

表 1 不同微生物菌剂处理具体施肥种类时期和用量

处理	施肥时间	施肥量
T1	底肥	HTM 硫肥(中东进口)20~30 kg·(666.7 m ²) ⁻¹ +硅钾钛稀土菌剂 40 kg·(666.7 m ²) ⁻¹
	坐薯前期	滴灌赛土丰(美国酶制剂)150~200 mL·(666.7 m ²) ⁻¹
	膨大期初期	滴灌铜锐克(70%碱式硫酸铜)300~400 g·(666.7 m ²) ⁻¹
	铜锐克使用后 3~5 d	滴灌赛土丰+可了贝 150~300 mL·(666.7 m ²) ⁻¹
T2	播种前	黑施丹 40 kg·(666.7 m ²) ⁻¹ +疫康原液 1 kg·(666.7 m ²) ⁻¹ (均匀喷到种薯上)
	出苗后	菌根生灌溉 2 kg·(666.7 m ²) ⁻¹
	薯块形成期	菌根生灌溉 2 kg·(666.7 m ²) ⁻¹
T3	播种前	土豆拌种剂 0.75~1.00 kg·(666.7 m ²) ⁻¹
	底肥	微生物菌剂 40 kg·(666.7 m ²) ⁻¹
	幼苗期(定植 20~25 d)	根益生 1 L·(666.7 m ²) ⁻¹ +益菌源护 1 kg·(666.7 m ²) ⁻¹ (随滴灌冲施)
	发棵期(定植 45 d)	益菌源护 1 kg·(666.7 m ²) ⁻¹ +黄金搭档 2 kg·(666.7 m ²) ⁻¹ +益滴丰均衡营养型 2 kg·(666.7 m ²) ⁻¹ (随滴灌冲施)
	结薯期(定植 50~90 d)	使用益滴丰均衡营养型 2 kg·(666.7 m ²) ⁻¹ ,15 d 1 次共冲施 3 次
T4	播种前	有机肥 40 kg·(666.7 m ²) ⁻¹
	发棵期(定植 45 d)	微生物菌剂 5 L·(666.7 m ²) ⁻¹
	结薯前期(定植 50~90 d)	微生物菌剂 5 L·(666.7 m ²) ⁻¹

表 2 马铃薯疮痂病分级标准

分级	病斑占整个薯块面积	病级
0	没有病斑	1
1	1%以下	2
2	1%~10%	3
3	11%~20%	4
4	21%~50%	5
5	51%以上	6

病情指数=[\sum (各级病薯数)×各级代表值]/(调查总薯数×最高级别代表值)]×100

防治效果(%)=(对照区病情指数-处理区病情指数)/对照区病情指数×100

1.3.3 数据分析 数据采用 Excel 2019 软件进行整理,并利用 SPSS 20.0 进行统计分析,用单因素方差分析法检验处理间差异显著性。

2 结果与分析

2.1 不同微生物菌剂对土壤有机质的影响

由图 1 可知,不同微生物菌剂对土壤有机质影响显著。土壤有机质含量表现为 T4>T2>T1>T3>CK。T1、T2、T3 和 T4 间差异不显著,但均

显著高于 CK,分别是 CK 的 1.43 倍、1.43 倍、1.42 倍和 1.46 倍;各处理土壤有机质含量维持在 40.86~59.48 g·kg⁻¹。综合来看,不同微生物菌剂处理均可以提高土壤有机质含量。

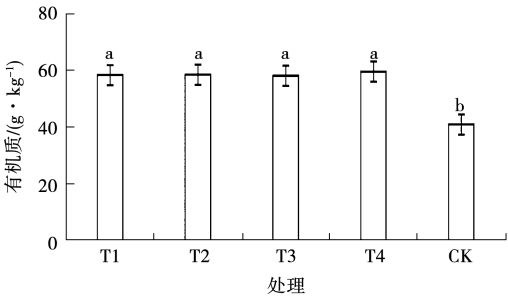


图 1 不同微生物菌剂对土壤有机质的影响
注:不同字母表示在 P<0.05 水平差异显著。下同。

2.2 不同微生物菌剂对马铃薯产量的影响

由图 2 可知,微生物菌剂对马铃薯产量影响显著,各处理平均产量 2 140~4 014 kg·(666.7 m²)⁻¹。T4 处理显著高于其他处理,是 CK 的 1.13 倍;其次是 T3 处理,显著高于 T1、T2 但与 CK 差异不显著,分别是 T1、T2 及 CK 的 1.69 倍、1.50 倍和 1.02 倍。T1、T2 处理产量低于 CK,综上不同微生物菌剂处理下的马铃薯产量以 T4 表现最好。

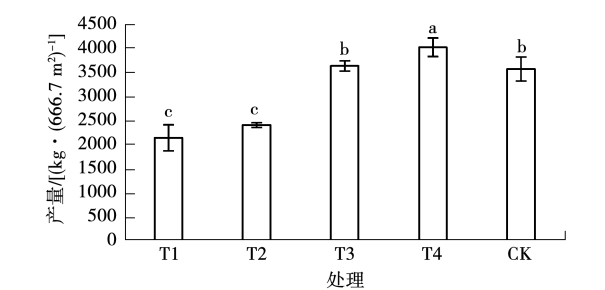


图2 不同微生物菌剂对马铃薯产量的影响

2.3 不同微生物菌剂对马铃薯商品薯率的影响

由图3可知,不同微生物菌剂对马铃薯商品薯率影响显著,不同微生物菌剂下的商品薯率为73%~88%,具体表现为T4>T3>CK>T2>T1。T4处理商品薯率最高,与T3处理差异不显著,二者均显著高于T1、T2和CK,T4处理分别是T1、T2及CK的1.20倍、1.15倍和1.11倍;其次为T3处理商品薯率为86%,是CK的1.08倍;T1、T2与CK商品薯率差异不显著。

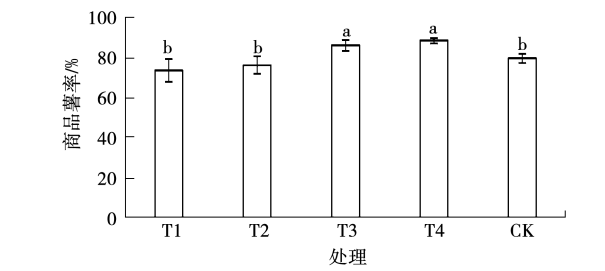


图3 不同微生物菌剂对马铃薯商品薯率的影响

2.4 不同微生物菌剂对马铃薯单株结薯个数的影响

由图4可知,不同微生物菌剂对马铃薯单株结薯个数未形成显著差异,不同微生物菌剂下的平均单株结薯个数维持在4~7个。但T4的平均单株结薯个数最高,是CK的1.17倍;T3与CK处于中间水平,平均单株结薯个数为6个;T1、T2最少,平均单株结薯个数为4个。

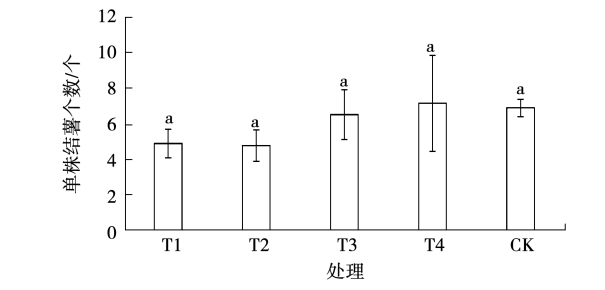


图4 不同微生物菌剂对马铃薯单株结薯个数的影响

2.5 不同微生物菌剂对马铃薯疮痂病防治效果的影响

由图5可知,不同微生物菌剂对马铃薯疮痂病防治效果影响显著,T3的防治效果最好,为65%,与其余处理均存在显著差异,是CK的1.76倍;其次是T4,与CK呈显著差异,是CK的1.57倍;CK的防治效果较差,为37%。综上不同微生物菌剂对马铃薯疮痂病防治效果具体表现为T3>T4>T1>T2>CK。

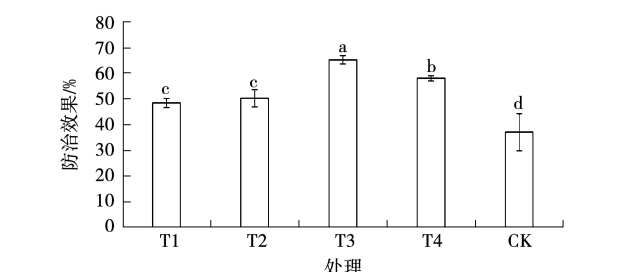


图5 不同微生物菌剂对马铃薯疮痂病防治效果的影响

2.6 不同微生物菌剂对马铃薯农艺性状的影响

由图6可知,不同微生物菌剂对马铃薯农艺性状影响显著,各处理株高、茎粗分别维持在81.67~106.67 cm、1.27~2.05 cm。T2处理株高与T3、T4差异不显著,与T1、CK存在显著差异,是CK的1.31倍;T3处理茎粗显著高于T1与CK,是CK的1.64倍。

