



9种叶面处理剂对马铃薯早晚疫病的防控效果

王立^{1,2}, 郑果^{1,2}, 李继平^{1,2}, 惠娜娜^{1,2}, 郭子坤¹

(1. 甘肃省农业科学院 植物保护研究所, 兰州 730070; 2. 农业部天水作物有害生物科学观测试验站, 甘肃天水 741299)

摘要 为了探索马铃薯早晚疫病的减药防控技术,以马铃薯品种‘新大坪’为材料,选择植物免疫诱抗剂阿泰灵、中药类叶面处理剂禾奇正和香芹酚、植物调节剂芸苔素内酯、氯化胆碱及微量元素类叶面肥等,分别于马铃薯苗期、花期、团棵期进行叶面喷施,研究各叶面处理剂对马铃薯早晚疫病防控及产量提升效果。结果显示,9种处理剂对马铃薯早疫病和晚疫病均有一定的防控效果,并能促进马铃薯增产。其中香芹酚、阿泰灵、芸苔素内酯和禾奇正防控和增产效果最高,对马铃薯早疫病防控效果为34.29%~42.25%,对马铃薯晚疫病的防控效果为31.21%~47.78%,增产率为12.68%~17.21%。

关键词 马铃薯;早疫病;晚疫病;防控;产量

中图分类号 S435

文献标志码 A

文章编号 1004-1389(2021)03-0439-06

21世纪,中国农业生产所面临的资源与环境数量、质量双重约束形势日益趋紧,中国农业更应该进入产出高效、产品安全、资源节约和环境友好的生态转型阶段^[1]。“减药减肥”“保健栽培”“绿色植保”成为近年来农业研究推广的主旋律。发展中药西药结合防控农作物病虫害亦为一种创新研究^[2]。马铃薯粮菜兼用,营养全面,适应性广,是继玉米、小麦和水稻之后的世界第四大粮食作物^[3]。甘肃省是马铃薯种植大省,马铃薯种植区域和规模不断扩大,年播种面积稳定在66.67万hm²左右,占全省三大粮食作物总播种面积的36%^[4]。近年来,随着甘肃降雨量的增多,马铃薯早疫病和晚疫病也在逐年加重。生产中主要依赖化学农药进行防控^[5-6],化学农药的喷施次数和喷施量均有增长。化学农药的大量使用,对马铃薯品质提升存在潜在威胁。探寻更多安全高效的防控方法已成目前相关研究的热点。植物免疫诱抗剂阿泰灵、中药类叶面处理剂香芹酚和禾奇正、植物调节剂芸苔素内酯及部分马铃薯专用叶面肥,广传具有增产和抗病功效而备受马铃薯产业人士关注,部分马铃薯种植大户已在推广应用^[7]。该系列产品均有部分相关研究报道,但缺乏系统的对比研究。因此,本试验选择植物免疫

诱抗剂阿泰灵、中药类叶面处理剂禾奇正和香芹酚、植物调节剂芸苔素内酯、氯化胆碱及微量元素类叶面肥多美滋等,分别在马铃薯苗期、花期、团棵期进行叶面喷施,综合分析各叶面处理剂对马铃薯长势和产量的影响及对马铃薯早晚疫病的防控效果,以期对马铃薯的提质增效生产提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

马铃薯品种‘新大坪’(原种,切块种薯),为甘肃定西审定品种,生育期115d,抗病毒病,中抗旱疫病和脆疫病。

1.2 供试药剂

60%氯化胆碱水剂,重庆双丰化工有限公司;5%香芹酚水剂,兰州世创生物科技有限公司;阿泰灵(6%寡糖·链蛋白可湿性粉剂),中国农科院植保所廊坊农药中试场;0.04%芸苔素内酯水剂,浙江来益生物技术有限公司;98%磷酸二氢钾晶体,陕西拜因生物科技有限公司;双驾车(微量元素水溶肥),青岛科光生物技术有限公司;禾奇正(中药类叶面肥),中德合资.禾正科技发展(海南)有限公司;多美滋(多元微肥),西班牙嘉儿制药有

