

3 种抑芽剂对马铃薯贮藏效果的影响

葛霞¹, 任娜², 黄铮^{3,4}, 田世龙¹

(1. 甘肃省农业科学院农产品贮藏加工研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农业科学院农业经济与信息研究所, 甘肃 兰州 730070; 3. 甘肃省农业科学院畜草与绿色农业研究所, 甘肃 兰州 730070; 4. 甘肃省农业科学院农业质量标准与检测技术研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 以马铃薯品种新大坪为试验材料, 研究了氯苯胺灵粉剂、香芹酮粉剂和 1-萘乙酸甲酯粉剂对马铃薯贮藏效果的影响。综合其抑芽效果、失重率、呼吸强度以及品质的观测结果表明, 3 种抑芽剂对马铃薯的贮藏效果依次为氯苯胺灵粉剂>香芹酮粉剂>1-萘乙酸甲酯粉剂。与对照相比, 3 种抑芽剂处理均可将马铃薯休眠推迟 70 d, 使马铃薯贮藏 150 d 不发芽。香芹酮熏蒸粉剂剂量为 0.6 mL/kg、1-萘乙酸甲酯粉剂剂量为 100 mg/kg 时贮藏效果最好, 可取代氯苯胺灵粉剂, 达到绿色安全的目的。

关键词: 马铃薯抑芽剂; 氯苯胺灵; 香芹酮; 萘乙酸甲酯; 贮藏效果

中图分类号: S532 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2018)12-0046-07

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2018.12.014

Study on the Effects of Carvone and Methyl 1-Naphthaleneacetate on Potato Refreshing During the Storage

GE Xia¹, REN Na², HUANG Zheng^{3,4}, TIAN Shilong¹

(1. Institute of Agricultural Products Storage and Processing, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Institute of Agriculture and Economic Information, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 3. Animal Husbandry, Pasture and Green Agriculture Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 4. Institute of Agricultural Quality Standards and Testing Technology, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: With potatoes cultivar Xindaping as experimental materials, the effects of chlorpropham, carvone and methyl methyl 1-naphthalene acetate on potato refreshing during the storage were studied. The observation results of the sprout inhibition, weight loss rate, respiratory intensity and quality show that, the order of the sprout inhibitor's effect was chlorpropham > carvone > methyl 1-naphthalene acetate. Compared with the control group, the groups treated by sprout inhibitor can delay the potato dormancy for 70 days, and make sure the potato refreshing for 150 days. The recommended dose of carvone and methyl 1-naphthalene acetate was 0.6 mL/kg potato and 100 mg/kg potato, respectively, which can replace the chemical chlorpropham and achieve the purpose of green and safe preservation.

Key words: Potato sprout inhibitor; Chlorpropham; Carvone; Methyl 1-naphthaleneacetate; Storage effect

马铃薯中含有很高的淀粉含量、蛋白质以及人体所需的维他命和矿物质, 是世界上第四大最重要的粮食作物^[1]。然而在贮藏过程中, 马铃薯的呼吸作用和休眠期的打破会导致马铃薯发芽以及薯块营养价值的损失^[2-3]。休眠期的打破使得马铃薯生理老化, 从而使商品马铃薯因失重萎缩而

失去商品价值, 并且对产量也有很大的影响^[3-5]。目前, 国内外普遍使用氯苯胺灵 [CIPC; 异丙基-N(3-氯苯基甲酸酯)]或氯苯胺灵与苯胺灵(ICP; 异丙基-N-苯胺基甲酸酯)混合物防止马铃薯的发芽^[6], 然而使用 CIPC 和 IPC 后药剂会残留在马铃薯上, 也不适合小规模种植户应用和种薯的抑

收稿日期: 2018-09-18

基金项目: 现代农业产业技术体系专项资金 (CARS-09-P26); 国家自然科学基金项目 (31660479); 甘肃省自然科学基金项目 (1606RJZA053); 甘肃省农业科学院中青年基金项目 (2015GAAS21); 甘肃省农业科学院创新团队 (2017GAAS31)。