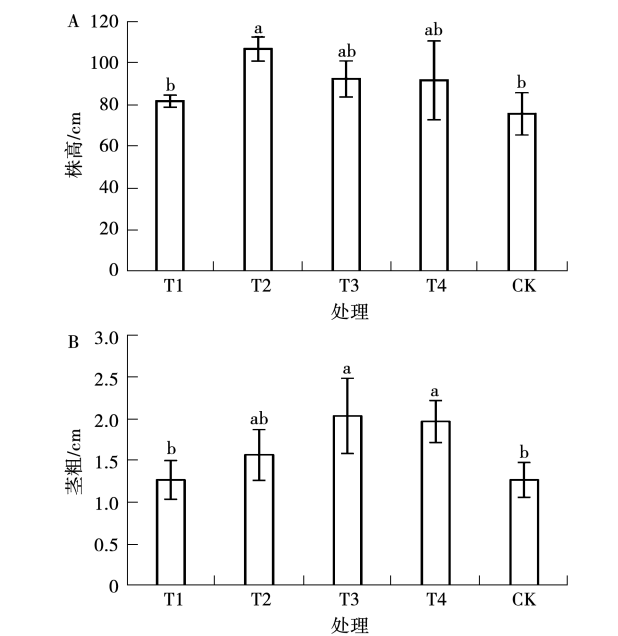


图6 不同微生物菌剂对马铃薯株高(A)和茎粗(B)的影响

3 讨论

在微生物菌剂中包含大量的活性微生物,有助于土壤团粒结构的改善^[16]。包含在微生物菌剂中的微生物能够在土壤中进行代谢繁殖,可促使土壤养分矿化和物质转化,使土壤养分性能增加,更利于植株吸收利用^[17]。微生物菌剂是含有特定微生物活体、应用于农业生产,可增加植物养分供应量,促进其生长并提高产量^[18],大部分研究也表明微生物菌剂对不同作物存在提高产量的作用,罗军^[19]研究表明,与常规农作物施肥相比,增施微生物菌剂更能促进水稻生长,提高水稻产量。闫锋等^[20]研究发现,微生物菌剂均能显著改善齐黍的穗长、有效分蘖数、株高、茎粗等农艺性状。陈吉昆等^[21]研究结果表明,微生物菌剂能够增加马铃薯植株株高、茎粗和主茎数,显著提高马铃薯产量、商品薯率。本研究结果表明在高寒黑土区微生物菌剂能够显著提高马铃薯株高、茎粗和产量。其中 T4 处理效果最好,平均产量为 $4\,014\text{ kg}\cdot(666.7\text{ m}^2)^{-1}$,能显著提高马铃薯产量;T4 处理的马铃薯商品薯率、平均结薯个数均为最高。T4 处理主要包含有机肥与微生物菌剂,二者主要含有机质 $\geq 70\%$ 、生物菌 $> 5\text{ 亿}\cdot\text{g}^{-1}$ 和枯草芽孢杆菌,这些有益微生物可以与植物根系形成共生关系,促进植物对养分的吸收,还可以分解土壤中的有机物质,释放出植物所需的营养元素,并转化为可供植物吸收利用的形式,从而促进植物的生长和增加产量。T1 与 T2 处理较 CK 降低了马铃薯产量,可能是该微生物菌剂不适合当地的土壤类型、环境条件,也可能是施用剂量过高或过低导致的。

疮痂病是马铃薯生产中的一大难点问题,目前为止国内还没有防治该病的可登记农药^[22]。由于气候等原因,我国北方马铃薯疮痂病发病情况要重于南方,年发病面积高达 40 万 hm^2 以上,平均病株率高达 30% 以上^[23]。研究人员发现,施用微生物制剂可以防治作物病害的发生^[24]。微生物菌剂主要通过调节马铃薯根部和体内微生物组成,提高有益微生物含量,抑制有害病菌,提高土壤养分的吸收和利用,增强作物抗病性和抗逆性^[25]。本试验结果表明在高寒黑土区不同微生物菌剂对马铃薯疮痂病防治效果均高于 CK,

这与郭雨鑫^[13]、靳海波等^[14]研究结果一致,T3、T4 防治效果最好达到了 65% 和 58% ,其次是 T2、T1,防治效果分别为 50% 和 48% 。T3、T4 处理主要包含枯草芽孢杆菌,近年来,芽孢杆菌类菌剂因其芽孢具有耐热、抗逆性、稳定定殖、抗菌谱广泛、作用多样等,已成为生物防治主力军^[26-27],并在生物防治土传病害方面取得了一定进展,一些生防菌剂如芽孢杆菌类对于作物病害防效显著^[28]。这些有益微生物可以与病原菌竞争养分和生存空间,从而减少病原菌的数量,减缓疾病的发展。综合分析在高寒黑土区 T4、T3 处理的微生物菌剂对马铃薯产量与疮痂病的防治效果最好,但由于试验条件限制,马铃薯试验品种有限,可能会使本试验研究结果具有一定的片面性,具体适合高寒黑土区马铃薯生产施用的微生物菌剂和适宜用量还需要在后续试验中进行深入研究和探讨。

4 结论

施用微生物菌剂,在高寒黑土区可提高马铃薯产量、土壤有机质含量和农艺性状,还能够降低疮痂病的发生。其中 T4 处理对马铃薯产量的提高效果最为显著,产量达到 $4\,014\text{ kg}\cdot(666.7\text{ m}^2)^{-1}$;T3 处理对马铃薯疮痂病的防治效果最好,防治效果达到了 65% 。综合产量和对马铃薯疮痂病的防治效果来看,T3、T4 处理均显著高于 CK,适用于高寒黑土区马铃薯栽培。

参考文献:

- [1] 梁宏杰,吕和平,高彦萍,等. 98%棉隆在马铃薯原种生产中对疮痂病的防治效果[J]. 农药,2021,60(2):150-153.
- [2] 李含悦,张润清,王哲. 我国马铃薯全要素生产率比较及空间集聚研究[J]. 中国农业资源与区划,2021,42(7):9-18.
- [3] 生兆平,许杰,朱文婷,等. 马铃薯疮痂病防治技术探讨[J]. 中国果菜,2023,43(5):64-67,71.
- [4] 夏善勇,牛志敏,李庆全,等. 马铃薯疮痂病菌及防控手段研究进展[J]. 中国瓜菜,2022,35(8):12-17.
- [5] 汪沛,熊兴耀,雷艳,等. 马铃薯土传病害的研究进展[J]. 中国马铃薯,2014,28(2):111-116.
- [6] 刘雅娜,袁凯,王金莲,等. 不同微生物菌剂对马铃薯的促生作用研究[J]. 干旱区资源与环境,2023,37(9):136-143.
- [7] 常娜,马璐璐,闫翠梅,等. 微生物菌剂在小麦上的应用效果及用量选择[J]. 江苏农业科学,2018,46(11):51-54.
- [8] HUI C,SUN P F,GUO X X,et al. Shifts in microbial community structure and soil nitrogen mineralization following short-term soil amendment with the ammonifier *Bacillus amyloliquefaciens* DT

- [J]. International Biodeterioration & Biodegradation, 2018, 132:40-48.
- [9] JAMAL Q, LEE Y S, JEON H D, et al. Effect of plant growth-promoting bacteria *Bacillus amyloliquefaciens* Y1 on soil properties, pepper seedling growth, rhizosphere bacterial flora, and soil enzymes[J]. Plant Protection Science, 2018, 54(3):129-137.
- [10] 王国丽, 张晓丽, 张晓霞, 等. 施用功能微生物菌剂对重度盐碱地向日葵生长及土壤微生物的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2021(5):133-139.
- [11] 宋健, 刘伟峰, 魏喜喜, 等. 枣专用微生物菌剂对干旱区骏枣园土壤养分及土壤酶活性的影响[J]. 西南农业学报, 2021, 34(7):1472-1479.
- [12] 李晶晶, 刘聪, 王鑫鑫, 等. 微生物菌剂对青椒生长、品质和土壤养分状况的影响[J]. 北方园艺, 2021(13):1-10.
- [13] 郭雨鑫. 生物源肥料对马铃薯生长、产量及品质的影响[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2018.
- [14] 靳海波, 王文丽, 邱慧珍, 等. 生物有机肥 GSJ-1 对马铃薯土壤疮痂病原菌分布影响及生防效果研究[J]. 干旱地区农业研究, 2015, 33(2):165-169.
- [15] 张玲, 张婷, 林柏松, 等. 微生物菌剂对不同成熟期马铃薯生长发育及产量的影响[J]. 中国植保导刊, 2021, 41(11):51-53, 56.
- [16] 彭喜之, 王涛辉, 马珺怡, 等. 微生物菌剂对土壤酸碱性的改良研究[J]. 天津科技, 2021, 48(1):42-45, 48.
- [17] 沙月霞, 王晨曦, 邢敏, 等. 微生物菌剂拌土对玉米农田土壤细菌群落多样性的影响[J]. 安徽农业科学, 2021, 49(5):138-142, 146.
- [18] 冯敬涛, 于天武, 吴晓娴, 等. 微生物菌肥对苹果土壤理化特性及养分吸收的影响[J]. 北方园艺, 2021(2):97-102.
- [19] 罗军. 生物菌肥对水稻养分吸收及产量的影响[J]. 现代农村科技, 2021(9):55-56.
- [20] 闫锋, 董扬, 赵富阳, 等. 不同微生物菌剂对糜子生长及土壤酶活性的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2023(5):35-38, 51.
- [21] 陈吉昆, 钱彩霞, 余丽燕, 等. 微生物菌剂对马铃薯生长发育的影响[J]. 农业工程技术, 2022, 42(14):15, 17.
- [22] 王敏, 吕和平, 高彦萍, 等. 微生物菌肥在马铃薯疮痂病防治上的应用效果[J]. 甘肃农业科技, 2021, 52(10):27-31.
- [23] 李爽, 杨美军, 张云, 等. 马铃薯疮痂病研究进展[J]. 中国马铃薯, 2018, 32(4):240-248.
- [24] 蔚越, 王震铄, 庄路博, 等. 微生物生态制剂对马铃薯疮痂病的防治效果及内生菌群落结构影响的研究[C]//中国植物病理学会. 中国植物病理学会 2017 年学术年会论文集. 泰安, 2017:495.
- [25] 张冬梅, 高振江, 刘丹, 等. 微生物菌剂在马铃薯上的田间药效试验[J]. 中国农学通报, 2017, 33(26):88-92.
- [26] 龚国利, 王亮, 王旭阳, 等. 植物内生芽孢杆菌的研究进展[J]. 生物学杂志, 2020, 37(3):91-95.
- [27] 陆景倩, 郎剑锋, 杨秋侠, 等. 解淀粉芽孢杆菌对植物土传病害的作用机制[J]. 湖北农业科学, 2021, 60(12):5-10.
- [28] 徐雪亮, 刘子荣, 曾绍民, 等. 5 种生物药剂防治马铃薯主要病害田间药效试验[J]. 中国农学通报, 2020, 36(9):122-126.

