

不同供水条件对加工型马铃薯大西洋产量和水分生产效应的影响

张立勤¹, 车宗贤¹, 崔云玲¹, 崔增团², 万 伦²

(1. 甘肃省农业科学院土壤肥料与节水农业研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省耕地质量建设管理总站, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 在甘肃中部沿黄灌区研究了不同供水条件对加工型马铃薯品种大西洋的产量和水分生产效应的影响, 结果表明, 现蕾至终花期增加灌水量和灌水次数, 加工型马铃薯大西洋增产显著; 在花期充分供水的基础上, 终花至成熟期适度增加灌水, 有利于提高马铃薯大西洋产量和水分利用效率。在水肥一体化条件下, 加工型马铃薯大西洋最适宜的水分管理模式为: 现蕾至终花期灌水定额 2 400 m³/hm², 灌水 16 次; 终花至成熟期灌水定额 900 m³/hm², 灌水 6 次, 每次灌水量均为 150 m³/hm²。在该水分管理模式下, 马铃薯单株结薯数和块茎重也明显增加, 较其余处理增产 2.02%~16.91%, 薯块商品性相对优化。

关键词: 水肥一体化; 加工型马铃薯; 大西洋; 产量; 水分利用效率

中图分类号: S532 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2019)11-0068-06

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2019.11.017

Effects of Different Water Supply Conditions on Yield and Water Production Effect of Processed Potato Cultivar Atlantic

ZHANG Liqin¹, CHE Zongxian¹, CUI Yunling¹, CUI Zengtuan², WAN Lun²

(1. Institute of Soil and Fertilizer and Water-saving Agriculture, Gansu Academy of Agricultural Science, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Cultivated Land Quality and Construction Management Station of Gansu, Lanzhou Gansu 730000, China)

Abstract: In yellow river irrigation areas of middle Gansu Province, effects of different water supply conditions on yield and water production effect of processed potato cultivar Atlantic were studied. The results showed that yield of processed potato was significantly increased by increasing irrigation quantity and times from squaring period to flowering period; On the basis of adequate water supply in flowering stage, increased irrigation quantity moderately from final flowering period to mature period, it is beneficial to improve potato yield and water use efficiency. Under the condition of water and fertilizer integration, the suitable water management mode of processed potato cultivar Atlantic is that irrigated water volume was 2 400 m³/hm² and irrigated 16 times from squaring period to flowering period, irrigated water volume was 900 m³/hm² and irrigated 6 times from final flowering period to mature period. Under this water management mode, the number of tubers per plant and the weight of tubers increased significantly, which increased by 2.02% ~ 16.91% compared with other treatments, and the commercial property of potato tubers was relatively optimized.

Key words: Water and fertilizer integration; Processing potato; Atlantic; Yield; Water use efficiency

甘肃是中国马铃薯重要生产区, 马铃薯产量居全国第一位^[1]。马铃薯也是甘肃省第 三大粮食作物, 2014 年种植面积达 70.8 万 hm², 占全省粮食作物种植面积的 25%^[2-4]。

收稿日期: 2019-09-30

作者简介: 张立勤 (1970—), 男, 甘肃张掖人, 副研究员, 主要从事作物栽培与节水农业方面的研究工作。Email: lqzhang1993@163.com。

中部沿黄灌区是甘肃全粉、薯条(片)加工型马铃薯大西洋优势生产区域^[5],但受降水稀少、蒸发强度大、提灌扬程高、轮灌周期长等诸多因素的影响,缺水一直是制约该区农业可持续发展的关键因素,发展和快速推广应用农田节水新技术,是促进和推动马铃薯产业发展的必由之路。滴灌水肥一体化技术省时省工明显,节水增产显著^[6-7],在当地马铃薯生产中发展较快。适时灌溉和水分亏缺对加工型马铃薯生长、产量形成和商品质量均有重要影响^[8-12]。加工型马铃薯现蕾后进入水分敏感阶段,水分供应对其生长十分重要。我们以中部沿黄灌区主栽加工型马铃薯品种大西洋为试材,研究了现蕾后不同水分供应对马铃薯生长的影响,旨在明确灌水对马铃薯生长发育的具体作用效果,提出水肥一体化条件下有利于提高加工型马铃薯大西洋产量、优化其商品性的高效节水灌溉制度,为水肥一体化技术的快速推广应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验于 2016 年在景泰县条山农场进行。试验地位于 103° 33'~104° 43' E, 36° 43'~37° 38' N。当地海拔 1 610 m,多年平均降水量 185.6 mm,蒸发量 3 038 mm,≥10℃ 的有效积温 2 989.0℃。试验期间降水量 180.7 mm,≥5 mm 的有效降水量 153.1 mm。试验地前茬为玉米,试验地耕层(0~20 cm)土壤含有机质 12.80 g/kg、全氮 0.92 g/kg、全磷 0.82 g/kg、全钾 23.8 g/kg、水解氮 92.27 mg/kg、速效磷 60.70 mg/kg、速效钾 229.30 mg/kg、全盐 0.68 g/kg, pH 8.54。