作者简介: 葛霞(1982—), 女, 江苏南京人, 副研究员, 主要从事马铃薯抑芽剂的研究与应用工作。Email: 12660940@qq.com。

通信作者: 田世龙(1965—), 男, 甘肃靖远人, 研究员, 主要从事马铃薯贮藏加工方面的研究工作。Email: 723619635@qq.com。

芽^[7]。因此,探索可取代 CIPC 的其他具有抑芽活性的化合物成为了目前国内外的研究热点。

S-(+)-香芹酮(S-Carvone)是一种天然的、具有挥发性的单萜类化合物,它可从葛缕子草(*Carum carvi* L.)的种子中提取出来。由于 S-Carvone 对马铃薯中的 3-羟甲基戊二酰辅酶 A 还原酶(HMGR, E.C. 1.1.1.34)有抑制作用,因此将马铃薯暴露在极低浓度的 S-Carvone 蒸气下,4 d 内就可完全抑制芽的生长,并且这种抑制作用具有可逆性^[8],因此 S-Carvone 不仅可以用于商品薯的抑芽,也可作为种薯抑芽剂使用^[9]。此外,它对马铃薯贮藏期间存在的一些真菌病害还具有抗菌作用,比如硫色镰刀菌(*Fusarium sulphureum*),孢霉菌(*Phoma tzigua* var. *foveata*)以及茄病长蠕孢(*Helminthosporium solani*)等^[10]。1-萘乙酸甲酯(MENA),也称 α -萘乙酸甲酯,俗名抑芽酯,是一种挥发性的液体植物生长调节剂。它是除了 CIPC 以外目前抑芽效果较好的化合物,最佳的施用方法是将其制成粉剂来使用^[11],并且施用后在播种前将薯块取出,放在阴暗、空气流通的地方待萘乙酸甲酯挥发殆尽,或用水将其从马铃薯上洗去,因此也可用作种薯抑芽剂使用^[12]。

我们选用香芹酮和 1-萘乙酸甲酯为抑芽剂,通过考察其不同浓度、剂型对马铃薯发芽的抑制效果,从而确定这 2 种化合物的最佳施用浓度和剂型,同时考察其在贮藏过程中对马铃薯品质的影响。

1 材料和方法

1.1 材料与仪器

指示马铃薯品种为新大坪,采收于定西市,采收后即运往实验室。选取大小均一(80~90 mm)

的马铃薯作为试材,按每箱 50 个装箱(约 10 kg),称重装入半透明可密封塑料箱,共计 27 箱。马铃薯装箱后,敞口在 16 ℃、相对湿度 80%且避光的条件下放置 7 d,伤口愈合后进行相应的抑芽处理。

供试材料 S-(+)-香芹酮(纯度 96%)和 1-萘乙酸甲酯(纯度 97%),均购自 Alfa Aesar China (Tianjin) Co., Ltd.,其中香芹酮粉剂(粉剂浓度 0.12 mL/g)为 6 mL S-香芹酮与 50 g 的凹凸棒(200 目)在塑料容器中充分混合均匀;1-萘乙酸甲酯粉剂为 2 g 萘乙酸甲酯与 98 g 凹凸棒在塑料容器中充分混合均匀。CIPC 粉剂(纯度 99%,自制),CIPC 施用的有效剂量为 20 mg/kg 马铃薯。

测试仪器包括数显游标卡尺、气相色谱仪、岛津 RF-540 型荧光分光光度计、WZZ-2S 数字式自动旋光仪、瑞典 Tecator 1030 型全自动定氮仪、电子天平、电子称、温湿度计。

1.2 试验方法

试验共设 9 个处理(表 1),每处理 3 个平行,共 27 组。在包装箱上用记号笔编号,如 1-1、1-2、1-3...,表示每个处理的每个平行。贮藏库贮藏温度 10 ℃,相对湿度 80%~90%,每处理分开放置。为了让马铃薯块茎的呼吸有充足的氧气交换,每 2 d 打开箱盖 10 min。

1.3 统计方法

考察每处理的平均芽长、每个块茎上的芽数、发芽指数、发芽率^[7],每 7 d 取 1 次数据。每箱随机取马铃薯 10 个,用游标卡尺测量顶芽的长度(一般为马铃薯上的最长芽),取平均值。每箱随机取马铃薯 10 个,计数每个块茎上的芽数,取平均值。芽长共分 5 级,0 级芽长 $L \leq 1$ mm(未萌动

表 1 试验处理

处理	药剂	有效剂量	处理方法
1	CK	0	不做任何处理
2	CIPC粉剂	CIPC 20 mg/kg 粉剂	依据每箱马铃薯具体重量,按 CIPC 粉剂有效剂量称取一定量的粉剂 0.8 g/kg,用带孔盖的塑料瓶均匀的施于马铃薯上。
3	香芹酮熏蒸剂	0.4 mL/kg	依据每箱马铃薯具体重量,按香芹酮熏蒸有效剂量量取一定量的 S-香芹酮,置于敞口的培养皿中再放入塑料箱中。
4	香芹酮熏蒸剂	0.6 mL/kg	
5	香芹酮熏蒸剂	0.8 mL/kg	
6	香芹酮粉剂	S-Carvone 0.6 mL/kg 粉剂	依据每箱马铃薯具体重量,按香芹酮粉剂有效剂量称取 5 g/kg 粉剂,用带孔盖的塑料瓶均匀的施于马铃薯上。
7	1-萘乙酸甲酯粉剂	1-Naph 70 mg/kg 粉剂	依据每箱马铃薯具体重量,按 1-萘乙酸甲酯粉剂有效剂量称取粉剂 3.5、5.0、6.5 g/kg,用带孔盖的塑料瓶均匀的施于马铃薯上。
8	1-萘乙酸甲酯粉剂	1-Naph 100 mg/kg 粉剂	
9	1-萘乙酸甲酯粉剂	1-Naph 130 mg/kg 粉剂	

