

不同“减肥减药”新型材料对马铃薯生长特性及产量的影响

陈小花¹, 李继明^{1*}, 李丰先², 梁伟琴¹

(1. 甘肃省定西市安定区农业技术推广服务中心, 甘肃 定西 743000; 2. 甘肃省定西市农业科学研究院, 甘肃 定西 743000)

摘要: 减肥减药是马铃薯绿色发展的一项重要措施。通过引进6种马铃薯减肥减药新型材料, 与当地常规用药(CK₁)和清水喷洒(CK₂)进行对照试验, 研究不同减肥减药新型材料对马铃薯生长特性及产量的影响。试验结果表明, 阿泰灵、SC108农药控失剂、奇善宝海洋寡糖3种处理表现最好。相比CK₁和CK₂, 阿泰灵处理产量分别提高7 076和12 955 kg/hm², 增产率分别达到24.37%、55.94%; SC108农药控失剂处理产量分别提高5 432和11 311 kg/hm², 增产率分别达到18.71%、48.84%; 奇善宝海洋寡糖处理产量分别提高6 560和12 439 kg/hm², 增产率分别达到22.59%、53.71%。3种处理虽对晚疫病、早疫病的防治效果不及常规用药, 但能减少用药次数, 降低用药成本。

关键词: 马铃薯; 减肥减药; 新型材料; 产量

Effects of Different New Materials Designated for Fertilizer and Fungicide Reduction on Growth Characteristics and Yield of Potato

CHEN Xiaohua¹, LI Jiming^{1*}, LI Fengxian², LIANG Weiqin¹

(1. Anding Agricultural Technology Extension and Service Center, Dingxi, Gansu 743000, China;
2. Dingxi Academy of Agricultural Sciences, Dingxi, Gansu 743000, China)

Abstract: Fertilizer and fungicide reduction is an important measure for green development of potato. By introducing six fertilizer and fungicide reducing materials and comparing with locally conventional fungicide application (CK₁) and water spraying (CK₂), the effects of different new materials on growth characteristics and yield of potato were studied. The performance of Alternaria, SC108 fungicide control-loss agent and Qishanbao oligosaccharide were best. Compared with CK₁ and CK₂, the yield under Alternaria treatment increased by 7 076 kg/ha and 12 955 kg/ha and the yield increased rates were 24.37% and 55.94%, respectively; the yield under SC108 fungicide control-loss agent treatment increased by 5 432 kg/ha and 11 311 kg/ha and the yield increased rates were 18.71% and 48.84%, respectively; the yield under Qishanbao oligosaccharide treatment increased by 6 560 kg/ha and 12 439 kg/ha, and the yield increased rates were 22.59% and 53.71%, respectively. Although the control effects of the three treatments on late blight and early blight were less than those of conventional fungicide application, they could reduce the times of fungicide application, and therefore the cost of fungicide application.

Key Words: potato; fertilizer and fungicide reduction; new material; yield

收稿日期: 2018-03-30

基金项目: 甘肃省马铃薯绿色高产高效创建项目(20170052)。

作者简介: 陈小花(1987-), 女, 硕士, 农艺师, 研究方向为栽培生理。

*通信作者(Corresponding author): 李继明, 高级农艺师, 研究方向为栽培生理, E-mail: cxhmxid@126.com。

化肥、农药是重要的农业生产资料,其合理使用对保障粮食和农产品有效供给具有十分重要的作用^[1]。安定区属于旱半干旱区,马铃薯种植地块基本全部为旱地,肥料、农药等利用率低,在马铃薯生产过程中,化肥、农药等不合理使用及过量使用,对土壤结构和农产品品质影响日益严重^[2]。为此,开展了马铃薯减肥减药新型材料试验,研究6种不同的“双减”新型材料对马铃薯施肥效果、肥料利用率、药效、产量以及经济效益的影响,探索适宜安定区马铃薯绿色防控的减肥减药新型材料。

1 材料与amp;方法

1.1 试验地概况

试验设在安定区李家堡镇华川村的旱川地。试验地为黑麻垆土,地势平坦,肥力中等。前茬作物玉米。试验地海拔2 124 m,年平均降雨量360 mm,平均气温6.3 ℃,≥10 ℃有效积温2 239.1 ℃。播前采样化验,耕层土壤(0~20 cm)含有机质11.47 g/kg,速效氮152.00 mg/kg,速效磷10.35 g/kg,速效钾354.00 mg/kg。前茬作物收获后及时旋耕灭茬,冬前打耱保墒,结合整地,施农家肥45 000 kg/hm²,撒可富马铃薯配方专用肥(N:P₂O₅:K₂O = 15:15:15)1 200 kg/hm²。

1.2 试验材料

参试马铃薯品种为‘新大坪’,为当地主推品种,由安定区种子站提供。参试新型材料分别是:香芹酚(植物源农药,兰州世创生物科技有限公司);阿泰灵(生物源杀菌剂,中国农业科学院植物保护研究所廊坊农药中试厂);肥料增效剂(减少化肥流失,中国科学院微生物研究所);SC108农药控失剂(控制农药流失,青岛中科禾辉生物技术有限公司);S-诱抗素(叶面肥,四川龙麟生物科技有限责任公司);奇善宝海洋寡糖(生物肥,大连中科格莱克生物技术有限公司)。

