

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2019)01-0015-06

## 雾培马铃薯不同品种生长及微型薯产量比较

贺晓霞\*

(甘肃省庄浪县农业技术推广中心, 甘肃 庄浪 744699)

**摘要:** 雾培法生产马铃薯脱毒微型薯是一项新型的无土栽培技术。甘肃省马铃薯微型薯雾培法生产中存在品种数量较少、多样性程度较低的问题, 阻碍当地马铃薯产业化发展。为筛选出适宜雾培法生产微型薯的马铃薯新品种, 促进甘肃省马铃薯产业的发展, 选用4个马铃薯品种, 以当地雾培主栽品种‘庄薯3号’为对照, 采用马铃薯微型薯雾培法进行品种比较试验, 对不同马铃薯品种的形态指标、生理指标及微型薯产量进行比较研究。结果表明, 不同品种在株高、茎粗、根长、叶面积、叶绿素SPAD值、匍匐茎数量和微型薯产量方面存在差异。从单株结薯数来看, ‘庄薯3号’(CK)微型薯产量最高, ‘庄薯4号’和‘天薯11号’次之, ‘陇薯10号’和‘冀张薯8号’产量最低。通过比较研究, ‘庄薯4号’和‘天薯11号’品种生长性状好、微型薯产量高, 适合雾培繁育微型薯。

**关键词:** 雾培; 马铃薯; 品种; 微型薯

## Comparison of Different Potato Varieties for Their Growths and Minituber Yields in Aeroponics

HE Xiaoxia\*

(Zhuanglang Agricultural Technique Extension Center, Zhuanglang, Gansu 744699, China)

**Abstract:** Potato minituber production in aeroponics is a new soilless cultivation technique. Few varieties and less diversity of potato varieties make it hard to develop potato industry in Gansu Province. In order to select potato varieties suitable for the production of minitubers in aeroponics, and thereby promote development of potato industry in Gansu Province, four potato varieties were introduced and compared with the control variety 'Zhuangshu 3' for their morphological indexes, physiological indexes and minituber yields. There were significant difference in plant height, stem diameter, root length, leaf area, leaf SPAD value, stolon number, and minituber yields of different potato varieties. The potato variety 'Zhuangshu 3' produced the highest minituber number per plant, followed by 'Zhuangshu 4' and 'Tianshu 11', and 'Jizhangshu 8' and 'Longshu 10' had the least minituber number. After comprehensive comparison, 'Zhuangshu 4' and 'Tianshu 11' showed good growth and high yield characteristics, which were suitable for minituber production in aeroponics.

**Key Words:** aeroponics; potato; variety; minituber

马铃薯(*Solanum tuberosum* L.)是一种重要的粮菜兼用型经济作物, 在中国农作物生产中占有重要地位。马铃薯具有产量高、适应性强、营养丰

富及加工用途广泛等特点, 已成为世界上仅次于水稻、小麦、玉米的第四大粮食作物<sup>[1,2]</sup>。雾培(Aeroponics)是一种直接利用喷雾装置将营养液雾

收稿日期: 2017-09-12

基金项目: 甘肃省科技重大专项(2018-0102-NCC-0018)。

作者简介: 贺晓霞(1984-), 女, 硕士, 农艺师, 主要从事马铃薯脱毒种薯繁育技术研究。

\*通信作者(Corresponding author): 贺晓霞, E-mail: 196525206@qq.com。

化直接喷射到植物根部的栽培方法, 可以为植物生长提供水、气、肥的一种无土栽培模式, 具有节水、节肥等特点, 被认为是未来温室栽培重要技术之一<sup>[3]</sup>。雾培法生产马铃薯脱毒微型薯是中国近年来开发和研究的一项新型的无土栽培技术。这种栽培技术不仅能大幅度提高微型薯繁殖效率, 还可以解决马铃薯原种生产中的气候和地域问题, 实现微型薯的周年工厂化生产<sup>[4,5]</sup>。