Effects of Different Microbial Agents on Potato Yield and Control Effect of Scab Disease in High Latitude Cold Black Soil Regions

LI Mengchi¹, HUI Lin², HUANG Xiumei¹, HE Xiufang³, ZHAO Yuping⁴, QI Bei¹, GAO Shihua¹

(1. Vocational and Technical College, Inner Mongolia Agricultural University, Baotou 014109, China; 2. Hulunbuir Xeltala Farming and Ranching Co., Ltd., Hulunbuir 021000, China; 3. Inner Mongolia Institute of Science and Technology, Hohhot 010000, China; 4. Ulanqab Seed Industry Workstation, Ulanqab 012000, China)

Abstract: In order to optimize the management measures for potato cultivation in the high latitude cold black soil area, the effects of different microbial inoculants on potato yield, agronomic traits and scab control effect were analyzed by using Liuping No. 1 as test material and field experiment design. The results showed that, microbial agent No. 4 (T4) showed the best yield, with the highest yield of $4\ 014\ \text{kg} \cdot (666.7\ \text{m}^2)^{-1}$, which was 1.13 times that of CK. In addition, the commercial potato rate of microbial agent 4 (T4) was 88%, which was significantly higher than that of other treatments [except microbial agent 3 (T3)], and the average number of potato formation per plant of microbial agent 4 (T4) was higher than that of other treatments. Microbial agent No. 3 (T3) had the best control effect on potato scab, which was 65% higher than that of other treatments and 1.76 times that of CK; In terms of agronomic traits, the plant height of microbial agent No. 2 (T2) and stem diameter of microbial agent No. 3 (T3) were significantly higher than CK, 1.31 times and 1.64 times of CK, respectively. The results showed that microbial inoculant No. 4 (T4) and microbial inoculant No. 3 (T3) could be used for high yield cultivation of potato in high cold black soil area.

Keywords: high latitude cold black soil area; potato; microbial agents; yield; scab disease



杨春林,杨志刚,席亚东,等.五种杀菌剂对川西南山区茶饼病田间防治效果研究[J].黑龙江农业科学,2023(12):34-38.

五种杀菌剂对川西南山区茶饼病田间防治效果研究

杨春林¹,杨志刚¹,席亚东²,胡强³,杨子威¹,张梅⁴,颜学海⁵

(1.四川省乐山市植保植检站,四川乐山 614000; 2.四川省农业科学院植物保护研究所/蔬菜品种改良与种质创新四川省重点实验室,四川成都 610066; 3.乐山师范学院/竹类病虫害防控与资源开发四川省重点实验室,四川乐山 614000; 4.四川省农业农村厅植物保护站,四川成都 610066; 5.乐山市种子管理站,四川乐山 614000)

摘要:茶饼病(*Exobasidium vexans* Masse)在四川西南山区茶园发生较重,严重影响当地茶叶的产量和质量。为促进山区茶园茶饼病精准用药和科学用药,采用田间小区试验评价5种杀菌剂对川西南山区茶饼病的防治效果,并测定各处理对茶叶生长指标的影响。结果表明,5种杀菌剂对茶饼病的流行均有一定的抑制作用,27%寡糖·吡唑酯和33%锰锌·三唑酮对茶饼病的防治效果较好,两次施药后平均防效分别为86.17%、80.41%和89.07%、86.03%;25%吡唑醚菌酯次之,两次施药后平均防效为77.65%和82.48%;27%寡糖·吡唑酯水乳剂和33%锰锌·三唑酮对茶叶的百芽质量、茶芽密度有明显的促进作用,茶叶理论产量较对照增加111.95%和78.31%。综上,27%寡糖·吡唑酯和33%锰锌·三唑酮可用于川西南山区茶饼病的防控,供试药剂在春夏高温季节使用对茶树安全,无药害风险。

关键词:川西南山区;茶饼病;杀菌剂;防治效果;安全性

茶叶是四川省重要的经济作物,2019年全省茶园面积超过37万 hm^2 ,茶叶产量30余万t,毛茶产值240余亿元,综合产值700亿元以上,产业综合实力位列全国第二^[1]。茶饼病(Tea blister blight)是一种真菌病害,病原菌为(*Exobasidium vexans* Masse),属担子菌亚门外担菌目外担菌属真菌^[2]。茶饼病又名叶肿病、疱状叶枯病^[3-4],是云南、四川、贵州3省茶园重要病害之一^[5],病芽叶制成的干茶味苦易碎,严重影响茶叶的产量和品质^[6]。茶饼病属低温高湿真菌性病害^[7],主要侵染茶树嫩叶或嫩枝,花蕾及幼果偶尔发病^[8]。该病害在多雨、多雾的高海拔茶区,修枝清园等管理不到位的茶园发生较重。茶饼病一般在春季和秋季发病,不同海拔高度、气候条件下具体发病时间略有差异^[9-10],川西南山区茶饼病始发时间为3月下旬至4月初,5月初至6月上旬为发病高峰期。茶饼病的控制方法主要有选育和种植抗病品种^[11-12]、合理修剪^[13-14]及药剂防治等^[15-20]。在山区茶树病虫害防治中,药剂防治方法因其见效快、成本低等优点而被茶农广泛接受。四川西南山区气候湿润、雨量丰沛,利于茶饼病的发生,近年茶饼病在川西南山区茶园发生日趋严重,已成为制

约当地茶产业发展的重要因素。由于国内登记用于茶饼病防治的农药品种较少,茶农在实际生产中选择防治药剂存在困难,茶饼病对茶叶产量和品质影响较大。为有效控制茶饼病的危害,保障川西南茶产业绿色可持续发展,本文选用5种化学农药进行茶饼病田间防效试验,以期茶饼病防治过程中精准用药、科学用药提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于乐山市沙湾区福禄镇龙柱村7组,海拔820m,选取地势平坦、肥力水平均匀一致、茶树长势相近的茶园。当地春夏季凉爽多雨,气候湿润,茶园田间管理较为粗放,用药水平不高,茶饼病发生较重。试验时间为2022年3月—4月。

1.2 材料

茶叶品种为‘川茶131’,树龄6年。参试化学药剂:25%寡糖·乙蒜素微乳剂(海南正业中农高科股份有限公司)、27%寡糖·吡唑酯水乳剂(海南正业中农高科股份有限公司)、80%乙蒜素乳油(南阳神圣农化科技有限公司)、25%吡唑醚菌酯微乳剂(山东滨农科技有限公司)、33%锰锌·三唑酮可湿性粉剂(河北德美化工有限责任公司)。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 共设6个处理:处理1,25%寡糖·乙蒜素微乳剂,农药使用量 $900\text{ mL}\cdot\text{hm}^{-2}$,喷液量 $450\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$;处理2,27%寡糖·吡唑酯水乳剂,农药使用量 $120\text{ g}\cdot\text{hm}^{-2}$,喷液量 $450\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$;处