1.3 试验方法

采用单因素随机区组试验设计,设8个处理,3次重复,随机排列,小区面积44 m²(5.5 m × 8 m)。处理为:1常规用药(CK₁);2清水喷洒(CK₂);3香芹酚;4阿泰灵;5肥料增效剂;6 SC108农药控失

剂;7 S-诱抗素;8奇善宝海洋寡糖。

处理1:常规用药。药剂是80%代森锰锌、58%甲霜灵·锰锌、64%杀毒矾、72.2%霜霉威、72%霜脲·锰锌、50%甲霜铜、50%氟啶胺,以上药剂从7月15日开始,依次间隔7~10 d喷施。用量严格按照产品说明书使用。

处理2:清水喷洒。时间同常规用药处理时间。

处理3:香芹酚。用药量为1 650 mL/hm²,叶面喷洒,苗期喷施1次、现蕾期喷施1次、盛花期间隔7~10 d喷施2次,共喷施4次,不再使用其他药剂。

处理4:阿泰灵。用药量为1 300 mL/hm²,叶面喷洒,苗期喷施1次、现蕾期喷施1次、盛花期间隔7~10 d喷施2次,共喷施4次,不再使用其他药剂。

处理5:肥料增效剂。按照10%重量比与肥料拌匀施用,不再使用其他药剂。

处理6:SC108农药控失剂。用药量为1 300 mL/hm²,与常规用药的药剂在喷施时混合施用。

处理7:S-诱抗素。用药量为400 mL/hm²,叶面喷洒,苗期喷施1次、现蕾期喷施1次、盛花期间隔7~10 d喷施2次,共喷施4次,不再使用其他药剂。

处理8:奇善宝海洋寡糖。用药量为225 mL/hm²,叶面喷洒,苗期喷施1次、现蕾期喷施1次、盛花期间隔7~10 d喷施2次,共喷施4次,不再使用其他药剂。

各处理采用黑色地膜覆盖单垄双行垄侧栽培模式。选用宽90 cm、厚0.012 mm的黑色地膜,垄宽70 cm、高15 cm,垄沟宽40 cm,马铃薯种植于垄侧,播种密度52 500株/hm²。试验于2016年4月28日播种,10月15日收获。其他田间管理措施同大田。

1.4 调查内容

1.4.1 物候期

按播种期、出苗期、现蕾期、开花期、成熟期、收获期随机调查3个小区,取3次重复平均值。

1.4.2 叶面幅宽、叶片厚度测定

分别在马铃薯出苗期、现蕾期、开花期、收获期,每个小区随机选取连续的5个植株,每样株上随机选取3个有代表性的叶片,用YMJ-A叶面积测量仪测定叶面幅宽、叶片厚度。每小区共测定15个叶片,每一处理共测定45个叶片,取平均值。

1.4.3 株高的测定

测定土壤表面到主茎第一花序分支处的高度。在开花期每个小区随机抽查20株测量株高, 求平均值。

1.4.4 田间性状

调查单株结薯数、单株块茎重、大中薯率, 每小区随机调查10株, 共调查30株, 取平均值。大薯为100 g以上, 中薯为50~100 g, 小薯为50 g以下。

1.4.5 主要病害调查

施药前进行病情基数调查, 于每次施药后7 d进行防效调查, 共调查4次。调查马铃薯病毒病、霜霉病、晚疫病、早疫病, 每小区随机调查10株, 共调查30株, 计算发病率和病情指数。

发病率(%) = 发病株数/调查总株数 × 100

病情指数 = $[\sum(\text{各级病叶数} \times \text{相对级数值}) / (\text{调查总叶数} \times \text{最高级别数})] \times 100$

1.4.6 小区产量

每一小区单收计算产量。

1.4.7 马铃薯干物质积累量的测定

采用烘干称重法^[3], 分别于出苗期、现蕾期、开

花期、成熟期各取样1次, 共取样4次; 每次每处理取样6株, 先计鲜重, 后在105 ℃下杀青, 在80 ℃恒温干燥箱烘8~10 h至恒重, 称其干重, 以6株平均干重作为干物质积累量。

1.4.8 土壤养分测定

土壤养分检验由甘肃省农业科学院农业测试中心检测。

1.5 数据处理

数据采用Excel 2003和统计分析软件(SAS 9.0)进行统计和方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对马铃薯物候期的影响

从表1可看出, 各处理出苗期一致, 均为5月22日。相比对常规用药和清水喷洒, 6个药剂处理下的生育期有不同程度的延长, 肥料增效剂处理的生育期最短, 为135 d, 较常规用药(CK₁)延长1 d, 较清水喷洒(CK₂)延长7 d; 香芹酚和S-诱抗素处理的生育期次之, 为136 d; SC108农药控失剂处理的生育

