

科研简报

新疆瓜果辐射贮藏研究^{*}

周自雄 张兴发

杨品亮

(中国科学院新疆物理研究所) (中国科学院新疆生物、土壤、沙漠研究所)

摘要 本文描述了1976~1981年新疆瓜果贮藏研究的主要结果。在这一期间,我们研究了2 MeV电子静电加速器产生的X射线,β射线以及空气负离子对于新疆无核葡萄,哈密瓜和库尔勒香梨的贮藏效果。这些实验表示结果如下:无核葡萄经过空气负离子处理,其贮藏效果比X射线或β射线处理都好;哈密瓜经过低剂量β射线辐照,贮藏时间延长,保存率提高;库尔勒香梨用空气负离子处理,保存九个月后的保存率为91.9%,同时色香味及外形均未发生大的变化。

关键词 瓜果贮藏;辐照;空气负离子;哈密瓜;库尔勒香梨;无核葡萄;臭氧。

引 言

电离辐射用于保藏食品的研究,早已为人们重视,国际原子能机构和联合国粮农组织以及世界卫生组织等,在二十多年来,以各种形式召开了多次辐射保藏食品会议^[1]。对食品の色香味,营养价值以及安全性均进行了慎重的研究。1980年10月联合国三组织(IAEA, FAO, WHO)组成的专家委员会开会讨论确认,食品辐射剂量在 10^6rad 以下,不需作毒理试验,不会对人体造成任何危害^[2]。这一决定消除了人们对食品辐照的怀疑与恐惧感。对食品辐射消毒保藏工作起着很大推动作用。食品辐射保藏是一种不需要加热或化学处理消毒,无冷冻情况下能延长食品的贮藏期限。同时食品在感官性状,质地和色香味方面的变化甚微^[3]。这对于瓜果贮藏是很适合的。有许多水果很容易腐烂,难于贮藏,对于商业部门来说,其贮藏期能延长几天也将收到巨大效益。因而国外对水果辐射贮藏进行了大量的研究工作。美国原子能委员会和陆军部采用能量不超过2.2 MeV,吸收剂量约为 10^5rad 的γ射线处理了多种水果,均得到了令人满意的结果^[3]。苏联采用 ^{60}Co γ射线,吸收剂量 $2\sim 4\times 10^5\text{rad}$ 处理水果,也获得了许可^[4]。日本采用范德格拉夫(Van De Graaff)型加速器产生的β射线对水果表面进行消毒处理,既能防止霉烂,又能使外观和风味保持变化不大^[5]。

新疆地处亚洲腹地,干燥少雨,日照时间长,适合瓜果生长。无核葡萄,哈密瓜和库尔勒香梨均是新疆的著名特产,享有很高的盛誉。由于它们的贮藏问题,没有得到妥善解决,每当瓜果成熟的季节就出现大量瓜果积压腐烂,而在其他季节瓜果缺少。为了解决新疆瓜果贮藏问题,新疆物理研究所和新疆生物土壤沙漠研究所共同从1976年开始,利用范德格拉夫型2 MeV电子静电加速器产生的X射线,β射线和β射线电离空气产生的空气负离子。分别对新疆的无核葡萄,哈密瓜以及库尔勒香梨进行辐射贮藏的研究。同时贮藏过程中采用塑帐保水,果窖温度湿度适当调节以及消毒杀菌等措施相结合进行实验,取得了良好的贮藏效果。

* 参加此项工作的还有许国英,申继曾,周光文,雯茜姆,王蔚。

材料和实验方法

实验材料选用新疆的无核葡萄,哈密瓜和库尔勒香梨。在瓜果季节,对于不同品种的瓜果选择各自适当的日期,派专人专车赴瓜果产地现场,选择无病无伤的瓜果。同时做好瓜果的包装,防止运输途中损伤瓜果。瓜果运回实验场地,首先存放十余天,然后严格挑选,并将好果分别进行X射线或 β 射线的辐射处理或进行空气负离子处理。最后将处理的和对照的瓜果存放入瓜果窖内进行长期贮藏,并观察和测量瓜果的理化变化和贮藏保鲜效果。

本实验以2 MeV 电子静电加速器作为辐射源,并以能量1.75 MeV,电子束100 μ A,分别产生X射线, β 射线以及 β 射线电离空气产生的空气负离子。分别对于瓜果进行辐射或电离空气负离子处理。详细实验方法如下:

(1) X射线辐射处理瓜果的实验方法 此实验加速器用金靶,高能加速电子穿过金靶产生X射线辐射场。将被辐射的样品放在靶下辐射场一定位置,同时采用法莫剂量仪,测出样品所接受的剂量伦琴值,并换算成拉特单位。为了使样品辐射均匀,在辐射过程中,样品翻转180°。

(2) β 射线辐射处理瓜果的实验方法 本实验加速器采用钛靶,高能加速电子经过钛靶直接产生 β 射线辐射场(电子辐射场)。将被辐射的样品放置在靶下辐射场一定位置,同时用法拉第筒测量出样品接受的电子流。用下列公式计算出样品接受的吸收剂量。对于瓜果样品采用全吸收公式:

$$D = \frac{IEt}{W} \times 10^5 \text{ rad}$$

式中: E为电子束能量(MeV); I为电子束流强(μ A); t为辐射样品的时间(s); W为高能电子束穿入样品深度部分的重量(g)。为了使样品整个皮层能够受到均匀的剂量,在辐射过程中,样品翻转180°。

