

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2024)03-0219-07

DOI: 10.19918/j.cnki.1672-3635.2024.03.005

不同促芽剂对加工型马铃薯种薯发芽和产量的影响

杨 轶, 李 勇*, 杨焕春, 汪凤溶, 杨 冬

(安顺学院农学院, 贵州 安顺 561000)

摘要: 试验采用二因素随机设计, 品种因素设置3类加工型品种‘麦肯1号’‘大西洋’‘青薯9号’, 促芽剂因素设置赤霉素(50 mg/L)、6-苄基腺嘌呤(3 mg/L)、生长素(2 mg/L)、油菜素内酯(0.2 mg/L)、硫脲(2 g/L)和清水(对照)共6个处理, 分别测定各促芽剂处理种薯的发芽时间、发芽数、芽长、芽粗和单株产量指标, 研究不同促芽剂对加工型马铃薯种薯的发芽以及单株产量的影响。5种促芽剂均能使马铃薯种薯发芽期提前, 其中赤霉素(50 mg/L)处理的马铃薯种薯发芽最快且发芽数最多, 为1.76个/芽眼。赤霉素(50 mg/L)处理的马铃薯种薯芽长最长, 为27.0 mm。6-苄基腺嘌呤(3 mg/L)和赤霉素(50 mg/L)处理的‘青薯9号’种薯芽最粗, 生长素(2 mg/L)处理的‘麦肯1号’种薯芽最粗, 硫脲(2 g/L)处理的‘大西洋’种薯芽最粗。生长素(2 mg/L)、赤霉素(50 mg/L)、油菜素内酯(0.2 mg/L)和6-苄基腺嘌呤(3 mg/L)处理的单株产量均显著高于对照。综上, 采用赤霉素(50 mg/L)对加工型马铃薯种薯进行催芽, 发芽最快, 发芽数较多、芽较长、芽较粗壮, 单株产量较好。

关键词: 马铃薯; 促芽剂; 发芽时间; 发芽性状; 产量

Effects of Sprouting Agents on Sprouting and Yield of Seed Tubers of Processing Potato Varieties

YANG Yi, LI Yong*, YANG Huanchun, WANG Fengrong, YANG Dong

(College of Agriculture, Anshun University, Anshun, Guizhou 561000, China)

Abstract: Three processing potato varieties, 'Innovator', 'Atlantic' and 'Qingshu 9', and five sprouting agents, gibberellin (50 mg/L), 6-benzyladenine (3 mg/L), auxin (2 mg/L), brassinolide (0.2 mg/L) and thiourea (2 g/L), plus a control, water, were tested in a two factor completely randomized design for sprouting time, sprout number, sprout length, sprout diameter and yield per plant of seed tubers, in order to understand the effects of various sprouting agents on sprouting and yield of seed tubers of processing potato varieties. All the five sprouting agents tested advanced sprouting time, among which potato seed tubers treated with gibberellin (50 mg/L) sprouted the fastest and had the highest number of sprouts, at 1.76 per eye. The seed tubers treated with gibberellin (50 mg/L) had the longest sprout

收稿日期: 2024-04-11

基金项目: 国家自然科学基金项目(32260527); 贵州省普通高等学校青年科技人才成长项目(黔教合KY字[2019]146); 安顺学院博士基金项目(ASXYBSJJ201901); 贵州省高等学校大学生创新创业训练项目(202210667012)。

作者简介: 杨轶(1999-), 男, 学士, 主要从事马铃薯栽培生理研究, E-mail: 2773990498@qq.com。

*通信作者(Corresponding author): 李勇, 博士, 副教授, 主要从事马铃薯遗传育种和栽培生理研究, E-mail: liyong5306449@163.com。

length, reaching 27.0 mm. The seed tubers of 'Qingshu 9' treated with 6-benzyladenine (3 mg/L) and gibberellin (50 mg/L) had the largest sprout diameter, while the seed tubers of 'Innovator' treated with auxin (2 mg/L) had the largest sprout diameter and the seed tubers of 'Atlantic' treated with thiourea (2 g/L) had the largest sprout diameter. The yield per plant of seed tubers treated with auxin (2 mg/L), gibberellin (50 mg/L), brassinolide (0.2 mg/L) and 6-benzyladenine (3 mg/L) was significantly higher than that of control. In conclusion, using gibberellin (50 mg/L) to promote sprouting of seed tubers of processing varieties could result in the fastest sprouting, with more sprouts, longer and stronger sprouts, and better yield per plant.