表1 不同处理对马铃薯物候期的影响

Table 1 Effects of different treatments on potato phenology

处理 Treatment	播种期(D/M) Sowing	出苗期(D/M) Emergence	现蕾期(D/M) Bud flower	开花期(D/M) Flowering	成熟期(D/M) Maturing	收获期(D/M) Harvesting	生育期(d) Growth duration
香芹酚 Carvacrol	28/04	22/05	03/07	18/07	05/10	15/10	136
阿泰灵 Alternaria	28/04	22/05	05/07	16/07	06/10	15/10	137
肥料增效剂 Fertilizer synergist	28/04	22/05	04/07	15/07	04/10	15/10	135
SC108农药控失剂 SC108 fungicide control-loss agent	28/04	22/05	03/07	16/07	07/10	15/10	138
S-诱抗素 S-inducer	28/04	22/05	03/07	18/07	05/10	15/10	136
奇善宝海洋寡糖 Qishanbao oligosaccharide	28/04	22/05	06/07	19/07	06/10	15/10	137
常规用药(CK ₁) Conventional fungicide	28/04	22/05	03/07	14/07	03/10	15/10	134
清水喷洒(CK ₂) Water	28/04	22/05	01/07	15/07	28/09	15/10	128

期最长, 达到138 d, 较常规用药(CK₁)延长4 d, 较清水喷洒(CK₂)延长10 d。现蕾期、开花期、成熟期3个物候期的出现相比对照均有不同程度的推迟, 6个药剂处理下现蕾期出现最早的是香芹酚、SC108农药控失剂和S-诱抗素处理, 与常规用药(CK₁)同期, 较清水喷洒(CK₂)推迟2 d, 肥料增效剂处理次之, 奇善宝海洋寡糖处理最迟, 较常规用药(CK₁)推迟3 d, 较清水喷洒(CK₂)推迟5 d; 6个药剂处理下开花期出现最早的是肥料增效剂处理, 较常规用药(CK₁)推迟1 d, 与清水喷洒(CK₂)同期, 阿泰灵和SC108农药控失剂处理次之, 奇善宝海洋寡糖处理最迟, 较常规用药(CK₁)推迟5 d, 较清水喷洒(CK₂)推迟4 d; 6个药剂处理下成熟期出现最早的是肥料

增效剂处理, 较常规用药(CK₁)推迟1 d, 较清水喷洒(CK₂)推迟6 d, 香芹酚和S-诱抗素处理次之, SC108农药控失剂处理最迟, 较常规用药(CK₁)推迟4 d, 较清水喷洒(CK₂)推迟9 d。

2.2 不同处理对马铃薯株高和叶片性状的影响

从表2可看出, 不同处理对马铃薯株高和叶片幅宽及叶片厚度产生不同的影响, 均较清水喷洒(CK₂)高。在出苗期, 株高以SC108农药控失剂处理为最高, 达到12.3 cm, 较对照1和对照2高2.0 cm; 其次是肥料增效剂处理, 是12.1 cm, 较对照1和对照2高1.8 cm; 最低的是香芹酚处理, 是11.2 cm, 较对照1和对照2高0.9 cm, SC108农药控失剂处理和肥料增效剂处理与对照1和对照2差异显著。叶片幅宽以阿

表2 不同处理对马铃薯株高和叶片性状的影响
Table 2 Effects of different treatments on plant height and leaf characters of potato

处理 Treatment	出苗期 Emergence			现蕾期 Bud flower			开花期 Flowering			成熟期 Maturing		
	株高 (cm) Plant height	幅宽 (cm) Leaf width	厚度 (mm) Leaf thickness	株高 (cm) Plant height	幅宽 (cm) Leaf width	厚度 (mm) Leaf thickness	株高(cm) Plant height	幅宽 (cm) Leaf width	厚度 (mm) Leaf thickness	株高 (cm) Plant height	幅宽 (cm) Leaf width	厚度 (mm) Leaf thickness
香芹酚 Carvacrol	11.2 abA	1.8 abcAB	0.12 aA	46.2 abAB	2.4 abAB	0.32 bcdAB	56.3 bcABC	2.8 bcABC	0.54 abA	57.8 bA	3.1 aA	0.64 abA
阿泰灵 Alternaria	11.8 abA	2.2 aA	0.15 aA	50.4 aA	2.7 aA	0.38 aA	62.5 aA	3.3 aA	0.59 aA	65.4 a A	3.6 aA	0.71 aA
肥料增效剂 Fertilizer synergist	12.1 aA	2.1 abAB	0.12 aA	43.3 bAB	2.6 abA	0.35 abcAB	59.4 abcAB	3.1 abAB	0.53 abA	62.3 abA	3.3 aA	0.66 abA
SC108 农药控失剂 SC108 fungicide control-loss agent	12.3 aA	1.6 abcAB	0.11 aA	42.9 bAB	2.4 abAB	0.36 abcAB	54.7 cdBC	2.6 cBC	0.56 abA	58.5 bA	2.9 aA	0.68 aA
S-诱抗素 S-inducer	11.5 abA	1.8 abcAB	0.13 aA	45.7 abAB	2.5 abAB	0.31 cdAB	58.3 abcAB	2.9 abcABC	0.55 abA	60.2 abA	3.2 aA	0.67 abA
奇善宝海洋寡糖 Qishanbao oligosac- charide	11.6 abA	2.1 abAB	0.14 aA	45.2 abAB	2.7 aA	0.37 abA	60.8 abAB	3.2 abAB	0.54 abA	61.3 abA	3.5 aA	0.69 aA
常规用药(CK ₁) Conventional fungi- cide	10.3 bA	1.5 bcAB	0.11 aA	43.8 bAB	2.2 bcAB	0.34 abcdAB	55.2 cdBC	2.8 bcABC	0.56 abA	59.4 abA	3.1 aA	0.66 abA
清水喷洒(CK ₂) Water	10.3 bA	1.3 cB	0.11 aA	41.6 bB	1.9 cB	0.29 dB	51.1 dC	2.4 cC	0.52 bA	56.7 bA	2.8 aA	0.58 bA

注: 同列不同小写字母表示差异显著(P < 0.05), 不同大写字母表示差异极显著(P < 0.01)。采用新复极差法。下同。

Note: Different small letters within the same column mean significant difference at 0.05 level and different capital letters mean significant difference at 0.01 level. Means are separated using Duncan's multiple range test method. The same below.