收稿日期:2020-07-27 修回日期:2020-11-07

基金项目:甘肃省重点研发项目(18YFINA095);甘肃省现代农业马铃薯产业技术体系项目(GARS-03-P1)。

第一作者:王立,女,助理研究员,从事植物病害及防控技术研究。E-mail:1059124962@qq.com

通信作者:郑果,男,研究员,主要从事植物病害及防控技术研究。E-mail:445623882@qq.com

李继平,男,研究员,主要从事植物病害及防控技术研究。E-mail:gsljp@163.com

限公司;碧护(赤·吡乙·芸苔),德国阿格福莱农林环境生物技术股份有限公司。

1.3 试验设计

试验设在甘肃省定西市安定区团结镇小山村,海拔 2 100 m,年平均降雨量 430 mm,年均积温 2 300 °C,年均气温 6.5 °C。土壤为黄黏土,前茬种植高粱,地力均匀。马铃薯播前结合整地每 667 m² 施马铃薯撒可富专用肥(16-12-12)80 kg,尿素(N≥46.4%)10 kg,过磷酸钙(P₂O₅≥18%)50 kg,钙镁肥(总含量≥30%,CaCO₃≥25.0%,MgO≥5.0%)10 kg,以旋耕方式施入。采用黑膜微垄沟穴播种模式(垄高 15 cm,垄宽 60 cm,

沟宽 40 cm),株行距为 35 cm×50 cm,使用手动穴播机开穴点播。试验设计见表 1,共 10 个处理,3 次重复,小区面积 30 m²(3 m×10 m),小区间隔 1 m,随机区组排列。试验于 2018 年 4 月 25 日播种,6 月 8 日首次喷施,6 月 25 日第 2 次喷施,8 月 10 日第 3 次喷施,10 月 8 日收获。

1.4 施药方法

采用叶面喷施。先将表 1 各处理施用倍数、按每 667 m² 15 kg 药液配制,分别在马铃薯苗期(6 月 8 日)、花期(6 月 25 日)、团棵期(8 月 10 日)叶面喷施 1 次。

表 1 供试叶面处理剂及用量

Table 1 Foliar treatment agents and usage

kg · hm⁻²

处理 Treatment	稀释倍数 Dilution multiple	日期 Date		
		06-08	06-25	08-10
60%氯化胆碱水剂 Choline chloride	750×	0.300 0	0.600 0	0.600 0
5%香芹酚水剂 Carvacrol	600×	0.375 0	0.750 0	0.750 0
阿泰灵(6%寡糖·链蛋白可湿性粉剂) Artalin	1 000×	0.225 0	0.450 0	0.450 0
0.04%芸苔素内酯水剂 Brassinolide	6 000×	0.037 5	0.075 0	0.075 0
98%磷酸二氢钾晶体 Potassium phosphate monobasic	1 000×	0.225 0	0.750 0	0.750 0
微量元素水溶肥(双驾车) Water-soluble fertilizers containing micronutrients	1 500×	0.150 0	0.300 0	0.300 0
禾奇正(中药类叶面肥) Heqizheng(Chinese medicine)	600×	0.375 0	0.750 0	0.750 0
多美滋(多元微肥) Dumex	1 500×	0.150 0	0.300 0	0.300 0
碧护(赤·吡乙·芸苔) VitaCat	6 000×	0.037 5	0.075 0	0.075 0
空白对照 CK	清水 Water	225.000 0	450.000 0	450.000 0

1.5 测定项目及方法

株高、叶色:收获前,每小区五点取样,每点 5 株测每株株高。记录不同处理对马铃薯地上部生长发育的影响。观察各处理小区整体叶色程度,评价各处理对马铃薯成熟期的影响。

产量调查:采收期每小区随机选 3 点,每点 3.6 m²,测总产和商品薯产量(商品薯为 50 g 以上、未腐烂薯块),并清洗马铃薯,调查病薯情况。计算总增产率和商品薯增产率。