Key Words: potato; sprouting agent; sprouting time; sprouting character; yield

马铃薯(*Solanum tuberosum* L.)是继小麦、水稻和玉米之后的世界第四大粮食作物^[1]。目前,中国生产的马铃薯大部分用于鲜食^[2]。随着中国马铃薯主粮化战略的提出,对加工型马铃薯的需求量迅速增加,马铃薯加工产品逐渐丰富,马铃薯产业链不断延伸和完善,马铃薯加工业向规模化发展^[3]。因马铃薯加工型原料薯缺乏,目前中国马铃薯加工能力不足,加工量占比仅10%左右,与美国及欧盟的加工比例相比差距巨大^[4]。中国二季作区一年可以种植两季马铃薯。由于加工型马铃薯休眠期较长,导致第二季加工型马铃薯出苗不整齐,严重影响其产量。为了提高中国二季作区加工型马铃薯生产水平,研究不同促芽剂对加工型马铃薯种薯发芽及产量的影响尤为必要。

打破马铃薯种薯休眠方法较多,如采用化学药剂、植物激素以及提高贮藏温度等进行促芽处理。鄢铮和郭德章^[5]研究认为,打破休眠所使用的化学药剂有赤霉素(Gibberellin A₃, GA₃)、2-氯乙醇、2,4-D、四氯化碳、硫脲、溴乙烷、二硫化碳等。李超等^[6]比较了不同休眠类型的马铃薯品种在常温贮藏、药剂促芽以及低温贮藏3种处理下的出苗期差异,结果表明,51个马铃薯品种促芽后休眠期平均缩短28.3 d,在3种处理下总出苗时间趋势为低温贮藏>常温贮藏>药剂促芽(用20 mg/L GA₃+10%硫脲浸泡30 min)。汪翠存等^[7]研究不同温度下赤霉素与硫脲对马铃薯原种休眠的影响,结果表明,马铃薯块茎的休眠期和休眠幅度受赤霉素、硫脲和贮藏温度影响较大。对于‘费乌瑞它’,10.0 mg/L GA₃破除休眠的效果较

好,对于‘川芋117’,1.0%硫脲破除休眠的效果最好。因此实际应用中,使用赤霉素、硫脲和温度打破块茎休眠时,应针对品种特性进行特定的温度或化学处理。赵悦^[8]研究认为,外源脱落酸(Abscisic acid, ABA)处理可提高马铃薯产量。黄涛^[9]研究表明,赤霉素和油菜素内酯对紫马铃薯种薯的发芽数和单株主茎数影响显著。

前人围绕赤霉素、油菜素内酯、硫脲等促芽剂对马铃薯种薯的催芽效果研究较多,而促芽剂对加工型马铃薯种薯催芽效果和产量影响的研究较少。本研究通过开展不同促芽剂对加工型马铃薯种薯发芽和单株产量的影响研究,以期筛选出适宜加工型马铃薯种薯催芽的促芽剂,旨在为中国南方加工型马铃薯一年春秋双季栽培提供技术指导。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

选取薯条加工型马铃薯品种‘麦肯1号’,薯片加工型马铃薯品种‘大西洋’,全粉加工型马铃薯品种‘青薯9号’的脱毒原种为试验材料。

1.2 试验设计

采用二因素随机设计,品种因素设置‘麦肯1号’‘大西洋’‘青薯9号’3个品种;促芽剂因素设置赤霉素(50 mg/L)、6-苄基腺嘌呤(3 mg/L)、生长素(2 mg/L)、油菜素内酯(0.2 mg/L)、硫脲(2 g/L)和清水(CK)共6个处理。每个处理3次重复。