或处于萌动状态, 判定为未发芽。); 1 级芽长 $1 \text{ mm} < L \leq 5 \text{ mm}$; 2 级芽长 $5 \text{ mm} < L \leq 10 \text{ mm}$; 3 级芽长 $10 \text{ mm} < L \leq 15 \text{ mm}$; 4 级芽长 $L > 15 \text{ mm}$ 。统计发芽指数和发芽率。

$$\text{发芽指数} = \frac{\sum(\text{数量} \times \text{级值})}{\text{总数} \times \text{最高级值}} \times 100$$

$$\text{发芽率}(\%) = \frac{\text{发芽块茎数}}{\text{块茎总数}} \times 100$$

1.4 测定方法

1.4.1 失重率的测定^[13] 分别测定待贮马铃薯质量(g_1)与贮藏一段时间后的质量(g_2), 每周测定 1 次。

$$\text{失重率}(\%) = \frac{g_1 - g_2}{g_1} \times 100$$

1.4.2 呼吸强度的测定^[13] 采用气相色谱法测定, 每两周测定 1 次。

$$\text{呼吸强度} = \frac{\varphi \times V \times 1.96}{m \times t} [\text{mg}/(\text{kg} \cdot \text{h})]$$

式中, φ 为样品气体中 CO_2 的体积分数(%); V 为玻璃容器密闭空间体积(mL); m 为果实的质量(kg); t 为密闭时间(h); 1.96 为 CO_2 的摩尔质量 / 摩尔体积之比 (44/22.4, 按标准状况下计算)。

1.4.3 品质测定 干物质采用烘干恒重法测定^[14], 粗淀粉采用酸水解 - 旋光法用自动旋光仪测定^[15], 还原糖采用氰化盐法测定^[16], 维生素 C 采用荧光法用荧光分光光度计测定^[17], 粗蛋白采用凯氏法用全自动定氮仪测定^[18]。测定处理 1、2、4、6、8 的马铃薯样品, 每 4 周测定 1 次。

1.4.4 数据处理 用 Excel 进行数据分析, 用 Origin 7.0 进行谱图处理。

2 结果与分析

2.1 平均芽长

从图 1 可以看出, 处理 1(对照)在贮藏第 10 周开始发芽, 并在 28 周因发芽较多失去商品价值而未继续统计, 其余处理均于第 20 周开始发芽。其中, 贮藏 32 周时处理 2(CIPC)抑制马铃薯芽长的效果最好, 平均芽长为 0.940 mm; 其次是处理 5、处理 4、处理 9、处理 8、处理 7、处理 6, 分别为 1.673、1.833、5.930、6.411、6.409、8.151 mm。抑制芽长效果较好, 而处理 3 平均芽长为 31.253 mm, 与 28 周时对照平均芽长 (31.672 mm) 相当。可以看出芽长与抑芽剂处理浓度成反比, 浓度越高平均芽长越短。此外发现, 除处理 3 外

(可能浓度不够), 抑制芽长的效果为 CIPC 粉剂 > 香芹酮熏蒸 > 萘乙酸甲酯粉剂 > 香芹酮粉剂。

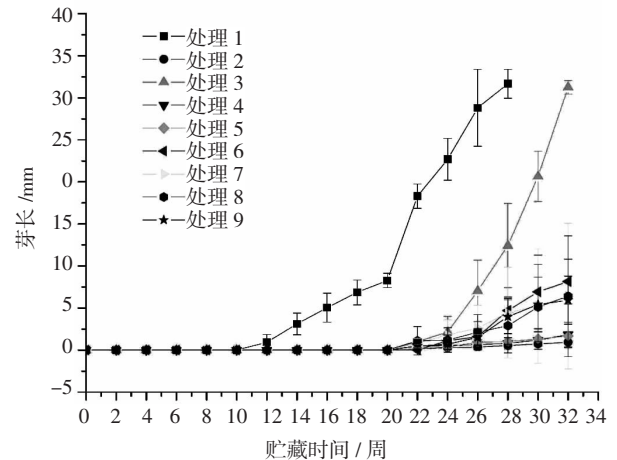


图 1 不同处理对马铃薯平均芽长的影响

2.2 单薯发芽数

处理 1(对照)从第 10 周开始发芽(图 2), 其余处理在第 20 周开始发芽。对照在贮藏末期(28 周)时的单薯平均发芽数为 6.3 个。贮藏第 32 周时, 处理 2(CIPC)的单薯平均发芽数最低, 为 1.7 个, 其他处理从少到多依次为处理 9、处理 5、处理 8、处理 6、处理 4、处理 7、处理 3, 分别为 2.3、2.5、2.9、2.9、3.4、3.8、4.8 个。抑芽剂处理浓度越高, 单薯平均发芽数越少。

