

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2020)05-0297-07

贮藏加工

马铃薯抑芽微乳剂的研发及应用效果

王 亮, 张立新*, 李 超, 张晓宇, 赵迎丽

(山西农业大学(山西省农业科学院)农产品贮藏保鲜研究所, 山西 太原 030031)

摘 要: 使用马铃薯抑芽剂是贮藏期间抑制薯块发芽有效措施。为降低使用成本, 充分发挥马铃薯抑芽剂在采后减损的突出作用, 试验通过对乳化剂种类及用量筛选, 研制出以氯苯胺灵(CIPC)为主要抑芽成分的马铃薯抑芽微乳剂, 并对其4个不同剂量的使用效果进行比较。结果表明, 抑芽微乳剂产品的最佳配方: CIPC 2%、无水乙醇 10%、Triton X-100 4%、壬基酚聚氧乙烯醚 5%、自制复合乳化剂 5%和蒸馏水 74%。并且该抑芽微乳剂 100 mg/kg 的使用剂量抑芽效果最佳, 8~12℃贮藏 5 个月, 抑芽率达 88.13%。可见, 该抑芽微乳剂使用效果理想, 适宜大范围推广。

关键词: 马铃薯; 贮藏; 氯苯胺灵; 抑芽; 微乳剂

Development and Application of Potato Bud Inhibition Microemulsion

WANG Liang, ZHANG Lixin*, LI Chao, ZHANG Xiaoyu, ZHAO Yingli

(Institute of Storage and Fresh Preservation of Agricultural Products, Shanxi Agricultural University

(Shanxi Academy of Agricultural Sciences), Taiyuan, Shanxi 030031, China)

Abstract: The use of potato bud inhibitor is an effective measure to inhibit the germination of potato during the storage. In order to reduce the use cost and give full play to the prominent role of potato bud inhibitor in postharvest damage, the potato bud inhibition microemulsion with Chlorpropham (CIPC) as the main bud inhibiting component was developed by screening the emulsifier types and dosages, and the effects of four different doses of CIPC were compared. The optimum formulation of the microemulsion was CIPC 2%, ethanol 10%, Triton X-100 4%, nonylphenol polyoxyethylene ether 5%, self-made composite emulsifier 5% and distilled water 74%. Moreover, the effect of 100 mg/kg of the microemulsion was the best. The inhibition rate was 88.13% when stored at 8 - 12℃ for five months. Therefore, the effect of this microemulsion is ideal, and it is suitable to be popularized in a large scale.

Key Words: potato; storage; CIPC; bud inhibition; microemulsion

2015 年中国提出马铃薯主粮化战略以来, 马铃薯产业得到了极大的关注与投入^[1-4]。从产业链的角度看, 相对于马铃薯育种、栽培以及加工领域, 马铃薯贮藏发展与其相应的投入相对滞后^[5], 中国马铃薯

多采用常温库和地窖贮藏 2 种贮藏方式, 贮藏期间因失水、腐烂、发芽问题损失严重^[6]。另外, 马铃薯发芽之后产生的龙葵素等毒性物质具有巨大的食用安全隐患^[7,8]。虽然低温贮藏可显著抑制

收稿日期: 2020-05-28

基金项目: 山西省重点研发计划项目(01903D221039); 山西省农业科学院科技创新研究课题(YCX2020202); 山西省农业科学院科技创新研究课题(YCX2018101)。

作者简介: 王亮(1980-), 男, 硕士, 副研究员, 研究方向为果蔬采后生理、贮藏保鲜技术研究以及保鲜产品研发。

*通信作者(Corresponding author): 张立新, 研究员, 研究方向为果蔬采后贮藏技术及保鲜设施研发, E-mail: 13934600160@139.com。

马铃薯块茎的发芽, 但是低温贮藏期间, 块茎中还原糖含量会随之上升^[9], 引起油炸制品颜色发黑, 严重影响产品的外观品质, 增加食品中丙烯酰胺等潜在的致癌物质^[10,11], 这已成为制约马铃薯加工产业发展的问题^[12,13]。