1.3 试验方法

选取‘麦肯1号’‘大西洋’‘青薯9号’3个品种收获30 d的块茎,以单个块茎重量100 g为标准。

每个品种选取 180 个健康无病的块茎, 每份 30 个块茎为一组, 每组中 10 个块茎作一个处理, 即每个处理 3 次重复。

2022 年 12 月 9 日, 按照各促芽剂处理浓度, 每个处理配制 10 L 促芽药液, 将块茎放入促芽药液中浸泡 15 min, 取出放入透气带孔的塑料框中, 置于生化培养箱中进行催芽处理, 温度保持在 20 ℃。每隔 10 d 记录各处理马铃薯的发芽时间(芽长 ≥ 2 mm 时), 发芽数(个/芽眼), 每隔 10 d 用游标卡尺测量各处理的芽长(mm)和芽粗(mm)。

2023 年 1 月 12 日, 将促芽剂处理的马铃薯块茎单粒播种于装有草炭土的营养钵(直径 28 cm, 高度 25 cm)中, 营养钵放置在安顺学院农学院盆栽场中。每个处理种植 7 株。

2023 年 5 月 19 日, 待马铃薯植株正常成熟后, 按处理进行单株收获, 测定每个处理的单株产量。

1.4 数据分析方法

采用 DPS 18.10 软件对所得数据进行方差分析, 采用 Duncan's 新复极差法对各处理的平均数进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同促芽剂对加工型马铃薯种薯发芽时间的影响

马铃薯种薯发芽时间方差分析表明(表 1), 对于马铃薯种薯的发芽时间, 品种间和促芽剂间的差异达极显著水平, 而品种 \times 促芽剂间的交互效应未达显著水平。

表 1 马铃薯种薯发芽时间的方差分析

Table 1 Analysis of variance for sprouting time of seed tubers of potatoes

变异来源 Source of variation	平方和 SS	自由度 DF	均方 MS	F 值 F value
品种间 Variety	1 944.444 4	2	972.222 2	29.17**
促芽剂间 Sprouting agent	5 638.888 9	5	1 127.777 8	33.83**
品种 \times 促芽剂 Variety \times Sprouting agent	500.000 0	10	50.000 0	1.50
误差 Error	1 200.000 0	36	33.333 3	
总变异 Total variation	9 283.333 3	53		

注: *和**分别表示 0.05 和 0.01 水平差异显著。下同。

Note: * and ** indicate significant differences at 0.05 and 0.01 levels of probability, respectively. The same below.

不同加工型马铃薯品种相比(表 2), ‘麦肯 1 号’种薯的发芽时间最晚, 显著晚于‘大西洋’和‘青薯 9 号’, 而‘大西洋’和‘青薯 9 号’品种间种薯的发芽时间无显著差异。

表 2 不同加工型马铃薯种薯发芽时间的差异比较

Table 2 Comparison of sprouting time for seed tubers of different processing potato varieties

品种 Variety	发芽时间(d) Sprouting time
麦肯 1 号 Innovator	56 \pm 10.8a
大西洋 Atlantic	45 \pm 12.2b
青薯 9 号 Qingshu 9	42 \pm 13.0b

注: 不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。

Note: Treatment means with different lowercase letters indicate significant differences at 0.05 level. The same below.

与对照(清水)相比(表 3), 5 种促芽剂均能使马铃薯种薯发芽时间提前。其中赤霉素(50 mg/L)处理催芽时间最短, 催芽 30 d 马铃薯种薯开始发芽, 其次是 6-苄基腺嘌呤(3 mg/L)处理, 催芽 41 d 马铃薯种薯开始发芽; 生长素(2 mg/L)、硫脲(2 g/L)和油菜素内酯(0.2 mg/L)处理也能使马铃薯种薯发芽时间提前, 但这 3 个处理间的种薯发芽时间无显著差异。