泰灵处理为最宽, 是2.2 cm, 较对照1宽0.7 cm, 较对照2宽0.9 cm; 其次是肥料增效剂处理和奇善宝海洋寡糖处理, 是2.1 cm, 较对照1宽0.6 cm, 较对照2宽0.8 cm; 最窄的是SC108农药控失剂处理, 是1.6 cm, 较对照1宽0.1 cm, 较对照2宽0.3 cm, 阿泰灵处理与对照2差异极显著。叶片厚度以阿泰灵处理为最厚, 是0.15 mm, 较对照1和对照2厚0.04 mm; 其次是奇善宝海洋寡糖处理, 是0.14 mm, 较对照1和对照2厚0.03 mm; 最薄的是SC108农药控失剂处理, 是0.11 mm, 与对照1和对照2一致, 各处理与对照1和对照2差异均不显著。在开花期, 株高以阿泰灵处理为最高, 是62.5 cm, 较对照1高7.3 cm, 较对照2高11.4 cm; 其次是奇善宝海洋寡糖处理, 是60.8 cm, 较对照1高5.6 cm, 较对照2高9.7 cm; 最低的是SC108农药控失剂处理, 是54.7 cm, 较对照1低0.5 cm, 较对照2高3.6 cm, 阿泰灵处理与SC108农药控失剂处理, 对照1和对照2差异极显著。叶片幅宽以阿泰灵处理为最宽, 是3.3 cm, 较对照1宽0.5 cm; 较对照2宽0.9 cm, 其次是奇善宝海洋寡糖处理, 是3.2 cm, 较对照1宽0.4 cm, 较对照2宽0.8 cm; 最窄的是SC108农药控失剂处理, 是2.6 cm, 较对照1低0.2 cm, 较对照2宽0.2 cm, 阿泰灵处理与SC108农药控失剂处理和对照2差异极显著。叶片厚度以阿泰灵处理为最厚, 是0.59 mm, 较对照1厚0.03 mm, 较对照2厚0.07 mm; 其次是SC108农药控失剂处理, 是0.56 mm, 与对照1一样厚, 较对照2厚0.04 mm; 最薄的是肥料增效剂处理, 是0.53 mm, 较对照1低0.03 mm, 较对照2厚0.01 mm, 阿泰灵处理与对照2差异显著。

2.3 不同处理对马铃薯各生育期干物质积累量的影响

从表3可看出, 各处理下马铃薯各个生育期干物质积累量均高于对对照常规用药(CK_1)和清水喷洒(CK_2)。在出苗期, 马铃薯干物质积累量以阿泰灵处理为最高, 达到8.9 g, 较常规用药(CK_1)高2.4 g, 较清水喷洒(CK_2)高2.8 g, SC108农药控失剂和奇善宝海洋寡糖处理下干物质积累量次之, 阿泰灵、SC108农药控失剂和奇善宝海洋寡糖3种处理下干物质积累量均极显著高于对对照常规用药(CK_1)和清水喷

洒(CK_2), 6种药剂处理下以肥料增效剂处理的干物质积累量最低, 阿泰灵处理与其他处理(SC108农药控失剂除外)差异极显著, 各处理(肥料增效剂处理除外)与对照1和对照2差异极显著; 在现蕾期, 马铃薯干物质积累量以阿泰灵处理为最高, 达到67.3 g, 较常规用药(CK_1)高15.0 g, 较清水喷洒(CK_2)高16.9 g, SC108农药控失剂和奇善宝海洋寡糖处理下干物质积累量次之, 阿泰灵、SC108农药控失剂和奇善宝海洋寡糖3种处理下干物质积累量均极显著高于对对照常规用药(CK_1)和清水喷洒(CK_2), 6种药剂处理下以肥料增效剂处理的干物质积累量最低, 阿泰灵处理与其他处理(SC108农药控失剂和奇善宝海洋寡糖处理除外)差异极显著; 在开花期, 马铃薯干物质积累量以阿泰灵处理为最高, 达到138.4 g, 较常规用药(CK_1)高19.7 g, 较清水喷洒(CK_2)高34.2 g, SC108农药控失剂和奇善宝海洋寡糖处理下干物质积累量次之, 阿泰灵、SC108农药控失剂和奇善宝海洋寡糖3种处理下干物质积累量均显著高于对对照常规用药(CK_1)和清水喷洒(CK_2), 6种药剂处理下以肥料增效剂处理的干物质积累量最低, 阿泰灵处理与其他处理差异极显著, 各处理与对照1和对照2差异极显著; 在成熟期, 马铃薯干物质积累量以阿泰灵处理为最高, 达到197.5 g, 较常规用药(CK_1)高23.9 g, 较清水喷洒(CK_2)高34.7 g, SC108农药控失剂和奇善宝海洋寡糖处理下干物质积累量次之, 阿泰灵、SC108农药控失剂和奇善宝海洋寡糖3种处理下的干物质积累量均极显著高于对对照常规用药(CK_1)和清水喷洒(CK_2), 6种药剂处理下以肥料增效剂处理的干物质积累量最低, 阿泰灵处理与其他处理差异极显著, 各处理与对照1和对照2差异极显著。由此可以看出, 6种药剂处理下, 以阿泰灵、SC108农药控失剂和奇善宝海洋寡糖处理在马铃薯各个生育期的干物质积累量较高, 均极显著高于对对照常规用药(CK_1)和清水喷洒(CK_2), 其中以阿泰灵处理马铃薯在各个生育期干物质积累量最高, SC108农药控失剂和奇善宝海洋寡糖处理次之, 6种药剂处理下以肥料增效剂处理的干物质积累量最低。