收稿日期:2023-08-10

基金项目:四川省科技计划项目(2021YFYZ0021)。

第一作者:杨春林(1982—),男,硕士,高级农艺师,从事农作物病虫害绿色防控研究。E-mail:myone23456789@163.com。

通信作者:席亚东(1981—),男,硕士,副研究员,从事茶叶、蔬菜病害绿色防控研究。E-mail:xiyadong2002@126.com。

理 3,80%乙蒜素乳油,农药使用量 $600\text{ g}\cdot\text{hm}^{-2}$,喷液量 $450\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$;处理 4,25%吡唑嘧菌酯微乳剂,农药使用量 $300\text{ g}\cdot\text{hm}^{-2}$,喷液量 $450\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$;处理 5,33%锰锌·三唑酮可湿性粉剂,农药使用量 $450\text{ g}\cdot\text{hm}^{-2}$,喷液量 $450\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$;处理 6,清水对照。每个处理 3 次重复,共 18 个小区,随机区组设计,小区面积 25 m^2 ,小区间设 2 m 宽保护行。2022 年 3 月 31 日第 1 次施药,10 d 后第 2 次施药。施药器械为贝康 BK-16B 背负式电动喷雾器,对茶树叶面和嫩梢均匀喷雾,喷药前和更换药剂时用清水将喷雾器和喷头彻底清洗干净。

$$\text{病情指数} = \frac{\sum(\text{发病级代表值} \times \text{各级病叶数})}{(\text{调查总数} \times \text{最高级发病代表值})} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{防效}(\%) = \frac{[1 - (\text{对照区药前病情指数} \times \text{处理区药后病情指数})]}{[\text{对照区药后病情指数} \times \text{处理区药前病情指数}]} \times 100 \quad (2)$$

茶叶生长指标:夏茶采摘期在各处理小区内以 3 点取样法于每个采样点采摘 100 个一芽两叶,称量并计算平均值,作为百芽质量;在各处理小区内随机采摘 $30\text{ cm} \times 30\text{ cm}$ 范围内健康的芽头,记录芽头个数作为茶芽密度;每个小区随机采摘 10 m^2 范围内的茶叶称量,测算茶叶理论产量。

1.3.3 数据分析 试验数据采用 SPSS 25.0 进行统计分析,并采用邓肯氏新复极差法进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 茶饼病田间症状

茶饼病在川西南山区主要为害春梢,其典型症状为叶片背面形成馒头状疱斑(图 1a),正面凹陷,病斑中心浅黄褐色至暗红色,外缘呈淡黄色,病健分界明显(图 1b)。发病初期呈白色至淡黄色小斑点(图 1c),慢慢扩展成直径 0.4~1.2 cm

1.3.2 调查项目及方法 药剂对茶饼病的防效:分别于第 1 次施药前,第 1 次药后 7 d(第 2 次施药当天)和第 2 次施药后 14 d 调查各处理区茶饼病发生情况。每小区随机选取 5 点,每点随机选取茶树新梢上的成叶调查 50 片,记录各级病叶数,计算病情指数和防效。病情分级标准分为 5 级:0 级,无病;1 级,叶上有 1~2 个病斑;2 级,叶上有 3~4 个病斑或病斑面积占叶面积 1/3 以下;3 级,叶上有 5~7 个病斑或病斑占叶面积 1/3~1/2;4 级,叶上有 8 个及以上病斑或病斑面积占叶面积 1/2 以上,叶柄或嫩梢上有病斑^[21]。

圆形斑,背面覆有一层白色或灰色粉末状物,中后期粉末逐渐消失,形成淡褐色枯斑或溃疡(图 1d),嫩茎或心叶染病肿胀并扭曲(图 1e),后期心叶干枯并脱落。发病重时一片叶上有几个或几十个明显的病斑,对茶叶的产量影响很大。

2.2 不同杀菌剂对茶饼病田间流行的抑制作用

由表 1 可知,2 次施药后 14 d 田间调查结果表明,6 个处理病叶率为 17.87%~68.27%,其中 27%寡糖·吡唑酯水乳剂处理的病叶率为所有处理最低值;80%乙蒜素乳油处理病叶率为 5 个药剂处理最高值,为 44.27%,但仍然远低于清水对照处理。从病情指数来看,5 个药剂处理平均病情指数为 6.93~21.40,均显著低于清水对照(48.93);其中 80%乙蒜素乳油处理平均病指为 21.40,显著高于 27%寡糖·吡唑酯水乳剂和 33%锰锌·三唑酮可湿性粉剂处理。



a. 叶片背面; b. 叶片正面; c. 叶片早期; d. 叶片后期; e. 心叶。

图 1 茶饼病田间为害症状

表 1 不同杀菌剂第 2 次药后 14 d 对茶饼病田间流行的抑制作用

供试药剂	调查叶数/片	病叶率/%	病情指数			平均病情指数
			重复 1	重复 2	重复 3	
25%寡糖·乙蒜素微乳剂	750	36.13	16.8	19.6	10.1	15.50±2.82 ab
27%寡糖·吡唑酯水乳剂	750	17.87	6.3	6.3	8.2	6.93±0.63 a
80%乙蒜素乳油	750	44.27	16.7	33.3	14.2	21.40±6.00 b
25%吡唑醚菌酯微乳剂	750	25.07	10.8	11.1	12.8	11.57±0.62 ab
33%锰锌·三唑酮可湿性粉剂	750	24.00	11.3	10.5	10.8	10.87±0.23 a
清水对照(CK)	750	68.27	45.9	56.4	44.5	48.93±3.67 c

注:表中数据为平均值±标准差;不同字母表示处理间存在显著差异(LSD, $P\leq 0.05$)。下同。

2.3 不同杀菌剂对茶饼病防效比较

分别于第 1 次药后 7 d 和第 2 次药后 14 d 对不同药剂处理进行防效统计,由表 2 可知,25%寡糖·乙蒜素微乳剂、27%寡糖·吡唑酯水乳剂、80%乙蒜素乳油、25%吡唑醚菌酯微乳剂、33%锰锌·三唑酮可湿性粉剂 5 个药剂处理,第 1 次药后 7 d 平均防效分别为 68.33%、86.17%、64.73%、

77.65%和 80.41%;其中 25%寡糖·乙蒜素微乳剂和 80%乙蒜素乳油两个处理的平均防效较低。第 2 次药后 14 d 仅 80%乙蒜素乳油单剂农药的防效明显降低,其他药剂防效相对第 1 次药后 7 d 防效明显增高。其原因可能是第 2 次药后一段时间内气温偏高,雨水较多,不同药剂的防效受气候和复杂田间环境的影响存在差异。

表 2 不同杀菌剂对茶饼病田间防治效果

供试药剂	第 1 次药后 7 d				第 2 次药后 14 d			
	重复 1	重复 2	重复 3	平均防效/%	重复 1	重复 2	重复 3	平均防效/%
25%寡糖·乙蒜素微乳剂	72.45	71.47	61.07	68.33±3.64 ab	68.85	71.68	75.86	72.13±2.04 b
27%寡糖·吡唑酯水乳剂	85.79	87.33	85.39	86.17±0.59 c	89.55	90.27	87.40	89.07±0.86 c
80%乙蒜素乳油	70.75	63.42	60.01	64.73±3.17 a	57.46	60.34	67.97	61.92±3.14 a
25%吡唑醚菌酯微乳剂	85.50	67.45	80.01	77.65±5.34 bc	86.10	85.57	75.76	82.48±3.36 c
33%锰锌·三唑酮可湿性粉剂	87.65	76.10	77.48	80.41±3.64 c	83.48	86.79	87.82	86.03±1.31 c

2.4 不同处理对茶叶生长指标的影响

由表 3 可知,5 个药剂处理百芽质量、茶芽密度和理论产量与清水对照相比均有不同程度提高。27%寡糖·吡唑酯水乳剂、25%吡唑醚菌酯微乳剂和 33%锰锌·三唑酮可湿性粉剂处理的百芽质量分别为 43.19、39.47 和 41.39 g,茶芽密度分别为 303.70、262.96 和 285.18 个·m⁻²,均显著

高于清水对照。5 个药剂处理的茶叶理论产量均大幅提高,且各处理间差异显著,27%寡糖·吡唑酯水乳剂、33%锰锌·三唑酮可湿性粉剂、25%吡唑醚菌酯微乳剂、25%寡糖·乙蒜素微乳剂、80%乙蒜素乳油理论产量依次较对照增加 111.95%、78.31%、63.89%、24.32%和 13.32%。

表 3 不同处理对茶叶生长指标的影响

供试药剂	百芽质量/g	茶芽密度/(个·m ⁻²)	理论产量/(kg·hm ⁻²)	理论产量增长率/%
25%寡糖·乙蒜素微乳剂	32.91±0.87 c	233.33±12.83 bc	772.67±7.53 d	24.32
27%寡糖·吡唑酯水乳剂	43.19±0.91 a	303.70±16.14 a	1317.37±9.71 a	111.95
80%乙蒜素乳油	32.54±0.58 c	214.81±13.35 bc	704.34±4.00 e	13.32
25%吡唑醚菌酯微乳剂	39.47±0.89 b	262.96±20.62 ab	1018.67±7.70 c	63.89
33%锰锌·三唑酮可湿性粉剂	41.39±1.52 ab	285.18±22.53 a	1108.24±8.29 b	78.31
清水对照(CK)	31.29±0.70 c	196.30±9.80 c	621.54±7.74 f	—