1.2 供试材料

指示马铃薯品种为加工型马铃薯大西洋。供试氮肥为甘肃刘化(集团)有限责任公司生产的尿素(含 N 46.4%),磷肥为四川什邡市运东化工有限公司生产的磷酸一铵(含 P₂O₅ 61%、N 11.8%),钾肥为国投罗布泊钾盐有限责任公司生产的农业用硫酸钾(K₂O≥

51%)。滴灌设备采用由亚美特公司生产的内镶式滴灌带,内径 16 mm,滴头间距 30 cm,流量 1.4 L/h。

1.3 试验方法

试验采用随机区组设计,对马铃薯大西洋现蕾至终花期以及终花至成熟期的水分供应实施调控。现蕾至终花期灌水定额用 W 表示,终花至成熟期灌水定额用 D 表示。共设 8 个处理,分别为处理 W₁D₁,现蕾至终花期灌水定额 1 800 m³/hm²,灌水次数为 12 次;终花至成熟期灌水定额 750 m³/hm²,灌水次数为 5 次。处理 W₁D₂,现蕾至终花期灌水定额 1 800 m³/hm,灌水次数为 12 次;终花至成熟期灌水定额 900 m³/hm,灌水次数为 6 次。处理 W₂D₁,现蕾至终花期灌水定额 2 100 m³/hm,灌水次数为 14 次;终花至成熟期灌水定额 750 m³/hm,灌水次数为 5 次。处理 W₂D₂,现蕾至终花期灌水定额 2 100 m³/hm,灌水次数为 14 次;终花至成熟期灌水定额 900 m³/hm,灌水次数为 6 次。处理 W₂D₃,现蕾至终花期灌水定额 2 100 m³/hm,灌水次数为 14 次;终花至成熟期灌水定额 1 050 m³/hm,灌水次数为 7 次。处理 W₃D₁,现蕾至终花期灌水定额 2 400 m³/hm,灌水次数为 16 次;终花至成熟期灌水定额 750 m³/hm,灌水次数为 5 次。处理 W₃D₂,现蕾至终花期灌水定额 2 400 m³/hm,灌水次数为 16 次;终花至成熟期灌水定额 900 m³/hm,灌水次数为 6 次。处理 W₃D₃,现蕾至终花期灌水定额 2 400 m³/hm,灌水次数为 16 次;终花至成熟期灌水定额 1 050 m³/hm,灌水次数为 7 次。各处理播种至现蕾期灌水定额均为 600 m³/hm,灌水 4 次,马铃薯生长期单次灌水量相同,均为 150 m³/hm。各试验区进口处通过水表量水控制水量。田间试验采用大区无重复排布,各处理试验区面积 280.8 m²(10.8 m×26.0 m),试验区四周设保护行。试验采用播种后即刻滴水的干播湿出模式。种植垄幅宽 90 cm,垄高 35 cm,每垄种植 1 行,株距 12 cm。滴

灌带敷设于垄面 10 cm 土层(培土后)。各处理施肥量均为 N 250.5 kg/hm²、P₂O₅ 120 kg/hm²、K₂O 90 kg/hm²，全部追施，分 8 次通过滴灌系统施入。试验于 5 月 2 日播种，9 月 24 日收获。

1.4 样品采集与测定

1.4.1 土壤水分 在马铃薯播种前、收获后用烘干法测定 0~100 cm 土层土壤含水量。每个处理区内沿斜线确定 3 个采样点，在垄面正中采取土样，测定层次分别为 0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm、30~40 cm、40~60 cm、60~80 cm、80~100 cm，0~100 cm，测定值加权平均。