近年来, 甘肃马铃薯常年播种面积 66.7 万  $\text{hm}^2$  以上, 主栽品种陇薯、青薯和庄薯系列, 存在品种数量较少、品种多样性程度较低的问题, 阻碍了甘肃省马铃薯产业化发展。引进筛选出适宜雾培法种植的产量较高的马铃薯微型薯新品种, 对当地马铃薯产业发展具有较大的促进作用。本研究引进马铃薯微型薯雾培法生产技术, 选用‘庄薯 4 号’、‘陇薯 10 号’、‘天薯 11 号’和‘冀张薯 8 号’共 4 个马铃薯品种脱毒瓶苗, 对不同马铃薯品种雾培生产过程中的形态指标、生理指标及产量指标进行研究, 比较不同品种的相关生长指标, 筛选出适宜当地雾培生产脱毒微型薯的高产马铃薯品种, 以期今后马铃薯新品种的生产推广提供有力的理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试材料

供试材料为‘庄薯 3 号’(Z-3)、‘庄薯 4 号’(Z-4)、‘天薯 11 号’(T-11)、‘陇薯 10 号’(L-10)和‘冀张薯 8 号’(J-8)脱毒试管苗, 脱毒苗使用前经 DAS-ELISA 法检测无马铃薯 X 病毒、Y 病毒、卷叶病毒和 S 病毒。试验于 2016 年 4~10 月在庄浪县马铃薯脱毒种薯繁育中心雾培室进行。

### 1.2 试验方法

试验采用雾培方式进行, 以 MS 为喷雾营养液, 所用试剂均为分析纯。以不同品种为处理, 当地雾培主栽品种 Z-3 为对照(CK), 共设 5 个处理, 4 次重复, 每个品种移栽 4 个雾培床。

栽培床 660 cm  $\times$  95 cm  $\times$  130 cm, 栽培密度 20 cm  $\times$  15 cm, 每个雾培床移栽 288 株脱毒水培苗。营养液 pH 5.5~6.0, EC 值 2.0~2.5, 每周更换一次营养液。白天喷雾时间每隔 5 min 喷雾 24 s, 夜晚

每隔 30 min 喷雾 24 s。将脱毒试管苗于 1/2MS 营养液中水培 30 d, 选取高 15 cm 左右、长势一致的薯苗, 移栽到栽培孔后开启喷雾系统<sup>[6]</sup>。

### 1.3 测定指标

定植后 28 d 开始对植株生长势进行调查, 每 14 d 测定 1 次, 生育期内共测定 5 次, 每个处理随机选取 15 株, 测定株高(用直尺测量茎基部到顶端生长点的距离)、茎粗(用游标卡尺测量茎基部最粗处)、根长(用直尺测量茎基部到侧根末端的距离)、叶面积(用叶面积测量仪 YMJ-C 测量, 从植株顶端数倒数第 4 片展开的复叶作为测量叶片)、叶绿素 SPAD 值(Chlorophyll Meter SPAD-502 仪测定, 从植株顶端数倒数第 3 片展开的复叶作为测量叶片)和匍匐茎数量。结薯后开始收获质量 > 5 g 的微型薯, 每周采收 1 次, 第 4 次全部收获, 测定单株结薯数、单株结薯重及平均单薯重<sup>[7]</sup>。

### 1.4 数据处理

采用 Microsoft Excel 2010 对试验数据进行整理, 采用 DPS 7.05 软件进行方差分析, 采用 Duncan's 新复极差法进行多重比较。