(3) 空气负离子处理瓜果的实验方法 空气负离子贮藏水果蔬菜的技术^[9],启发了我们利用电子静电加速器的高能电子束穿过靶外空气能够产生空气负离子和臭氧,进行空气负离子贮藏瓜果的研究。其实验方法如下:

将被处理的瓜果样品放置在远离靶子轴心2 m处的地方,靶子与样品之间用铝屏蔽,防止 β 射线直接与样品作用。并以送风管道,把靶下电离的空气负离子和臭氧吹向样品。以送风处理样品的不同时间,区别空气负离子处理样品的剂量。由于电子加速器多数安装在实验室内,不能直接在瓜果产地进行实验,从推广应用上考虑,我们自制了一台体积小,使用方便的高频高压空气负离子发生器。

① 技术性能: 输入电压: 220 V; 输出电压: 5~80 KV; 电晕电流: 10 μ A; 空气负离子浓度: $1\sim 9 \times 10^7/\text{cm}^2$ 。

② 实验方法: 实验时将被处理的瓜果样品, 放置在高频高压空气负离子发生器高压输出端的电晕针盘下端一定位置。用空气负离子浓度仪测量瓜果样品接受的离子浓度 $p(\text{cm}^3)$ 。并以不同的处理时间,区别瓜果样品接受空气负离子的剂量。为了确保瓜果整个皮层能接受均匀的剂量,在处理过程中,瓜果样品要求翻转180°。

实验结果与分析

瓜果贮藏期间,观察了瓜果的生理、生化,参数,已另文发表^[8,11]。下表仅是瓜果的各种处

理方法中最佳条件下,好果保存率的对比实验结果。

1. 实验结果

表 1 无核葡萄的保存率

Table 1 Ratio of stored quantity of seedless grape

处理方法	剂 量	贮藏时间 (月)	处理样品保存率 (%)	对照样品保存率 (%)
X 射线	$8 \times 10^4 \text{rad}$	7	51	58
β 射线	$8 \times 10^4 \text{rad}$	7	67	26
空气负离子	2~20 分钟	7	70	24

窑温为 2~10℃,相对湿度为 51~90%

表 2 哈密瓜的保存率

Table 2 Ratio of stored quantity of Homi-melon

处理方法	项目	剂 量	贮藏时间 (月)	处理样品保存率 (%)	对照样品保存率 (%)	备 注
X 射线		$8 \times 10^4 \text{rad}$	5	78	80	老铁哈密瓜
β 射线		$6 \times 10^4 \text{rad}$	7	61.5	47.2	密极甘哈密瓜
β 射线 + 空气负离子		$6 \times 10^4 \text{rad} + 2 \sim 20$ 分钟	7	73	47.2	密极甘哈密瓜
空气负离子		38 分钟	7	40.3	47.2	密极甘哈密瓜

窑内温度 2~10℃,相对湿度 51~90%。

表 3 库尔勒香梨的保存率

Table 3 Ratio of stored quantity of Kuerle-pear

	剂量	贮藏时间 (月)	处理样品保存率 (%)	对照样品保存率 (%)	备 注
X 射线	$5 \times 10^4 \text{rad}$	6	75.2	71.9	处理样品外
β 射线	$8 \times 10^4 \text{rad}$	6	75.2	62.8	形和品质
加速器产生的空气负离子	2~20 分	7	94.7	56.3	均不失去
高频高压产生的空气负离子	2~20 分	9	91.9	83.6	商品价值

窑内温度 2~10℃,相对湿度 51~90%。

2. 实验结果分析

(1) 表 1 实验结果看出,空气负离子处理无核葡萄的贮藏效果最好, β 射线辐射无核葡萄的贮藏效果次之,而 X 射线辐射无核葡萄的贮藏效果不好。而且无核葡萄贮藏 6 个月以后,它们的外形和色香味品质均失去商品价值,与美国加利福尼亚大学的实验相类似^[1]。说明无核葡萄属于皮薄肉质松软含水多的果品,不宜长期贮藏。此类果品宜采用空气负离子表皮消毒杀菌或低剂量穿透力弱的 β 射线辐射消毒杀菌。

② 表 2 实验结果看出: β 射线辐射或 β 射线辐射和空气负离子混合处理哈密瓜的贮藏效果最好,贮藏 7 个月后哈密瓜的外形和色香味品质变化不大。这是由于剂量低、穿透力弱的 β 射线剂量主要集中在瓜体外表和皮层,瓜体在生长期和运输过程中受伤感染的霉菌,多数隐藏在瓜体外表和皮层,这样射线剂量就有效地进行消毒杀菌。又由于哈密瓜的皮层较厚又是胶质纤维所