总增产率=[(处理区总产量-空白对照区总产量)/空白对照区总产量]×100%

商品薯增产率=[(处理区商品薯产量-空白对照区商品薯产量)/空白对照区商品薯产量]×100%

病害调查:每小区对角线五点取样,每点选 10 株,调查每株的全部叶片,以每一片叶上的病斑面积占整个叶面积的百分率来分级并计算病情指数及防治效果^[8]。

马铃薯早疫病、晚疫病按照马铃薯区域试验调查记载 9 级标准进行。

0 级:无病斑;1 级:病斑面积占整个叶片面积的 5% 以下;3 级:病斑面积占整个叶片面积的 6%~10%;5 级:病斑面积占整个叶片面积的 11%~25%;7 级:病斑面积占整个叶片面积的 26%~50%;9 级:病斑面积占整个叶片面积的 50% 以上。

病情指数和药剂防效为:病情指数 = 100 × Σ(各级病株数 × 相对级数值)/(调查总株数 × 9);防治效果 = (CK1 - PT1)/CK1 × 100%。(CK1 为空白对照药后病情指数,PT1 为药剂处理药后病情指数)。

1.6 数据统计

采用 Excel 2010、DPS(V7.05 版)对试验数据进行统计分析,并用邓肯氏新复极差法(DM-RT)对试验数据进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对马铃薯长势的影响

由表 2 可知,空白对照成株期平均株高为 79.67 cm,碧护、氯化胆碱、香芹酚、阿泰灵、磷酸二氢钾、多美滋处理组成株期平均株高为 82.00~88.33 cm,显著高于对照,具有促进马铃薯植株长高的作用。叶色比较可见,空白对照、氯

化胆碱处理、香芹酚处理和阿泰灵处理,均为正常成熟后的枯黄色,表明氯化胆碱、香芹酚、阿泰灵处理不会影响马铃薯正常成熟;0.04%芸苔素内酯处理、磷酸二氢钾处理、微量元素水溶肥处理、禾奇正处理和多美滋处理均呈黄绿色,表明这 5 种处理均会轻微造成马铃薯贪青晚熟;碧护处理呈绿色,表明该处理会明显导致马铃薯贪青晚熟,不利于马铃薯病害防控和正常收获。

表 2 不同处理马铃薯出苗及长势($\bar{x} \pm s$)

Table 2 Potato emergence and growth under different treatments

处理 Treatment	成熟期平均株高/cm Mature plant height	叶色 Leaf color
氯化胆碱 Choline chloride	83.33±0.58 bc	枯黄 Withered yellow
香芹酚 Carvacrol	87.67±0.58 a	枯黄 Withered yellow
阿泰灵 Artalin	82.67±0.58 cb	枯黄 Withered yellow
0.04%芸苔素内酯 Brassinolide	79.67±1.15 de	黄绿 Yellow green
磷酸二氢钾 Potassium phosphate monobasic	82.00±1.00 c	黄绿 Yellow green
微量元素水溶肥 Water-soluble fertilizers containing micronutrients	81.33±1.53 cd	黄绿 Yellow green
禾奇正(中药类) Heqizheng(Chinese medicine)	78.33±1.53 e	黄绿 Yellow green
多美滋 Dumex	84.67±1.53 b	黄绿 Yellow green
碧护 VitaCat	88.33±1.15 a	绿 Green
空白对照 CK	79.67±1.15 de	枯黄 Withered yellow

注:数据后不同字母表示差异显著($P < 0.05$)。下同。

Note: Different letters after the data indicate significant differences ($P \leq 0.05$). The same below.

