

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2018)04-0193-06

遗传育种

智能化环境监控系统在日光温室微型薯生产中的应用

罗有中, 石建业, 张 明, 陈 福, 袁安明, 权小兵, 王姣敏*

(定西市农业科学研究院, 甘肃 定西 743000)

摘要: 人工控制的日光温室, 其过高过低的温度、光照、水肥等亚适宜环境明显制约着微型薯的生长发育。为了提高普通日光温室微型薯脱毒苗成活率、脱毒薯产粒数以及合格率, 对装有环境智能监控系统生产微型薯的日光温室进行了监控, 并与人工控制温室比较。安装有环境智能化监控系统的日光温室, 可控制脱毒苗生长的适宜温度在10~30℃; 提前了微型薯采收期5~7 d; 提高了‘费乌瑞它’、‘大西洋’、‘荷兰15号’微型薯脱毒苗移栽成活率分别为8.30, 10.17和9.93个百分点, 提高这3个品种单株粒数分别为0.15, 0.25和0.25粒, 提高这3个品种微型薯合格率分别是9.61, 11.57和8.63个百分点。因此, 该系统在日光温室马铃薯微型薯生产中控制温室温度、增加微型薯产粒数、提高微型薯合格率等方面效果明显。

关键词: 微型薯; 日光温室; 环境监控系统; 温度; 品质

Use of Intelligent Environment Monitoring System in Solar Greenhouse for Minituber Production

LUO Youzhong, SHI Jianye, ZHANG Ming, CHEN Fu, YUAN Anming, QUAN Xiaobing, WANG Jiaomin*

(Dingxi Academy of Agricultural Sciences, Dingxi, Gansu 743000, China)

Abstract: Artificial control of solar greenhouse, which is not optimal in temperature, light, water and fertilizer, obviously restricts the growth and development of minitubers. In order to increase virus-free plantlet transplanting survival rate, minituber number per plant, and qualified minituber rate, the solar greenhouse was installed with environmental intelligent monitoring system, monitored, and compared with artificial controlled solar greenhouse. In intelligent controlled solar greenhouse, the temperature was controlled in a range of 10-30℃, and harvest time of minituber was advanced by 5-7 days. Compared with artificial controlled solar greenhouse, plantlet transplanting survival rate of 'Favorita', 'Atlantic' and 'Netherlands 15' was increased by 8.30, 10.17 and 9.93 percentage points, minituber number per plant by 0.15, 0.25 and 0.25 minitubers, and qualified minituber rate by 9.61, 11.57 and 8.63 percentage points, respectively, when minituber production was in intelligent controlled solar greenhouse. Therefore, this environmental intelligent monitoring system in solar greenhouse could control temperature, increase minituber number per plant, and improve qualified minituber rate.

Key Words: minituber; solar greenhouse; environment intelligent monitoring system; temperature; quality

收稿日期: 2017-02-16

基金项目: 国家星火计划项目(2016GA860004)。

作者简介: 罗有中(1969-), 男, 副研究员, 主要从事马铃薯栽培研究。

*通信作者(Corresponding author): 王姣敏, 助理研究员, 主要从事设施园艺工程研究, E-mail: wjm913222@163.com。

设施环境智能监控系统是指在一定空间内,用不同功能传感器探测头,准确采集设施内环境因子(水、热、气、光、肥)以及蔬菜作物生育状况等参数,并通过相关软件,对数据进行统计学分析和智能化处理后形成核心系统,根据作物生长需要最佳条件,由核心处理器智能系统发出指令,使其有关的系统、装置及设备有规律运作,将设施内温、光、水、肥、气等诸因素综合协调到最佳状态,确保一切生产活动科学、规范、有序、持续地进行^[1-3]。温室环境智能化控制主要是对温室环境因子进行综合的调节和控制,就是对温室中的温度、湿度、光照、CO₂浓度等环境因子调节控制,为不同作物的生长、繁育提供适宜的环境,使作物与环境得到较好的统一^[4,5]。

