

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2022)02-0129-07

DOI: 10.19918/j.cnki.1672-3635.2022.02.004

广东省低海拔马铃薯种薯本地化繁育

索海翠, 罗焕明, 王 丽, 刘计涛, 李成晨, 单建伟, 安 康, 李小波*

(广东省农业科学院作物研究所/广东省农作物遗传改良重点实验室, 广东 广州 510640)

摘 要: 冬种马铃薯是广东省特色典型的效益农业, 但由于缺乏种薯本地繁种体系, 限制了马铃薯产业的发展壮大。为探索广东省马铃薯原种繁育采用的原原种最适规格, 以不同单薯重的‘陇薯7号’和‘粤引85-38’原原种为材料, 以原种为对照, 进行小区试验。结果表明, 2个品种原原种生育期至少较原种长9 d, 随着原原种单薯重的增加, 2个品种出苗率呈现升高的趋势, 株高、主茎粗也呈现增加的趋势, 晚疫病、早疫病、病毒病等病害的发病率均为0, 在T5规格(重量为20~25 g)下2个品种产量最高, 其次为T4(重量为15~20 g)和T3(重量为10~15 g), 但与对照T6(马铃薯原种切块, 重量25~30 g)在产量上均无显著差异(‘粤引85-38’T5除外)。第2年, 将2个品种原原种繁育的种薯分别混合播种, 以甘肃省种薯基地调运原种为对照, 结果发现混合的‘陇薯7号’产量较甘肃省种薯基地调运原种增产2.51%, 混合‘粤引85-38’产量较甘肃省种薯基地调运原种增产0.87%, 且田间病毒病和晚疫病发生率在2批种薯间无差异。综合考虑生产投入成本、贮运等因素, 提出T3(重量为10~15 g)为繁种的理想重量。研究为广东省低纬度种薯本地化繁育体系建设提供理论依据和技术支撑。

关键词: 马铃薯; 原原种; 重量; 繁育

Localization Propagation of Seed Potato in Guangdong Low Altitude Region

SUO Haicui, LUO Huanming, WANG Li, LIU Jitao, LI Chengchen, SHAN Jianwei, AN Kang, LI Xiaobo*

(Crop Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences/Guangdong Provincial Key Laboratory of Crops

Genetics and Improvement, Guangzhou, Guangdong 510640, China)

Abstract: Winter planting potato is a typical benefit agriculture in Guangdong Province, but due to the lack of native propagation system of seed potatoes, the development of potato industry is limited. In order to find out the optimal specification of pre-elite potato seeds for propagation in Guangdong Province, a plot experiment was carried out with 'Longshu 7' and 'Yueyin 85-38' pre-elite of different weights as materials and their elite as controls. The growth duration of pre-elite of two varieties was longer than elite by at least nine days. With the increase of the potato pre-elite tuber weight, the two varieties showed a trend of increase in emergence percentage, plant height and main stem diameter. The incidences of late blight, early disease, and viral disease were zero in potato pre-elite of the two varieties. The yield of the two varieties of T5 specification (weight of 20-25 g) was the highest, followed by T4(weight of 15-20 g) and T3 (weight of 10-15 g), but there was no significant difference among T3, T5 and T6 (control, seed piece of elite, 25-30 g) (except 'Yueyin 85-38' T5). In the second year, the elites harvested from the pre-elite of the two varieties were sown in mixture, respectively, and the elite transported from the seed potato base of Gansu Province was used as a control. The

收稿日期: 2022-03-24

基金项目: 广东省重点领域研发计划项目(2020B020219002); 广东省甘薯马铃薯产业技术体系创新团队项目(2021KJ111); 江门市科技计划项目(江科[2021]183号)。

作者简介: 索海翠(1982-), 女, 博士, 助理研究员, 主要从事马铃薯遗传育种研究。

*通信作者(Corresponding author): 李小波, 博士, 研究员, 主要从事马铃薯遗传育种研究, E-mail: Lixiaobo1981@163.com。

elite yield of 'Longshu 7' and 'Yueyin 85-38' planted in mixture was 2.51% and 0.87% higher than that of the elite transported from the seed potato base of Gansu Province, respectively. There was no difference in the incidences of field viral disease and late blight between the two types of elite. Considering the cost of production, storage and transportation, T3 (weight of 10-15 g) is proposed as the ideal weight for propagation. This study could provide theoretical basis and technical support for the construction of native propagation system of seed potatoes in low latitude region of Guangdong Province.