2.2 不同促芽剂对加工型马铃薯种薯发芽数的影响

马铃薯种薯发芽数方差分析表明(表 4), 对于马铃薯种薯的发芽数, 品种间和促芽剂间的差异达极显著水平, 而品种 \times 促芽剂间的交互效应未达显著水平。

不同品种相比(表 5), ‘青薯 9 号’种薯发芽数

显著多于‘麦肯1号’和‘大西洋’, 而‘麦肯1号’和‘大西洋’品种之间种薯发芽数无显著差异。

表3 不同促芽剂对加工型马铃薯种薯发芽时间的影响

Table 3 Effects of different sprouting agents on sprouting time of seed tubers of processing potato varieties

处理 Treatment	发芽时间(d) Sprouting time
清水(CK) Water	64±5.0a
油菜素内酯(0.2 mg/L) Brassinolide	53±13.3b
硫脲(2 g/L) Thiourea	50±8.7b
生长素(2 mg/L) Auxin	47±8.7b
6-苄基腺嘌呤(3 mg/L) 6-Benzyladenine	41±8.8c
赤霉素(50 mg/L) Gibberellin	30±5.0d

表4 马铃薯种薯发芽数的方差分析

Table 4 Analysis of variance for number of sprout per eye on seed tuber of potatoes

变异来源 Source of variation	平方和 SS	自由度 DF	均方 MS	F值 F value
品种间 Variety	2.347 8	2	1.173 9	30.04**
促芽剂间 Sprouting agent	3.135 0	5	0.627 0	16.05**
品种×促芽剂 Variety× Sprouting agent	0.438 9	10	0.043 9	1.12
误差 Error	1.406 7	36	0.039 1	
总变异 Total variation	7.328 3	53		

与对照(清水)相比(表6), 赤霉素(50 mg/L)处理种薯发芽数最多, 为1.76个/芽眼; 其次为6-苄基腺嘌呤(3 mg/L)处理, 为1.26个/芽眼, 6-苄

基腺嘌呤(3 mg/L)、生长素(2 mg/L)、硫脲(2 g/L)和油菜素内酯(0.2 mg/L)处理种薯发芽数, 与对照处理相比无显著差异。

表5 不同加工型马铃薯种薯发芽数的差异比较

Table 5 Comparison of number of sprout per eye for seed tubers of different processing potato varieties

品种 Variety	发芽数(个/芽眼) Number of sprout (number/eye)
青薯9号 Qingshu 9	1.53±0.43a
麦肯1号 Innovator	1.11±0.25b
大西洋 Atlantic	1.08±0.21b

表6 不同促芽剂对加工型马铃薯种薯发芽数的影响

Table 6 Effects of different sprouting agents on number of sprout per eye on seed tubers of processing potato varieties

处理 Treatment	发芽数(个/芽眼) Number of sprout (number/eye)
赤霉素(50 mg/L) Gibberellin	1.76±0.47a
6-苄基腺嘌呤(3 mg/L) 6-Benzyladenine	1.26±0.33b
生长素(2 mg/L) Auxin	1.14±0.19bc
硫脲(2 g/L) Thiourea	1.14±0.24bc
油菜素内酯(0.2 mg/L) Brassinolide	1.11±0.23bc
清水(CK) Water	1.02±0.22c

2.3 不同促芽剂对加工型马铃薯种薯芽长的影响

马铃薯种薯芽长的方差分析表明(表7), 对于马铃薯种薯的芽长, 促芽剂间的差异达到极显著水平, 品种间的差异以及品种×促芽剂间的互作效应均未达到显著水平。

表7 马铃薯种薯芽长的方差分析

Table 7 Analysis of variance for sprout length on seed tubers of potatoes

变异来源 Source of variation	平方和 SS	自由度 DF	均方 MS	F值 F value
品种间 Variety	14.767	2	7.3835	1.27
促芽剂间 Sprouting agent	3 933.1143	5	786.6229	135.74**
品种×促芽剂 Variety× Sprouting agent	63.8241	10	6.3824	1.10
误差 Error	208.6267	36	5.7952	
总变异 Total variation	4 220.332	53		

不同品种相比(表8), ‘青薯9号’种薯芽长与‘麦肯1号’和‘大西洋’相比, 无显著差异。

表8 不同加工型马铃薯种薯芽长的差异比较

Table 8 Comparison of sprout length for seed tubers of different processing potato varieties

