

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2021)02-0176-07

贮藏加工

DOI: 10.19918/j.cnki.1672-3635.2021.02.011

西北地区家用马铃薯贮藏窖的设计和应用

杨国霞*

(甘肃省天祝县农产品质量检测检验站, 甘肃 天祝 733299)

摘要: 为了延长马铃薯贮藏期和提高贮藏薯块质量, 设计了一种家用马铃薯贮藏窖, 在西北地区农村应用。相对传统贮藏设施窑洞和土窖, 降低了贮藏温度和湿度, 相对贮藏设施房屋降低了贮藏温度, 提高了贮藏湿度。同时延迟了贮藏薯块发芽始期, 降低了腐烂率和发芽率。贮藏末期(4月中旬), 薯块腐烂率和发芽率分别为8.6%和58.6%, 较传统贮藏设施窑洞、土窖和房屋分别降低了39.01%、43.42%、58.25%和32.18%、36.65%、40.57%。家用马铃薯贮藏窖结构简单、造价低、安全可靠、操作方便, 建议在有条件的地区推广应用。

关键词: 马铃薯; 贮藏窖; 家用; 设计; 应用

Design and Application of Household Potato Storage Cellar in Northwest China

YANG Guoxia*

(Agricultural Products Quality Inspection Station of Tianzhu County, Tianzhu, Gansu 733299, China)

Abstract: A household potato storage cellar was designed and applied in the rural areas of northwest China in order to extend storage period and increase quality of stored potato. The storage temperature and humidity were reduced compared with the traditional storage facilities of cave and cellar. The storage temperature was reduced and humidity was increased compared with the storage facilities of house. At the same time, it delayed the beginning of germination, reduced the decay rate and germination rate. The decay and germination rates of tubers were 8.6% and 58.6%, respectively, which decreased 39.01%, 43.42%, 58.25% and 32.18%, 36.65%, 40.57%, respectively, compared with the traditional storage facilities of cave, cellar and house at the end of storage (mid-April). The household potato storage cellar is simple in structure, low in cost, safe and reliable, and easy to operate. It is suggested to be extended and applied in the areas where conditions permit.

Key Words: potato; cellar; household; design; application

马铃薯是粮菜兼用作物, 为解决中国的粮食供给和提高人民的生活水平发挥了巨大的作用^[1]。国家已实施马铃薯主粮化战略, 马铃薯作为中国第四大粮食作物, 突出主粮化在国家粮食安全中的位置和作用尤为重要^[2,3]。在实际生活中马铃薯作

为大众食材通过炒、煮、蒸、炸、炖等烹饪方法可做出种类繁多、美味可口的食品, 满足人们的多种需求。在中国水稻、小麦、玉米、大豆等粮食的贮藏已初具规模, 各地研制和建设了不同体积的粮库、粮仓等贮藏设施来满足贮藏需求, 在

收稿日期: 2021-01-28

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2012BAD06B03)。

作者简介: 杨国霞(1985-), 女, 农艺师, 主要从事农业技术示范和推广工作。

*通信作者(Corresponding author): 杨国霞, E-mail: sunling_219@163.com。

农村也研制和发放了彩钢粮囤来满足家庭贮粮需要^[4,5]。马铃薯不同于水稻、小麦等籽粒作物，其薯块含水量高，生命活动旺盛，在国家粮食战略方面多用大型冷库、气调库贮藏^[6,7]，家用贮藏设施多为传统窑洞和土窖，其设施简陋、易塌陷、温湿度调控困难，贮藏后腐烂率和发芽率高，取放困难。作为粮食储备的重要组成部分，设计和建设新型家用马铃薯贮藏窖有一定的现实意义。

中国西北地区冬季漫长寒冷，马铃薯是农村冬季的主要菜蔬之一，广大农村素有“秋收冬藏”的习俗和传统。本试验为了延长马铃薯贮藏期和提高贮藏薯块质量，设计了新型家用马铃薯贮藏窖。应用后延迟了马铃薯发芽期，降低了腐烂率，克服了传统窑洞、土窖等贮藏设施的不足，在农村家庭贮藏中具有一定的应用前景。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于甘肃省天祝藏族自治县东坪乡先锋村，N 35°2′，E 102°42′，海拔 2 050 m、土壤为山地栗钙土，属大陆性高原季风气候区。年平均气温 2.8℃，≥10℃的积温 2 400℃，年日照 2 500 h，早霜 9 月下旬，晚霜 4 月下旬，无霜期 155 d，年平均降雨量 465 mm。应用地位于祁连山东端北麓缓坡区，该地农户将坡度 20°~30°的坡面改造成梯田发展马铃薯产业，马铃薯是当地的主要经济作物。每年 10 月马铃薯收获交易后，每家都要预留和贮存一定数量的块茎作为冬季蔬菜食用。