1.4.2 作物生育期耗水量及水分利用效率 作物生育期耗水量根据田间水分平衡方程式 $ET=P+I+G \pm \Delta W$ 计算。式中 ET 为马铃薯生育期耗水量(mm)； P 为播种至收获期有效降水量(mm)； I 为生育期灌水量(mm)； G 为作物利用地下水量(mm)，由于试验地地下水埋深 20 m 以上，因此取 $G=0$ ； ΔW 为播种~收获期 0~100 cm 土层土壤贮水量的变化(mm)，具体按公式 $\Delta W=(\text{播种前体积含水量}-\text{收获后体积含水量}) \times 1000$ mm 计算。水分利用效率： $WUE=Y/ET$ ，式中 Y 为马铃薯鲜薯折合产量(kg)， ET 为马铃薯生育期耗水量(mm)。

1.4.3 计产及考种 每个处理区沿南北斜线形确定 3 个测产区，测产区面积均为 27 m²，在马铃薯收获期按处理区分别进行考种和计产。

1.4.4 数据分析 用 DPS 软件对测定数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同供水条件下马铃薯产量表现

从表 1 可以看出，不同供水条件下的马铃薯折合产量变化范围为 53 313.0~62 328.0 kg/hm²。以处理 W₃D₂ 折合产量最高，为 62 328.0 kg/hm²，比其余处理增产 2.02%~16.91%；其次为处理 W₃D₃，折合产量为 61 078.5 kg/hm²，比其余处理增产 9.75%~14.57%，且与处理 W₃D₂ 差异不显著。分析

不同生长阶段土壤水分调控对马铃薯折合产量的具体影响表明，在现蕾至终花期，供水 2 400 m³/hm 条件下马铃薯产量最好，其次为 1 800 m³/hm 和 2 100 m³/hm，表明花期适度增加灌水定额和次数对马铃薯折合产量影响不明显，但灌水次数增加 4 次、灌水量增加 600 m³/hm 时增产显著。终花至成熟期后适度增加灌水定额和次数，马铃薯折合产量虽然也呈增加趋势，但与花期不同，当供水水平从 750 m³/hm 增至 900 m³/hm 时，马铃薯折合产量增加较为明显，继续增加灌水量至 1 050 m³/hm 水平时，水分对折合产量的贡献力降低，增产效果不再明显。综合上述可以看出，在滴灌水肥一体化条件下，花期和终花后水分调控对马铃薯产量均有重要影响。花期是马铃薯水分敏感期，充分供水、增加滴水次数有利于马铃薯增产，而终花后充分供水对马铃薯折合产量的影响有限，灌水量不宜过大。

表 1 不同供水条件下马铃薯大西洋的产量结果

| 处理 | 折合产量 /(kg/hm ²) | 显著水平 | |
|-------------------------------|--------------------------------|------|------|
| | | 0.05 | 0.01 |
| W ₁ D ₁ | 55 123.5 | bc | AB |
| W ₁ D ₂ | 53 313.0 | c | B |
| W ₂ D ₁ | 54 307.5 | c | AB |
| W ₂ D ₂ | 54 073.5 | c | AB |
| W ₂ D ₃ | 55 882.5 | bc | AB |
| W ₃ D ₁ | 55 878.0 | bc | AB |
| W ₃ D ₂ | 62 328.0 | a | A |
| W ₃ D ₃ | 61 078.5 | ab | AB |

2.2 水分调控对马铃薯产量构成因素的影响

从表 2 可以看出，单株薯块重以处理 W₃D₂ 最大，为 1.55 kg；其次为处理 W₃D₃，单株薯块重为 1.44 kg；其余处理单株薯块重在 1.19~1.38 kg 范围内变化，且相互间差异不显著。处理 W₃D₂ 的单株结薯数最多，为 11.37 个，显著多于其余处理，比其余处理多结薯 2.54~3.44 个。不同处理株数在 46 441.5~53 706.0 株/hm² 范围内变化，除处理 W₂D₁ 显著低于其余处理外，其余处理之间的株数差异均不显著。可见，处理 W₃D₂、处理 W₃D₃ 折合产量较高，原因是其