品种 Variety	芽长(mm) Sprout length
青薯9号 Qingshu 9	8.4±8.80a
麦肯1号 Innovator	8.3±10.46a
大西洋 Atlantic	7.2±7.77a

与对照相比(表9), 赤霉素(50 mg/L)处理的种薯芽长最长, 为27.0 mm; 6-苄基腺嘌呤(3 mg/L)、生长素(2 mg/L)、硫脲(2 g/L)和油菜素内酯(0.2 mg/L)处理的种薯芽长与对照相比无显著增长。

表9 不同促芽剂对加工型马铃薯种薯芽长的影响

Table 9 Effects of different sprouting agents on sprout length on seed tubers of processing potato varieties

处理 Treatment	芽长(mm) Sprout length
赤霉素(50 mg/L) Gibberellin	27.0±5.80a
6-苄基腺嘌呤(3 mg/L) 6-Benzyladenine	4.8±0.54b
生长素(2 mg/L) Auxin	4.5±0.80b
硫脲(2 g/L) Thiourea	4.1±0.84b
油菜素内酯(0.2 mg/L) Brassinolide	3.9±0.69b
清水(CK) Water	3.3±0.44b

2.4 不同促芽剂对加工型马铃薯种薯芽粗的影响

马铃薯种薯芽粗的方差分析表明(表10), 对于加工型马铃薯种薯的芽粗, 品种间和促芽剂间的差异达到极显著水平, 而品种×促芽剂间的互作效应达到显著水平。

不同品种相比(表11), ‘麦肯1号’种薯芽粗显著高于‘青薯9号’和‘大西洋’。

对于‘青薯9号’(表12), 与对照相比, 6-苄基腺嘌呤(3 mg/L)处理的芽最粗; 其次为赤霉素(50 mg/L)、油菜素内酯(0.2 mg/L)处理; 其他促

芽剂处理的芽粗与对照相比无显著差异。对于‘麦肯1号’, 生长素(2 mg/L)处理的芽粗显著高于对照, 其他促芽剂处理的芽粗与对照相比差异不显著。对于‘大西洋’, 硫脲(2 g/L)处理的芽粗显著高于对照, 其他促芽剂处理的芽粗与对照相比无显著差异。

表10 马铃薯种薯芽粗的方差分析

Table 10 Analysis of variance for sprout diameter on seed tubers of potatoes

变异来源 Source of variation	平方和 SS	自由度 DF	均方 MS	F值 F value
品种间 Variety	2.773 7	2	1.386 9	18.45**
促芽剂间 Sprouting agent	1.936 5	5	0.387 3	5.15**
品种×促芽剂 Variety× Sprouting agent	1.833 0	10	0.183 3	2.44*
误差 Error	2.706 7	36	0.075 2	
总变异 Total variation	9.249 8	53		

表11 不同加工型马铃薯种薯芽粗的差异比较

Table 11 Comparison of sprout diameter for seed tubers of different processing potato varieties

品种 Variety	芽粗(mm) Sprout diameter
麦肯1号 Innovator	2.5±0.32a
青薯9号 Qingshu 9	2.1±0.41b
大西洋 Atlantic	2.0±0.33b

2.5 不同促芽剂对加工型马铃薯单株产量的影响

马铃薯单株产量的方差分析表明(表13), 对于马铃薯的单株产量, 品种间和促芽剂间的差异达到显著水平, 而品种×促芽剂间的互作效应未达到显著水平。

不同品种相比(表14), ‘青薯9号’的单株产量最高, 达到373.6 g/株, 显著高于‘麦肯1号’; 而‘大西洋’与‘麦肯1号’相比, 单株产量无显著差异。

不同处理相比(表15), 生长素(2 mg/L)、赤霉素(50 mg/L)、油菜素内酯(0.2 mg/L)和6-苄基腺嘌呤(3 mg/L)处理的单株产量均显著高于对照; 而硫脲(2 g/L)处理的单株产量与对照相比无显著差异。