Key Words: potato; pre-elite; weight; propagation

南方冬作区马铃薯种植总面积约为19.66万 hm^2 , 占全国马铃薯种植面积的4%左右(国家马铃薯产业技术体系2019年数据)。由于该区域马铃薯鲜薯上市时间最早, 种植效益较高, 对保障国家马铃薯鲜薯周年均衡供应发挥着重要作用。冬种马铃薯是广东省特色典型的效益农业^[1]。2020年广东省马铃薯收获面积4.14万 hm^2 , 全省脱毒种薯应用率达88%以上^[2]。但由于缺乏本地繁种体系, 需每年从北方地区调运大量种薯, 这种长距离调运损耗大、成本高。据估算, 广东省每年至少需从三北地区(东北、西北和华北)调运种薯近10万t, 运费按照600元/t计算, 共需要运费约6 000万元, 增加了农民的种植成本; 其次, 种薯休眠期长, 北方秋季收获的种薯在广东省初冬期播种, 没有足够时间完全打破休眠, 播种时经常造成烂种, 从而导致缺苗断垄现象发生, 严重影响产量, 增加了种植风险; 此外, 由于种植基地在北方, 缺乏监督, 质量标准和检疫制度不完善, 种薯质量不合格, 经常出现产量、效益低等现象, 农民收入受到影响^[3]。为了解决种薯问题, 南方冬作区包括广东^[4]、广西^[5-8]、福建^[9,10]、云南^[11,12]等省份都在积极行动, 进行种薯本地化研究, 并取得一定成效。但还有技术问题需要进行研究和改进, 尤其是原种繁育采用的原原种种薯规格有待明确。因此, 探讨在广东省低纬度隔离区域的不同重量原原种繁育效果, 明确种薯繁育最适原原种重量级别, 可为广东省种薯本地化繁育体系建设提供理论依据和技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验地位于广东省农业科学院白云区试验基

地, 平均海拔29 m, 土壤为砂壤土, 肥力中等, 地面平整, 前茬作物为水稻, 水肥一体化灌溉, 排灌方便。

参试马铃薯品种为‘陇薯7号’‘粤引85-38’(‘费乌瑞它’)原原种。种薯按照重量分为5个等级, 分别为T1: 5 g以下; T2: 5~10 g; T3: 10~15 g; T4: 15~20 g; T5: 20~25 g; T6(对照): 马铃薯原种的切块, 重量为25~30 g。所有种薯均由甘肃一航薯业科技发展有限责任公司提供。

1.2 试验方法

试验分别播种2个马铃薯品种不同规格的种薯, 每个试验采用随机区组排列, 3次重复。小区长5.55 m、宽1.2 m, 面积6.66 m^2 , 种薯单垄双行种植, 行距60 cm, 株距25 cm, 每个小区种植44株, 种植密度66 000株/ hm^2 , “品”字形种植。

2017年11月28日开始整地, 畦上开中沟施基肥, 覆土后再开种植沟播种, 播种后稻草覆盖, 追肥施于畦(大垄双行)中央。基肥: 施用鸡粪7 500 kg/hm^2 、41%复合肥($\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O} = 12:11:18$)600 kg/hm^2 , 氯化钾(K_2O 60%)20 kg/hm^2 和尿素(N 46%)8 kg/hm^2 。出苗后, 采用水肥一体化技术进行追肥和灌水, 其中追肥分为7次, 齐苗后(2017年12月10日)施第1次, 以后每7 d追施1次, 所有液体肥料购自东莞一翔液体肥料有限公司, 具体追肥情况见表1。第1次施肥时进行1次培土, 在膨大肥追施前进行1次大培土, 2018年3月19日收获。每周用吡虫啉(拜耳公司生产)进行蚜虫预防1次。