单株结薯数较多,且其块茎在增大期生长发育良好,单株块茎重量高于其余处理。

2.3 不同供水条件下马铃薯的水分利用效率

从表 3 可以看出,不同生长阶段,实施水分调控对马铃薯水分利用效率的影响也不相同。在现蕾至终花期,灌水量从 1 800 m³/hm² 增加到 2 100 m³/hm²、灌水次数从 12 次增加到 14 次时,马铃薯水分利用效率呈明显降低趋势,继续增加灌水量和次数,马铃薯水分利用效率随之升高。终花至成熟期,水分利用效率受灌水量和次数对的影响不明显,其更多受花期水分供应的影响。现蕾至终花期 1 800 m³/hm² 供水条件下,终花至成熟期供水从 750 m³/hm² 变化为 900 m³/hm² 时,水分利用效率降低;在现蕾至终花期 2 100 m³/hm² 供水条件下,终花至成熟期供水从 750 m³/hm² 向 1 050 m³/hm² 变化时,水分利用效率先升高而后降低;在现蕾至终花期供水 2 400 m³/hm² 条件下,终花至成熟期供水量从 750 m³/hm² 向 1 050 m³/hm² 变化时,水分利用效率持续增加。在所有处理中,以处理 W₁D₁ 水分利用效率最高,为 129.8 kg/

(mm·hm²),与其他处理相比,水分利用效率增加 8.0~36.8 kg/(mm·hm²);其次为处理 W₃D₃,水分利用效率为 121.8 kg/(mm·hm²),比其余处理提高 1.25%~30.97%;W₃D₂ 处理居第 3,水分利用效率为 120.3 kg/(mm·hm²),比其余处理提高 3.96%~29.35%,且这 2 个处理与处理 W₁D₁ 之间的差异不显著,水分利用效果相对优化。

2.4 水分调控对马铃薯商品性的影响

不符合企业加工要求的马铃薯薯块通常被当作残次薯进行处理,其销售价格也大幅下降。因此,加工型马铃薯大西洋的商品性也是决定其种植效益的重要指标。对不同供水条件下各处理马铃薯的商品性进行对比分析(表 4)可知,各处理商品薯个数在 5.8~8.5 个/株的范围内变化,其中处理 W₃D₂ 和处理 W₃D₃ 的商品薯个数最多,分别为 8.5 个/株和 7.5 个/株,其余处理商品薯差异不大。对于高产处理 W₃D₂ 而言,尽管其单株商品薯数量较多,但其比率较低,残次薯数量和比率也高于其余处理,表明在其产量增加的过程中,商品薯和残次薯个数均在增

表 2 不同供水条件下马铃薯大西洋的产量构成因素

| 处理 | 单株块茎重 /kg | 单株结薯数 /个 | 株数 /(株/hm ²) |
|-------------------------------|---------------|----------------|-----------------------------|
| W ₁ D ₁ | 1.31+0.08 abA | 8.67+0.75 bB | 52 566.0+855.0 aA |
| W ₁ D ₂ | 1.38+0.09 abA | 8.27+0.49 bB | 53 706.0+1 374.0 aA |
| W ₂ D ₁ | 1.22+0.35 bA | 8.40+2.21 bB | 46 441.51+2 151.0 bB |
| W ₂ D ₂ | 1.23+0.01 bA | 7.97+0.35 bB | 51 285.0+739.5 abAB |
| W ₂ D ₃ | 1.19+0.19 bA | 7.93+1.37 bB | 51 855.0+3 454.5 aA |
| W ₃ D ₁ | 1.28+0.09 bA | 7.13+0.78 abAB | 51 285.0+3 082.5 abAB |
| W ₃ D ₂ | 1.55+0.11 aA | 11.37+1.11 aA | 52 566.0+427.55 aA |
| W ₃ D ₃ | 1.44+0.09 abA | 8.83+0.25 bAB | 81 427.5+2 430.0 abAB |

表 3 不同供水条件下马铃薯大西洋的水分利用效率

| 处理 | 0~100 cm 土层贮水量/mm | | 降水量 /mm | 灌水量 /mm | 耗水量 /mm | 折合产量 /(kg/hm ²) | 水分利用效率 /[kg/(mm·hm ²)] |
|-------------------------------|-------------------|-------|------------|------------|------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| | 播种 | 收获后 | | | | | |
| W ₁ D ₁ | 213.5 | 257.1 | 153.1 | 315.0 | 424.5 | 55 123.5 | 129.8 aA |
| W ₁ D ₂ | 213.5 | 235.9 | 153.1 | 330.0 | 460.7 | 53 313.0 | 115.7 bAB |
| W ₂ D ₁ | 213.5 | 135.4 | 153.1 | 345.0 | 576.2 | 54 307.5 | 94.3 cBC |
| W ₂ D ₂ | 213.5 | 254.7 | 153.1 | 360.0 | 471.9 | 54 073.5 | 114.6 bAB |
| W ₂ D ₃ | 213.5 | 141.0 | 153.1 | 375.0 | 600.6 | 55 882.5 | 93.0 cBC |
| W ₃ D ₁ | 213.5 | 256.4 | 153.1 | 375.0 | 485.2 | 55 878.0 | 115.2 bAB |
| W ₃ D ₂ | 213.5 | 238.5 | 153.1 | 390.0 | 518.1 | 62 328.0 | 120.3 abAB |
| W ₃ D ₃ | 213.5 | 270.3 | 153.1 | 405.0 | 501.3 | 61 078.5 | 121.8 abAB |