随着马铃薯的主粮化,马铃薯产业持续发展,种植面积不断增加。马铃薯微型薯生长的各个阶段对温湿度、光照以及水肥的要求比较严格,日光温室环境智能监控系统在马铃薯微型薯生产中的报道较少,人工控制的温室,其过高过低的温度、光照、水肥等亚适宜环境明显制约着马铃薯微型薯的生长发育,致使环境调控和栽培管理粗放,缺乏量化指标和标准化技术,导致马铃薯微型薯产粒数时高时低、合格率较低,难以发挥日光温室的节能和高产高效优势,温室环境的调控能力有待改善^[6]。本研究探索了环境智能化监控系统在日光温室马铃薯微型薯生产中的应用,与普通没有安装环境智能检化监控系统的温室进行对比,测定了对温室内温度、光照、以及马铃薯脱毒苗成活率、营养生长、微型薯产粒数、合格率等方面的影响,为日光温室马铃薯微型薯的科学化管理和标准化栽培技术提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

试验于2016年8~12月在甘肃省定西市金源农业发展有限责任公司日光温室进行,处理温室面积400 m²(80 m×5 m),参试品种为‘费乌瑞它’、‘大西洋’、‘荷兰15号’,均为脱毒种苗,各品种种植面积分别为130,130和140 m²。对照温室的面积、参试品种及各品种种植面积均与处理温室一致,

对照温室没有安装环境智能化监控设备。

1.2 试验方法

试验设1个处理,1个对照,不设重复。处理安装有环境智能监控系统的日光温室,该系统由温湿度传感器、光照传感器、温湿度控制系统、卷帘通风一体化运行系统、水肥一体化系统、土壤水分检测系统以及超限报警系统组成,可以根据作物在不同阶段的生长需要设定各个参数,当实测数值接近设定值时,系统通过信息反馈到用户,用户通过广域网利用手机监控环境信息和控制机械系统的运行,进而将各指标控制在预设范围内;对照(CK)没有安装环境智能化监控系统的日光温室,由人工进行相关温室作业,即人工管理。2个温室的其他管理水平一致。

试验于2016年8月23日移栽。移栽前一周精细整地,并结合整地撒施腐熟农家肥11 250 kg/hm²、马铃薯专用肥(N:P₂O₅:K₂O = 12:15:29)400 kg/hm²、10%辛硫磷颗粒剂7.5 kg/hm²毒土并翻入地块,耙磨整平。温室地面铺设40目防虫网纱,每隔2.5 m苗床铺设砖块走道,苗床内铺装蛭石,厚约5 cm,移栽前浇透清水,以基质湿润而不积水为度。移栽株距5 cm,行距10 cm,定植深1.5 cm,移栽后及时浇水,苗床搭建小拱棚,保持温度及空气湿度,利于缓苗,2周后取掉小拱棚。待植株长至10片叶左右时,种苗基部要覆一层蛭石,厚2~3 cm,进入马铃薯结薯期。

1.3 测定项目

1.3.1 成活率计算

脱毒苗移栽后15 d,去掉拱棚膜,每个处理选取植株长势均一、面积为2 m²的小区,3次重复,计算各品种的幼苗成活率。

1.3.2 脱毒苗植株形态指标的测定

选取面积为2 m²的小区,进行3次重复测定,各小区选取长势均一、无遮挡、无病虫害的10株植株。每隔10 d测定一次脱毒苗的株高、茎粗,9月13日进行第1次测定,以后每隔10 d进行测定,拉秧前30 d进行最后一次测定。

利用卷尺测定株高(茎基部到生长点的长度)。用游标卡尺测定茎粗(茎基部的粗度—第一片真叶下部的节间)。

1.3.3 测定温室室内温度

智能化监控系统的温度由本身系统自动记录, 人工控制温室内放入温度自动记录仪, 均不设重复。

1.3.4 测定小区产粒数并计算合格率

用微型薯直径和重量分级机进行分级。

对同一品种的不同处理进行方差分析, 试验数据采用Excel 2007和SPSS 16.0软件进行图表编辑和试验数据的统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对温室的温度影响