美国埃尔夫-阿托公司发明的“戴科”(DEECO)马铃薯抑芽剂, 作为成熟产品在世界上被许多国家广泛应用, 其主要成分是氯苯胺灵(Chlorpropham, CIPC)^[14,15], 但CIPC对马铃薯抑芽作用是不可逆的, 因此不能将其应用于种薯^[16,17]。该产品性能优越、效果明显、使用简便, 在常温、低温条件下都有良好的抑芽效果, 可有效节省冷库建造和管理成本, 且减小马铃薯低温糖化带来的风险^[18-20], 但该产品由于价格高, 在中国马铃薯种植产业主要以农户为单位的生产模式下, 很难大面积推广应用。所以, 研发出低价高效的马铃薯抑芽产品是能否将其大范围应用的关键。微乳剂作为农药较新剂型, 具有有效成分分散度高, 有利于发挥药效和增强表面渗透性的优点^[21]。由于微乳剂用水取代有机溶剂, 剂型中也不包含固体填料, 大大减轻了对环境的压力, 是一种行之有效的绿色环保剂型^[22]。因此, 本研究以降低马铃薯抑芽剂使用成本为出发点, 从微乳剂剂型进行技术突破, 通过对乳化剂种类及用量的筛选, 研发出与国外同类产品效果相当的马铃薯抑芽微乳剂, 从而为抑芽产品的广泛推广提供条件。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以马铃薯品种‘冀张薯12号’为试验材料, 采自山西省吕梁市岚县, 在13~18℃避光条件下愈伤15 d后, 选择大小适中, 无伤无病的马铃薯块茎进行试验。

CIPC(98%)、羧甲基纤维素钠(Carboxymethylcellulose sodium, CMC-Na)、十二烷基苯磺酸钙和木质素磺酸钙(上海阿拉丁生化科技股份有限公司); 壬基酚聚氧乙烯醚、聚乙二醇8000(Polyethylene glycol 8000, PEG8000)和聚乙二醇辛基苯基醚(Triton X-100)[生工生物工程(上海)股份有限公司]; 渗透剂T(青岛优索化学科技有限公司)。

1.2 试验方法

1.2.1 马铃薯抑芽微乳剂母液制备

以常用溶剂乙醇为CIPC原药溶剂, 将10 g原药和50 g无水乙醇进行混合, 搅拌溶解后制得马铃薯抑芽微乳剂母液。

1.2.2 马铃薯抑芽微乳剂乳化剂筛选

(1)乳化剂种类筛选: 以壬基酚聚氧乙烯醚、Triton X-100、十二烷基苯磺酸钙和自制复合乳化剂(含有6%CMC-Na、4%PEG8000、8%木质素磺酸钙和2%渗透剂T)为马铃薯抑芽微乳剂乳化剂, 按照10%添加量加入到微乳剂母液中, 以蒸馏水补足100%, 并搅拌均匀后制备微乳剂。参照国标GB/T 28132-2011《吡虫啉微乳剂》^[23]对加入各乳化剂后的透明温度、pH值和乳液稳定性进行测定, 以期筛选出较优乳化剂。

(2)乳化剂用量筛选: 筛选出较优乳化剂后, 将较优乳化剂分别以1%、3%、5%、7%和9%的添加量再次与母液混合, 以蒸馏水补足100%, 搅拌均匀获得微乳剂后, 参照国标GB/T 28132-2011《吡虫啉微乳剂》^[23]方法对加入不同浓度乳化剂后微乳剂的透明温度、pH值和乳液稳定性进行测定, 以期明确出较优乳化剂的用量。

1.2.3 马铃薯抑芽微乳剂乳化剂最佳配方和最佳用量优化

(1)乳化剂正交试验设计

在明确马铃薯抑芽微乳剂制备过程中的较优乳化剂和各自乳化剂的用量后, 采用正交试验对乳化剂的配方和最佳用量进行正交试验优化。各正交试验因素和水平见表1。

(2)各组合马铃薯抑芽微乳剂产品合格性检测

获得马铃薯抑芽微乳剂的最佳乳化剂配方和用量后, 将乳化剂和母液混合、搅拌均匀获得马铃薯抑芽微乳剂产品, 随后参照国标GB/T 28132-2011《吡虫啉微乳剂》^[23]相关方法对该产品的透明温度、pH值、乳液稳定性、微乳液悬浮率、热贮稳定性和低温稳定性进行测定。