表 4 不同灌水条件下马铃薯大西洋的商品性表现

| 处理 | 商品薯数 /(个/株) | 残次薯数 /(个/株) | 商品薯数比率 /% | 残次薯数比率 /% | 商品薯重量 /(kg/株) | 残次薯重量 /(kg/株) | 商品薯重量比率 /% | 残次薯重量比率 /% |
|-------------------------------|----------------|----------------|--------------|--------------|------------------|------------------|---------------|---------------|
| W ₁ D ₁ | 6.8 | 1.9 | 78.08 | 21.92 | 1.08 | 0.21 | 83.81 | 16.19 |
| W ₁ D ₂ | 6.5 | 1.8 | 78.23 | 21.77 | 1.15 | 0.22 | 83.82 | 16.18 |
| W ₂ D ₁ | 6.5 | 1.9 | 76.98 | 23.02 | 1.01 | 0.16 | 86.17 | 13.83 |
| W ₂ D ₂ | 6.1 | 1.8 | 76.99 | 23.01 | 1.02 | 0.22 | 82.54 | 17.46 |
| W ₂ D ₃ | 6.4 | 1.5 | 81.09 | 18.91 | 0.99 | 0.20 | 83.26 | 16.74 |
| W ₃ D ₁ | 5.8 | 1.3 | 81.78 | 18.22 | 0.98 | 0.24 | 80.58 | 19.42 |
| W ₃ D ₂ | 8.5 | 2.9 | 74.49 | 25.51 | 1.27 | 0.21 | 85.83 | 14.17 |
| W ₃ D ₃ | 7.5 | 1.4 | 84.53 | 15.47 | 1.16 | 0.25 | 82.28 | 17.72 |

多。进一步比较其单株商品薯重量及其比率发现,其单株商品薯重量在所有处理中最高,为 1.27 kg/株;商品薯重量比率为 85.83%,残次薯重量比率为 14.17%,这 2 项指标仅次于处理 W₂D₁,但均优于其余处理。

综合分析不同处理马铃薯的商品性表现和产量结果可以看出,在水肥一体化条件下,现蕾至终花期增加灌水量和灌水次数,终花至成熟期后适度增加灌水量和灌水次数,不仅有利于加工型马铃薯大西洋增产,对优化其商品性也有明显的促进作用。因此,在实际生产中,可选择现蕾至终花期灌水定额 2 400 m³/hm²,灌水 16 次,终花至成熟期灌水定额 900 m³/hm²,灌水 6 次的水分管理模式,促使加工型马铃薯大西洋增产增收。

3 小结

在甘肃中部沿黄灌区进行了不同供水条件对加工型马铃薯大西洋产量和水分生产效应的影响的研究,结果表明,现蕾至终花期增加灌水量和灌水次数,加工型马铃薯大西洋增产显著;在花期充分供水的基础上,终花至成熟期适度增加灌水,也有利于提高马铃薯大西洋产量和水分利用效率。在水肥一体化条件下,现蕾至终花期增加灌水量和灌水次数,加工型马铃薯大西洋增产显著。在花期灌水充分的条件下,终花至成熟期适度增加灌水量和灌水次数,也有利于马铃薯增产。终花后水分调控对马铃薯水分利用的影响与花期供水状况有关,花期供水不足,终花后增加灌水,对马铃薯生长的补偿效应有限,水分对产量的贡献不增反降;在花期充

分供水的条件下,终花后增加灌水,有利于提高马铃薯水分利用效率。在滴灌水肥一体化条件下,现蕾至终花期灌水定额 2 400 m³/hm²,灌水 16 次;终花至成熟期灌水定额 900 m³/hm²,灌水 6 次,每次灌水量均为 150 m³/hm²,为加工型马铃薯大西洋最适宜的水分管理模式,比其他水分管理模式增产 2.02%~16.91%,且该模式下的马铃薯大西洋单株结薯数多,块茎重量高,是其增产的主要原因。同时该水分管理模式也有利于提高加工型马铃薯大西洋商品薯重量比率,优化商品质量。