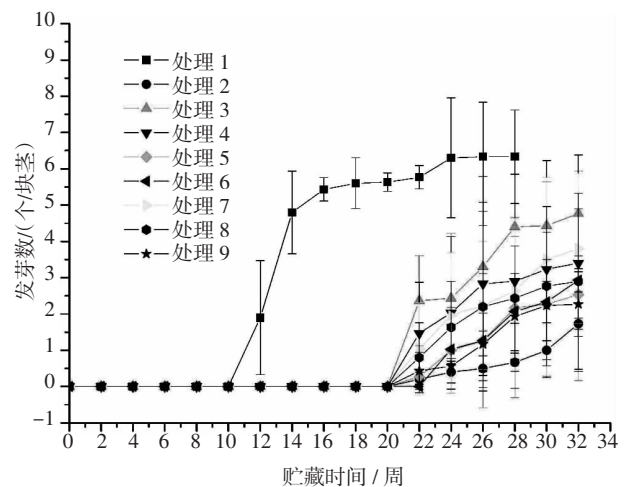


图 2 不同处理对马铃薯平均发芽数的影响

2.3 发芽指数

从图 3 可以看出, 对照在第 10 周开始发芽, 在第 20 周时发芽指数达到 100%, 其他抑芽剂处理均在贮藏第 20 周开始发芽, 处理 3 可能因药剂浓度不够而致发芽指数一直处于最高, 而处理 2(CIPC)发芽指数最低。在贮藏末期, 抑芽剂处理的发芽指数从低到高依次为处理 2、处理 5、处理

4、处理9、处理8、处理7、处理6、处理3，分别为8.33%、16.67%、19.17%、32.50%、38.33%、42.50%、46.67%和95.83%。抑芽剂效果为CIPC>香芹酮熏蒸>萘乙酸甲酯粉剂>香芹酮粉剂。

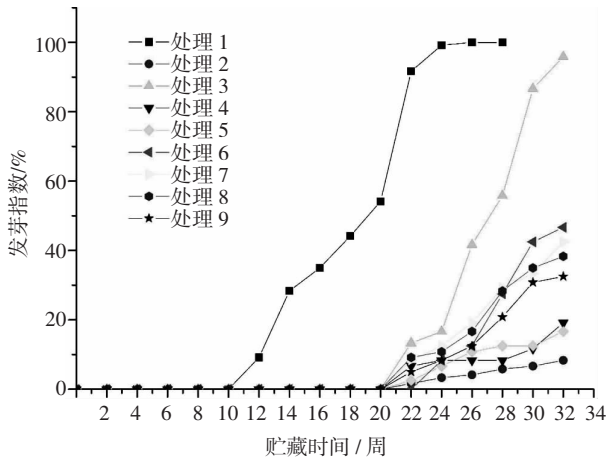


图3 不同处理对马铃薯发芽指数的影响

2.4 发芽率

马铃薯芽长大于等于1mm时即判定为发芽。从图4可以看出，对照在贮藏第10周就开始发芽，贮藏第16周时发芽率达100%，而抑芽剂处理的发芽时间推迟到第20周。到贮藏末期，处理2(CIPC)的发芽率仍最低，为33.33%，其他处理的发芽率从低到高依次为处理5、处理9、处理4、处理6、处理8、处理7、处理3，分别为50.00%、56.67%、63.33%、63.33%、66.67%、76.67%和96.67%。

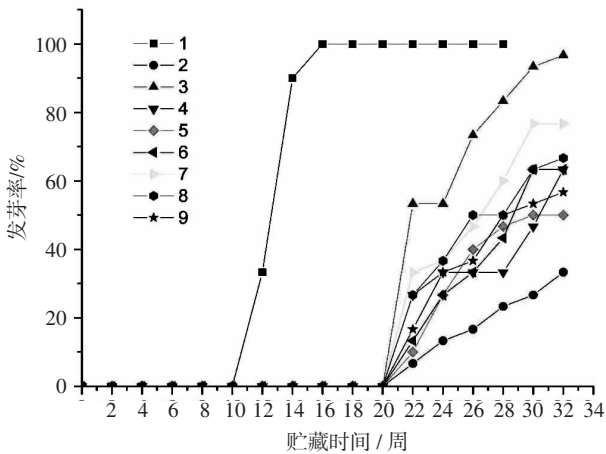


图4 不同处理对马铃薯发芽率的影响

2.5 失重率

从图5可以看出，块茎失重率随着贮藏期的延长而增大，其中对照在第10周后因开始发芽而失重率显著增加，并在贮藏末期(28周)失重率达7.47%。经抑芽剂处理后，处理3、处理6、处理