图1、图2是日光温室马铃薯微型薯生产中在10月15日和11月23日的温度记录值, 在智能控制温室中设定马铃薯微型薯生长温度范围在

10~30℃。从图1、图2可以看出, 智能系统可以控制温室温度在马铃薯微型薯生长阶段的设定值内, 从而满足马铃薯微型薯在不同阶段的生长适宜温度。图1中显示, 在10月15日9:00~16:00智能控制的温室温度为29.6℃, 在马铃薯微型薯适宜生长的温度范围内, 而人工控制的温度均值高达32.1℃, 超出了马铃薯微型薯生长的最适温度, 过高的温度可导致马铃薯微型薯生长停止, 也可诱导病虫害的发生。图2中显示, 智能控制的温室在11月23日0:00~9:00, 当温度低于下限值10℃时智能系统自动启动加温运行系统进行加温。因此, 智能控制温室温度为10.1℃, 人工控制的温度仅为6.8℃, 智能控制温室温度较人工控制的高3.3℃, 更有利于马铃薯微型薯的生长。

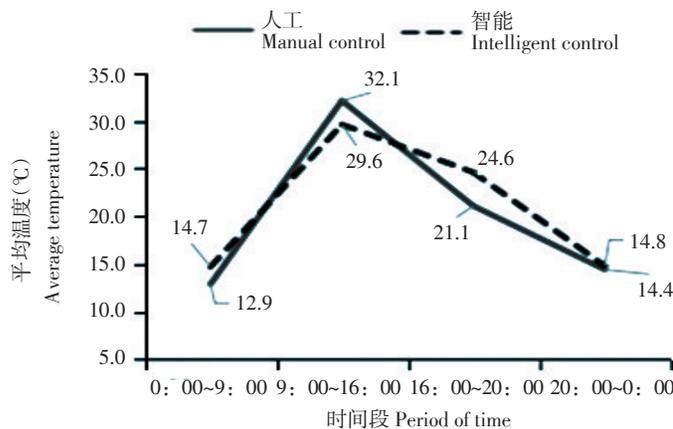


图1 2016年10月15日不同处理对温室温度的影响

Figure 1 Effects of different treatments on greenhouse temperature on October 15, 2016

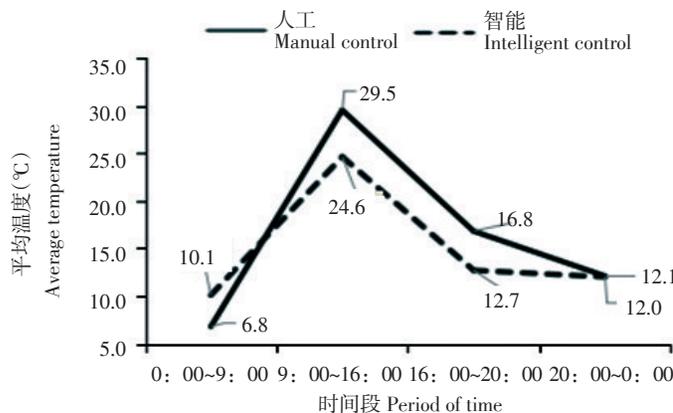


图2 2016年11月23日不同处理对温室温度的影响

Figure 2 Effects of different treatments on greenhouse temperature on November 23, 2016

2.2 不同处理对脱毒苗移栽成活率和微型薯物候期的影响

表1结果表明, 智能监控管理的各品种脱毒苗移栽成活率均高于对照, ‘费乌瑞它’脱毒苗成活率为99.51%, 较对照温室成活率提高8.30个百分点, ‘大西洋’脱毒苗成活率为99.48%, 较对照提高10.17个百分点, ‘荷兰15号’脱毒苗成活率为98.16%, 较对照提高9.93个百分点, 处理间差异均达显著水平。

从表1各品种的生育期可知, 三叶期, ‘费乌瑞它’脱毒薯较对照提前2 d, ‘大西洋’脱毒薯、‘荷兰15号’脱毒薯较对照均提前1 d; 五叶期, ‘费乌瑞它’脱毒薯较对照提前3 d, ‘大西洋’脱毒薯、‘荷兰15号’脱毒薯较对照均提前2 d; ‘费乌瑞它’脱毒薯的采收期较对照提前5 d, ‘大西洋’脱毒薯较对照提前7 d, ‘荷兰15号’脱毒薯较对照提前6 d。