2.4 不同处理对马铃薯经济性状的影响

从表4可看出, 6个药剂处理下的单株结薯数、单株鲜薯重、大薯率和中薯率均高于常规用药

表3 不同处理对马铃薯各生育期干物质积累量的影响

Table 3 Effects of different treatments on dry matter accumulation at various growth stages of potato

处理 Treatment	出苗期 (g) Emergence	较CK ₁ 增幅(%) Compared with CK ₁	较CK ₂ 增幅(%) Compared with CK ₂	现蕾期 (g) Bud flower	较CK ₁ 增幅(%) Compared with CK ₁	较CK ₂ 增幅(%) Compared with CK ₂	开花期 (g) Flowering	较CK ₁ 增幅(%) Compared with CK ₁	较CK ₂ 增幅(%) Compared with CK ₂	成熟期 (g) Maturing	较CK ₁ 增幅(%) Compared with CK ₁	较CK ₂ 增幅(%) Compared with CK ₂
香芹酚 Carvacrol	7.3 cCD	12.3	19.7	58.6 cdBCD	12.0	16.3	127.6 dD	7.5	22.5	186.3 cC	7.3	14.4
阿泰灵 Alternaria	8.9 aA	36.9	45.9	67.3 aA	28.7	33.5	138.4 aA	16.6	32.8	197.5 aA	13.8	21.3
肥料增效剂 Fertilizer syn- ergist	6.8 dDE	4.6	11.5	54.5 defCDE	4.2	8.1	121.6 eE	2.4	16.7	179.6 dD	3.5	10.3
SC108 农药控 失剂 SC108 fungi- cide control- loss agent	8.4 bAB	29.2	37.7	61.2 bcABC	17.0	21.4	130.4 cC	9.9	25.1	190.2 bB	9.6	16.8
S-诱抗素 S-inducer	7.5 cC	15.4	23.0	57.3 cdeCDE	9.6	13.7	125.9 dD	6.1	20.8	184.7 cC	6.4	13.5
奇善宝海洋 寡糖 Qishanbao oli- gosaccharide	8.2 bB	26.2	34.4	64.8 abAB	23.9	28.6	135.3 bB	14.0	29.8	192.1 bB	10.7	18.0
常规用药 (CK ₁) Conventional fungicide	6.5 deEF	-	6.6	52.3 efDE	-	3.8	118.7 fF	-	13.9	173.6 eE	-	6.6
清水喷洒 (CK ₂) Water	6.1 eF	-6.2	-	50.4 fE	-3.6	-	104.2 gG	-12.2	-	162.8 fF	-6.2	-

(CK₁)和清水喷洒(CK₂), 小薯率均低于常规用药(CK₁)和清水喷洒(CK₂)。6个药剂处理中, 单株结薯数以阿泰灵处理为最高, 为8.4个/株, 较常规用药(CK₁)高1.1个/株, 较清水喷洒(CK₂)高1.3个/株; 其次是奇善宝海洋寡糖处理, 是8.2个/株, 较常规用药(CK₁)高0.9个/株, 较清水喷洒(CK₂)高1.1个/株; 最低的是香芹酚处理, 是7.4个/株, 较常规用药(CK₁)高0.1个/株, 较清水喷洒(CK₂)高0.3个/株, 阿泰灵处理与其他处理差异极显著, 各处理与对照1和对照2差异显著; 单株鲜薯重以阿泰灵处理为最高, 是0.68 kg, 较常规用药(CK₁)高0.11 kg, 较清水喷洒(CK₂)高0.25 kg; 其次是奇善宝海洋寡糖处理, 是

0.67 kg, 较常规用药(CK₁)高0.10 kg, 较清水喷洒(CK₂)高0.24 kg; 最低的是S-诱抗素处理, 是0.59 kg, 较常规用药(CK₁)高0.02 kg, 较清水喷洒(CK₂)高0.16 kg, 阿泰灵处理和奇善宝海洋寡糖处理与其他处理差异极显著, 各处理与对照1和对照2差异极显著。大薯率以阿泰灵处理为最高, 是21.6%, 较常规用药(CK₁)高6.2个百分点, 较清水喷洒(CK₂)高9.1个百分点; 其次是奇善宝海洋寡糖处理, 是21.1%, 较常规用药(CK₁)高5.7个百分点, 较清水喷洒(CK₂)高8.6个百分点; 最低的是S-诱抗素处理, 是16.7%, 较常规用药(CK₁)高1.3个百分点, 较清水喷洒(CK₂)高4.2个百分点。由此看出, 6个药剂处