8、处理7和处理9的块茎也在20周发芽后失重率增加显著，而处理2、处理5和处理4的失重率随着贮藏期的延长一直稳步增加。抑芽剂处理在贮藏末期(32周)时的失重率从低到高依次为处理2、处理5、处理4、处理3、处理6、处理8、处理7、处理9，分别为3.85%、3.95%、4.34%、5.11%、5.12%、6.07%、7.09%和7.33%。在贮藏过程中，马铃薯重量损失的主要原因为水分散发、呼吸以及其他生理代谢进程，除此之外还因发芽的增多而增加^[2-5,19]。从供试的抑芽剂来看，抑制失重的效果为CIPC>香芹酮>萘乙酸甲酯，这是因为香芹酮除了抑芽作用外对一些真菌病害还具有抗菌作用，可减少贮藏过程中因腐烂而造成的失水损失，因此对失重率的抑制作用较好。

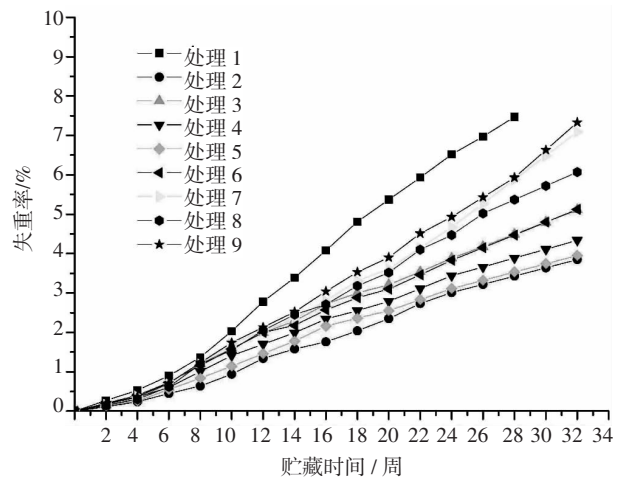


图5 不同处理对马铃薯失重率的影响

2.6 呼吸强度

呼吸强度是植物新陈代谢强弱的重要指标。马铃薯在采收后运输中被擦伤或割伤时呼吸强度将增加，随后必须伤口愈合过程来降低薯块的呼吸强度^[20-21]。从图6可以看出，由于搬运、挑拣使得马铃薯呼吸强度较高，伤口愈合完毕后呼吸强度也会很快降低。4周以后随着贮藏期的延长呼吸强度变化较为稳定，并且由于抑芽剂的抑芽作用使马铃薯呼吸强度均低于对照(处理1)，对照在完全发芽以后呼吸强度也逐步达到一个小峰值[22周，0.79 mg/(kg·h)]。抑芽剂处理贮藏末期(32周)的呼吸强度由高到低依次为处理3、处理7、处理4、处理9、处理6、处理8、处理5、处理2，分别为0.61、0.52、0.48、0.44、0.41、0.32、0.26、0.22 mg/(kg·h)，均低于贮藏28周时对照的呼吸强度。

