中药研究现状[J]. 中国中西医结合杂志,1992,16(5):312-313.