2.5 安全性评价

供试药剂第 2 次施药 14 d 及后期观察表明,5 种供试化学药剂在春夏高温季节使用对茶树具

有很高的安全性,茶树嫩叶、嫩芽及嫩梢均未出现生长异常,无药害现象。

3 讨论

目前,国内登记用于茶饼病防治药剂只有枯草芽孢杆菌、多抗霉素、补骨脂种子提取物等几种生物制剂,没有化学农药登记用于茶饼病防治^[22]。由于生物农药的防效受防治作物、防治对象和田间环境的影响较大,其对山区茶园茶饼病的防治效果不稳定,无法满足实际生产的需要,因此筛选对山区茶园茶饼病安全、有效的化学防治药剂具有重要的意义。本研究表明,在供试的5种药剂中,27%寡糖·吡唑酯水乳剂和锰锌·三唑酮对茶饼病的防治效果较好,两次施药后平均防效分别达86.17%、80.41%和89.07%、86.03%;25%吡唑醚菌酯次之,两次施药后平均防效为77.65%和82.48%;茶饼病病原菌以菌丝体在病叶和病梢中越冬,来年春季温度和湿度合适时即形成担孢子随风雨侵染茶树的新梢或嫩叶,再在病斑上形成新的担孢子,循环侵染导致病害流行^[23]。据历年田间观测,川西南山区茶园茶饼病始发期为每年的3月至4月,5月初至6月上旬为茶饼病防治的关键时期,化学防治应结合茶园茶饼病的监测预报,科学把握防治适期,力求做到精准施药,提高防治效果,有效减少农药使用量。

锰锌·三唑酮、吡唑醚菌酯属低毒化学杀菌剂,广泛用于果蔬和茶树真菌病害的防治,近年未见安全性相关问题报道。乙蒜素是一种高效无公害广谱仿生杀菌剂,兼具植物生长调节作用,能促进作物萌芽、提高发芽率、增加产量和改善品质,常作为原料与化学杀菌剂进行复配,增加化学农药的功效。氨基寡糖素又称为农业专用壳寡糖,主要成分是D-氨基葡萄糖以 β -1,4糖苷键连接的低聚糖,由海洋生物壳聚糖经催化水解、合成的一种新型植物免疫诱抗剂,研究表明氨基寡糖素能显著提高多抗霉素与吡唑醚菌酯的药效^[24],并具有诱导作物抗病、促生长、促增产以及改善品质等功效^[25-28]。本研究通过对茶叶生长指标的测定,评价了各处理对茶叶的百芽质量、茶芽密度和理论产量的影响,结果表明27%寡糖·吡唑酯水乳剂对茶叶的生长具有明显的促进作用,与清水对照相比,茶叶理论产量增幅达111.95%。试验过程中,由于施药后一段时间内气温偏高,雨水较多,第2次药后14 d 80%乙蒜素单剂防效相对第1次药后7 d的防效明显降低,而其他药剂防效则明显增高。其原因可能是药剂的防效受气候和复杂田间环境的影响。27%寡糖·吡唑酯中含有的氨基寡糖素能有效诱导茶树抗性产生,氨基寡糖素具有广谱高效、药效持久、低毒无污染等优

点,在当前农产品质量安全和生态环境安全需求升级的背景下,其市场发展空间广阔。

4 结论

综上所述,27%寡糖·吡唑酯水乳剂和33%锰锌·三唑酮对川西南山区茶饼病防效好、持效期长,对茶树生长无不良影响,可作为茶饼病的防治药剂。由于27%寡糖·吡唑酯水乳剂和33%锰锌·三唑酮对病原菌的作用机理不同,两种药剂交替使用可有效延缓病原物抗药性的产生,增强防治效果。为应对农业面源污染问题,在茶叶生产过程中应结合生态调控、农艺措施,及时采摘、适时修剪,增强树势,减少嫩叶侵染机会,有效控制茶园化学农药使用量。

参考文献:

- [1] 张明海,陈婷.我省打造“千亿茶产业”:到2022年川茶综合产值将超千亿元[N].四川日报,2019-12-09(002).
- [2] 赵晓珍,王勇,任亚峰,等.茶饼病病原 *Exobasidium verans* 侵染茶树叶片过程的形态学观察[J].中国农学通报,2018,34(5):117-122.
- [3] KERR A, SHANMUGANATHAN N. Epidemiology of tea blister blight (*Exobasidium verans*): I. Sporulation [J]. Transactions of the British Mycological Society, 1966, 49(1): 139-145.
- [4] 唐美君,肖强.茶树病虫及天敌图谱[M].北京:中国农业出版社,2018.
- [5] 张瑾,孙晓玲,肖强.茶树嫩叶上的“白馒头”:茶饼病[J].中国茶叶,2021,43(4):32-34.
- [6] 智亚楠,陈利军,史洪中,等.茶树茶饼病的综合防治研究进展[J].信阳农林学院学报,2018,28(1):98-100.
- [7] 谭荣荣,毛迎新,龚自明.茶饼病的发生规律及病原菌的生物学特性研究[J].湖北农业科学,2015,54(20):5027-5030.
- [8] 陈义勇,周波,黎健龙,等.茶饼病病叶表面微生物多样性及病害真菌的分离鉴定[J].中国农学通报,2023,39(6):116-123.
- [9] 肖强.茶树病虫无公害防治技术[M].北京:中国农业出版社,2006.
- [10] 王蓉,肖卫平,郑松,等.都匀市茶饼病发生调查及防治技术[J].农技服务,2013,30(6):581-582.
- [11] 王美玲,叶华智.茶树品种对茶饼病的抗性研究[J].西南农业学报,2001,14(1):82-86.
- [12] 冉隆珣,玉香甩,曾莉,等.云南大叶种茶树茶饼病发生及防治研究[J].西南农业学报,2009,22(3):651-654.
- [13] 王绍梅,宋文明.茶饼病的发生规律与综合防治[J].云南农业科技,2012(4):45-46.
- [14] 蒲国涛,张锡友,胡春学,等.茶树茶饼病防治研究进展[J].陕西农业科学,2015,61(5):79-81.
- [15] 石声琼.4%啶酰核酰胺防治茶叶茶饼病的田间药效试验[J].农技服务,2012,29(11):1223.
- [16] 梁碧元,陈方景.8种杀菌剂防治茶树茶饼病的效果试验[J].中国园艺文摘,2013,29(9):46-47.
- [17] 罗全丽,郑松,潘晓莲,等.黔南茶饼病发生规律及防控技术[J].植物医生,2016,29(5):57-59.
- [18] 魏朝霞,唐嘉义.4种生物农药对茶饼病的防效试验[J].贵州农业科学,2011,39(3):98-100.

- [19] 冉隆珣,玉香甩,汪云刚.武夷菌素在茶园中的施用试验初报[J].中国茶叶,2005,27(6):38-39.
- [20] 韦思梅,彭丽娟.抑制茶饼病菌放线菌及细菌的筛选与鉴定[J].贵州农业科学,2015,43(1):73-76,80.
- [21] 吴庆丽,秦刚,李慧,等.助剂激健与杀菌剂混用对3种茶树病害的防效[J].中国植保导刊,2020,40(8):69-71,77.
- [22] 杨丹,黄大野,曹春霞,等.茶树茶饼病防治研究进展[J].湖北农业科学,2019,58(S2):67-70.
- [23] 江楚平,杜仲福,刘世贤.茶饼病菌的侵染及其生物学特性[J].四川农业大学学报,1985,3(2):9-16.
- [24] 杨文波,向芬,刘红艳,等.不同药剂对茶饼病的田间防效评价[J].中国植保导刊,2022,42(12):81-84.
- [25] 汪静,李癸筑.贵州茶叶种植中茶饼病的流行与防治[J].农业与技术,2019,39(12):124-125.
- [26] 李红莉,崔宏春,黄海涛,等.碾茶茶园病虫害发生特点及防控建议[J].中国茶叶,2020,42(6):49-51.
- [27] 陈益生,田新湖,林乐全.氨基寡糖素对茶树抗病增产效果研究[J].茶叶学报,2019,60(3):122-124.
- [28] 王子尚,陈建兴.氨基寡糖素对茶叶增产提高品质试验初报[J].蚕桑茶叶通讯,2017(3):12-13,15.