表4 不同处理对马铃薯经济性状的影响
Table 4 Effects of different treatments on potato economic traits

处理 Treatment	单株结薯数(个/株) Tuber number per plant (No./plant)	单株鲜薯重(kg) Tuber yield per plant	大薯率(%) Large-sized tuber percentage	中薯率(%) Middle- sized tuber percentage	小薯率(%) Small-sized tuber per- centage
香芹酚 Carvacrol	7.4 eF	0.63 cC	18.5	41.6	39.9
阿泰灵 Alternaria	8.4 aA	0.68 aA	21.6	47.8	30.6
肥料增效剂 Fertilizer synergist	7.7 dD	0.62 cC	19.3	44.5	36.2
SC108 农药控失剂 SC108 fungicide control-loss agent	7.9 cC	0.65 bB	20.4	46.3	33.3
S-诱抗素 S-inducer	7.5 eE	0.59 dD	16.7	38.5	44.8
奇善宝海洋寡糖 Qishanbao oligosaccharide	8.2 bB	0.67 aA	21.1	46.3	32.6
常规用药(CK ₁) Conventional fungicide	7.3 gF	0.57 eE	15.4	37.7	46.9
清水喷洒(CK ₂) Water	7.1 hG	0.43 fF	12.5	33.8	53.7

理中, 以阿泰灵和奇善宝海洋寡糖处理对马铃薯经济性状的影响较显著, 单株结薯数、单株鲜薯重、大薯率和中薯率较高, 小薯率较低。

2.5 不同处理对马铃薯产量的影响

从表5可看出, 6种药剂处理下马铃薯产量较常规用药(CK₁)和清水喷洒(CK₂)高, 阿泰灵、SC108农药控失剂和奇善宝海洋寡糖处理下的产量极显著高于2个对照。以阿泰灵处理下产量为最高, 为36 114 kg/hm², 较常规用药(CK₁)增产7 076 kg/hm², 增产率24.37%, 较清水喷洒(CK₂)增产12 955 kg/hm², 增产率55.94%; 其次是奇善宝海洋寡糖处理, 为35 598 kg/hm², 较常规用药(CK₁)增产6 560 kg/hm², 增产率22.59%, 较清水喷洒(CK₂)增产12 439 kg/hm², 增产率53.71%; SC108农药控失剂处理产量为34 470 kg/hm², 较常规用药(CK₁)增产5 432 kg/hm², 增产率18.71%, 较清水喷洒(CK₂)增产11 311 kg/hm², 增产率48.84%; 最低的是S-诱抗素处理, 是30 447 kg/hm², 较常规用药(CK₁)增产1 409 kg/hm², 增产率4.85%, 较清水喷洒(CK₂)增产7 288 kg/hm², 增产率31.47%。阿泰灵处理和奇善宝海洋寡糖处理

与其他处理差异极显著, 各处理与对照1和对照2差异极显著。

2.6 不同处理对马铃薯病害的影响

从表6可看出, 6种药剂处理对病毒病的防治效果优于常规用药(CK₁)和清水喷洒(CK₂), 但常规用药(CK₁)对霜霉病、晚疫病、早疫病的防治效果优于6个药剂处理。6个药剂处理中, 病毒病以阿泰灵处理发病率为最低, 只有1.47%, 较常规用药(CK₁)和清水喷洒(CK₂)均低4.36个百分点, 其次是香芹酚和奇善宝海洋寡糖处理, 发病率均显著低于其他3种药剂处理和2个对照处理; 以肥料增效剂处理为最高, 达到5.32%, 较常规用药(CK₁)和清水喷洒(CK₂)均低0.51个百分点, 显著高于其他5个药剂处理, 与2个对照处理差异极显著; 霜霉病以常规用药(CK₁)为最低, 只有4.78%, 各处理的发病率与常规用药(CK₁)和清水喷洒(CK₂)之间差异极显著; 晚疫病以清水喷洒(CK₂)处理下发病率最高, 各处理的发病率与清水喷洒(CK₂)之间差异极显著; 早疫病以常规用药(CK₁)处理最低, 只有9.24%, 显著低于清水喷洒(CK₂)和6个药剂处理, 6个药剂处理中以

表5 不同处理对马铃薯产量的影响
Table 5 Effects of different treatments on yields of potato

处理 Treatment	小区产量 (kg/44m ²) Plot yield	折合产量(kg/hm ²) Equivalent yield (kg/ha)	较对照1增产(kg/hm ²) Compared with CK ₁ (kg/ha)	增产率(%) Increased per- centage	较对照2增产(kg/hm ²) Compared with CK ₂ (kg/ha)	增产率(%) Increased per- centage
香芹酚 Carvacrol	147.43	33 508 cB	4 470	15.39	10 349	44.68
阿泰灵 Alternaria	158.90	36 114 aA	7 076	24.37	12 955	55.94
肥料增效剂 Fertilizer synergist	142.03	32 280 dC	3 242	11.17	9 121	39.39
SC108 农药控失剂 SC108 fungicide con- trol-loss agent	151.67	34 470 bB	5 432	18.71	11 311	48.84
S-诱抗素 S-inducer	133.97	30 447 eD	1 409	4.85	7 288	31.47
奇善宝海洋寡糖 Qishanbao oligosaccha- ride	156.63	35 598 aA	6 560	22.59	12 439	53.71
常规用药(CK ₁) Conventional fungicide	127.77	29 038 fE	-	-	5 879	25.39
清水喷洒(CK ₂) Water	101.90	23 159 gF	-5 879	-20.25	-	-