1.2 对比试验

马铃薯品种为‘陇薯 3 号’一级种，薯种由甘肃省农业科学院提供。2019 年 6 月上旬播种，10 月中旬收获，收获后剔除病、残和损伤薯块，选留质量 150~200 g 块茎贮藏。

贮藏时分别应用本设计家用马铃薯贮藏窖(简称贮藏窖)、传统家用贮藏设施窑洞、土窖和房屋 4 种设施贮藏。

(1)贮藏窖：圆柱锥体形，半地下，高 3.5 m，体积 3.8 m³。

(2)窑洞：在房前屋后崖坎下挖“∩”形窑洞，窑洞高 1.5 m、宽 1 m、深 4 m，体积 6 m³，洞口安装木门。

(3)土窖：在院内挖长方体形土窖，土窖长 1.2 m、宽 1.2 m，深 3 m，体积 4.3 m³，窖顶用木头搭建，上面覆盖树枝、秸秆和土，并预留窖口，用可移动木板覆盖。

(4)房屋：人居住的土木结构房屋，土墙体、木质门窗，土质屋面，屋长 5 m、宽 3 m、高 3 m，体积 45 m³。

贮藏时分别随机抽取选留的薯块 1 500 kg 装入贮藏窖、窑洞和土窖内，屋内贮藏时堆放在墙角。贮藏前期 2019 年 10~12 月马铃薯处在自然休眠状态，状态稳定，不发芽，不采集相关数据。贮藏后期 2020 年 1~4 月每个设施安装电子温、湿度记录仪，将感应器探头深入贮藏薯块中心位置记录温度(℃)和空气相对湿度(%), 每月中旬和月底分别取样 50 kg 统计腐烂率(%)和病情指数，发芽率(%)和发芽指数，并随时观察薯块的变化，记录发芽始期。

$$\text{腐烂率}(\%) = (\text{腐烂薯块个数} / \text{薯块总数}) \times 100$$

$$\text{病情指数} = (N_0 \times 0 + N_1 \times 1 + N_2 \times 2 + N_3 \times 3 + N_4 \times 4) / (N \times 4)$$

其中：0、1、2、3、4 代表病斑大小，0：无病斑；1：病斑直径 < 1.5 cm；2：病斑直径 1.5~3.0 cm；3：病斑直径 3.1~4.5 cm；4：病斑直径 > 4.5 cm。N₀、N₁、N₂、N₃、N₄ 分别代表 0、1、2、3、4 级薯块数，N 代表调查薯块总数。

$$\text{发芽率}(\%) = (\text{发芽薯块个数} / \text{薯块总数}) \times 100$$

$$\text{发芽指数} = (N_0 \times 0 + N_1 \times 1 + N_2 \times 2 + N_3 \times 3 + N_4 \times 4) / (N \times 4)$$

其中：0、1、2、3、4 代表芽体长度，0：不发芽；1：芽长 < 3.0 cm；2：芽长 3.0~6.0 cm；3：芽长 6.1~9.0 cm；4：芽长 > 9.0 cm。N₀、N₁、N₂、N₃、N₄ 分别代表 0、1、2、3、4 级芽眼数，N 代表调查芽眼总数。