Control Effects of Five Fungicides on Tea Blister Blight in Southwest Sichuan Mountainous Areas

YANG Chunlin¹, YANG Zhigang¹, XI Yadong², HU Qiang³, YANG Ziwei¹, ZHANG Mei⁴, YAN Xuehai⁵

(1. Leshan Plant Protection and Quarantine Station of Sichuan Province, Leshan 614000, China; 2. The Institute of Plant Protection, Sichuan Academy of Agricultural Sciences/Vegetable Germplasm Innovation and Variety Improvement Key Laboratory of Sichuan Province, Chengdu 610066; 3. Bamboo Diseases and Pests Control and Resources Development Key Laboratory of Sichuan Province, Leshan Normal University, Leshan 614000, China; 4. The Plant Protection Station, Department of Agriculture and Rural Affairs of Sichuan Province, Chengdu 610066, China; 5. Leshan Seed Management Station of Sichuan Province, Leshan 614000, China)

Abstract: Tea blister blight (*Exobasidium vexans* Masse) is a serious disease in tea plantations in Southwest Sichuan Province, which seriously affects the yield and quality of local tea. In order to promote precise and scientific medication for tea blister blight in tea gardens in mountainous areas of Southwest Sichuan, screen low toxicity and high efficiency chemical pesticides for the prevention and control of tea blister blight in mountainous areas, the control efficacy of five fungicides on tea blister blight in mountain area was evaluated by field plot experiment, and the effects of different treatments on the growth indicators of tea were measured. The results showed that several fungicides had certain inhibitory effects on the epidemic of tea blister blight. Among them, Oligosaccharins•pyraclostrobin 27% EW and Mancozeb•triadimefon 33% DP had better control efficacy on tea blister blight and the control efficacy after two times of application were 86.17%, 80.41% and 89.07%, 86.03%, respectively. The control efficacy of Pyrazoxystrobin 25% ME on tea blister blight were 77.65% and 82.48% respectively. Oligosaccharins•pyraclostrobin 27% EW and Mancozeb•triadimefon 33% DP had a significant promoting effect on the 100-bud weight and bud density, and the theoretical yield of tea increased by 111.95% and 78.31%, respectively. In summary, Oligosaccharins•pyraclostrobin 27% EW and Mancozeb•triadimefon 33% DP can be used for the prevention and control of tea blister blight in the mountainous areas of southwestern Sichuan. The tested fungicides are nontoxic to tea trees when applied in high temperature seasons in spring and summer.

Keywords: mountainous areas in Southwest Sichuan; tea blister blight; fungicide; control efficacy; security

著作权使用声明

本刊已许可中国知网、维普网、万方数据、博看网、长江文库、超星等知识服务平台以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。本刊支付的稿酬已包含著作权使用费,所有署名作者向本刊提交文章发表之行为视为同意上述声明。

黑龙江农业科学编辑部



杨悦,卜海东,胡颖慧,等. 不同生长调节剂处理对‘龙丰’苹果生长、品质及产量的影响[J]. 黑龙江农业科学,2023(12):39-43,44.

不同生长调节剂处理对‘龙丰’苹果生长、品质及产量的影响

杨悦,卜海东,胡颖慧,顾广军,刘畅,于文全,程显敏,程杜娟

(黑龙江省农业科学院 牡丹江分院/寒地果树育种栽培重点实验室,黑龙江 牡丹江 157000)

摘要:为提高‘龙丰’苹果的品质和产量,以‘龙丰’苹果为试验材料,设置了5个具有代表性的生长调节剂处理,分别为优得列(T1)、瑞思佳(T2)、苄氨·赤霉素(T3)、24-表芸苔素内酯(T4)、含氨基酸的水溶肥料(T5),以喷施清水为对照(CK),在花蕾期、幼果期、果实膨大期各喷1次,调查不同处理下苹果生长指标、品质指标、产量及综合评价得分,研究不同生长调节剂处理对苹果树生长及果实品质和产量的影响。结果表明,T2、T3、T4和T5均能促进苹果叶片干重、鲜重和新梢粗度的增加,T2和T4促进了苹果叶片新梢长度的生长,T1对新梢的长度和粗度的增加均有一定作用;5种生长调节剂处理均能增加‘龙丰’苹果的果实大小,但与对照相比均未达到显著水平;各处理均提高了‘龙丰’苹果果实VC含量,T1、T4和T5提高了pH和固酸比,降低了可滴定酸含量,T1、T2、T3和T5提高了可溶性固形物含量,T2处理的pH也显著提高,各处理中仅有T1增加了糖酸比,T3增加了可溶性糖含量,T5增加了硬度;5种药剂处理后‘龙丰’苹果的单株产量均高于对照,其中T2、T4和T5处理显著高于对照,T1和T3的单株产量虽高于对照,但无显著差异;主成分分析和综合评价分析结果表明,T1处理的表现最好,其次是T4。综上所述,各生长调节剂处理均不同程度地促进了‘龙丰’苹果树的生长,增加了苹果的果实大小,提高了果实的品质,增加了‘龙丰’苹果的单株产量。

关键词:苹果;生长指标;果实品质;产量

苹果(*Malus pumila* Mill.)属蔷薇科(Rosaceae)苹果属(*Malus*),我国苹果栽培面积居世界首位。苹果栽培范围广泛,品种多样,果实中富含糖类、维生素和微量元素等多种营养物质,是营养价值最高的水果之一^[1]。因其较高的营养价值和特殊的风味,深受人们的喜爱,也使其经济价值成为水果中的佼佼者。随着生活水平的不断提高,消费者对苹果品质的需求日益增加,但品质和产量的提升却是生产中的难点,如何实现苹果等园艺作物的优质、丰产、高效生产,是目前农业生产中急需解决的重要课题。

为了促进苹果生长、提高果实品质和产量,在生产上可采取合理施用肥料^[2-3]、适宜的果园覆盖物^[4-5]、灌溉技术^[6]、最佳砧穗组合^[7]、适宜的授粉组合^[8]等。另外,作物的生长发育受各种激素的调控,梁家伟^[9]以红富士苹果为试验材料,分析得

出,喷施外源激素 IAA、GA 和 6-BA 能增加果形指数降低富士苹果偏斜率,提高果实品质。24-表芸苔素内酯、苄氨·赤霉素、氨基酸、海藻素等是高效的植物生长调节剂,具有调节植物营养分配,促进植物生长,提高作物对不利因素的抗逆能力等功能^[10-12]。这些生长调节剂对作物生长、品质或产量影响的研究在番茄、马铃薯、大豆等作物中较多。严江波^[13]研究表明,番茄叶面喷施 0.10 mg·L⁻¹ 24-表芸苔素内酯单果重、总产量、可溶性固形物、可溶性糖和维生素 C 含量均显著提高,可见,24-表芸苔素内酯可以促进植株的生长发育,提高番茄的产量和品质;安凤颖等^[14]研究结果显示,海藻素处理能不同程度地提高马铃薯水分、干物质、还原糖、淀粉和维生素 C 含量,对马铃薯的品质提高具有重要作用;段春慧等^[15]对大豆喷施氨基酸肥料结果表明,氨基酸肥料处理显著影响大豆叶片的光合作用,同时提高了豆粒维生素 C、可溶性糖、游离氨基酸、蛋白质含量以及产量。但这些生长调节剂在苹果相关方面的研究报道却很少。因此,研究 24-表芸苔素内酯、苄氨·赤霉素、氨基酸、海藻素等生长调节剂对苹果生长以及产量和品质的影响,对于苹果的优质高效生产具有重要的实践意义。本研究以‘龙丰’苹果为试验材料,用主要成分为 24-表芸苔素内酯、苄氨·赤霉

收稿日期:2023-07-13

基金项目:国家重点研发计划项目(2022YFD1600503);黑龙江省省属科研院所科研业务费项目(CZKYF2022-1-B030);黑龙江省农业科学院应用研发项目(2021YYF012);牡丹江市级科技指导性计划项目(HT2022FG021);国家现代农业产业技术体系建设专项资金项目(CARS-27)。

第一作者:杨悦(1987—),女,硕士,研究实习员,从事果树育种与栽培技术研究。E-mail: yangyue8764@163. com。

通信作者:卜海东(1983—),男,博士,副研究员,从事果树遗传育种及果树病虫害研究。E-mail: buhaidong11@126. com。

酸、氨基酸、海藻素的药剂进行处理,分析了不同药剂处理对苹果生长、品质和产量的影响,以期为苹果高产、优质、高效生产提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验于 2022 年 5 月至 9 月在黑龙江省农业科学院牡丹江分院试验基地进行(44°23′9″N, 129°25′60″E)。供试品种为黑龙江省农业科学院牡丹江分院选育的‘龙丰’苹果,树龄均为 7 a,株行距为 3 m×4 m,种植于管理水平一致的果园。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验设 5 个生长调节剂处理(表 1),在花蕾期(5 月 12 日)、幼果期(6 月 16 日)、

果实膨大期(7 月 26 日)各喷 1 次,共喷施 3 次。在早晨或晚上喷施,避免高温烈日下施用。供试生长调节剂分别为优得列(T1)、瑞思佳(T2)、苄氨·赤霉酸(T3)、24-表芸苔素内脂(T4)、含氨基酸的水溶肥料(T5),以喷施清水为对照(CK)。生长调节剂配制方法及用量:5 种生长调节剂分别按照稀释倍数用清水稀释,随配随用,用药量约为 200 L·(667 m²)⁻¹,全株均匀喷施,以喷湿不滴水为度,3 次药剂稀释倍数及用量相同。

1.2.2 测定项目及方法 苹果生长指标的测定:果实成熟期测定,新梢长度用卷尺测量;新梢粗度以及叶片的长宽用游标卡尺测定;叶片鲜重与干重用电子天平测定。

表 1 试验设计

处理	供试生长调节剂名称	主要成分	生产厂家	稀释倍数
T1	优得列	海藻素(添加了木美土里菌肥)	河北木美土里科技有限公司	1500
T2	瑞思佳	生物激活素 ATCA 及高浓度的 19 种氨基酸	意大利普罗帝欧国际有限公司	800
T3	苄氨·赤霉酸	3.6%苄氨·赤霉酸	深圳诺普信农化股份有限公司	1000
T4	24-表芸苔素内酯	0.01%24-表芸苔素内酯	河北禾润生物科技有限公司	3000
T5	含氨基酸水溶肥料	动物源氨基酸肥料(鱼蛋白)及 18 种氨基酸	青岛颂田生物技术有限公司	750