表1 不同处理对脱毒苗移栽成活率和微型薯物候期的影响

Table 1 Effects of different treatments on virus-free plantlet transplanting survival rate and mintuber phenophase

项目 Item	品种 Variety	移栽期(D/M) Transplanting	成活率(%) Survival rate	三叶期(D/M) Three-leaf	五叶期(D/M) Five-leaf	采收期(D/M) Harvesting	生育期(d) Growth duration
处理 Treatment	费乌瑞它 Favorita	23/08	99.51 a	03/09	12/09	21/11	90
	大西洋 Atlantic	23/08	99.48 a	06/09	14/09	26/11	95
	荷兰15号 Netherlands 15	23/08	98.16 a	06/09	13/09	25/11	94
对照(CK) Control	费乌瑞它 Favorita	23/08	91.21 b	05/09	15/09	26/11	95
	大西洋 Atlantic	23/08	89.31 b	07/09	16/09	03/12	102
	荷兰15号 Netherlands 15	23/08	88.23 b	07/09	15/09	01/12	100

注: 不同小写字母表示同一品种处理间在0.05水平差异显著。下同。

Note: Different lowercase letters indicate significant difference between treatments in the same variety at 0.05 level. The same below.

试验结果表明, 智能监控管理温室不但提供了适宜的温度, 还可以及时反映作物土壤的湿度, 并及时对作物进行灌溉, 这有利于不同品种脱毒苗移栽成活, 也不同程度的提前了微型薯的生育期。

2.3 不同处理对脱毒苗植株株高、茎粗的影响

表2结果表明, 随着智能化水肥系统的启动, 各处理脱毒苗植株的株高逐渐增大、茎加粗。在刚开始移栽之后, 各处理的脱毒薯植株株高、茎粗并无明显差异, 随着植株生长发育进程, 不同处理间植株的株高、茎粗的生长速度不一, 植株株高、茎粗逐渐开始显现差异。

从表2各处理间各品种的植株株高可知, ‘费乌瑞它’、‘大西洋’、‘荷兰15号’在智能化水肥系统启动后, 每个不同时期的测定值, ‘费乌瑞它’、‘大西洋’、‘荷兰15号’均较对照温室中同品种间植株株高高, 其中10月23日, ‘大西洋’和‘荷兰

15号’脱毒苗的株高与对照差异显著。10月23日‘费乌瑞它’脱毒苗的株高为27.40 cm, 较对照温室中同品种植株高1.60 cm, 提高了6.2%, ‘大西洋’脱毒苗的株高为28.00 cm, 较对照温室中同品种植株高1.23 cm, 提高了4.6%, ‘荷兰15号’脱毒苗的株高为30.12 cm, 较对照温室中同品种植株高0.97 cm, 提高了3.3%。

从表2各处理间各品种的植株茎粗可知, 每个不同时期的测定值, 同品种处理的茎粗均较对照的高, 其中10月23日‘荷兰15号’脱毒苗的茎粗与对照差异显著。10月23日处理温室中‘费乌瑞它’脱毒苗的茎粗为4.79 mm, 较对照温室中同品种植株粗0.28 mm, 提高了6.2%, ‘大西洋’脱毒苗的茎粗为4.37 mm, 较对照温室中同品种植株粗0.22 mm, 提高了5.3%, ‘荷兰15号’脱毒苗的茎粗为4.98 mm, 较对照温室中同品种植株粗0.37 mm, 提高了8.0%。

试验结果表明, 智能管理的温室, 随着作物水肥的需求, 智能水肥系统启动, 当作物出现缺水缺肥时, 启动报警提示系统, 人工加入营养液, 进而进行自动灌溉, 当水肥达到上限值时, 自动关闭水肥灌溉系统, 这就满足了脱毒苗的需水肥要求, 进而有利于脱毒苗的生长。

2.4 不同处理对单位面积产粒数和合格率的影响

从表3方差分析可知, 不同品种间脱毒薯的单株粒数、总粒数、合格率均较对照提高。与对照相比, 智能控制处理后, 日光温室栽培的3个马铃薯微型薯品种单株粒数、总粒数和合格率得到明显提高, 处理间达显著水平。