1.2.4 抑芽微乳剂使用效果比较

以‘冀张薯12号’为试验材料, 进行抑芽微乳剂不同用量对马铃薯贮藏效果比较, 施药量按CIPC纯品计算, 共设4个处理。CK: 0 mg/kg;

表1 马铃薯抑芽微乳剂乳化剂配方和用量正交试验的因素和水平

Table 1 Factors and levels of orthogonal test on formula and dosage of emulsifier for potato bud inhibition microemulsion

因素 Factor	聚乙二醇辛基苯基醚(A)(%) Triton X-100	壬基酚聚氧乙烯醚(B)(%) Nonylphenol polyoxyethylene ether	自制复合乳化剂(C)(%) Self-made compound emulsifier
1	3	3	1
2	4	5	3
3	5	7	5

T1: 50 mg/kg; T2: 75 mg/kg; T3: 100 mg/kg。按照试验设计用量, 用20倍蒸馏水稀释后, 分别在马铃薯表面均匀喷洒, 喷洒后装入塑料薄膜袋中密封72 h, 取出后置于室温(8~12℃)进行观察测定。每个处理150 kg薯块, 重复3次。

每月统计各处理的总薯块数、发芽薯块数和腐烂薯块数, 并对每箱薯块进行称重, 计算各处理的腐烂率、失重率、发芽率和发芽长度。失重率与腐烂率参考王洁等^[24]的方法测定, 发芽率为处理中马铃薯块茎萌发数量与块茎总个数的比例, 计算公式如下:

失重率(%) = $\Sigma(\text{贮藏初期块茎质量} - \text{贮藏结束时块茎质量}) / \Sigma\text{贮藏初期块茎质量} \times 100$

腐烂率(%) = $\text{腐烂马铃薯个数} / \text{检查马铃薯总个数} \times 100$

发芽率(%) = $\text{发芽块茎个数} / \text{检查块茎总个数} \times 100$

以芽眼可见0.5 mm以上萌芽作为发芽标志。

1.3 数据统计及分析

试验采用完全随机设计, 试验结果为测定3次数据的平均值 ± 标准误差(图中的垂直线表示), 数据采用DPS 9.50处理系统进行方差分析, 多重比较采用Duncan's新复极差测验, 显著水平取 $P < 0.05$ (差异显著)。用Excel 2007软件作图。

2 结果与分析

2.1 不同乳化剂对马铃薯抑芽微乳剂理化性质的影响

不同乳化剂影响效果存在一定差异, 其中以乳化剂壬基酚聚氧乙烯醚、Triton X-100和自制复合乳化剂效果较好, 按照10%应用比例加入到氯苯胺灵微乳剂母液中后具有良好的乳液稳定性和在0~50℃缓慢升温过程中未出现浑浊(表2)。而乳化剂十二烷基苯磺酸钙则应用效果较差, 在溶解过程中不仅搅拌时间较长, 而且制备成的微乳剂再稀释500倍, 室温放置期间表面出现轻微油层, 且缓慢升温过程中, 当温度超过40℃时, 液体开始

表2 不同乳化剂对马铃薯抑芽微乳剂理化性状的影响

Table 2 Effects of different emulsifiers on physicochemical properties of potato bud inhibition microemulsion

测定指标 Character	壬基酚聚氧乙烯醚 Nonylphenol polyoxyethylene ether	十二烷基苯磺酸钙 Calcium dodecylbenzene sulfonate	聚乙二醇辛基苯基醚 Triton X-100	自制复合乳化剂 Self-made compound emulsifier
透明温度(0~50℃) Transparent temperature	+	-	+	+
pH值 pH value	6.3	6.6	6.0	6.5
乳液稳定性 Emulsion stability	+	-	+	+

注: “-”表示不合格(乳液稳定性)或出现浑浊(透明温度); “+”表示合格(乳液稳定性)或未出现浑浊(透明温度)。下同。

Note: “-” means unqualified (stability of emulsion) or turbidity (temperature of transparency); “+” means qualified (stability of emulsion) or none of turbidity (temperature of transparency). The same below.