1.3 数据处理

所有数据求平均值，采用 Excel 2007 和 DPS 6.01 软件进行分析。

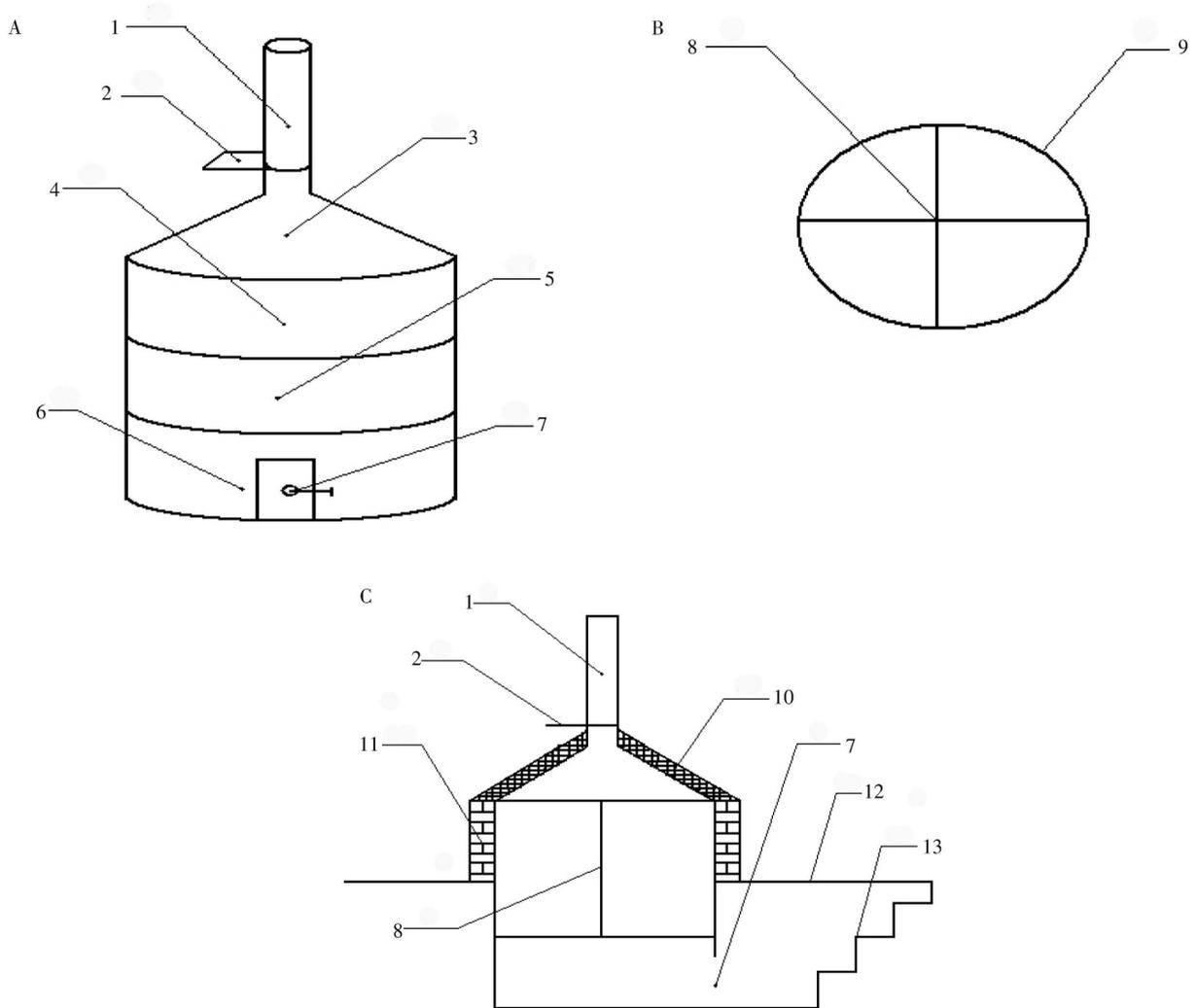
2 结果与分析

2.1 新型贮藏设施设计与建造

贮藏窖为圆柱锥体形, 半地下, 其设计、建设和应用如图1。结构、加工制造和应用说明如下。

结构说明: 在图1A中贮藏窖由倒漏斗形窖顶3、

圆柱形窖体 I 4、窖体 II 5和窖体 III 6组成。倒漏斗形窖顶3、圆柱形窖体 I 4、窖体 II 5和窖体 III 6依次自上而下通过窖壁9的凸楔和凹槽结构套接在一起构成整体。窖顶3的顶端是圆柱形排气筒1, 排气筒1基部设有气流调控板2。窖体 III 6的侧壁设有取料口7。在图1B中窖体 I 4和窖体 II 5的内部设有横截



注: 1—排气筒; 2—气流调控板; 3—窖顶; 4—窖体 I; 5—窖体 II; 6—窖体 III; 7—取料口; 8—隔板; 9—窖壁; 10—棉被保温层; 11—砖墙体保温层; 12—地面; 13—台阶。

Note: 1—exhaust funnel; 2—air flow control panel; 3—cellar roof; 4—cellar body I; 5—cellar body II; 6—cellar body III; 7—feeder; 8—clapboard; 9—cellar wall; 10—cotton insulation; 11—brick insulation; 12—floor; and 13—step.