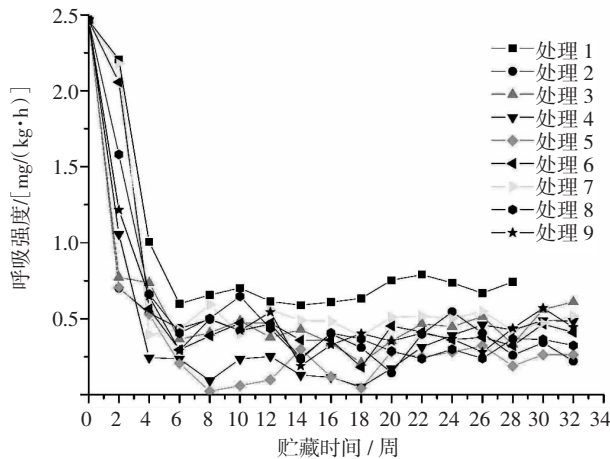


图6 不同处理对马铃薯呼吸强度的影响

2.7 品质

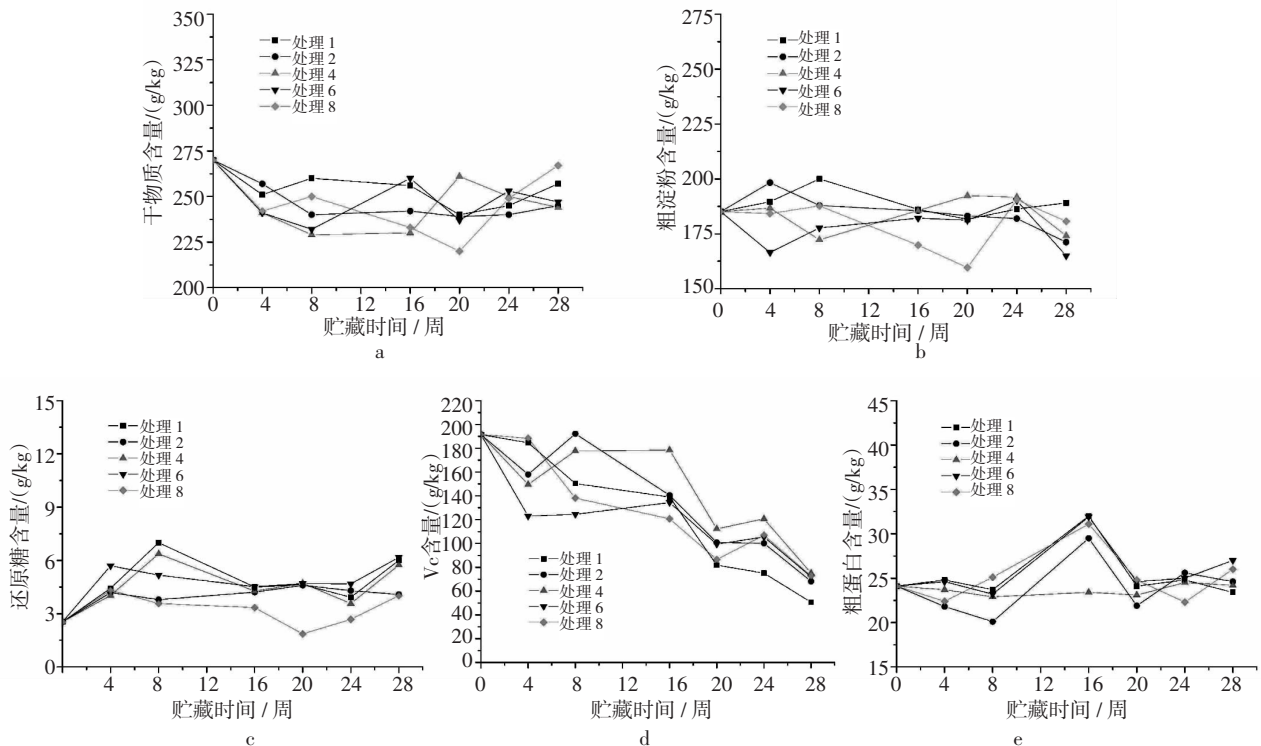
有关在贮藏过程中施用抑芽剂是否影响马铃薯品质的研究较少, 我们的研究发现, 与对照相比, 施用抑芽剂对马铃薯干物质、粗淀粉、还原糖含量的影响不明显(图7 a-c)。这些含量的变化主要与马铃薯的品种、区域性、贮藏温度等有关^[22-23]。马铃薯中的Vc较丰富, 在新鲜的块茎中占0.02%左右, 但在贮藏期间Vc易被氧化酶氧化分解而失去生理活性, 其含量随着贮藏时间显著降低^[24-25]。从图7 d中可以看出这种变化趋势, 并且发现抑芽剂的施用可显著减缓Vc含量的降

低, 而与抑芽剂的种类无显著关系。从图7 e可以看出, 各处理马铃薯蛋白含量的变化基本在20~30 g/kg之间, 说明马铃薯蛋白质的含量在贮藏期间变化不大, 因此蛋白质含量是个相对稳定的指标^[26-28], 贮藏后期经抑芽剂处理的马铃薯蛋白含量略高于对照。

3 小结与讨论

试验研究了氯苯胺灵、香芹酮和1-萘乙酸甲酯对马铃薯贮藏效果的影响。综合抑芽效果、失重率、呼吸强度以及品质的观测结果表明, 3种抑芽剂对马铃薯贮藏效果依次为氯苯胺灵>香芹酮>1-萘乙酸甲酯。尽管香芹酮与1-萘乙酸甲酯抑芽效果不及氯苯胺灵, 但与对照相比, 香芹酮、1-萘乙酸甲酯与氯苯胺灵一样, 均将开始发芽时间由第10周推迟到了第20周, 即将马铃薯的休眠期延长了约70 d, 可使马铃薯150 d不发芽, 达到了很好的贮藏效果。

对香芹酮和1-萘乙酸甲酯考察了3个浓度梯度的使用剂量, 结果发现抑芽效果随着剂量的增加而增强。对香芹酮来说, 香芹酮熏蒸有效剂量为0.4 mL/kg处理的抑芽效果较差; 香芹酮熏蒸有效剂量为0.6、0.8 mL/kg时, 虽然以有效剂量为0.8 mL/kg的抑芽效果较好, 但考虑到香芹酮使用



(a 为干物质; b 为粗淀粉; c 为还原糖; d 为Vc; e 粗蛋白)

图7 不同处理对马铃薯呼吸强度的影响

的成本问题,推荐有效剂量为0.6 mL/kg为最佳使用剂量。对于1-萘乙酸甲酯,尽管随着处理剂量增加,抑芽效果增强,但由于粉剂施用过多可能对马铃薯皮孔有阻塞作用,易造成马铃薯腐烂,故1-萘乙酸甲酯粉剂剂量为130 mg/kg时失重和呼吸强度较高,所以推荐1-萘乙酸甲酯粉剂最佳剂量为100 mg/kg。