出现浑浊(表2)。这说明乳化剂壬基酚聚氧乙烯醚、Triton X-100和自制复合乳化剂可作为马铃薯抑芽微乳剂制乳化剂。

2.2 不同乳化剂用量对马铃薯抑芽微乳剂理化性质的影响

乳化剂壬基酚聚氧乙烯醚添加量需 $\geq 5\%$ 方可起到良好乳化作用,且制备出来的乳化剂质量合

格;而Triton X-100则需添加量 $\geq 7\%$ 时方可起到良好作用;使用自制复合乳化剂时用量应控制在 $3\% \sim 7\%$ 。虽然不同乳化剂对微乳剂的透明特性和乳液稳定性影响存在一定差异,但各乳化剂不同用量下的pH指标均合格(表3)。这说明上述乳化剂对微乳剂pH值影响不大,且在适宜用量下具有良好乳化效果。

表3 乳化剂不同用量对马铃薯抑芽微乳剂理化性状的影响

Table 3 Effects of different dosages of emulsifier on physicochemical properties of potato bud inhibition microemulsion

乳化剂 Emulsifier	透明温度(0~50℃) Transparent temperature	pH值 pH value	乳液稳定性 Emulsion stability
壬基酚聚氧乙烯醚 Nonylphenol polyoxyethylene ether	1%	6.5	-
	3%	6.6	-
	5%	6.4	+
	7%	6.3	+
	9%	6.3	+
聚乙二醇辛基苯基醚 Triton X-100	1%	6.0	-
	3%	6.2	-
	5%	6.1	-
	7%	6.4	+
	9%	6.3	+
自制复合乳化剂 Self-made compound emulsifier	1%	6.4	-
	3%	6.5	+
	5%	6.3	+
	7%	6.0	+
	9%	6.3	-

2.3 马铃薯抑芽微乳剂乳化剂配方及用量正交试验优化

A2B2C3、A3B1C3和A3B3C2组合效果较好,在该3种组合下制备成的马铃薯抑芽微乳剂不仅具有较好的透明稳定性和乳液稳定性,而且还具有良好的热贮稳定性和低温稳定性。另外,虽然组合A1B2C2、A2B1C2和A3B2C1具有良好的透明稳定性和乳液稳定性,且乳化剂用量相对较少,但对其热贮和低温稳定性较差,因此在微乳剂研发过程中应对每一步的热贮稳定性和低温稳定性进行测定,以防出现假阳性结果(表4)。

2.4 优化组合微乳剂产品的悬浮性测定

对以3个乳化剂较优组合制备成的马铃薯抑芽微乳剂产品的悬浮性进行测定后发现,3个组合悬浮

率均符合国标要求 $> 70\%$,其中组合A3B1C3和A2B2C3的悬浮性相对较差,二者的悬浮率分别为74.47%和79.53%;而组合A3B3C2的悬浮性则较好,悬浮率为86.80%(图1)。3个组合相比较后发现,当自制复合乳化剂(C)用量达到5%时,微乳剂的悬浮性会出现较大程度下降,且增大自制复合乳化剂用量的同时增大乳化剂壬基酚聚氧乙烯醚和Triton X-100用量可有效提高微乳剂悬浮率。在成本方面以Triton X-100成本最高,因此综合考虑成本和悬浮性能后选择组合A2B2C3作为马铃薯抑芽微乳剂的最佳配方。

2.5 马铃薯抑芽微乳剂对马铃薯腐烂率和失重率的影响

贮藏期间,各处理中马铃薯腐烂率在4.23%~

表4 马铃薯抑芽微乳剂乳化剂配方及用量正交试验优化

Table 4 Optimization of formula and dosage of emulsifier in potato bud inhibition microemulsion by orthogonal test

序号 Serial number	A	B	C	透明温度 Transparent temperature	pH 值 pH value	乳液稳定性 Emulsion stability	热贮稳定性 High temperature stability	低温稳定性 Low temperature stability
1	1	1	1	—	6.4	—	—	—
2	1	2	2	+	6.0	+	—	—
3	1	3	3	+	6.3	—	—	—
4	2	1	2	+	6.0	+	—	—
5	2	2	3	+	6.1	+	+	+
6	2	3	1	+	6.4	+	—	—
7	3	1	3	+	6.3	+	+	+
8	3	2	1	+	6.2	+	—	—
9	3	3	2	+	6.1	+	+	+