调查项目包括马铃薯物候期、植株形态特征、田间主要性状、块茎主要性状、收获产量和主要病害。室内考种调查块茎性状, 调查标准参考张

永成和田丰^[13]的方法。生育期指从出苗至成熟的天数。

将繁育的种薯 T1~T5 混合(T_B), 对照种为北

方调运的原种(T_{CK}), 于 2018 年 11 月 1 日播种, 2019 年 2 月 21 日收获。分别进行种薯质量表征试验, 调查田间病害发生率和产量。

表 1 马铃薯液体肥施用次数、类型和用量

Table 1 Number, type and rate of potato liquid fertilizer application

追肥次数(No.) Additional fertilization	肥料种类 Fertilizer	氮磷钾比例 Proportion of NPK	施肥量(kg/hm ²) Fertilization rate (kg/ha)
1	壮根肥	12-16-10	75
2	旺苗肥	15-10-13	120
3	旺苗肥	15-10-13	120
4	膨大肥	14-6-18	90
5	膨大肥	14-6-18	90
6	壮大肥	11-6-21	90
7	壮大肥	11-6-21	90

1.3 数据处理

试验数据采用 Microsoft Excel 2010 进行数据整理, 应用 IBM SPSS Statistics 19.0 统计软件进行方差分析, 采用 Duncan's 法进行处理间比较。

2 结果与分析

2.1 两个马铃薯品种不同重量级别原原种生育期

从出苗期看, 原原种较原种提前出苗, 其中, ‘陇薯 7 号’原原种提早出苗 12 d, ‘粤引 85-38’原

原种提早 6 d。从生育期看, 原原种的生育期普遍较原种长, 其中‘陇薯 7 号’的原原种生育期较原种长 12 d, ‘粤引 85-38’的原原种生育期较原种长 9 d。同时, ‘陇薯 7 号’生育期较‘粤引 85-38’长 8~11 d(表 2)。

2.2 两个马铃薯品种不同重量级别原原种农艺性状

‘陇薯 7 号’和‘粤引 85-38’原原种出苗率均高于原种, T3~T5 出苗率最高, 三者间差异不显著,

表 2 两个马铃薯品种不同重量级别原原种生育期

Table 2 Growth stage of different weight classes of pre-elite seeds in two varieties

品种 Variety	处理 Treatment	播种期(D/M/Y) Sowing	出苗期(D/M/Y) Emergence	成熟期(D/M/Y) Maturing	收获期(D/M/Y) Harvesting	生育期(d) Growth duration
陇薯 7 号 Longshu 7	T1	28/11/2017	05/12/2017	19/03/2018	19/03/2018	104
	T2	28/11/2017	05/12/2017	19/03/2018	19/03/2018	104
	T3	28/11/2017	05/12/2017	19/03/2018	19/03/2018	104
	T4	28/11/2017	05/12/2017	19/03/2018	19/03/2018	104
	T5	28/11/2017	05/12/2017	19/03/2018	19/03/2018	104
	T6	28/11/2017	17/12/2017	19/03/2018	19/03/2018	92
粤引 85-38 Yueyin 85-38	T1	28/11/2017	05/12/2017	19/03/2018	19/03/2018	93
	T2	28/11/2017	05/12/2017	08/03/2018	19/03/2018	93
	T3	28/11/2017	05/12/2017	08/03/2018	19/03/2018	93
	T4	28/11/2017	05/12/2017	08/03/2018	19/03/2018	93
	T5	28/11/2017	05/12/2017	08/03/2018	19/03/2018	93
	T6	28/11/2017	11/12/2017	05/03/2018	19/03/2018	84

但极显著高于T1和T6。两个品种的株高变化趋势较为一致, 均随种薯重量增加而增加, ‘陇薯7号’的T1、T2和T3株高显著低于T6, T1与T5之间株高差异不显著; ‘粤引85-38’所有级别种薯的株高无显著差异。‘陇薯7号’的主茎数T6最少, ‘陇薯7号’T6极显著低于T1~T5; ‘粤引85-38’主茎数T6极显著低于T4, 但与T1、T2、T3和T5差异不显著。两个品种的主茎粗均随种薯重量增