组成,耐辐射损伤,因而 β 射线不损伤瓜体。但对于瓜体的生理生化过程有一定影响。哈密瓜经过 β 射线辐射后过氧化氢酶明显激活,抗坏血酸酶稍有抑制^[8],这些对瓜果贮藏都是有利的。 X 射线辐射贮藏效果不好的原因在于,穿透力强的 X 射线辐射瓜果,穿过整个瓜体,对瓜体外表和皮层进行消毒杀菌的同时, X 射线与瓜体内的水作用发生辐解,生成 H_2 , H_2O_2 , e^- 溶剂化, H , HO , H_3O^+ 射解物。其中溶剂化电子和氢原子是还原性产物,羟基和过氧氢是氧化性产物^[7]。它们进一步同瓜体内的其他成分发出化学反应,如果 X 射线辐射剂量过大,容易破坏瓜体的正常生理机能,不利于瓜果的贮藏保鲜。

③表3实验结果看出:空气负离子对于库尔勒香梨的贮藏效果比较好, β 射线辐射次之,而 X 射线辐射贮藏效果不明显。库尔勒香梨经过空气负离子处理,贮藏9个月,它们的保存率为91.9%,而且能较好保持香梨的色香味及外形变化不大。空气负离子对于库尔勒香梨的机理有两菌。方面因素:一是电离空气产生空气负离子的同时产生大量臭氧,臭氧对库尔勒香梨表皮能消毒杀另一是空气负离子可以使果体表面产生一层膜体,使细胞膨压得到维持。空气负离子还可以中和或极化果体里的生物电荷,抑制果体的氧化还原作用,使果体处于假死状态,减少果体的营养消耗^[9]。空气负离子对于库尔勒香梨的生理生化影响,已另文发表^[9]。

结 束 语

无核葡萄皮薄、体软、含水多,哈密瓜皮厚、果实较硬,含水不多,库尔勒香梨则居中。 X 射线穿透力强,贯穿整个果实,剂量均匀分布在果实内。 β 射线穿透力弱,剂量集中在瓜果的表皮和皮层。空气负离子的穿透力更小,作用集中在瓜果表皮。 X 射线和 β 射线与空气和瓜果作用产生大量臭氧和带电离子,臭氧对瓜果进行消毒杀菌。从我们多年来的实验看出:电子静电加速器的低剂量 β 射线,适合于新鲜瓜果的贮藏保鲜。 X 射线适合于板栗,核桃,荔枝等干果的杀虫贮藏。空气负离子特别适合那些皮薄、体软、含水多的鲜果贮藏保鲜。

贮藏期间,瓜果窖的消毒杀菌和温湿度调节以及塑帐保水都是不可忽视的措施。在贮藏期观测和分析了部分生理生化变化参数,但由于实验条件有限,不论在贮藏措施和分析测量还需进一步改善。以上介绍的是我们多年来开展瓜果辐射贮藏实验的一些概况。

参 考 文 献

- [1] 四川省辐射保藏食品研究和应用协作组,辐射保藏食品资料汇编,1976年5月。
- [2] 马瑞德,科技资料,上海科学技术大学,第2期,1981。
- [3] 四川省辐射保藏食品研究和应用协作组,辐射保藏食品资料汇编,p.98,1976年5月。
- [4] 四川省辐射保藏食品研究和应用协作组,辐射保藏食品资料汇编,p.42,1977年5月。
- [5] 陈科文,辐射保藏食品,科学出版社,1982。
- [6] 参考消息,1975年8月25日及1978年9月30日。
- [7] J. W. T. Spinks. R. T. Woods, An Introduction to Radiation Chemistry (Second Edition), pp. 256~263, New York, 1976.
- [8] 杨品亮,周自雄等,园艺学报,8(4),37~41(1981)。
- [9] 周自雄,杨品亮等,园艺学报,7(2),61~63(1980)。
- [10] 方永安,国外科技动态,12,15(1976)。
- [11] 周自雄,杨品亮等,科技通讯,新疆物理研究所,(1981)。

(1984年11月26日收到)

THE STUDY ON STORAGE OF MELON AND FRUIT IN XINJIANG BY RADIATION

Zhou Zhixiong Zhang Xingfa

(Xinjiang Institute of Physics, Academia Sinica, China)

Yang Pinliang

(Xinjiang Institute of Biology, Pedology and Psammology, Academia Sinica, China)

ABSTRACT This paper presents the main results of research on storage of melon and fruit in Xinjiang from 1976 to 1981.

In this period of time, we had investigated the storage of Seedless grapes, Hami-melons and kuerle-pears in Xinyang with X-ray, β -ray and atmospheric negative ion which were produced by a 2 MeV electronic electrostatic accelerator. These experimental results are shown as follows. The seedless-grapes were treated by the atmospheric negative ion have better storage effects. than those treated by both the X-ray or the β -ray

The Hami-melons were radiated with the low dose of β -ray evidently have longer storage period and bigger.

The Kuerle-Pears were treated by the atmospheric negative ion. nine months later, 91.9% of the Kuerle-Pears were survived and no big change of skin, flavor, quality and form of the Kuerle-Pears were seen.

KEY WORDS Storage of melon and fruit; Radiation; Atmospheric negative ion; Hami-melon; Kuerle-Pear; Seedless-grape.