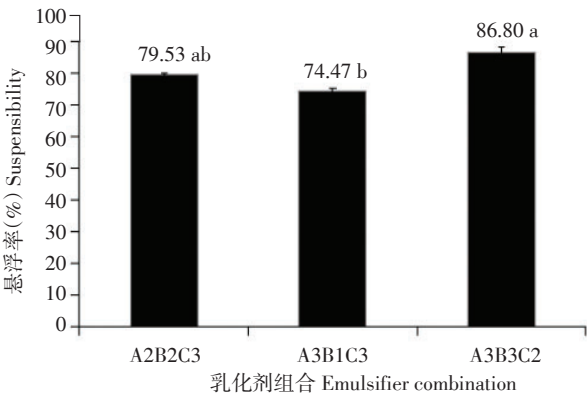


图1 优化组合微乳剂产品悬浮性

Figure 1 Optimization of suspension property of combined microemulsion

7.61%。CK(7.61%)对照组中马铃薯块茎的腐烂率显著高于其他处理，T3(4.23%)处理的腐烂率显著低于T1(6.12%)和T2(5.36%)处理($P < 0.05$)。各处理腐烂率由高到低的顺序为：CK > T1 > T2 > T3(图2a)。说明该抑芽微乳剂具有一定的防腐效果。

室温(8~12℃)贮藏5个月，各处理中马铃薯块茎的失重率在7.40%~12.48%。使用抑芽微乳剂的各处理的块茎失重率均低于CK(12.48%)对照组，T1(9.28%)和T2(8.79%)处理的失重率比较接近，T3(7.40%)处理的失重率显著低于T1和T2处理($P < 0.05$)。失重率由高到低的顺序为：CK > T1 > T2 > T3(图2b)。由此可见，施用马铃薯抑芽微乳剂对抑制块茎失重具有一定作用。

2.6 马铃薯抑芽微乳剂对马铃薯发芽率和发芽长度的影响

室温(8~12℃)贮藏5个月，除CK外，各处理的发芽率在11.87%~79.21%。块茎发芽率随抑芽剂处理用量的上升呈明显下降趋势，T2(23.48%)和T3(11.87%)处理的抑芽效果明显，发芽率显著低于T1(79.21%)处理($P < 0.05$)，其中T3的发芽率最低。块茎发芽率由高到低的顺序为：CK > T1 > T2 > T3(图3a)。

室温(8~12℃)贮藏5个月，各处理发芽长度在0.08~1.69 cm，使用抑芽剂处理的马铃薯块茎的发芽长度均低于对照组，且随抑芽剂用量增加呈下降趋势，各处理芽长由高到低的顺序为：CK > T1 >

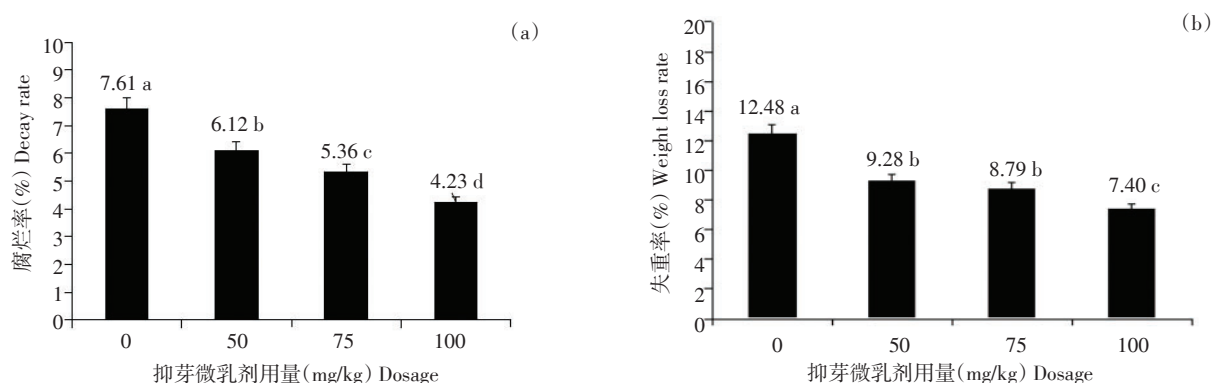


图2 不同用量抑芽微乳剂对块茎腐烂率和失重率的影响

Figure 2 Effects of different dosages of bud inhibiting microemulsion on tuber decay rate and weight loss rate