加而增大, T6最大, ‘陇薯7号’T6显著高于其他处理; ‘粤引85-38’主茎粗T5和T6差异不显著, 但显著高于其他处理(表3)。

2.3 两个马铃薯品种不同重量级别原原种病害发生率

两个品种T1~T5处理, 晚疫病、早疫病、病毒病、环腐病和疮痂病的发病率均为0。‘陇薯7号’T6处理的早疫病发病率为2.30%, 病毒病发病

表3 两个马铃薯品种不同重量级别原原种农艺性状

Table 3 Agronomic characters of different weight classes of pre-elite seeds in two varieties

品种 Variety	处理 Treatment	出苗率(%) Emergence percentage	株高(cm) Plant height	主茎数(No.) Main stem number	主茎粗(cm) Main stem diameter
陇薯7号 Longshu 7	T1	97.7 bB	57.20 bA	3.33 bA	0.62 eE
	T2	100 aA	57.17 bA	3.33 bA	0.76 dD
	T3	100 aA	57.43 bA	4.00 abA	0.76 dD
	T4	100 aA	59.47 abA	4.67 aA	0.90 cC
	T5	100 aA	61.50 abA	4.67 aA	1.02 bB
	T6	95.5 cC	62.90 aA	1.27 cB	1.21 aA
粤引85-38 Yueyin 85-38	T1	95.4 cC	35.20 aA	1.00 cB	0.56 dE
	T2	97.5 bB	35.63 aA	1.00 cB	0.68 cDE
	T3	99.6 aA	36.53 aA	1.67 abAB	0.73 cCD
	T4	100 aA	36.17 aA	2.00 aA	0.86 bBC
	T5	100 aA	36.67 aA	1.67 abAB	0.97 aAB
	T6	92.1 dD	35.77 aA	1.13 bcB	1.07 aA

注: 小写字母表示0.05显著水平, 大写字母表示0.01显著水平。采用Duncan's法。下同。

Note: Lower case letters represent 0.05 significance level, upper case letters represent 0.01 significance level using Duncan's method. The same below.

率为0.67%; ‘粤引85-38’T6处理的晚疫病发病率为3.50%, 早疫病发病率为2.60%, 病毒病发病率为1.25%(表4)。

2.4 两个马铃薯品种不同重量级别原原种产量和商品薯率

两个品种产量随着种薯重量增加而增加。其中, ‘陇薯7号’T5处理产量最高为2 861 kg/667m², 但与T3、T4和T6处理相比差异不显著; ‘粤引85-38’T5处理产量也最高, 为2 554 kg/667m², 显著高于T1~T3和T6处理, 但与T4处理相比差异不显著。‘陇薯7号’T1处理的商品薯率最高为89.40%, 显著高于T5处理, 但与其他处理差异不显著; ‘粤引

85-38’的T6处理商品薯率最高为92.76%, 与T3~T5差异不显著, T2处理的商品薯率最低为86.04%, 极显著低于T5和T6处理, 但与T1、T3和T4处理差异不显著(表5)。

2.5 两个马铃薯原原种繁育的原种产量和发病率

由广东省本地原原种繁育的‘陇薯7号’原种产量较北方调运的原种增产2.51%, 但差异不显著; ‘粤引85-38’原种产量较北方调运的原种增产0.87%, 差异亦不显著。另外, 根据田间调查结果显示, ‘陇薯7号’的田间病毒病和晚疫病发生率2批种薯无显著差异; ‘粤引85-38’病毒病和晚疫病的发生率也无显著差异(表6)。

表4 两个马铃薯品种不同重量级别原原种田间病害发生率

Table 4 Field disease incidence of different weight classes of pre-elite seeds in two potato varieties

品种 Variety	处理 Treatment	晚疫病(%) Late blight	早疫病(%) Early blight	病毒病(%) Viral disease	环腐病(%) Ring rot	疮痂病(%) Common scab
陇薯7号 Longshu 7	T1	0	0	0	0	0
	T2	0	0	0	0	0
	T3	0	0	0	0	0
	T4	0	0	0	0	0
	T5	0	0	0	0	0
	T6	0	2.30	0.67	0	0
粤引 85-38 Yueyin 85-38	T1	0	0	0	0	0
	T2	0	0	0	0	0
	T3	0	0	0	0	0
	T4	0	0	0	0	0
	T5	0	0	0	0	0
	T6	3.50	2.60	1.25	0	0