从表3的单株粒数可知, 智能控制处理后‘费

乌瑞它’微型薯为1.92粒、‘大西洋’微型薯为1.79粒、‘荷兰15号’微型薯为1.43粒, 分别较对照高0.15, 0.25和0.25粒, 单株粒数分别提高了8.5%、16.2%和21.2%。

从表3的总粒数可知, 智能控制处理后‘费乌瑞它’微型薯为384.90万粒、‘大西洋’微型薯为358.65万粒、‘荷兰15号’微型薯为286.65万粒, 分别较对照高30.75万, 50.55万和51.00万粒。

从表3的合格率可知, 智能控制处理后‘费乌瑞它’微型薯为91.23%、‘大西洋’微型薯为79.10%、‘荷兰15号’微型薯为83.10%, 分别较对照高9.61, 11.57和8.63个百分点, 合格率分别提高了11.8%、17.1%和11.6%。

表2 不同处理对脱毒苗植株株高、茎粗的影响

Table 2 Effects of different treatments on virus-free plant height and stem diameter

项目 Item	品种 Variety	株高(cm) Plant height					茎粗(mm) Stem diameter				
		13/09	23/09	03/10	13/10	23/10	13/09	23/09	03/10	13/10	23/10
处理 Treatment	费乌瑞它 Favorita	3.73 a	7.91 a	16.19 a	25.20 a	27.40 a	1.51 a	2.34 a	3.88 a	4.35 a	4.79 a
	大西洋 Atlantic	3.75 a	7.38 a	16.88 a	24.60 a	28.00 a	1.33 a	2.06 a	3.02 a	4.16 a	4.37 a
	荷兰15号 Netherlands 15	3.99 a	9.56 a	19.25 a	27.60 a	30.12 a	1.52 a	2.66 a	3.98 a	4.67 a	4.98 a
对照(CK) Control	费乌瑞它 Favorita	3.71 a	7.85 a	16.03 a	24.10 a	25.80 a	1.50 a	2.33 a	3.71 a	4.20 a	4.51 a
	大西洋 Atlantic	3.75 a	7.32 a	16.51 a	23.89 a	26.77 b	1.31 a	2.01 a	2.89 a	3.91 a	4.15 a
	荷兰15号 Netherlands 15	3.97 a	9.51 a	18.91 a	26.99 a	29.15 b	1.49 a	2.49 a	3.78 a	4.41 a	4.61 b

表3 不同处理对马铃薯微型薯产量和合格率的影响

Table 3 Effects of different treatments on minituber yield and qualified rate

项目 Item	品种 Variety	单株粒数(粒) Number per plant (minituber)	总粒数(万粒/hm ²) Total number (10 000 minitubers/ha)	分级(万粒/hm ²) Classification (10 000 minitubers/ha)				合格粒数(≥2 g) Qualified number	合格率(%) Qualified rate
				< 0.8 g	0.8~2 g	2~5 g	> 5 g		
处理 Treatment	费乌瑞它 Favorita	1.92 a	384.90 a	4.05	29.70	93.00	258.15	351.15 a	91.23 a
	大西洋 Atlantic	1.79 a	358.65 a	29.85	45.15	72.00	211.65	283.65 a	79.10 a
	荷兰15号 Netherlands 15	1.43 a	286.65 a	18.90	29.55	58.50	179.70	238.20 a	83.10 a
对照(CK) Control	费乌瑞它 Favorita	1.77 b	354.15 b	25.20	39.90	63.00	226.05	289.05 b	81.62 b
	大西洋 Atlantic	1.54 b	308.10 b	2.86	3.81	35.85	172.20	208.05 b	67.53 b
	荷兰15号 Netherlands 15	1.18 b	235.65 b	1.86	2.15	42.90	132.60	175.50 b	74.47 b

试验结果表明, 智能管理的温室, 随着脱毒薯温度、湿度、水肥等的需求, 温室智能化通风口、智能化水肥系统启动, 当作物出现高温高湿、缺水缺肥、光照过强等情况时, 启动报警提示系统, 并进行自动通风、自动灌溉, 当指标值达到上限值时, 自动开启加热设备、自动关闭通风口以及水肥灌溉系统, 这就使温室的环境得到有效的调控, 进而有效促进植株的生长。