果实品质测定:在果实成熟期,每个处理选取 5 棵果树,每棵果树采摘树冠外围四周果实共 30 个,进行果实品质测定。果实的横纵径用游标卡尺测定;单果重采用电子天平测定;pH 采用 pH 计测定;可溶性固形物含量采用 PAL-1 型手持糖度仪测定;可溶性糖含量采用蒽酮试剂法测定;可滴定酸含量采用 NaOH 溶液滴定法测定^[16];糖酸比以可溶性糖含量与可滴定酸含量的比值表示^[17];固酸比以可溶性固形物含量与可滴定酸含量的比值表示;VC 含量采用分光光度计法测定。

苹果产量测定:果实成熟期,每个处理选取 5 棵果树统计单株苹果总数,并在每棵树上随机采摘 10 个果实测定单果重,以每棵树的果实总数乘以其平均单果重,计算各个处理的单株产量。

1.2.3 数据分析 采用 Excel 2019 软件进行数据整理、计算,利用 SPSS 22.0 软件进行显著性、

主成分和综合评价分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对‘龙丰’苹果生长的影响

由表 2 可知,所有处理的新梢长度、新梢粗度和干鲜比均无显著差异,叶片鲜重和干重存在显著性差异。T1、T2 和 T4 的新梢长度均高于对照处理,其中 T2 最高,其次是 T4;各处理的新梢粗度均高于对照,T2 和 T4 最高,均为 4.87 mm;T3 处理的叶片鲜重和干重均显著高于对照,T2、T4 和 T5 均高于对照,但差异不显著,T1 处理低于对照,但差异不显著。可见各处理均不同程度地促进了苹果树的生长,其中,T2、T3、T4 和 T5 均促进了叶片干重、鲜重和新梢粗度的增加,T2 和 T4 促进了新梢长度的生长,T1 对新梢的长度和粗度的增加均有一定促进作用。

表 2 不同处理对‘龙丰’苹果生长指标的影响

处理	新梢长度/cm	新梢粗度/mm	10 片叶片鲜重/g	10 片叶片干重/g	干鲜比
CK	36.00±7.80 a	4.40±0.51 a	8.23±0.51 b	3.13±0.25 b	0.38±0.01 a
T1	39.65±11.42 a	4.83±0.84 a	8.03±0.71 b	3.03±0.25 b	0.38±0.00 a
T2	41.90±9.09 a	4.87±1.11 a	8.70±0.53 ab	3.27±0.25 ab	0.37±0.02 a
T3	34.05±10.11 a	4.58±0.84 a	9.77±0.47 a	3.67±0.29 a	0.37±0.03 a
T4	40.20±11.83 a	4.87±0.86 a	8.93±0.60 ab	3.37±0.15 ab	0.38±0.02 a
T5	33.15±5.89 a	4.68±0.72 a	8.83±0.70 ab	3.33±0.41 ab	0.38±0.02 a

2.2 不同处理对‘龙丰’苹果外观品质的影响

由表 3 可知,不同处理后‘龙丰’苹果果实横径、纵径、果型指数和单果重均无显著差异,与 CK 相比,各处理的横径、纵径和单果重均有所增加,其中 T2 处理的横径最大,为 50.69 mm,其次是 T1、T4、T3,均大于 49.00 mm;纵径以 T3 最大,达到 41.88 mm,其余处理均在 40.00 mm 左右;单果重以 T1 处理最高,为 58.38 g,处理 T2 和 T4 次之。各处理中 T5 的横径和单果重均最低。处理 T3 和 T5 果型指数略高于 CK,T2 略低

于 CK,T1 和 T4 处理均与对照相同,所有处理‘龙丰’果型并无显著变化。各处理之间苹果横径表现为 T2>T1>T4>T3>T5>CK,纵径表现为 T3>T1>T5>T2>T4>CK,单果重表现为 T1>T2>T4>T3>T5>CK,果型指数表现为 T3>T5>CK=T1=T4>T2。可见 5 种生长调节剂均能增加‘龙丰’苹果的果实大小,但均未达到显著水平,其中 T1 和 T2 处理的横径和单果重增幅最大,T3 和 T5 处理果型指数增加最明显。

表 3 不同处理对‘龙丰’苹果外观品质的影响

处理	横径/mm	纵径/mm	果型指数	单果重/g
CK	47.91±1.61 a	39.48±1.82 a	0.82±0.02 a	50.87±6.05 a
T1	49.94±2.49 a	41.10±2.85 a	0.82±0.05 a	58.38±8.14 a
T2	50.69±2.14 a	40.95±2.14 a	0.81±0.04 a	56.86±6.58 a
T3	49.42±2.92 a	41.88±1.78 a	0.85±0.03 a	55.73±6.41 a
T4	49.80±3.40 a	40.53±2.00 a	0.82±0.04 a	56.69±9.00 a
T5	48.61±0.70 a	41.07±1.34 a	0.84±0.03 a	54.58±2.70 a

2.3 不同处理对‘龙丰’苹果内在品质的影响

由表 4 可知,不同处理后‘龙丰’苹果的可溶性固形物无显著差异,其他各内在品质指标均存在显著性差异。CK 与 T4 处理的可溶性固形物含量最低,均为 14.26%,T3 处理最高,为 15.18%,其次是 T2,为 14.98%;不同处理后‘龙丰’苹果的硬度除 T5 大于 CK 但不显著外,其他处理均低于 CK,其中 T1 处理显著低于 CK;与 CK 相比,处理 T1、T2、和 T5 的 pH 显著增加,T5 最高为 3.59,T3 和 T4 与 CK 无显著差异;可滴定酸和可溶性糖含量均为 T3 最高,且显著高于 CK,T1、T4 和 T5 的可滴定酸和可溶性糖含量均显著低于 CK,T2 处理的可溶性糖含量显著低于 CK,

可滴定酸含量显著高于 CK,T1 处理的可滴定酸含量最低,固酸比、糖酸比和 VC 含量均为最高。T1、T4 和 T5 的固酸比显著高于 CK,T3 处理显著低于 CK;糖酸比除 T1 显著高于 CK 外,其他处理均显著低于 CK,T1、T2、T3、T4 和 T5 的 VC 含量均显著高于 CK。可见各处理均能提高‘龙丰’苹果果实 VC 含量,T1、T4 和 T5 均提高了 pH 和固酸比,降低了可滴定酸含量,T1、T2、T3 和 T5 均能够提高可溶性固形物含量,T2 处理的 pH 也显著提高。各处理中仅有 T1 增加了糖酸比,T3 增加了可溶性糖含量,T5 增加了硬度。综上发现,T1 处理果实内在品质改变最大。

表 4 不同处理对‘龙丰’苹果内在品质的影响

处理	硬度/ (kg·cm ⁻²)	pH	可滴定酸/ (g·kg ⁻¹)	可溶性固形/ %	可溶性糖/ %	固酸比	糖酸比	VC 含量/ (μg·mL ⁻¹)
CK	7.68±0.76 a	3.52±0.02 c	3.85±0.00 c	14.26±0.63 a	12.52±0.04 b	3.72±0.10 c	3.25±0.01 b	77.86±0.10 d
T1	6.74±0.34 b	3.57±0.01 ab	2.86±0.02 e	14.62±0.55 a	10.66±0.15 d	5.11±0.05 a	3.73±0.04 a	90.09±1.13 a
T2	7.58±0.58 a	3.56±0.02 ab	4.06±0.04 b	14.98±0.97 a	12.03±0.01 c	3.60±0.19 cd	2.96±0.02 c	85.98±1.14 ab
T3	7.64±0.52 a	3.52±0.02 c	4.44±0.17 a	15.18±0.44 a	12.95±0.01 a	3.43±0.14 d	2.92±0.08 c	84.79±8.30 b
T4	6.96±0.67 ab	3.54±0.02 bc	3.47±0.08 d	14.26±0.46 a	9.41±0.02 e	4.10±0.11 ab	2.71±0.05 d	79.88±1.92 cd
T5	7.76±0.60 a	3.59±0.01 a	3.59±0.02 d	14.94±0.89 a	8.33±0.03 f	4.14±0.19 ab	2.32±0.02 e	83.25±1.25 bc

2.4 不同处理对‘龙丰’苹果产量的影响

由表 5 可知,5 种生长调节剂处理后‘龙丰’苹果的单株产量均高于对照,其中处理 T2、T4 和

T5 显著高于对照,增产率分别为 54.26%、68.35%和 59.94%,T1 和 T3 的单株产量虽高于对照,但差异不显著,增产率分别为 13.37%和 17.75%。

表 5 不同处理对‘龙丰’苹果单株产量和增产率的影响

处理	单株产量/kg	增产率/%
CK	15.88±4.06 b	—
T1	18.00±4.66 b	13.37
T2	24.50±2.90 a	54.26
T3	18.69±4.05 b	17.75
T4	26.73±4.23 a	68.35
T5	25.39±4.51 a	59.94