图1 贮藏窖整体结构(A)、横剖结构(B)和纵剖结构(C)示意图

Figure 1 Schematic diagrams of the whole structure (A), cross section structure (B) and vertical profile structure (C) of household potato storage cellar

面为“十”字形隔板8, 窖体Ⅲ6没有隔板8。窖顶3的倒漏斗形设计是便于排气, 气流调控板2是便于调控气流和控制温度和湿度。隔板8的“十”字形设计是增强窖体耐挤压能力。窖体Ⅲ6没有“十”字形隔板的设计是便于贮藏的马铃薯都能从窖体Ⅲ6底部取料口7取出。

加工制造说明: 贮藏窖直径1.5 m, 整体高3.5 m, 体积3.8 m³, 其中圆柱形窖体高2 m, 锥形窖顶3高0.5 m, 排气筒1高1 m, 圆柱形窖体Ⅰ4高80 cm、窖体Ⅱ5高60 cm、窖体Ⅲ6高60 cm。不同构件倒漏斗形窖顶3、圆柱形窖体Ⅰ4、窖体Ⅱ5和窖体Ⅲ6均由聚氯乙烯塑料(PVC)浇铸而成。浇铸前先按设计参数加工模具, 模具加工好后, 将加热熔融的聚氯乙烯塑料(PVC)倒入模具成形。不同构件倒漏斗形窖顶3、圆柱形窖体Ⅰ4、窖体Ⅱ5和窖体Ⅲ6的隔板8和窖壁9厚1 cm, 通过窖壁9的凸楔和凹槽结构套接在一起构成整体。取料口7的门与窖体Ⅲ6侧壁通过合页连接, 门可沿侧壁自由旋转。

应用说明: 贮藏窖使用前先在安放地挖圆柱形坑, 将圆柱形窖体二分之一埋入地下, 二分之一显露在地上, 显露在地上部分沿窖壁9外表砌厚24 cm的砖墙包裹窖体。窖体建成后, 打开窖顶3, 将马铃薯装入窖内, 然后盖上窖顶3, 在窖顶3上覆盖棉被等保暖材料。在取料口7斜上方挖台阶13伸入到取料口7, 方便人员上下。取食贮藏窖内马铃薯时, 人从台阶13上下到取料口7旁, 打开取料口7, 取出马铃薯食用。在窖内温度过高或过低时可通过关闭取料口7和排气筒1上的气流调控板2大小来调控贮藏窖内的气流, 从而达到调控窖内温度和湿度的目的(图1C)。

2.2 应用效果分析

2.2.1 不同设施的空气温度和空气相对湿度变化

在相同贮藏期(1~4月)条件下, 不同贮藏设施中, 贮藏窖的温度最低。贮藏末期4月温度为9.6℃, 较贮藏设施窑洞、土窖和房屋分别降低了15.79%、11.11%和47.82%, 空气相对湿度90.6%, 较贮藏设施窑洞和土窖分别降低了5.87%和10.07%, 较贮藏设施房屋提高了55.48%。贮藏末期4月, 不同贮藏设施的温度由高到低的排序依次为房屋>窑洞>土窖>

贮藏窖, 空气相对湿度由高到低的排序依次为土窖>窑洞>贮藏窖>房屋(图2和图3)。

2.2.2 不同设施贮藏马铃薯的腐烂率和病情指数变化

在相同贮藏期(1~4月)条件下, 不同贮藏设施中, 贮藏窖的腐烂率和病情指数均最低。贮藏末期4月腐烂率和病情指数分别为8.6%和0.21, 腐烂率和病情指数较贮藏设施窑洞、土窖和房屋分别降低了39.01%、43.42%、58.25%和58.00%、59.62%和67.19%。贮藏末期4月, 不同贮藏设施的腐烂率和病情指数由高到低的排序依次均为房屋>土窖>窑洞>贮藏窖(图4和图5)。