表6 不同处理对马铃薯病害的影响
Table 6 Effects of different treatments on potato diseases

处理 Treatment	病毒病 Viral disease		霜霉病 Downy mildew		晚疫病 Late blight		早疫病 Early blight	
	发病率(%)	病情指数	发病率(%)	病情指数	发病率(%)	病情指数	发病率(%)	病情指数
	Diseased rate	Disease index	Diseased rate	Disease index	Diseased rate	Disease index	Diseased rate	Disease index
香芹酚 Carvacrol	2.38 eE	2.64	5.68 deD	5.92	9.63 bBC	10.12	13.46 dC	13.85
阿泰灵 Alternaria	1.47 fF	1.72	6.27 cC	6.83	8.74 dDE	9.34	12.57 eD	12.94
肥料增效剂 Fertilizer synergist	5.32 bB	5.83	5.48 eD	6.02	8.65 dE	9.14	15.61 cB	16.22
SC108 农药控失剂 SC108 fungicide con- trol-loss agent	3.72 dD	3.91	6.19 cC	6.53	8.02 eF	8.52	11.72 fE	12.43
S-诱抗素 S-inducer	4.15 cC	4.52	7.32 bB	7.82	9.23 cCD	9.61	16.32 bB	16.84
奇善宝海洋寡糖 Qishanbao oligosac- charide	2.14 eE	2.53	5.81 dD	6.28	9.83 bB	10.27	13.68 dC	14.15
常规用药(CK ₁) Conventional fungicide	5.83 aA	6.08	4.78 fE	5.17	7.85 eF	8.31	9.24 gF	9.83
清水喷洒(CK ₂) Water	5.83 aA	6.08	9.35 aA	9.94	14.25 aA	15.02	18.93 aA	19.54

表7 不同处理对土壤养分含量的影响
Table 7 Effects of different treatments on soil nutrient contents

处理 Treatment	有机质(g/kg) Organic matter			速效氮(mg/kg) Available nitrogen			有效磷(mg/kg) Available phosphorus			速效钾(mg/kg) Available potassium		
	前	后	差值 Dif-	前	后	差值 Dif-	前	后	差值 Differ-	前	后	差值 Dif-
	Before	Later	ference	Before	Later	ference	Before	Later	ence	Before	Later	ference
香芹酚 Carvacrol	11.47	11.53	0.06	152	156	4	10.35	10.42	0.07	354	358	4
阿泰灵 Alternaria	11.47	11.56	0.09	152	157	5	10.35	10.45	0.10	354	362	8
肥料增效剂 Fertilizer synergist	11.47	11.52	0.05	152	159	7	10.35	10.36	0.01	354	355	1
SC108 农药控失剂 SC108 fungicide control-loss agent	11.47	11.53	0.06	152	154	2	10.35	10.37	0.02	354	358	4
S-诱抗素 S-inducer	11.47	11.51	0.04	152	155	3	10.35	10.38	0.03	354	359	5
奇善宝海洋寡糖 Qishanbao oligosaccharide	11.47	11.56	0.09	152	155	3	10.35	10.41	0.06	354	357	3
常规用药(CK ₁) Conventional fungicide	11.47	11.52	0.05	152	157	5	10.35	10.37	0.02	354	358	4
清水喷洒(CK ₂) Water	11.47	11.49	0.02	152	153	1	10.35	10.36	0.01	354	358	4

SC108 农药控失剂处理最低, 达到 11.72%, 较常规用药(CK₁)高 2.48 个百分点, 较清水喷洒(CK₂)低 7.21 个百分点, 其次是阿泰灵, 以 S-诱抗素处理的发病率最高, 达到 16.32%, 各处理的发病率与清水喷洒(CK₂)之间差异极显著。

2.7 不同处理对土壤养分含量的影响

从表 7 可看出, 通过对不同处理马铃薯种植前后土壤养分含量比较, 不同处理对土壤养分含量影响不明显, 不同处理减少化肥施用量的作用需进一步试验和验证。

3 讨论

化肥、农药减量控害是改善农业土壤生态环境、推进农业绿色发展的重要抓手^[4]。“减肥减药”新型材料的使用, 能够减少肥料、农药的流失, 提高利用效率, 缓解肥料、农药过量施用带来的问题^[5]。肖庆红等^[5]研究了施用新型农药控失剂对马铃薯晚疫病的防治效果和产量的影响, 认为农药施用不减量的条件