2.2 不同处理对马铃薯早晚疫病的防控效果

通过对喷施前后马铃薯早疫病调查分析,各处理均对马铃薯早疫病具有一定的防控效果(表 3),与空白对照比较,相对防控效果为 22.54%~42.25%,其中香芹酚处理防控效果最高,达到 42.25%,显著于其他处理;其次为阿泰灵处理和禾奇正(中药类)处理,防控效果分别为 38.97%、37.50%;0.04%芸苔素内酯处理防控效果为 34.29%,位居第 3。其余处理防控效果均低于 30.95%(表 3)。

马铃薯晚疫病试验首次喷施之前,晚疫病没有发生,3 次喷施后,马铃薯晚疫病发生较重。通过调查分析,与空白对照比较,各处理对马铃薯晚疫病均有显著的防控效果,其中香芹酚处理防控效果最高,为 47.78%,较其他处理达显著水平;其次为禾奇正(中药类)处理,防控效果为 41.17%;阿泰灵处理防控效果为 39.15%,位居第 3;0.04%芸苔素内酯处理防控效果为 31.21%,位居第 4。其余处理对马铃薯晚疫病防控效果均低于 27.91%(表 3)。

2.3 不同处理对马铃薯产量的影响

由表 4 可见,0.04%芸苔素内酯处理和阿泰灵处理商品薯率分别为 96.55%和 96.40%,显著高于 CK 的商品薯率 94.93%,其他处理的商品薯率均为 95.08%~95.64%,较 CK 商品薯率,无显著差异。产量比较,多美滋处理为 3.19 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 、碧护处理为 3.28 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$,与 CK 3.07 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 无显著差异,其他处理产量为 3.36~3.59 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$,显著高于 CK 的产量。增产率比较,各处理均能促进马铃薯增产,其中香芹酚处理、阿泰灵处理、微量元素水溶肥处理总增产率最高,分别为 17.21%、15.76%、15.40%,显著高于磷酸二氢钾处理、碧护处理和多美滋处理的增产率 3.99%~9.60%,较 0.04%芸苔素内酯处理、氯化胆碱处理、禾奇正处理增产率 12.68%~14.86%,无显著差异(表 4)。综合比较,香芹酚、阿泰灵、微量元素水溶肥、0.04%芸苔素内酯、氯化胆碱、禾奇正均能显著提高马铃薯产量,0.04%芸苔素内酯、阿泰灵能显著提高马铃薯商品薯率。

表 3 不同处理对马铃薯早晚疫病的防控效果($\bar{x} \pm s$)

Table 3 Control effects of different treatments on potato early blight and late blight

处理 Treatment	马铃薯早疫病 Potato early blight			马铃薯晚疫病 Potato late blight	
	喷施前病指 Pre-spraying disease index	3次喷施后病指 Disease index after 3 sprays	相对防效/% Control effect	3次喷施后病指 Disease index after 3 times	相对防效/% Control effect
氯化胆碱 Choline chloride	0.23±0.01 a	0.48±0.01 bc	30.95±0.87 d	7.68±0.06 d	25.98±0.56 f
香芹酚 Carvacrol	0.24±0.01 a	0.41±0.01 d	42.25±1.72 a	5.42±0.04 i	47.78±0.39 a
阿泰灵 Artalin	0.24±0.01 a	0.43±0.01 cd	38.97±2.11 b	6.32±0.06 g	39.15±0.57 c
0.04%芸苔素内酯 Brassinolide	0.23±0.01 a	0.46±0.01 cd	34.29±0.82 c	7.14±0.10 f	31.21±0.92 d
磷酸二氢钾 Brassinolide	0.24±0.01 a	0.55±0.01 b	22.54±0.97 f	8.88±0.09 b	14.45±0.86 h
微量元素水溶肥 Water-soluble fertilizers	0.24±0.01 a	0.50±0.01 bc	29.11±1.51 de	7.65±0.08 d	26.27±0.79 f
禾奇正(中药类)HZTCMF Heqizheng(Chinese medicine)	0.24±0.01 a	0.45±0.01 cd	37.50±1.22 b	6.11±0.07 h	41.17±0.71 b
多美滋 Dumex	0.23±0.01 a	0.50±0.02 bc	27.05±1.10 e	7.48±0.06 e	27.91±0.53 e
碧护 VitaCat	0.24±0.01 a	0.55±0.03 b	22.54±0.73 f	8.60±0.05 c	17.18±0.48 g
空白对照 CK	0.24±0.01 a	0.66±0.12 a	0.00	10.38±0.07 a	0.00

表 4 不同处理马铃薯的产量($\bar{x} \pm s$)