## 2 结果与分析

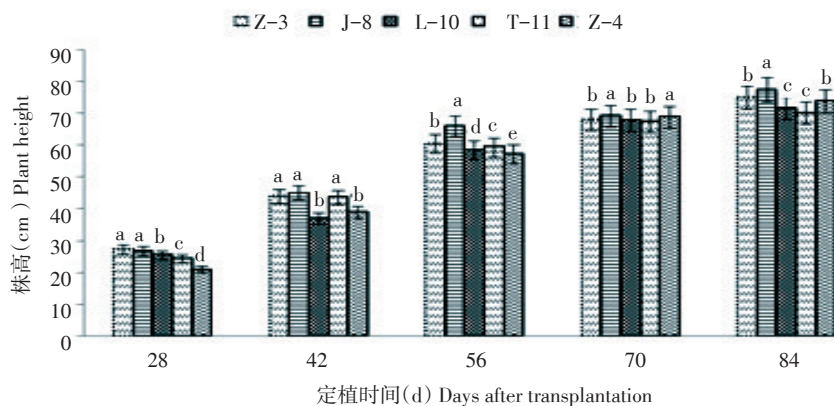
### 2.1 雾培马铃薯不同品种不同生长期形态指标比较

#### 2.1.1 雾培马铃薯不同品种不同生长期株高变化

由图 1 可知, 不同品种不同生长期株高存在差异, 5 个品种株高随着生长时间变化呈上升趋势。定植 28 d 时, L-10、T-11 和 Z-4 与 Z-3(CK)和 J-8 株高存在显著差异, Z-3(CK)株高最高, Z-4 株高最低。定植后 42 d, J-8 株高最高, L-10 和 Z-4 株高与其他 3 个品种存在显著差异, J-8、T-11 与 Z-3(CK)株高差异不显著。定植后 56 d, 5 个品种株高差异显著。定植后 70 d, J-8 和 Z-4 株高差异不显著。定植后 84 d, J-8 株高最高, 与其他品种株高差异显著。

#### 2.1.2 雾培马铃薯不同品种不同生长期茎粗变化

由图 2 可知, 5 个品种马铃薯茎粗随着生长时间变化而增加。定植后 28 d, Z-3(CK)和 Z-4 茎粗差异不显著。定植后 42 d 及以后的测定期内 Z-



误差线为标准误差。图柱上不同小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ )。下同。

Error bar is standard error. Different small letters indicate significant difference at 0.05 level of probability. The same below.

图1 雾培马铃薯不同品种不同生长时期株高变化

Figure 1 Changes in plant height of different varieties at different growth stages in aeroponics

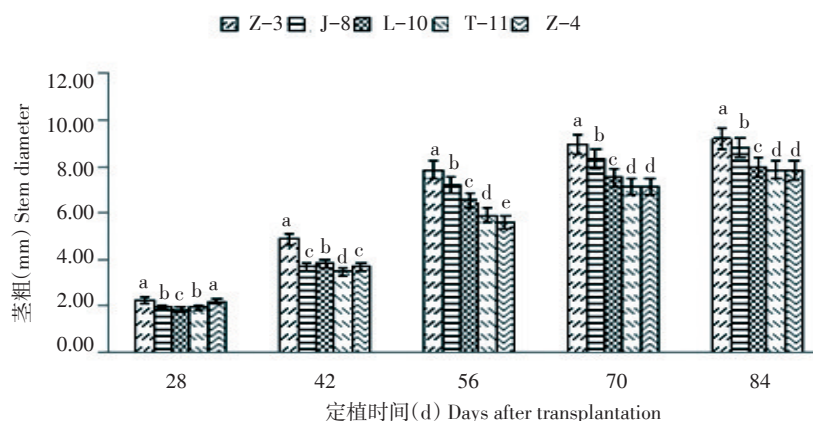


图2 雾培马铃薯不同品种不同生长时期茎粗变化

Figure 2 Changes in stem diameter of different varieties at different growth stages in aeroponics

3(CK)茎粗明显高于其他品种,且茎粗显著大于其他4个品种。定植后56 d,5个品种茎粗差异显著。定植后70和84 d,Z-4和T-11茎粗差异不显著,其他品种茎粗差异显著。

### 2.1.3 雾培马铃薯不同品种不同生长时期根长变化

从图3可以看出,雾培马铃薯不同品种根系生长的动态变化趋势,各个品种根长随着生长时间不断的增加。在整个测定期内,Z-3(CK)根长最长,L-10根长低于其他品种。移栽后28 d,Z-4与T-11根长差异不显著。其余测定时期,雾培马铃薯5个品种根长差异均达到显著水平。

### 2.1.4 雾培马铃薯不同品种不同生长时期叶面积变化

雾培马铃薯不同生长时期叶面积测定结果如图4所示,定植后28 d,J-8叶面积最大,各品种叶面积差异显著。定植后42,56和70 d,T-11叶片面积高于其他品种,且差异达到显著水平。定植后84 d,J-8叶面积最大,Z-3(CK)和L-10叶面积差异不显著。