2.2.3 不同设施贮藏马铃薯的发芽率和发芽指数变化

在相同贮藏期(1~4月)条件下, 不同贮藏设施中, 贮藏窖的发芽始期最迟, 发芽率和发芽指数均最低。发芽始期为2月25日, 较贮藏设施窑洞、土窖和房屋分别推迟了20, 17和36 d。贮藏末期4月份发芽率和发芽指数分别为58.6%和0.34, 发芽率和发芽指数较贮藏设施窑洞、土窖和房屋分别降低了32.18%、36.65%、40.57%和40.35%、44.26%、54.67%。贮藏末期4月, 不同贮藏设施的发芽率由高到低的排序依次为房屋>土窖>窑洞>贮藏窖(图6和图7)。

3 讨论

应用本设计家用马铃薯贮藏窖后, 相对传统贮藏设施窑洞和土窖降低了设施内温度和湿度, 相对贮藏设施房屋降低了设施内温度, 提高了湿度。贮藏马铃薯后, 延迟了发芽始期, 降低了腐烂率和病情指数、发芽率和发芽指数。且结构简单, 造价低、安全可靠、操作方便。

薯块腐烂率和发芽率是马铃薯贮藏设施性能最重要的衡量指标。马铃薯贮藏期最适温度2~4℃, 低于最适温度后马铃薯就会受冻, 高于最适温度后, 马铃薯就会解除休眠发芽生长, 且发芽速度和生长量随着温度的提高而提高^[8,9]。马铃薯贮藏期最适湿度80%~93%, 贮藏期湿度过低, 马铃薯就会失水萎蔫, 湿度过高就会滋生病害^[10]。应用本设计家用马铃薯贮藏窖后, 在贮藏期(1~4月)湿度在80.6%~86.6%, 但观察到未出现冷结水, 可能是贮