参考文献:

- [1] 李继平,李敏权,惠娜娜,等.马铃薯连作田土壤中主要病原真菌的种群动态变化规律[J].草业学报,2013,22(4):147-152.
- [2] 陈广海,李长忠,王天文,等.甘肃河西地区马铃薯产业现状及主粮化问题探讨[J].甘肃农业科技,2018(2):71-75.
- [3] 李建武.2017年甘肃马铃薯市场形势与2018年趋势分析[J].甘肃农业科技,2018(3):82-85.
- [4] 毛绪强,刘月姣.甘肃:向马铃薯强省跨越[J].农产品市场周刊,2015(4):20-21.
- [5] 刘星.甘肃中部沿黄灌区马铃薯连作障碍机理及防控技术初探[D].兰州:甘肃农业大学,2015.
- [6] 邓兰生,林翠兰,涂攀峰,等.滴灌施肥技术在马铃薯生产上的应用效果研究[J].中国马铃薯,2009,23(6):321-324.
- [7] 方彦杰,张绪成,于显枫,等.甘肃省马铃薯水肥一体化种植技术[J].甘肃农业科技,2019(3):87-90.

肿柄菊农用价值研究综述

魏晓丽, 王占娣

(玉溪师范学院化学生物与环境学院, 云南 玉溪 653100)

摘要: 肿柄菊是一种外来入侵植物, 它较强的扩散速度和入侵能力, 给生态环境造成了一定的破坏, 但也具有很高的农用价值。综述了肿柄菊杀虫活性、化感作用和有机肥料方面的研究进展, 可为肿柄菊的研究和开发提供参考。

关键词: 肿柄菊; 提取液; 杂草; 化感作用

中图分类号: S451 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2019)11-0073-05

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2019.11.018

Review on Agricultural Value of *Tithonia diversifolia*

WEI Xiaoli, WANG Zhandi

(College of Chemistry, Biology and Environment, Yuxi Normal University, Yuxi Yunnan 653100, China)

Abstract: *Tithonia diversifolia* is an invasive alien plant. It has strong diffusion speed and invasive ability, causing certain damage to the ecological environment, but it also has high agricultural value. In this paper, the research progress on insecticidal activity, allelopathy and organic fertilizer of *Tithonia diversifolia* was reviewed, which could provide reference for the research and development of *Tithonia diversifolia*.

Key words: *Tithonia diversifolia*; Extract solution; Weeds; Allelopathy

肿柄菊(*Tithonia diversifolia* A. Gray)为菊科肿柄菊属植物, 又称为金光菊、树菊等, 多年生半灌木状草本, 根系发达, 茎粗壮, 繁殖力强, 能在各类土壤生长^[1-2]。其基部多分枝形成群丛状, 每个群丛分枝多达上百枝, 主干枝粗度一般为 2~5 cm, 植物

收稿日期: 2019-08-10

基金项目: 云南省地方本科高校基础研究联合专项“入侵植物肿柄菊提取物中活性成分药肥一体化研究”(2018FH001-038)。

作者简介: 魏晓丽(1998—), 女, 福建平潭人, 本科生。Email: 1549352782@qq.com。

通信作者: 王占娣(1981—), 女, 河北任丘人, 讲师, 博士, 主要从事昆虫化学生态学和资源昆虫研究工作。联系电话: (0)15559882815。

- [8] 薛道信, 张恒嘉, 巴玉春, 等. 调亏灌溉对荒漠绿洲膜下滴灌马铃薯生长、产量及水分利用的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2018, 36(7): 109-116; 132.
- [9] 康跃虎, 王凤新, 刘士平, 等. 滴灌调控土壤水分对马铃薯生长的影响[J]. 农业工程学报, 2004, 20(2): 66-72.
- [10] 王凤新, 康跃虎, 刘士平. 滴灌条件下马铃薯耗水规律及需水量的研究[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(1): 9-15.
- [11] WANG X, KANG Y H, LIU S P. Effects of drip irrigation frequency on soil wetting pattern and potato growth in North China Plain [J]. Agricultural Water Management, 2006, 79: 248-264.
- [12] 江俊燕, 汪有科. 不同灌水量和灌水周期对滴灌马铃薯生长及产量的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2008, 26(2): 121-125.

(本文责编: 郑立龙)