表5 两个马铃薯品种不同重量级别原原种田间产量和商品薯率

Table 5 Field yield and marketable tuber percentage of different weight classes of pre-elite seeds in two potato varieties

品种 Variety	处理 Treatment	产量(kg/667m ²) Yield	商品薯率(%) Marketable tuber percentage
陇薯7号 Longshu 7	T1	2 402 cB	89.40 aA
	T2	2 486 bcAB	88.33 abA
	T3	2 762 abAB	86.77 abA
	T4	2 851 aA	87.72 abA
	T5	2 861 aA	84.84 bA
	T6	2 819 aAB	88.11 abA
粤引 85-38 Yueyin 85-38	T1	1 368 dC	87.55 bAB
	T2	1 824 cB	86.04 bB
	T3	2 167 bAB	89.53 abAB
	T4	2 269 abAB	89.81 abAB
	T5	2 554 aA	91.62 aA
	T6	2 145 bAB	92.76 aA

表6 两个马铃薯品种繁育的原原种田间产量和发病率

Table 6 Field yield and disease incidence of elite seeds produced from pre-elite seeds of two potato varieties

品种 Variety	处理 Treatment	产量(kg/667m ²) Yield	较对照增产(%) Compared with control	病毒病发病率(%) Viral disease	晚疫病发病率(%) Late blight
陇薯7号 Longshu 7	T _B	3 845 aA	2.51	1.7 aA	0
粤引 85-38 Yueyin 85-38	T _{CK}	3 750 aA	—	1.8 aA	0
陇薯7号 Longshu 7	T _B	2 621 aA	0.87	2.1 aA	5.9 aA
粤引 85-38 Yueyin 85-38	T _{CK}	2 598 aA	—	2.2 aA	6.0 aA

3 讨 论

由于南方冬作区播种时间与北方一季作区收获时间太近, 需要打破休眠才能播种, 加上运费较高、种薯质量参差不齐等原因, 近年来, 利用当地高山条件, 进行就地留种的体系备受重视^[5]。云南省有研究人员开展了低纬度高原地区马铃薯脱毒种薯标准化生产技术研究, 并证明其可行性^[12]。在广西壮族自治区境内的高山地区(海拔800 m以上), 也尝试进行了当地留种体系的建设^[6-8]。利用原原种于2月中下旬播种, 6月上中旬收获, 所收获的块茎正好用于广西冬季10~12月份冬作播种^[5]。广东省在马铃薯种薯本地化繁育方面也开展了相关研究, 现已证明在粤北高海拔地区夏季繁殖马铃薯脱毒种薯是可行的^[4]。

原原种的大小是影响其田间表现的重要因素, 既影响产量, 又影响植株性状^[14,15]。大于5 g的‘威芋3号’原原种的产量可达2 045 kg/667m²^[16]; 扎西普尺等^[17]研究表明, 规格处于5~10 g单株结薯数和单株薯重最大, 单位面积产量最高; 周建忠^[18]研究表明, 用‘津引薯1号’脱毒微型种薯生产原种, 以单薯重1~9 g为佳, 出苗期短, 出苗率高, 主要经济性状表现良好, 产量较高, 且投入成本较低, 生产净效益较为理想。本研究表明, ‘陇薯7号’和‘粤引85-38’原原种重量为T5(20~25 g)时产量最高, 其次为T4(重量为15~20 g)和T3(10~15 g), 2种规格下的产量与原种(T6)产量均无显著差异(‘粤引85-38’T5除外)。综合考虑生产投入成本、贮运等因素, 提出T3(10~15 g)为繁种的理想重量。在低纬度隔离较好的地区, 通过农业措施控制好病虫害, 采用原原种进行种薯繁育是可行的, 与前人报道较为一致, 这为广东省马铃薯本地繁育提供了理论依据和技术指导, 也是广东省开展杂交育种、后代选育留种的基础。