Table 4 Potato yield under different treatments

处理 Treatment	商品薯率/% Commodity potato rate	产量/(kg·m ⁻²) Yield	总增产率/% Yield increase
氯化胆碱 Choline chloride	95.08±0.72 bc	3.50±0.03 ab	14.13±1.09 ab
香芹酚 Carvacrol	95.64±0.47 abc	3.59±0.06 a	17.21±1.75 a
阿泰灵 Artalin	96.40±0.72 ab	3.55±0.02 ab	15.76±0.54 a
0.04%芸苔素内酯 Brassinolide	96.55±0.95 a	3.52±0.85 ab	14.86±2.73 ab
磷酸二氢钾 Brassinolide	96.35±0.57 abc	3.36±0.04 abc	9.60±1.37 bc
微量元素水溶肥 Water-soluble fertilizers	96.00±0.89 abc	3.54±0.04 ab	15.40±1.37 a
禾奇正(中药类)HZTCMF Heqizheng(Chinese medicine)	95.99±0.49 abc	3.45±0.16 abc	12.68±5.14 ab
多美滋 Dumex	95.31±0.79 abc	3.19±0.07 cd	3.99±2.19 d
碧护 VitaCat	95.77±0.78 abc	3.28±0.17 bcd	7.07±5.68 cd
空白对照 CK	94.93±0.31 c	3.07±0.13 d	0.00

3 讨论

该试验针对马铃薯早晚疫病防控发现,植物免疫诱抗剂阿泰灵、中药类叶面处理剂禾奇正和香芹酚、植物调节剂芸苔素内酯对马铃薯早晚疫病具有较好的防控效果,同时具有显著的增产功效。该结果对马铃薯病害防控及提质增效具有一定的参考意义。

相关研究报道,阿泰灵(6%寡糖·链蛋白wp)主效蛋白激发子Pea T1和Hripl与氨基寡糖,可诱导刺激植物产生水杨酸、茉莉酸,提高植物免疫和抗性^[9-10],阿泰灵可提高马铃薯叶片抗氧化酶活性而增强抗病性^[11]。本研究通过大田试验验证阿泰灵的免疫防控效果,但增产效果源

于病害防控或产品本身具有的增产功效,尚需进一步研究。

芸苔素内酯为甾醇内酯化合物,相关研究较多^[12-16],具有较强的调节功效,能增强植物的抗逆性,显著提高农作物的经济产量,已广泛用于农业生产。该研究得出的马铃薯病害防控和增产效果与已有报道基本吻合。

香芹酚具有抗菌灭菌功效^[17-19],5%香芹酚水剂已登记为生物杀菌剂,对马铃薯早晚疫病体现了显著的防控效果。禾奇正为中药类叶面处理剂,对马铃薯早晚疫病的防控效果源于免疫力的提高或是对病原菌的抑制,相关机理研究报道较少,有待进一步研究。

徐军^[20]报道,碧护在马铃薯苗期相隔10d

喷雾 2 次,‘庄薯 3 号’成熟期提前 3 d,增产率达 13.58%。本研究发现,碧护在马铃薯苗期、花期和团棵期各喷施 1 次,‘新大坪’马铃薯品种成熟期推迟 4 d,增产率为 7.07%。经对比分析和多方讨论,该差距主要与碧护喷施时期有关,马铃薯叶面喷施碧护,最佳时期为苗期—初花期。

该研究已在甘肃省山丹县、渭源县、静宁县、临洮县不同马铃薯品种上开展了 2 a 试验,对马铃薯早晚疫病的防效及增产功效基本一致,该技术可用于马铃薯生产。

参考文献 Reference:

- [1] 骆世明. 构建我国农业生态转型的政策法规体系[J]. 生态学报, 2015, 35(6): 2020-2027.
LUO SH M. Constructing the policy and regulation system of agricultural ecology transformation in China[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2015, 35(6): 2020-2027.
- [2] 章力建, 王道龙, 刘若帆. “中医农业”推动人类命运共同体建设[J]. 中国畜牧兽医文摘, 2017, 33(12): 1-3.
ZHANG L J, WANG D L, LIU R F. Thoughts on “Traditional Chinese Medicine Agriculture” to promote rural revitalization and building of a community with a shared future for mankind[J]. *Chinese Animal Husbandry and Veterinary Abstracts*, 2017, 33(12): 1-3.
- [3] 谢从华. 马铃薯产业的现状与发展[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2012(1): 1-4.
XIE C H. Potato industry: status and development[J]. *Journal of Huazhong Agricultural University (Social Sciences Edition)*, 2012(1): 1-4.
- [4] 齐恩芳, 刘 石, 贾小霞, 等. 甘肃省马铃薯主要病毒病发生情况调查[J]. 植物保护, 2018, 44(4): 171-176.
QI E F, LIU SH, JIA X X, *et al.* Investigation and analysis of important potato viral diseases in Gansu province[J]. *Plant Protection*, 2018, 44(4): 171-176.
- [5] 任彬元, 杨普云, 赵中华. 我国马铃薯病虫害防治现状与前景展望[J]. 中国植保导刊, 2015, 35(10): 27-31.
REN B Y, YANG P Y, ZHAO ZH H. Current situation and prospect of potato disease and pest control in China[J]. *China Plant Protection*, 2015, 35(10): 27-31.
- [6] 崔凌霄, 魏立娟, 韩相鹏, 等. 不同药剂防治马铃薯黑痣病的田间药效试验[J]. 西北农业学报, 2019, 28(5): 815-819.
CUI L X, WEI L J, HAN X P, *et al.* Field efficacy test of different pesticides against potato black scurf[J]. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 2019, 28(5): 815-819.
- [7] 高玉林, 徐 进, 刘 宁, 等. 我国马铃薯病虫害发生现状与防控策略[J]. 植物保护, 2019, 45(5): 106-111.
GAO Y L, XU J, LIU N, *et al.* Current status and management strategies for potato insect pests and diseases in China[J]. *Plant Protection*, 2019, 45(5): 106-111.
- [8] 农业部农药检定所生测室. 农药田间药效试验准则(一): GB/T 17980.34-2000 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2000.
Laboratory of of Biological Testing, Institute for the Control of Agrochemicals. Rules for Pesticide Field Pharmacodynamic Testing(1): GB/T 17980.34-2000 [S]. Beijing: China Standards Press, 2000.
- [9] ZHANG W, YANG X F, QIU D W, *et al.* PeaT 1-induced systemic acquired resistance in tobacco follows salicylic acid-dependent pathway[J]. *Molecular Biological Report*, 2011, 38(4): 2549-2556.
- [10] 张志刚, 邱德文, 曾洪梅, 等. 细极链格孢菌蛋白激酶对棉花主要性状及相关酶的影响[J]. 中国农业大学学报, 2007, 12(5): 16-21.
ZHANG ZH G, QIU D W, ZENG H M, *et al.* Effect of protein elicitor from *alternaria tenuissima* on main characters and enzymatic activity of cotton[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2007, 12(5): 16-21.
- [11] 李培玲, 李继平, 惠娜娜, 等. 寡糖·链蛋白对马铃薯叶片抗氧化酶的影响[J]. 西北农业学报, 2018, 27(10): 1446-1099.
LI P L, LI J P, XI N N, *et al.* Effects of oligosaccharins plant activator protein on antioxidant enzymes in potato leaves [J]. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 2018, 27(10): 1446-1099.
- [12] 杨 阳, 蒋锡龙, 任凤山, 等. 芸苔素内酯对酿酒葡萄果穗拉长及果实品质的影响[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2018(5): 7-11.
YANG Y, JIANG X L, REN F SH, *et al.* Effect of brassinolide on cluster length and berry quality of wine grape [J]. *Sion-overseas Grapevine & Wine*, 2018(5): 7-11.
- [13] CAO H, CHEN S. Brassinosteroid-induced rice lamina joint inclination and its relation to indole-3-acetic acid and ethylene[J]. *Plant Growth Regulation*, 1995, 16(2): 189-196.
- [14] SAKURAI A, FUJIOKA S. The current status of physiology and biochemistry of brassinosteroids [J]. *Plant Growth Regulation*, 1993, 13(2): 147-159.
- [15] 郑 果, 王 立, 李继平, 等. 9 种叶面处理剂对春油菜产量的影响及其病害的防效[J]. 西北农业学报, 2019, 28(7): 1093-1099.
ZHENG G, WANG L, LI J P, *et al.* Control effect of 9 kinds of foliar treatment agents on spring rape disease and its effect on spring rape yield [J]. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 2019, 28(7): 1093-1099.
- [16] VARDHINI B V, RAO S S R. Amelioration of osmotic stress by brassinosteroids on seed germination and seedling growth of three varieties of sorghum [J]. *Plant Growth Regulation*, 2003, 41(1): 25-31.
- [17] LUIZ E S L, SUZAN K V B, ALEXANDRE A D C, *et al.* Growth regulators affect the dry weight production, carvacrol and thymol content of *Lippia gracilis* Schauer[J]. *Industrial Crops and Products*, 2019, 129(3): 35-44.
- [18] ZEINAB M, HASAN R. Nanoemulsification of Satureja