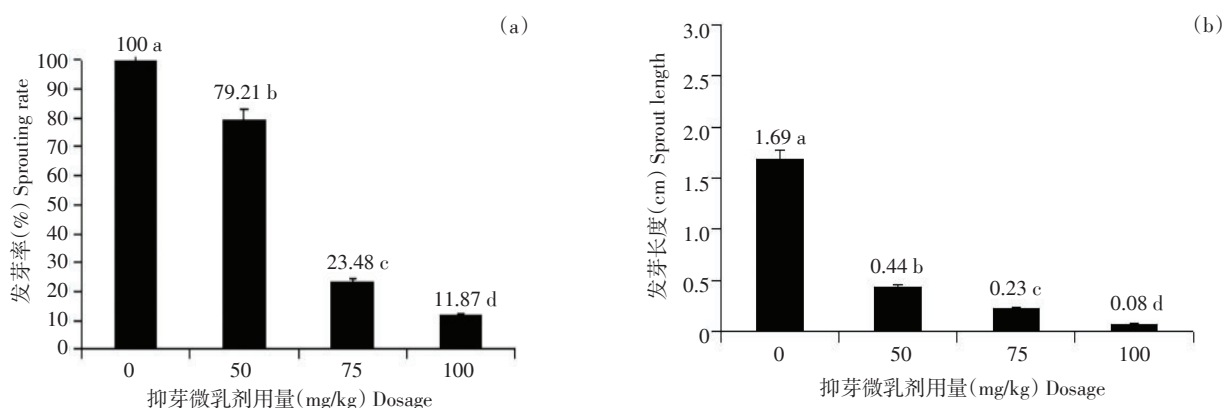


图3 不同用量抑芽微乳剂对块茎发芽率及发芽长度的影响

Figure 3 Effects of different dosages of microemulsion on tuber sprouting rate and sprout length

T2 > T3(图3b)。可见, 抑芽剂不仅可降低发芽率, 还会抑制已发芽块茎的薯芽生长。

3 讨论

大量试验已证实, 马铃薯贮藏期间施用抑芽剂是一项推迟萌动减少发芽, 防止水分损失及大量营养物质消耗的有效措施, 今后在贮藏中应大力推广应用^[25]。本试验以降低使用成本, 贴合国内马铃薯以农户为单位的生产模式为出发点, 围绕CIPC为抑芽主要成分, 对乳化剂种类以及用量进行筛选, 得到了马铃薯抑芽微乳剂, 并且该抑芽剂符合相关国标稳定性和合格性检测要求。

本研究中, 抑芽微乳剂 100 mg/kg 使用剂量效果最佳, 抑芽效果达 88.13%, 并且在抑制块茎腐烂率

和失重率上升也有一定作用, 该研究结果与陈彦云等^[25]、李守强等^[26]和田世龙等^[27]结果类似。与“戴科”(DEECO)马铃薯抑芽剂常温贮藏 5 个月抑芽率为 78.21%~84.78%相比, 本抑芽微乳剂的使用剂量和抑芽效果基本相当。此外, 该制剂是微乳剂型施用方便。本试验仅从施用剂量进行应用效果的比较, 若寻找出一套方便、高效、低成本的最佳施用技术, 还需进一步系统研究。经成本核算, 使用该抑芽微乳剂马铃薯增加成本在 0.02 元/kg 以内。可见, 该马铃薯抑芽产品具有明显价格优势, 应用前景可观。

[参 考 文 献]