控制马铃薯病毒病是保障种薯质量最有效的手段^[19,20]。董代幸等^[21]、罗文彬等^[22]、路秉翰等^[23]相继建立了不同马铃薯病毒的RT-PCR检测技术体系, 实现了多种病毒同时检测。目前广东省省级检测机构较少, 而马铃薯质量检测任务重,

建立省级质量监管机构, 实现基础苗统一供给势在必行, 从源头上提高种薯质量^[24]。本研究通过对繁育的种薯进行田间调查和产量测定, 从病害控制角度看, 繁育种薯的质量符合国家规定标准GB 18133—2012^[25]。从产量看, ‘陇薯7号’和‘粤引85-38’2个品种10 g以上原原种(T3)大田产量与北方调运原种切块(T6)产量差异不显著; 同时, 繁育的原种(T_b)较北方调运的原种(T_{ck})产量略高, 且病害发生率较低。结合“雾培法”生产原原种的方法, 生产效率可提高10倍以上。同时, 原原种可以分批采收, 大小可控, 使种薯的合格率达100%^[26,27]。为此, 提出广东省可以建设二级或三级种薯繁育体系。但广东省马铃薯种薯体系建设还需要进行很多工作, 如马铃薯脱毒种快繁中心、基地、质量检测体系、种薯贮藏设施^[28]和种薯品牌形象^[29]、配套信息网站建设^[30]等。可喜的是, 2022年1月广东省农业科学院作物研究所与韶关市农业农村局、北大荒薯业集团有限公司、乳源瑶族自治县人民政府和中国农业科学院深圳农业基因组研究所在韶关市签订了冬种马铃薯育繁推一体化建设项目框架协议, 旨在解决广东省马铃薯品种单一和种薯繁育问题。

通过在广东省低纬度低海拔地区开展不同重量级别原原种繁育原种, 并对繁育的原种在田间进行鉴定等研究, 表明‘陇薯7号’和‘粤引85-38’原原种重量10~15 g(T3)产量与原种(T6)产量无显著差异, 为繁种的理想重量。同时, 繁育的原种(T_b)较北方调运的原种(T_{ck})生产的商品薯产量略高, 且病害发生率较低。本研究表明, 在广东省低纬度隔离较好的地区, 通过农业措施控制好病虫害, 采用原原种进行种薯繁育是可行的, 能够解决目前马铃薯种薯全部依靠省外调运的“卡脖子”问题, 为打好广东省马铃薯种业翻身仗提供参考和借鉴。

[参 考 文 献]

- [1] 广东省农业厅. 广东省马铃薯产业现状与发展对策 [C]//陈伊里, 屈冬玉. 马铃薯产业与现代农业. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2007.
- [2] 曹先维, 徐鹏举, 陈洪, 等. 2020年广东省马铃薯产业现状、存在