香芹酮采用熏蒸剂型比其采用粉剂剂型对马铃薯贮藏效果好。这是因为:第一,香芹酮为易挥发性液体,熏蒸可直接使用,而粉剂增加制备成本且耗费人力,且施用粉剂的小颗粒对人体有危害;第二,相同香芹酮的有效浓度制成粉剂后,由于凹凸棒的吸附作用虽然对香芹酮具有缓释作用,但凹凸棒也可吸收一部分香芹酮,使其达不到预期的有效浓度,使抑芽效果低于同剂量直接熏蒸的效果;第三,由于香芹酮施用时有有效剂量较高,制成粉剂时为了充分分散好香芹酮液体,凹凸棒的用量较大,过多的粉剂颗粒会阻塞马铃薯对香芹酮气体的吸收,也会阻碍马铃薯表皮的气体交换,易使马铃薯发生腐烂。

综上,尽管香芹酮和1-萘乙酸甲酯的抑芽效果不如氯苯胺灵,但也可使马铃薯的休眠期延长至150 d,可取代氯苯胺灵作为马铃薯抑芽剂,并且与氯苯胺灵抑芽的不可逆性相比,也可作为种薯抑芽剂使用。本研究的推荐抑芽剂最佳使用剂量为香芹酮0.6 mL/kg、1-萘乙酸甲酯100 mg/kg。

参考文献:

- [1] COSTA E, SILVA M, GALHANO C, *et al.* A new sprout inhibitor of potato tuber based on carvone/ β -cyclodextrin inclusion compound[J]. *Journal of Inclusion Phenomena and Macrocyclic Chemistry*, 2007, 57(1): 121-124.
- [2] BURTON W G. The Potato. A survey of its history and of factors influencing its yield, nutritive value, quality and storage[D]. Holland: Wageningen University, 1966, 382.
- [3] SUHAG M, B K NEHRA, N SINGH, *et al.* Storage behavior of potato under ambient condition affected by curing and crop duration[J]. *Haryana J. Hort. Sci.*, 2006, 35: 357-360.
- [4] YOSUKE M, K F YAPTENCO, N TOMOHIRO, *et al.* Property changes in potato tubers (*Solanum tuberosum* L.) during cold storage at 0 °C and 10 °C[J]. *Food Pre. Sci.*, 2000, 26: 153-160.
- [5] KATUNDU M G C, S L HENDRIKS, J P BOWER, *et al.* Effects of traditional storage practices of small-scale organic farmers on potato quality[J]. *J. Sci. Food Agric.*, 2007, 87: 1820-1825.
- [6] KERSHOLT R P V, C M REE, H C MOLL. Environmental life cycle analysis of potato sprout inhibitors[J]. *Industrial Crops and Products*, 1997, 6: 187-194.
- [7] SANLI A, KARADOĞAN T, TONGU M, *et al.* Effects of caraway (*Carum carvi* L.) seed on sprouting of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers under different temperature conditions [J]. *Turkish Journal of Field Crops*, 2010, 15(1): 54-58.
- [8] OOSTERHAVEN K, HARTMANS K J, HUIZING H J. Inhibition of potato (*Solanum tuberosum*) sprout growth by the monoterpene S-carvone: reduction of 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A reductase activity without effect on its mRNA level[J]. *J. Plant Physiol.*, 1993, 141: 463-469.
- [9] OOSTERHAVEN J. Different aspects of S-Carvone, a natural potato sprout inhibitor [D]. Holland: Wageningen University, 1995.
- [10] HARTMANS K J, P DIEPENHORST, W BAKKER *et al.* The use of carvone in agriculture: sprout suppression of potatoes and antifungal activity against potato tuber and other plant diseases[J]. *Industrial Crops and Products*, 1995, 4: 3-13.
- [11] MARSHALL E R, SMITH O. Effect of field and storage applications of sprout inhibitors on potato tubers [J]. *American Potato Journal*, 1950, 27: 133-141.
- [12] DENNY F E. The use of methyl ester of alpha naphthaleneacetic acid for inhibiting sprouting of potato tubers, and an estimate of the amount of chemical retained by tubers[J]. *Contrib. Boyce. Thompson. Inst.*, 1942, 12: 387-403.
- [13] 曹建康, 姜微波, 赵玉梅. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2007.
- [14] 中华人民共和国商业部食品检验研究所. GB/T 8858-1988 水果、蔬菜产品中干物质和水分含量的测定方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 1988.
- [15] 中华人民共和国商业部食品检验研究所. GNJ/JZX 080-2004 水果、蔬菜产品中粗淀粉的测定方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
- [16] 中华人民共和国商业部食品检验研究所. GNJ/JZX 086-2004 水果、蔬菜产品中还原糖的测定方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
- [17] 中华人民共和国商业部食品检验研究所. GB/T 5009.86-2003 蔬菜、水果及其制品中总抗坏血酸的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [18] 中华人民共和国卫生部. GB 5009.5-2010 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.