表 12 不同促芽剂对加工型马铃薯种薯芽粗的影响

Table 12 Effects of different sprouting agents on sprout diameter on seed tubers of processing potato varieties

处理 Treatment	芽粗(mm) Sprout diameter		
	青薯9号 Qingshu 9	麦肯1号 Innovator	大西洋 Atlantic
6-苄基腺嘌呤(3 mg/L) 6-Benzyladenine	2.5±0.26a	2.6±0.12ab	2.0±0.06ab
赤霉素(50 mg/L) Gibberellin	2.4±0.10a	2.6±0.26ab	2.2±0.25ab
油菜素内酯 Brassinolide	2.2±0.32ab	2.5±0.36ab	1.7±0.29b
硫脲(2 g/L) Thiourea	1.8±0.36bc	2.4±0.21ab	2.3±0.53a
生长素(2 mg/L) Auxin	1.8±0.20bc	2.9±0.26a	2.2±0.12ab
清水(CK) Water	1.6±0.35c	2.1±0.29b	1.7±0.15b

表 13 马铃薯单株产量的方差分析

Table 13 Analysis of variance for potato yield per plant

变异来源 Source of variation	平方和 SS	自由度 DF	均方 MS	F值 F value
品种间 Variety	17 140.777 8	2	8 570.388 9	3.66*
促芽剂间 Sprouting agent	40 231.555 6	5	8 046.311 1	3.44*
品种 × 促芽剂 Variety × Sprouting agent	30 271.000 0	10	3 027.100 0	1.29
误差 Error	84 276.666 7	36	2 341.018 5	
总变异 Total variation	171 920.000 0	53		

表 14 不同加工型马铃薯单株产量的差异比较

Table 14 Comparison of yield per plant for seed tubers of different processing potato varieties

品种 Variety	单株产量(g/株) Yield per plant (g/plant)
青薯9号 Qingshu 9	373.6±59.25a
大西洋 Atlantic	341.6±45.78ab
麦肯1号 Innovator	331.8±59.15b

表 15 不同促芽剂对加工型马铃薯单株产量的影响

Table 15 Effects of different sprouting agents on yield per plant of different processing potato varieties

处理 Treatment	单株产量(g/株) Yield per plant (g/plant)
生长素(2 mg/L) Auxin	385.8±37.44a
赤霉素(50 mg/L) Gibberellin	363.1±77.42a
油菜素内酯(0.2 mg/L) Brassinolide	358.4±38.94a
6-苄基腺嘌呤(3 mg/L) 6-Benzyladenine	351.9±45.84a
硫脲(2 g/L) Thiourea	337.7±43.89ab
清水(CK) Water	297.1±59.35b

3 讨 论

3.1 不同促芽剂对加工型马铃薯种薯发芽的影响

沈清景和叶贻勋^[10]在应用赤霉素打破马铃薯脱毒原原种休眠的研究表明, 赤霉素能有效打破马铃薯脱毒原原种的休眠。张国^[11]研究脱毒马铃薯种薯的萌芽特性及休眠破除后发现, 用适宜浓度的赤霉素和硫脲浸种均可打破休眠, 缩短休眠期。本研究表明, 与对照相比, 赤霉素、生长素、油菜素内酯、硫脲均能使马铃薯种薯发芽期提前, 与前人研究观点一致。

李佩华^[12]研究不同浓度赤霉素对马铃薯种薯发芽的影响, 结果表明, 赤霉素各浓度处理使其集中通过休眠, 且随着赤霉素处理浓度的升高, 芽的伸长加快, 芽茎直径呈先增加后减少的趋势, 当浓度达 100 mg/L 时, 芽变得细长瘦弱。叶贻勋等^[13]通过赤霉素破除马铃薯脱毒原原种休眠的研究表明, 质量浓度达 30 mg/L 的赤霉素促进节间伸长, 长成纤细苗。本研究表明, 与对照相比, 赤霉素 (50 mg/L) 能促进马铃薯种薯节间伸长、芽变粗, 并不会造成芽细长瘦弱。因此, 本研究结论与前人的观点一致, 但也有不同之处, 这可能是由于本研究选用的种薯生理年龄大于前人选用的种薯生理年龄。