- 问题及发展建议 [C]//金黎平, 吕文河. 马铃薯产业与绿色发展. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 2021.
- [3] 郑钊光, 罗其友. 广东省冬作马铃薯产业发展现状、问题及建议 [J]. 湖南农业科学, 2016(7): 117-119, 123.
- [4] 方志伟, 梁权, 曹先维, 等. 粤北高海拔地区夏季马铃薯脱毒种薯繁殖可行性研究 [J]. 广东农业科学, 2011(s1): 124-125.
- [5] 谢开云, 李文娟, 秦军红, 等. 中国马铃薯种薯生产体系和种薯技术的演变 [C]//屈冬玉, 陈伊里. 马铃薯产业与现代可持续农业. 哈尔滨: 哈尔滨地图出版社, 2015.
- [6] 韦威泰, 韦本辉, 唐荣华, 等. 广西高海拔地区春夏繁育马铃薯脱毒种薯试验研究 [J]. 中国农学通报, 2004, 20(5): 196-198.
- [7] 陆春霞, 梁贵秋, 唐燕梅, 等. 关于建立广西马铃薯脱毒种薯繁育体系的探讨 [J]. 广西园艺, 2008, 19(6): 26-28.
- [8] 郑虚, 时成俏, 蒙炎成, 等. 马铃薯试管原种在广西岩溶大石山区的发展潜力研究 [J]. 广西农业科学, 2009, 40(10): 1305-1308.
- [9] 苏和海. 马铃薯北脱南繁创新模式 [J]. 福建农业科技, 2009(1): 28-29.
- [10] 丁玲. 不同种植密度对马铃薯福克212秋季繁育产量的影响 [J]. 现代农业科技, 2018(24): 66.
- [11] 敖毅, 黄吉美, 王朝武, 等. 低纬度高海拔地区马铃薯脱毒种薯标准化生产技术 [J]. 中国马铃薯, 2009, 23(4): 240-242.
- [12] 钱彩霞, 余丽燕, 齐红霞, 等. 低纬度高原地区脱毒马铃薯种薯标准化生产技术 [J]. 特种经济动植物, 2021, 24(7): 41-42.
- [13] 张永成, 田丰. 马铃薯试验研究方法 [M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2007.
- [14] 郭华春. 微型种薯大小对马铃薯生长及产量的影响 [J]. 种子, 2004, 23(7): 69-70.
- [15] 高航, 张雁, 高玉亮, 等. 马铃薯母薯等级对植株生长势和结薯大小分布的影响 [J]. 安徽农业科学, 2015(35): 16-17, 38.
- [16] 陈晨, 金辉, 李学武, 等. 脱毒微型马铃薯粒重及密度对原种产量的影响 [J]. 贵州农业科学, 2008, 36(4): 41-42.
- [17] 扎西普尺, 穷吉, 赵江涛, 等. 脱毒马铃薯原种大小与原种产量及结薯性状的影响 [J]. 西藏农业科技, 2020, 42(1): 48-50.
- [18] 周建忠. 马铃薯脱毒原种大小对产量的影响 [J]. 园艺与种苗, 2019, 39(8): 47-48.
- [19] 张琼, 孙永平, 夏明霞, 等. 江苏丘陵地区马铃薯脱毒种薯栽培试验研究 [J]. 天津农业科学, 2012, 18(6): 129-130.
- [20] 董文琦, 戴素英. 高产低耗规模化生产脱毒马铃薯原种研究 [J]. 华北农学报, 2002(s1): 206-208.
- [21] 董代幸, 张祥林, 罗明, 等. 马铃薯病毒一步法多重 RT-PCR 检测技术的构建 [J]. 微生物学通报, 2011(1): 131-137.
- [22] 罗文彬, 李华伟, 汤浩, 等. 马铃薯 5 种病毒多重 PCR 检测技术的建立及应用 [J]. 园艺学报, 2015, 42(2): 280-288.
- [23] 路秉翰, 汤亚飞, 于琳, 等. 基于小 RNA 深度测序和 RT-PCR 检测侵染广东省冬种马铃薯的病毒 [J]. 植物保护学报, 2019, 46(3): 604-610.
- [24] 刘彦和. 云南省马铃薯种薯繁育体系与主产省区的差距分析及发展对策 [J]. 种子科技, 2015, 33(3): 23-25, 28.
- [25] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB 18133—2012 马铃薯种薯 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.
- [26] 古瑜, 李成彤, 罗智敏, 等. 马铃薯脱毒微型种薯雾化栽培技术研究 [J]. 天津农业科学, 2003, 9(3): 21-24.
- [27] 刘悦善. 浅析原种“雾培法”生产对甘肃省马铃薯种薯产业发展的影响 [J]. 种子科学, 2019, 37(16): 121-122.
- [28] 吴晓琼. 马铃薯脱毒种薯体系建设发展成效及对策 [J]. 农业与技术, 2018, 38(8): 153-154.
- [29] 仲乃琴, 蔡冬清, 赵盼. 我国高原马铃薯种薯产业发展与精准扶贫 [J]. 中国科学院院刊, 2020, 35(10): 1308-1313.
- [30] 赵海红, 刘自勇, 王士强, 等. 黑龙江省东部地区马铃薯种薯产业发展限制因素及解决对策 [J]. 中国种业, 2019(4): 49-50.