下, 添加农药控失剂可以显著提高对马铃薯晚疫病的防治效果, 提高幅度最高达 47.53%, 并提高马铃薯产量, 增产幅度最高可达 38.93%; 而在减少农药施用次数 1 次; 每次减量 10% 的条件下, 添加农药控失剂仍可以提高晚疫病防效 45.69% 并小幅增产, 增产幅度 3.95%。表明研发的新型农药控失剂可以显著提高农药对马铃薯晚疫病的防治效果, 对马铃薯种植中农药施用具有显著的减施增效作用。董彦旭等^[6]研究了 3 种不同的肥料增效剂对马铃薯肥料减施增效作用的效果, 认为添加肥料施用量 10% 的新型肥料增效剂, 能够有效提高肥料利用率和马铃薯产量, 实现马铃薯肥料减施增效和提高产量的目标。朱永永等^[7]研究了新型环保肥料增效剂在旱作马铃薯上的应用效果, 认为在旱作农业区添加 10% 的肥料增效剂能显著提高马铃薯的干物质量、干物质累积速率、单株结薯数、单株薯重和大中薯率。杨云芳等^[8]进行了新型农药防控马铃薯晚疫病对比试验, 认为新型农药 30% 丙森·咪鲜胺可湿性粉剂对马铃薯

晚疫病病情发生发展有独特的控制效应, 其防控效果达到85%以上。

马铃薯是安定区的第一大产业, 是农民经济收入的主要来源^[9]。近几年来, 主要通过增施化肥来提高马铃薯产量, 同时, 对病害的防治也主要以化学防治为主, 其对土壤理化性状和产品品质的影响已日益体现^[10], 如肥料利用率低、产量提高不明显、部分地块农药污染严重、农药防治效果不高等。目前, 对旱作区马铃薯减肥减药新型材料的研究报道较少, 有些只是单纯对一种药剂的使用效果进行研究, 为了探索适宜安定区马铃薯绿色防控的减肥减药新型材料, 实现化肥农药零增长, 推进“双减”行动, 筛选了6种有代表性的新型材料在旱作区马铃薯上喷施应用, 验证其效果。结果表明, 阿泰灵、SC108农药控失剂、奇善宝海洋寡糖3种处理表现效果最好。相比本地常规用药, 能显著提高马铃薯产量, 增产率分别达到24.37%、18.71%、22.59%。可能是由于新型肥料、药剂能够控制肥料、农药的流失, 提高肥料、农药的利用效率, 从而提高作物干物质积累量, 提高产量。3种处理虽对晚疫病、早疫病的防治效果不及常规用药, 但能减少用药次数, 降低用药成本, 同时显著增加单株鲜薯重及干物质积累量。在今后的试验研究中, 建议增加对药剂的喷施时期、喷施次数, 减少常规施药次数, 提高肥料利用率等方面进一步优化试验方案, 有选择性的单独或几种药剂分别进行试验, 提高农药使用效果,

减少化肥施用量, 促进安定区马铃薯产业绿色高效发展。

[参 考 文 献]

- [1] 曾衍德. 推进化肥农药减量促进农业绿色发展 [J]. 农业知识: 致富与农资, 2017(22): 51-52.
- [2] 刘强, 薛惠锋. 化肥农药施用对我国农产品安全影响的思考 [C]// 2005年全国学术年会农业分会场论文专集. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2005: 226-228.
- [3] 李明芳, 买自珍, 桂林国, 等. 不同膜色和覆盖方式对马铃薯干物质积累及产量的影响 [J]. 宁夏农林科技, 2011, 52(3): 4-7.
- [4] 金书秦, 张惠, 吴娜伟. 2016年化肥、农药零增长行动实施结果评估 [J]. 环境保护, 2018(1): 45-49.
- [5] 肖庆红, 陈学明, 蔡冬清, 等. 施用新型农药控失剂对马铃薯晚疫病的防治效果和产量的影响 [J]. 中国马铃薯, 2017, 31(3): 160-164.
- [6] 董彦旭, 蔡冬清, 黄新异, 等. 新型肥料增效剂对马铃薯肥料减施增效作用研究 [J]. 中国马铃薯, 2016, 30(3): 164-168.
- [7] 朱永永, 岳云, 熊春蓉, 等. 新型环保肥料增效剂在旱作马铃薯上的应用效果 [J]. 农业科技与信息, 2017(24): 69-71.
- [8] 杨云芳, 吕娟娟, 谢成虎, 等. 新型农药防控马铃薯晚疫病对比试验 [J]. 农业科技与信息, 2015(19): 76-77.
- [9] 景彩艳, 王海荣. 定西市安定区马铃薯主粮化发展分析 [J]. 中国马铃薯, 2016, 30(3): 186-190.
- [10] 张秀玲. 中国农产品农药残留成因与影响研究 [D]. 无锡: 江南大学, 2013.



现有《中国马铃薯》杂志 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 和 2018 年精装合订本, 中国马铃薯大会论文集 2011 年《马铃薯产业与科技扶贫》, 2012 年《马铃薯产业与水资源高效利用》, 2013 年《马铃薯产业与农村区域发展》, 2014 年《马铃薯产业与小康社会建设》, 2015 年《马铃薯产业与现代可持续农业》, 2016 年《马铃薯产业与中国式主食》, 2017 年《马铃薯产业与精准扶贫》, 2018 年《马铃薯产业与脱贫攻坚》和 2019 年《马铃薯产业与健康消费》, 每本定价 100 元。有需要的读者, 可通过邮局将书款汇至哈尔滨市东北农业大学《中国马铃薯》编辑部, 款到寄书。

联系电话: 0451-55190003