## 2.2 雾培马铃薯不同品种不同生长时期生理指标比较

由图5可知,定植后28 d,Z-3(CK)叶绿素SPAD值为37.8,Z-4叶绿素SPAD值为31.4,5个

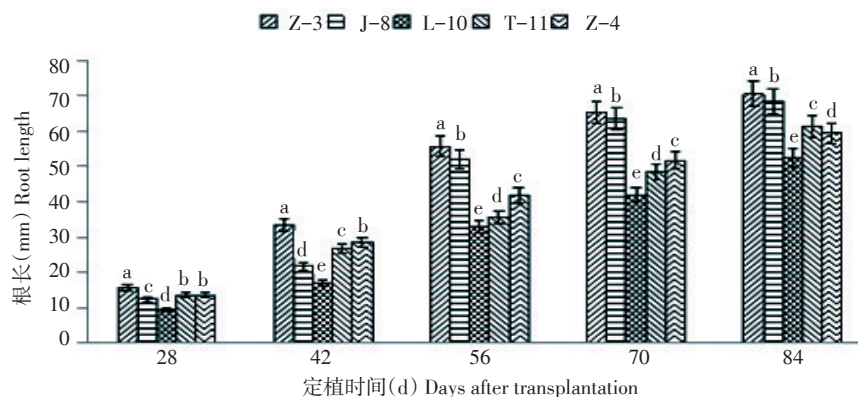


图3 雾培马铃薯不同品种不同生长时期根长变化

Figure 3 Changes in root length of different varieties at different growth stages in aerponics

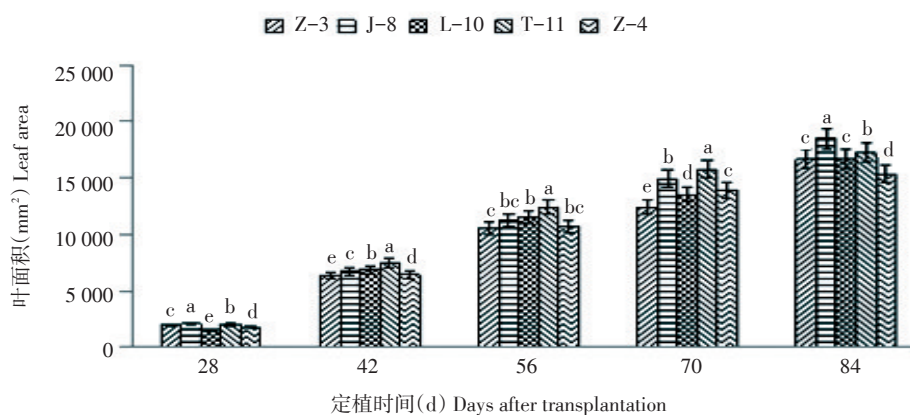


图4 雾培马铃薯不同生长时期叶面积变化

Figure 4 Changes in leaf area of different varieties at different growth stages in aerponics

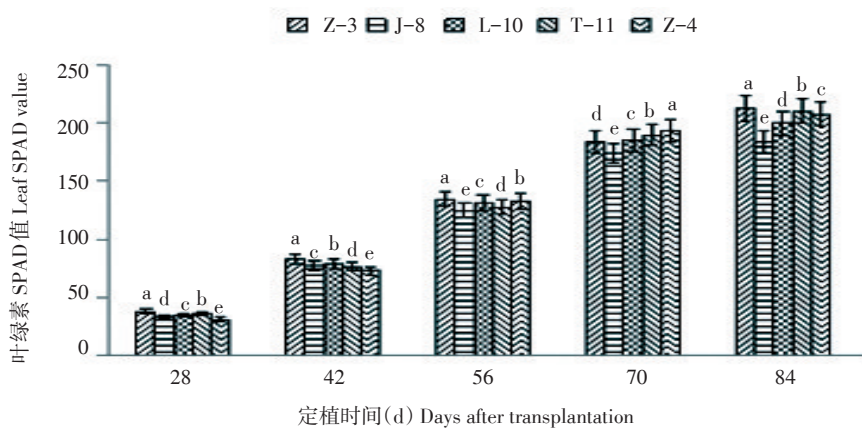


图5 雾培马铃薯不同品种不同生长时期叶绿素 SPAD 值变化

Figure 5 Changes in leaf SPAD value of different varieties at different growth stages in aerponics