- khuzestanica essential oil and pure carvacrol: comparison of physicochemical properties and antimicrobial activity against food pathogens[J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2019, 100(2): 328-334.
- [19] 周祺,袁康,刘芳,等. 香芹酚对阴沟肠杆菌的抑菌作用及机理[J]. *食品科学*, 2019, 40(13): 24-27.
ZHOU Q, YUAN K, LIU F, *et al.* Antimicrobial activity and mechanism of carvacrol against enterobacter cloacae [J]. *Food Science*, 2019, 40(13): 24-27.
- [20] 徐军. 4种植物生长调节剂对马铃薯的影响[J]. *甘肃农业科学*, 2013(4): 26-27.
XU J. Effects of 4 plant growth regulators on potato [J]. *Gansu Agricultural Science and Technology*, 2013(4): 26-27.

Control Effect of Nine Foliar Treatment Agents on Potato Early Blight and Late Blight

WANG Li^{1,2}, ZHENG Guo^{1,2}, LI Jiping^{1,2}, XI Nana^{1,2} and GUO Zikun¹

(1. Institute of Plant Protection, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou 730070, China; 2. Tianshui Scientific Observing and Experimental Station of Crop Pests, Ministry of Agriculture, P. R. China, Tianshui Gansu 741299, China)

Abstract In order to explore the technology of application reducing of fungicides to prevent and control potato early and late blight, The potato cultivar ‘Xindaping’ was used as experimental material, the spraying plant immune inducer Artalin, Chinese herbal foliar treatment agents Heqizheng and Carvone, plant regulators Brassinolide and Choline chloride, and micro element foliar fertilizer were selected to spray on the leaves of potato at seedling, flowering and rosette stages, the effects of different foliar treatment agents on the prevention and control of potato early and late blight and yield improvement were evaluated. The results showed that nine kinds of foliar treatment agents had good control efficiency against potato early and late blight, and could increase potato yield. Carvonol, Artelin, Brassinolide and Heqizheng had the highest effect against potato early and late blight and the yield-increasing, its control efficiency was 34.29%—42.25% and 31.21%—47.78%, respectively, and increase rate was 12.68%—17.21%.

Key words Potato; Potato early blight; Potato late blight; Prevention and control; Yield

Received 2020-07-27

Returned 2020-11-07

Foundation item Key R&D Project of Gansu Province (No. 18YFINA095), Gansu Provincial Potato Industry Technology System of Modern Agriculture (No. GARS-03-P1).

First author WANG Li, female, assistant research fellow. Research area: plant diseases and integrated prevention. E-mail: 1059124962@qq.com

Corresponding author ZHENG Guo, male, research fellow. Research area: plant diseases and integrated prevention. E-mail: 445623882@qq.com

LI Jiping, male, research fellow. Research area: plant diseases and integrated prevention. E-mail: gsljp@163.com

(责任编辑: 史亚歌 **Responsible editor: SHI Yage**)