表 6 ‘龙丰’苹果相关指标的主成分得分与综合评价排名

处理	主成分得分					综合得分	排名
	F1	F2	F3	F4	F5		
CK	-0.91	-4.38	0.65	-0.16	-0.37	-1.74	6
T1	3.91	0.36	0.87	1.86	0.16	2.02	1
T2	0.25	1.93	1.18	-1.59	-1.47	-0.35	4
T3	-3.67	1.47	1.25	0.92	0.93	-0.02	3
T4	1.42	0.10	-0.98	-1.95	1.48	1.12	2
T5	-1.00	0.52	-2.97	0.92	-0.73	-1.04	5

3 讨论

新梢长度和粗度的变化既能够反映植株生长情况,又能够体现出土壤的肥力状况,叶片的干重和鲜重也能在一定程度上反映叶片的养分含量,特别是氮素的含量情况^[18]。果实品质反映了果蔬的优质程度,可溶性糖、可滴定酸、固(糖)酸比、VC 含量等与果实的口感和营养价值有直接关系^[19]。一般来说,果实内糖、VC 含量、固(糖)酸比越高,可滴定酸含量越低,在一定程度上表明果实品质越好。李庆余等^[18]研究表明,施用木美土里微生物菌肥对梨树新梢长度、单果重和单株产量的影响不显著,对梨树新梢粗度、叶片厚度和鲜重都有增加的趋势,但差异不显著,对梨果实硬度、可溶性固形物含量有显著增加趋势;谭洪吉等^[20]研究发现,含海藻素的营养液能提高樱桃番茄的 VC 含量、可溶性糖含量、可溶性固形物和糖酸比,并能增加产量;谢荔等^[21]研究表明,氨基酸肥料处理后,葡萄叶面积、单穗果粒数、单粒质量、果实可溶性糖和可溶性固形物含量等均显著提高,而可滴定酸含量显著下降;安然等^[22]研究表明,3.6%苜蓿·赤霉酸800 倍液于花期喷施 2 次,可以提高‘寒富’苹果果型指数,并增加单果重,从而增加产量;张力成等^[23]对芸苔素内酯在红富士苹果树上喷雾的效果进行研究发现,0.01%芸苔素

2.5 主成分分析和综合评价分析

对不同药剂处理后的‘龙丰’苹果生长指标、果实品质指标和单株产量进行主成分分析和综合评价分析。由表 6 可知,通过主成分分析,将‘龙丰’苹果生长指标、品质指标和产量表现分为 5 个主成分。综合评价 T1 处理表现最好,综合得分 2.02,其次是 T4 处理,得分为 1.12。

内酯 4 000 和 2 000 倍液均能提高红富士苹果新梢长度、叶片干重和产量,同时也增加了可溶性固形物和单果重。

本研究结果与前人研究结果基本一致,5 种生长调节剂处理均能不同程度地促进苹果树的生长,其中,T2、T3、T4 和 T5 均促进了叶片干重、鲜重和新梢粗度的增加,T2 和 T4 促进了新梢长度的生长,T1 对新梢的长度和粗度的增加均有一定作用;5 种生长调节剂处理均能增加‘龙丰’苹果的果实大小,但均未达到显著水平,其中 T1 和 T2 增幅最大,T3 和 T5 处理果型指数增加最明显;各处理均能提高‘龙丰’苹果果实 VC 含量,T1、T4 和 T5 均提高了苹果 pH 和固酸比,降低了可滴定酸含量,T1、T2、T3 和 T5 均能够提高可溶性固形物含量,T2 处理的 pH 也显著提高,各处理中仅有 T1 增加了糖酸比,T3 增加了可溶性糖含量,T5 增加了硬度,可见 T1 处理果实内在品质改变最大;产量结果表明 5 种生长调节剂处理均增加了‘龙丰’苹果的单株产量,且 T2、T4 和 T5 显著增产。综合评价结果表明 T1 处理表现最好,其次是 T4 处理。苹果作为鲜食水果时,糖和酸含量是衡量果实品质和口感的重要指标,特别是较低可滴定酸含量更有利于果实品质的提高,T1 和 T4 处理虽然可溶性糖含量并没有增

加,但可滴定酸含量显著降低,使得二者固酸比和 T1 糖酸比显著提高,果实的综合口感较好,且二者综合评价得分较高。

4 结论

本研究结果表明,各生长调节剂处理均不同程度地促进了‘龙丰’苹果树的生长,增加了苹果的果实大小,提高了果实的品质,增加了‘龙丰’苹果的单株产量。其中 T1 处理的表现最好,与对照相比,能显著提高‘龙丰’苹果的 pH、糖酸比、固酸比、VC 含量,降低可滴定酸含量,单株产量比对照增加 13.37%,其次是 T4 处理,pH、固酸比、VC 含量均高于对照,比对照增产 68.35%。综上所述,喷施添加了木美土里微生物菌剂的海藻素和 24-表芸苔素内脂对‘龙丰’苹果产量和品质的提升效果更好,可有效提升‘龙丰’苹果的经济效益。

参考文献:

[1] 杨永娥,张晓煜,李芳红,等.宁夏灌区 3 个主栽苹果品种品质评价[J].经济林研究,2022,40(2):249-256.

[2] 杨莉莉,王永合,韩稳社,等.氮肥减量配施有机肥对苹果产量品质及土壤生物学特性的影响[J].农业环境科学学报,2021,40(3):631-639.

[3] 赵佐平,同延安,刘芬,等.长期不同施肥处理对苹果产量、品质及土壤肥力的影响[J].应用生态学报,2013,24(11):3091-3098.

[4] 李宏建,王宏,于年文,等.地面覆盖对苹果树体生长和果实品质的影响[J].果树学报,2019,36(3):296-307.

[5] 尹晓宁,马明,张坤,等.不同覆盖条件对陇东旱塬苹果园土壤水分及果实品质的影响[J].经济林研究,2012,30(1):34-39.

[6] 李中杰.不同灌溉技术和灌水量的陕北山地苹果节水增产提质效应研究[D].西安:西安理工大学,2021.

[7] 李文强.渭北地区不同苹果砧穗组合树体生长、果实品质及产量评价[D].杨凌:西北农林科技大学,2018.

[8] 张曼曼,王增辉,毛云飞,等.不同授粉组合对‘富士’和‘新红星’苹果品质的影响[J].中国农业科学,2018,51(18):

3551-3560.

[9] 梁家伟.外源激素对富士苹果果形影响的研究[D].乌鲁木齐:新疆农业大学,2014.

[10] 周娜娜.24-表芸苔素内酯对盐胁迫下黄瓜种子萌发的影响[J].琼州学院学报,2016,23(2):66-68,91.

[11] WANG J L, LIU Z M, WANG Y, et al. Production of a water-soluble fertilizer containing amino acids by solid-state fermentation of soybean meal and evaluation of its efficacy on the rapeseed growth[J]. Journal of Biotechnology, 2014,187:34-42.

[12] 陈雪雯,陈迪文,沈宏.海藻生物刺激素在甘蔗生产上的应用研究[J].甘蔗糖业,2018(5):11-16.

[13] 严江波.限根栽培及油菜素内酯对樱桃番茄生长和果实品质的影响[D].杭州:浙江农林大学,2016.

[14] 安凤颖,张儒令,龙友华.海藻素对马铃薯产量品质的影响[J].农技服务,2014,31(6):113,116.

[15] 段春慧,申明,张治平,等.氨基酸肥料对大豆叶片光合作用与产量的影响[J].南京农业大学学报,2012,35(4):15-20.

[16] 邹琦.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业出版社,2000.

[17] 李华,王华,袁春龙,等.葡萄酒工艺学[M].北京:科学出版社,2007.

[18] 李庆余,王义菊,赵玲玲,等.木美土里微生物有机肥在西洋梨上的应用试验[J].烟台果树,2013(2):9-10.

[19] 赵通,程丽,张德,等.施硼和赤霉素对‘李广杏’坐果率及果实品质的影响[J].西北植物学报,2020,40(2):319-327.

[20] 谭洪吉,高艳明,李建设,等.不同功能肥料对基质栽培樱桃番茄的品质产量及基质环境的影响[J].浙江大学学报(农业与生命科学版),2022,48(4):434-442.

[21] 谢荔,成学慧,冯新新,等.氨基酸肥料对‘夏黑’葡萄叶片光合特性与果实品质的影响[J].南京农业大学学报,2013,36(2):31-37.

[22] 安然,李强,仇服春,等.苄氨·赤霉酸提高‘寒富’苹果果型指数试验[J].北方果树,2017(1):19.

[23] 张力成,姜宏浩.0.01%芸苔素内酯在果树上的试验总结[J].中国农业信息,2016(16):123.

Effects of Different Growth Regulators on the Growth, Quality and Yield of 'Longfeng' Apple

YANG Yue, BU Haidong, HU Yinghui, GU Guangjun, LIU Chang, YU Wenquan, CHENG Xianmin, CHENG Dujuan

(Mudanjiang Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences / Key Laboratory of Cold Region Fruit Tree Breeding and Cultivation, Mudanjiang 157000, China)