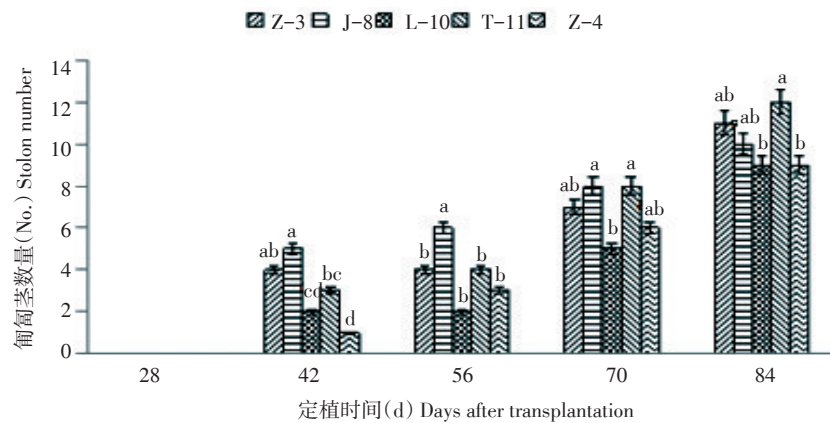


图6 雾培马铃薯不同品种不同生长时期匍匐茎数量变化

Figure 6 Changes in stolon number of different varieties at different growth stages in aeroponics

品种叶绿素 SPAD 值差异显著。定植 28 d 后, 随着叶片数量的增加, 不同品种叶绿素 SPAD 值也不断增加。定植后 42 d, Z-4 叶绿素 SPAD 值最小, 与其他品种差异显著。定植后 56, 70 和 84 d, J-8 叶绿素 SPAD 值最小, 且与其他品种差异达到显著水平。

### 2.3 雾培马铃薯不同品种产量指标比较

#### 2.3.1 雾培马铃薯不同品种不同生长时期匍匐茎数量变化

雾培马铃薯不同品种不同生长时期匍匐茎测定结果如图 6 所示, 从图 6 中可以看出雾培马铃薯随着生长时间的变化, 匍匐茎数量不断增加, 定植后 28 d, 雾培马铃薯处于生根阶段, 没有生出

匍匐茎。定植后 42, 56 和 70 d, J-8 匍匐茎数量多于其他品种。定植后 84 d, T-11 匍匐茎数量多于其他品种, 匍匐茎数量为 12 条, 与 Z-3 (CK)、J-8 匍匐茎数量差异不显著, Z-4 和 L-10 匍匐茎数量差异不显著。

#### 2.3.2 雾培马铃薯不同品种结薯性能比较

由表 1 可知, Z-3 (CK) 单株结薯数和单株结薯重分别为 43.25 粒和 143.59 g, 均显著高于 Z-4、T-11、J-8 和 L-10。单株结薯数最少的为 J-8, 单株结薯数为 29.57 粒。L-10 单株结薯重最小, 其单株结薯重为 91.02 g。L-10 平均单薯重最小, 其平均单薯重为 2.94 g, Z-3 (CK)、T-11、J-8 与 L-10 单薯重存在显著差异。

表 1 雾培马铃薯不同品种微型薯产量

Table 1 Minituber yields of different varieties in aeroponics

| 品种<br>Variety | 单株结薯数(No.)<br>Tuber number per plant | 单株结薯重(g)<br>Total tuber weight | 平均单薯重(g)<br>Average tuber weight |
|---------------|--------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Z-3(CK)       | 43.25 a                              | 143.59 a                       | 3.32 a                           |
| T-11          | 38.89 b                              | 127.56 b                       | 3.28 a                           |
| J-8           | 29.57 c                              | 94.92 d                        | 3.21 a                           |
| Z-4           | 39.33 b                              | 123.89 c                       | 3.15 ab                          |
| L-10          | 30.96 c                              | 91.02 e                        | 2.94 b                           |

注: 同列数据后不同小写字母表示差异达 0.05 水平显著。

Note: Means in the same column followed by different small letter(s) indicate significant difference at 0.05 level of probability.

### 3 讨 论

试验结果表明, 5个供试品种在形态指标、生理指标和微型薯产量等方面各有差异。不同生长时期、不同品种形态指标和生理指标存在差异。定植后84 d, J-8株高和叶面积高于其他品种, Z-3(CK)茎粗、根长和叶绿素SPAD值大于其他品种, T-11匍匐茎数量多于其他品种。微型薯产量最高的为Z-3(CK), 单株结薯数达到43.25粒, 单株结薯重143.59 g, 平均单薯重3.32 g。微型薯产量最低的为J-8, 单株结薯数达到29.57粒, 单株结薯重94.92 g, 平均单薯重3.21 g。Z-4、L-10和T-11微型薯产量居中。J-8植株生长势旺, 雾培条件生长更容易徒长, 生长后期倒伏严重, 植株叶片荫蔽易引发病害, 且微型薯产量较低。L-10雾培生产的微型薯收获后易失水萎蔫, 贮藏期烂薯率严重。试验结果发现, 马铃薯微型薯产量和株高、茎粗、根长、叶面积、叶绿素SPAD值无正相关关系, 不同马铃薯品种微型薯产量和植株匍匐茎数量及长度存在一定的相关性。因此, 从形态指标、生理指标和微型薯产量等方面综合考虑, Z-4和T-11可作为当地雾培生产微型薯的优势品种进行推广。