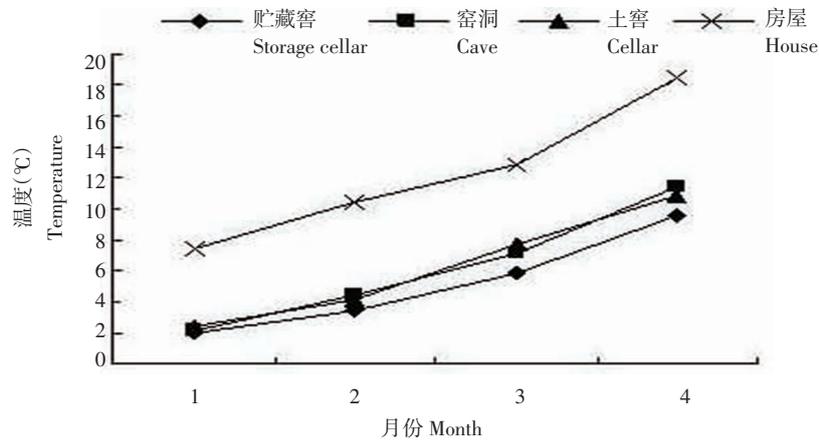


图2 不同设施的温度变化

Figure 2 Change of temperatures in different facilities

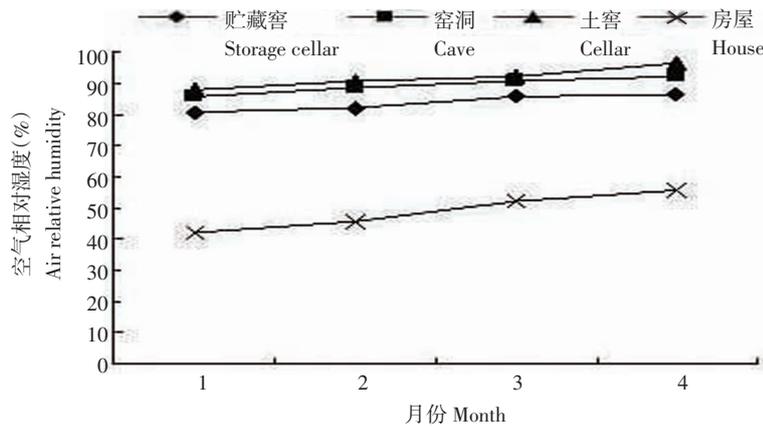


图3 不同设施的空气相对湿度变化

Figure 3 Change of air relative humidities in different facilities

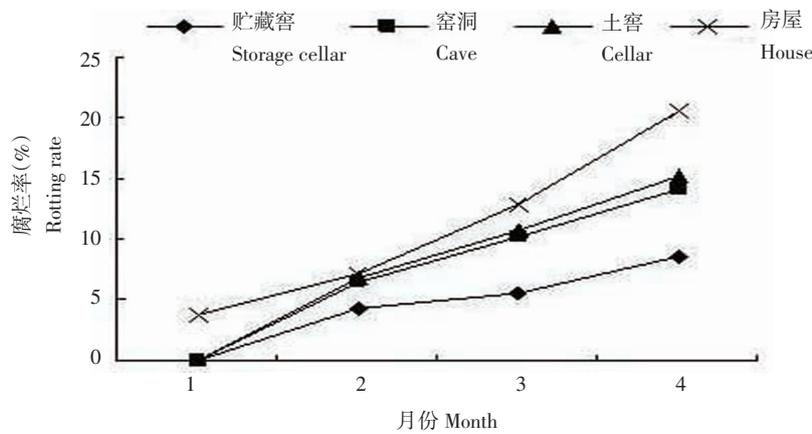


图4 不同设施贮藏马铃薯的腐烂率变化

Figure 4 Change of tuber rotting rates in different facilities

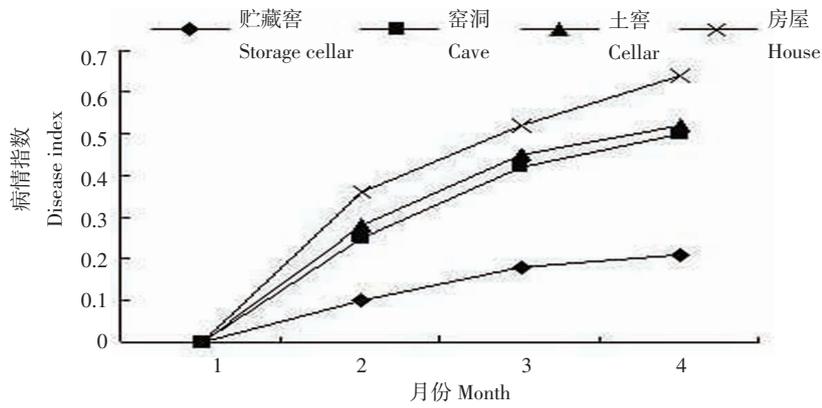


图5 不同设施贮藏马铃薯的病情指数变化

Figure 5 Change of tuber disease indexes in different facilities

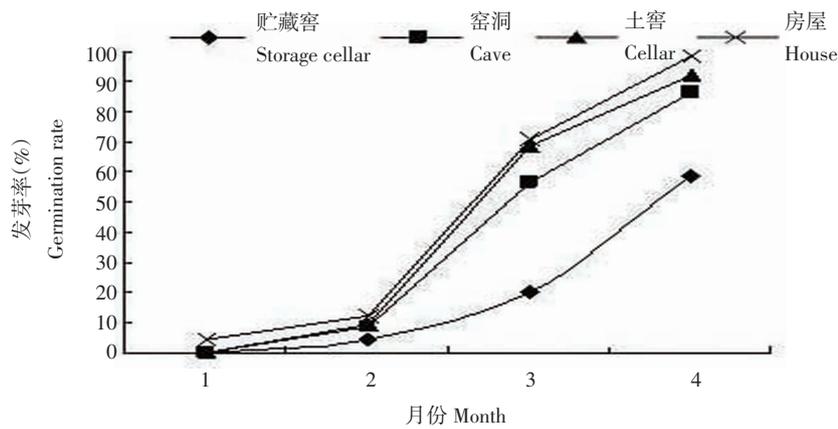


图6 不同设施贮藏马铃薯的发芽率变化

Figure 6 Change of germination rates in different facilities

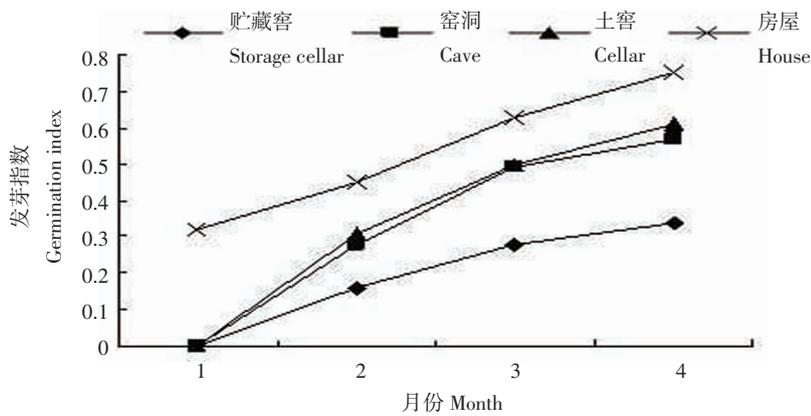


图7 不同设施贮藏马铃薯的发芽指数变化

Figure 7 Change of germination indexes in different facilities

藏窖内温度整体高于2.0℃,且贮藏窖内空气自下而上不断流动,湿润的空气处在动态的流动过程中,而非静态的状态,不易凝结水或结冰。除贮藏温度和湿度外,马铃薯在贮藏期间依然进行新陈代谢,吸入O₂放出CO₂和H₂O。在贮藏期各个生理阶段,保持良好的通风有助于增加窖内O₂含量,降低CO₂的浓度,保证O₂含量不低于5%,否则会因缺氧引起薯块组织坏死,导致“黑心”现象发生^[11]。