[1] 屈冬玉, 谢开云, 金黎平, 等. 中国马铃薯产业发展与食物安

- 全 [J]. 中国农业科学, 2005, 38(2): 358–362.
- [2] 余欣荣. 以科技创新引领马铃薯主粮化发展 [J]. 农村工作通讯, 2015(2): 8–10.
- [3] 卢肖平. 马铃薯主粮化战略的意义、瓶颈与政策建议 [J]. 华中农业大学学报: 社会科学版, 2015(3): 1–7.
- [4] 王建雄, 王志虹, 张姝鑫, 等. 马铃薯主食化现状及发展对策 [J]. 山西农业科学, 2019, 47(9): 1667–1669.
- [5] 王亮, 李超, 张立新, 等. 不同贮藏条件对马铃薯块茎采后生理及贮藏效果的影响 [J]. 山西农业科学, 2018, 46(9): 1535–1539, 1544.
- [6] 赵赛楠, 马艺超, 高若婉, 等. 国内外马铃薯贮藏保鲜技术研究现状 [J]. 保鲜与加工, 2019, 19(1): 153–158.
- [7] 徐敏慧, 刘珂伟, 张晓慧, 等. 马铃薯中龙葵素的研究进展 [J]. 保鲜与加工, 2017, 17(1): 112–116, 121.
- [8] 孙茂林, 杨万林, 李树莲, 等. 马铃薯的休眠特性及其生理调控研究 [J]. 中国农学通报, 2004(6): 81–84, 188.
- [9] 田甲春, 田世龙, 程建新, 等. 贮藏温度对马铃薯品质和采后生理的影响 [J]. 保鲜与加工, 2017, 17(3): 16–20.
- [10] Olsson K, Svensson R, Roslund C A. Tuber components affecting acrylamide formation and colour in fried potato: variation by variety, year, storage temperature and storage time [J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2004, 84(5): 447–458.
- [11] de Wilde T, de Meulenaer B, Mestdagh F, *et al.* Influence of storage practices on acrylamide formation during potato frying [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2005, 53(16): 6550–6557.
- [12] 杨妍, 白建明, 姚春光, 等. 马铃薯薯条加工品质影响因素概述 [J]. 作物研究, 2020, 34(1): 91–96.
- [13] 曾凡逵, 程锦春, 唐思宇, 等. 商品马铃薯加工产品中丙烯酰胺含量的测定 [J]. 中国马铃薯, 2018, 32(5): 303–307.
- [14] 周介雄, 周振刚. “戴科”马铃薯抑芽剂(CIPC)应用简介 [J]. 种子, 1997(2): 77.
- [15] 赵双, 傅茂润, 刘秀河. 马铃薯抑芽技术研究进展 [J]. 食品科学, 2013, 34(17): 338–343.
- [16] Conte E G, Imbroglini G, Bertolini P, *et al.* Presence of sprout inhibitor residues in potatoes in relation to application techniques [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1995, 43(11): 2985–2987.
- [17] Hartmans K J, Diepenhorst P, Bakker W, *et al.* The use of carvone in agriculture: sprout suppression of potatoes and anti fungal activity against potato tuber and other plant diseases [J]. Industrial Crops and Products, 1995, 4(1): 3–13.
- [18] 吴明阳, 李万明, 丁大杰, 等. 马铃薯抑芽药剂研究进展 [J]. 中国马铃薯, 2019, 33(3): 184–188.
- [19] 徐烨, 高海生. 国内外马铃薯产业现状及贮藏技术研究进展 [J]. 河北科技师范学院学报, 2018, 32(4): 24–31, 47.
- [20] 杨军林, 任亚梅, 李敏, 等. 马铃薯贮藏期抑芽及防腐技术的研究进展 [J]. 食品工业, 2018, 39(6): 245–249.
- [21] 陈福良, 尹明明. 农药微乳剂概念及其生产应用中存在问题辨析 [J]. 农药学报, 2007(2): 110–116.
- [22] 王彦华, 王鸣华, 张久双. 农药剂型发展概况 [J]. 农药, 2007(5): 300–304.
- [23] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB/T 28132–2011 吡虫啉微乳剂 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2011: 2–5.
- [24] 王洁, 李喜宏, 赵亚婷, 等. 不同贮藏方式对马铃薯品质的影响 [J]. 食品科技, 2017, 42(11): 36–40.
- [25] 陈彦云, 刘成敏, 郑学平, 等. 马铃薯抑芽剂研制效果试验 [J]. 中国马铃薯, 2001, 15(5): 284–285.
- [26] 李守强, 田世龙, 李梅, 等. 马铃薯抑芽剂的应用效果研究 [J]. 中国马铃薯, 2009, 23(5): 285–287.
- [27] 田世龙, 李守强, 李梅, 等. 马铃薯抑芽剂研发 [J]. 农业工程技术 (农产品加工业), 2008(10): 26–27.