近年来, 中国马铃薯的种植面积逐年增加, 根据马铃薯的市场波动, 各地区也不断的对品种结构进行调整<sup>[8,9]</sup>。优良品种的应用是提供高产、稳产、优质马铃薯的主要途径, 引进适宜当地种植的马铃薯品种是推动马铃薯产业发展的关键。马铃薯微型薯雾培法生产技术可以解决马铃薯原种生产中的气候和地域问题, 实现微型薯的工厂化、规模化周年生产, 是目前马铃薯脱毒种薯生产领域里一项具有较大研究价值和发展潜力的生产技术, 经济、社会和生态环境效益明显, 发展前景甚为广阔。庄浪县成功引进马铃薯微型薯雾培法生产技术, 但目前主要栽培品种为‘庄薯3号’, 品种单一问题突出, 因此, 筛选更多适宜雾培生产微型薯的马铃薯品种越来越迫切, 应用不同品种进行微型薯生产也是丰富甘肃省马铃薯品种的重要途径。

何庆学等<sup>[10]</sup>研究表明, 影响雾培马铃薯营养体生长的因素主要来自品种的遗传特性, 在生产中有目的地选择马铃薯品种仍是提高雾培马铃薯结薯能力的重要方法。无土栽培模式可缓解土壤疾病、提高土地利用空间、省力化栽培和清洁生产<sup>[11]</sup>, 本研究采用定植板创新改良后的第二代雾培栽培体系, 通过比较马铃薯不同品种在营养生长及微型薯产量等指标, 筛选出适合当地雾培生产微型薯的高产优势品种, 但不同品种微型薯贮藏生理特性、适宜不同品种的雾培营养液配方、各品种在当地的表现特性等有待进一步研究, 合理选用优质高产品种、科学完善雾培微型薯栽培体系, 提高微型薯生产的经济效益与社会效益, 可加速推进马铃薯产业化发展进程。

### [参 考 文 献]

- [1] 李丽淑, 唐洲萍, 王晖, 等. 广西冬种马铃薯品种比较试验 [J]. 南方农业学报, 2012, 43(2): 167-170.
- [2] 杨志刚, 曾凡文. 不同播种期对秋覆膜马铃薯生长发育及产量的影响 [J]. 内蒙古农业科技, 2012(1): 37-38.
- [3] 徐伟忠, 王利炳, 詹喜法, 等. 一种新型栽培模式—气雾培的研究 [J]. 广东农业科学, 2006(7): 30-33.
- [4] 韩宗安. 马铃薯脱毒微型薯雾培法生产技术 [J]. 中国马铃薯, 2004, 18(6): 367-371.
- [5] 韩忠才, 张胜利, 孙静, 等. 气雾栽培法生产脱毒马铃薯营养液配方的筛选 [J]. 中国马铃薯, 2014, 28(6): 328-330.
- [6] 贺晓霞, 吴永斌. 庄浪县马铃薯微型薯雾培生产技术 [J]. 甘肃农业科技, 2017(2): 89-91.
- [7] 张晓勇, 唐道彬, 王季春. 水培营养液离子浓度对脱毒马铃薯生长发育和光合性能的影响 [J]. 西南农业学报, 2017, 30(2): 345-353.
- [8] 董旭生, 牛俊义, 高玉红, 等. 半干旱区马铃薯品种性状比较试验 [J]. 中国马铃薯, 2015, 29(3): 129-132.
- [9] 宋景荣, 李殿军, 姜波, 等. 呼伦贝尔市马铃薯产业发展优势及展望 [J]. 中国马铃薯, 2016, 30(5): 316-318.
- [10] 何庆学, 王季春, 唐道彬, 等. 营养液对雾化栽培不同品种马铃薯生长的影响 [J]. 西南农业大学学报, 2003, 25(3): 251-254.
- [11] 纪开燕, 郭成宝, 童晓利, 等. 设施草莓立体无土栽培的主要模式与发展对策 [J]. 江苏农业科学, 2013, 41(6): 136-138.