3 讨 论

智能化管理的温室, 随着作物温度、湿度、水肥等的需求, 温室自动启动通风口、水肥系统, 当作物出现高温高湿、缺水缺肥、光照过强等情况时, 启动报警提示系统, 并进行自动通风、自动灌溉, 当指标值达到上限值时, 自动开启加热设备、自动关闭通风口以及水肥灌溉系统, 因此, 智能化管理温室给作物提供了一个适宜的生长环境。该环境能有效促进植株的生长, 增加植株株高和茎粗, 进而提高脱毒苗移栽成活率; 该环境能及时提示作物土壤的湿度和营养状况, 并及时对作物进行浇水浇肥, 有利于制造并合成更多的有机物, 进而提高了单株粒数、产量以及合格率。这与日光温室封闭式栽培系统关键技术研究得出的结论相似, 袁洪波^[7]试验结果表明, 采用封闭式栽培方式在产量方面存在一定的优势。

日光温室环境监测与控制技术是现代农业的重要组成部分, 在农业生产过程中, 提高温室环境监测与控制技术水平, 有利于节约生产资源, 节省人力成本, 提高作物产量, 增加农民收入^[8,9]。日光温室智能化监控系统具有可控功能, 为不同作物的生长、繁育提供适宜的环境, 更能突出日光温室的节能和高产高效优势^[10]。智能化管理温室具有可设定温度功能, 可以控制温室温度在马铃薯微型薯不同生长阶段的设定值内, 从而可以满足马铃薯微型薯在不同生长阶段的适宜温度。大量的生产实践和科学研究证明, 温湿度、光照对农作物产品产量和品质都有影响^[11], 环境智能化监控系统在马铃薯微型薯生产中起到了有效的监测和控

制, 对微型薯的合格率及产量表现出对环境条件变化的积极响应, 以期在温室马铃薯微型薯生产中, 有利于马铃薯微型薯生长发育, 实现丰产、高效, 提高果实品质。

但温室环境是一个综合的、多参数、强耦合的复杂系统^[12], 单纯的研究智能化可监控温室温度对脱毒苗移栽成活率、生育期、产粒数以及合格率的影响是不够的, 还应该从光照、CO₂、土壤温湿度、水肥等因素对脱毒薯产粒数以及合格率的影响方面进一步深入研究; 其次, 单纯的在马铃薯脱毒薯生产中应用智能化可监控系统具有局限性, 还应该从温室栽培的其他作物着手进一步深入研究。

[参 考 文 献]

- [1] 李天来. 我国日光温室产业发展现状与前景 [J]. 沈阳农业大学学报, 2005, 36(2): 131-138.
- [2] 齐云鹤, 陈志武, 佐文品. 基于嵌入式思想的新型准集散式温室环境控制系统 [J]. 郑州轻工业学院学报, 2006, 21(2): 80-82.
- [3] 刘林. 日光温室设施调控系统的设计与实现 [D]. 泰安: 山东农业大学, 2013.
- [4] 宋钟炎. 基于物联网的设施果蔬智能化监控系统的研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2013.
- [5] 卢纪丽. 智能化温室自动控制系统的研制与开发 [D]. 泰安: 山东农业大学, 2005.
- [6] 任振辉, 张曙光, 谢景新, 等. 日光温室环境参数智能化监测管理系统的研制 [J]. 农业工程学报, 2001(2): 107-110.
- [7] 袁洪波. 日光温室封闭式栽培系统关键技术研究 [D]. 北京: 中国农业大学, 2016.
- [8] 陈晓. 温室智能控制及专家系统设计 [D]. 太原: 太原理工大学, 2016.
- [9] 雷海龙. 日光温室环境及作物生长监控系统的研究 [D]. 大庆: 黑龙江八一农垦大学, 2014.
- [10] 张艳丽. 温室温湿度及氮、钾施肥对厚皮甜瓜生长及品质的影响 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2010.
- [11] 吕长山, 王金玲, 于广建, 等. 不同光照强度对辣椒果实品质及产量的影响 [J]. 北方园艺, 2005(1): 47-48.
- [12] 刘志奇. 作物生长可控环境优化控制方法的研究 [D]. 天津: 天津职业技术师范大学, 2016.