3.2 不同促芽剂对加工型马铃薯产量的影响

郭华春等^[14]研究认为, 赤霉素处理马铃薯种薯可显著提高马铃薯产量。吴雁斌等^[15]研究认为, 用 6-苄基腺嘌呤拌种, 可提高马铃薯单株薯重。本研究表明, 采用赤霉素 (50 mg/L) 和 6-苄基腺嘌呤 (3 mg/L) 进行种薯催芽, 不仅能促芽, 而且显著提高马铃薯的单株产量。因此, 本研究结果证实了前人的研究结论, 且筛选出催芽效果较好和块茎产量较高的促芽剂, 对于中国二季作区加工型马铃薯的生产具有重要的指导意义。

同时本研究存在不足, 如催芽和播种试验安排在冬季, 导致催芽时间以及种植季节的温度偏低; 试验种薯收获后贮藏一段时间才开展试验, 这些因素均给催芽试验带来一定影响。今后需要通过优化试验对本试验结果作进一步验证。

[参 考 文 献]

- [1] Bradshaw J E. Root and tuber crops [M]. London: Springer, 2010.
- [2] 金黎平, 石瑛, 高明杰, 等. 基于大食物观视角的中国马铃薯产业发展路径 [C]//中国作物学会马铃薯专业委员会. 马铃薯产业与大食物观. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 2024: 1-8.
- [3] 付怡菁, 胡祚, 杨健康, 等. 中国加工型马铃薯发展现状及展望 [C]//中国作物学会马铃薯专业委员会. 马铃薯产业与种业创新. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 2023: 95-99.
- [4] 王世光, 吕黄珍, 卢天齐, 等. 我国马铃薯加工业发展现状及建议 [J]. 农业工程, 2022, 12(3): 76-79.
- [5] 鄢铮, 郭德章. 马铃薯种薯几种主要的催芽药剂及使用方法 [J]. 植物医生, 2001(5): 44.
- [6] 李超, 白建明, 姚春光, 等. 不同种薯处理方式下云薯系列马铃薯品种的休眠特性及休眠对出苗和产量的影响 [J]. 江苏农业科学, 2024, 52(14): 73-80.
- [7] 汪翠存, 胡建军, 贾巍巍, 等. 不同温度下赤霉素与硫脲对马铃薯原原种休眠及芽形态的影响 [J]. 西南农业学报, 2017, 30(5): 1035-1040.
- [8] 赵悦. 外源 ABA 对马铃薯抗旱性及产量性状的影响 [D]. 张家口: 河北北方学院, 2021.
- [9] 黄涛. 温度、GA₃+BR 催芽对紫色马铃薯‘黑美人’萌芽、生长和结薯特性的影响 [D]. 成都: 四川农业大学, 2019.
- [10] 沈清景, 叶贻勋. 应用赤霉素打破马铃薯脱毒原原种休眠的研究 [C]//陈伊里. 中国马铃薯研究进展. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 1999: 219-222.
- [11] 张国. 脱毒马铃薯不同级别种薯的萌芽特性及休眠破除技术研究 [D]. 成都: 四川农业大学, 2011.
- [12] 李佩华. 赤霉素处理马铃薯整薯休眠效应的研究 [J]. 贵州农业科学, 2008, 36(3): 34-36.
- [13] 叶贻勋, 沈清景, 许朝辉. 赤霉素破除马铃薯脱毒原原种休眠的研究(简报) [J]. 植物生理学通讯, 2000, 36(2): 123-125.
- [14] 郭华春, 沙本才, 余杨. 赤霉素打破种薯休眠对马铃薯生长及产量的影响 [J]. 中国马铃薯, 2003, 17(6): 336-337.
- [15] 吴雁斌, 吕和平, 高彦萍, 等. 植物生长调节剂拌种对马铃薯生长发育、光合特性及产量的影响 [J]. 福建农业学报, 2022, 37(5): 578-584.