传统贮藏设施窑洞和土窖贮藏马铃薯后,受外界气温影响较小,具有降温和保温双重功能,在温度上都能满足马铃薯贮藏要求,但窑洞和土窖深入山坡或地下,通风换气困难,在贮藏过程中受土壤蒸发和马铃薯呼吸影响,设施内湿度大,氧含量不足,促进了病害的发生。除此之外,窑洞和土窖贮藏马铃薯取用不便,使用多年后易塌陷,存在安全隐患。利用房屋设施贮藏马铃薯后,虽克服了窑洞和土窖设施的不足,提高了安全性能,但屋内温度易受室外气温和屋内人为活动的影响,春季气温回升后,马铃薯发芽早,腐烂率高。家用马铃薯贮藏窖吸取了贮藏设施窑洞和土窖的有益作用,建设过程中采用半地下室设计,采用聚氯乙烯(PVC)窖体防潮,在贮藏过程中通过空气对流来调控温度、湿度和氧含量,且取用方便,经久耐用,建议在马铃薯

薯家用贮藏中示范推广。

[参 考 文 献]

- [1] 杨帅, 闵凡祥, 高云飞, 等. 新世纪中国马铃薯产业发展现状及存在问题 [J]. 中国马铃薯, 2014, 28(5): 311-316.
- [2] 王琼, 唐然, 周平, 等. 浅析实施国家马铃薯主粮化战略的高层次人才支撑与强化策略 [J]. 教育教学论坛, 2020(45): 115-117.
- [3] 常贵蒋. 国家粮食安全战略转变与广西马铃薯产业发展应对 [J]. 农业经济, 2020(5): 3-5.
- [4] 吴梦光. 国外中小型粮库 [J]. 建筑学报, 1962(10): 27.
- [5] 毕进德, 张群. 组合式家用粮仓 [J]. 南方农机, 1999(3): 17.
- [6] 张新, 张继明, 李喜宏, 等. 模拟果蔬余热制冷控温库的设计与性能研究 [J]. 食品工业, 2017, 38(7): 193-197.
- [7] 李树君, 田恒增. 我国农产品加工业及其装备的现状与发展 [J]. 农业机械, 2002(6): 28-30.
- [8] 王亮, 张新宪, 李超, 等. 不同贮藏温度对晋薯16号马铃薯采后生理及品质变化的影响 [J]. 保鲜与加工, 2020, 20(5): 34-39.
- [9] 杨明, 包媛媛, 张新永, 等. 不同贮藏温度对云薯105马铃薯生理品质的影响 [J]. 江苏农业科学, 2020, 48(5): 189-193.
- [10] 王航, 高勇刚. 北方冬季加工马铃薯贮藏技术 [J]. 农村科技, 2018(4): 60-61.
- [11] 夏善勇, 王庆新, 李庆全, 等. 我国北方一作区马铃薯贮藏技术及发展建议 [J]. 中国种业, 2020, 308(11): 36-38.