配方施肥对洋葱品质及产量的影响初报

冯守疆^{1,2,3}, 车宗贤^{1,3}, 赵欣楠^{1,2}, 杨君林^{1,2,3}, 张旭临^{1,2}, 邵明升⁴, 巩俊花⁴

(1. 甘肃省农业科学院土壤肥料与节水农业研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省新型肥料创制工程实验室, 甘肃 兰州 730070; 3. 农业部甘肃耕地保育与农业环境科学观测实验站, 甘肃 武威 733017; 4. 施可丰化工股份有限公司, 山东 临沂 276016)

摘要: 在甘肃省河西灌区的洋葱主产区张掖市甘州区, 以洋葱品种金美为指示品种, 研究了洋葱配方复合肥+洋葱配方水溶肥不同用量配合施用对洋葱品质及产量的影响。结果表明, 当配方肥的纯养分总量为对对照常规施肥纯养分总量(施肥纯养分总量 757.5 kg/hm², 其中 N 250.5 kg/hm²、P₂O₅ 409.5 kg/hm²、K₂O 97.5 kg/hm²)的 90%~110% 时, 洋葱折合产量较对照常规施肥增产 9.1%~21.3%, 株高较对照常规施肥增高 3.67~12.00 cm, 假茎粗较对照常规施肥增粗 0.02~0.11 cm, 单球重较对照常规施肥增重 20.92~42.83 g, 纯收益较对照常规施肥增加 8973~19 901 元/hm², 可溶性糖含量较对照常规施肥增加 0.43~0.68 百分点, 可溶性蛋白质含量较对照常规施肥增加 0.32~0.58 百分点, Vc 含量较对照常规施肥增加 0.98~3.83 mg/kg, 可溶性固形物含量较对照常规施肥增加 0.2~1.48 百分点。配方施肥的纯养分总量为对照常规施肥纯养分总量的 80%~90% 时, 洋葱折合产量、株高、假茎粗、单球重、纯收益、可溶性糖含量、可溶性蛋白质含量、Vc 含量、可溶性固形物含量与对照常规施肥差异不显著。

关键词: 洋葱; 洋葱配方复合肥; 洋葱配方水溶肥; 配方施肥; 品质; 产量; 经济效益

中图分类号: S563.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2018)12-0052-04

[doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2018.12.015](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2018.12.015)

洋葱又名圆葱、葱头等, 是葱科葱属二年生草本植物^[1-4], 因其营养丰富、食疗保健价值高

而被人们日益重视, 现已成为世界第三大蔬菜作物^[5]。目前, 我国洋葱种植面积与总产量居世界

收稿日期: 2018-09-25; 修订日期: 2018-11-05

基金项目: 甘肃省农业科学院农业科技创新专项计划“植物营养与新型肥料创制团队(2017GAAS26)”、所企合作项目“施可丰稳定性肥料示范网络建设”部分内容资助。

作者简介: 冯守疆(1979—), 男, 内蒙古乌兰察布人, 助理研究员, 主要从事新型肥料研究工作。联系电话: (0931)7601679。

通信作者: 车宗贤(1964—), 男, 甘肃会宁人, 研究员, 主要从事畜牧草、农产品质量安全及专用肥料、绿色农业等研究工作。联系电话: (0931)7614717。Email: chezongxian@163.com。

出版社, 2010。

- [19] WONG YEN CHEONG, J K C, N GOVINDEN. Quality of potato during storage at three temperatures [J]. Food and Agricultural Research Council, Mauritius, 1998, 175-179.
- [20] MEINL G. Studies on the respiration intensity of potato tubers as an indicator of damage caused by different methods of harvesting and handling [J]. Archivfur Acker-und Pflanzenbau und Bodenkunde, 1972, 16, 21-30.
- [21] BURTON W G. The potato, 3rd edn. [M]. London: Longman Scientific and Technical, 1989.
- [22] MAAG REUST W. Storage and reconditioning of crisp potatoes [J]. Kartoffelbau, 1992, 43: 443-448.
- [23] CLASSEN P A M, BUDDE, CALKER M H. Increase in phosphorylase activity during cold-induced sugar accumulation in potato tubers [J]. Potato Research, 1993, 36: 205-217.
- [24] 赵萍. 马铃薯块茎中 Vc 含量变化 [J]. 马铃薯杂志, 1997, 7(1): 26.
- [25] DALE M F, GRIFITHS D W, TODD D T. Effects of genotype, nvironment, and postharvest storage on the total ascorbate content of potato (*Solanum tuberosum*) tubers [J]. Agric. Food Chem., 2003, 51(1): 241-248.
- [26] 巩慧玲, 赵萍, 杨俊峰. 马铃薯块茎贮藏期间蛋白质和维生素 C 含量的变化 [J]. 西北农业学报, 2004, 13(1): 49-51.
- [27] 李梅, 田世龙, 程建新, 等. 田二氧化氯对贮藏马铃薯块茎的抑芽作用初探 [J]. 甘肃农业科技, 2017(2): 33-36.
- [28] 田世龙, 李守强, 李玉梅, 等. 马铃薯抑芽剂基料的筛选初报 [J]. 甘肃农业科技, 2008(9): 13-15.

(本文责编: 杨杰)