

油奈果实冷藏保鲜及包装技术研究

吴朝晖 福建省龙岩地区农业科学研究所 36400

林河通 福建农业大学食品科学系 350002

摘 要 由于油奈果实成熟于酷热的夏季高温季节,果皮薄,果肉多汁,贮藏寿命很短。本试验从贮藏温度和包装方式探讨油奈果实贮藏最佳温度及包装组合。试验表明:油奈果实贮藏 30d,在低温 ($0^{\circ}\text{C} \sim 10^{\circ}\text{C}$) 条件下以快速降氧包装内加 KMnO_4 -蛭石的贮藏效果最好,好果率达 99.42%~100%,失重率为 0.00%,且能有效地保持果实原有的颜色、硬度、品质和风味,尤以 0°C 为佳;快速降氧包装内加溴化活性炭和单果包次之;不包装的最差。在常温条件下,4 种包装处理,以单果包最佳,好果率为 75.72%,比其它 3 种包装处理高 23.54%~75.56%。

关键词 油奈果实 冷藏保鲜 MA 贮藏 温度 包装 采后生理

奈属蔷薇科 (Rosaceae) 李属 (Prunus), 是李的一个变种^[1,2], 为福建省特产, 目前发展甚快。奈果大, 核小, 果肉厚, 汁多, 酸甜适口, 风味极佳, 鲜食、加工均优。但奈成熟于七月至八月份的高温季节, 成熟期集中; 果皮薄、果汁多, 果实易受机械损伤或微生物侵染而造成腐烂, 导致经济损失。但是奈贮藏保鲜方面的研究较少, 对奈的最适贮藏温度及贮藏包装的研究尚未见报道。本试验以福建省主栽奈品种油奈果实为材料, 探讨贮藏适温及包装技术, 为科学贮运、延长奈果实的上市时间提供理论依据和实践指导。

1 材料与方法

1.1 材料处理

供试油奈果实采自福建省古田县西洋油奈场, 于 7 月 26 日采收, 27 日常温运回实验室 (福州), 然后进行预冷, 挑选大小较一致、无病虫害和无机械伤、果面着色面积少于 1/2 的果实供试验用。果实经防腐保鲜剂洗果, 捞起晾干, 而后根据不同的处理进行包装贮藏。本试验为双因素试验, 以温度作为主因素, $A_1 = 0^{\circ}\text{C}$, $A_2 = 5^{\circ}\text{C}$, $A_3 = 10^{\circ}\text{C}$, $A_4 = \text{室温}(27 \sim 33.5^{\circ}\text{C}, \text{CK})$ 。包装为副因素, $B_1 =$ 用 0.1mm 厚的 PE 薄膜小袋进行单果包装 (简称单果包); $B_2 =$ 用 0.03mm 厚 PE 薄膜袋包装, 每袋约 1kg 果实, 内置 4g 饱吸 KMnO_4 饱和液的蛭石 (烘

干), 然后抽去袋内空气密封袋口 (简称抽+E, 快速降氧); $B_3 =$ 用 0.03mm 厚 PE 薄膜袋包装, 每袋约 1kg 果实, 内置 4g 溴化活性炭, 然后抽去袋内空气密封袋口 (简称抽+C, 快速降氧); $B_4 =$ 不包装。共设置 12 个处理 (表 1), 每处理用果 16 个 (约 1kg) 并设置 3 个重复。

表 1 油奈果实不同贮藏温度、包装方式

包装方式(B)	贮藏温度			
	$0^{\circ}\text{C}(A_1)$	$5^{\circ}\text{C}(A_2)$	$10^{\circ}\text{C}(A_3)$	室温(A_4)
单果包(B_1)	A_1B_1	A_2B_1	A_3B_1	A_4B_1
抽+E(B_2)	A_1B_2	A_2B_2	A_3B_2	A_4B_2
抽+C(B_3)		A_2B_3		A_4B_3
不包装(B_4)		A_2B_4		A_4B_4

1.2 检测项目及方法

1.2.1 理化性状测定

贮前及贮藏过程中定期随机取样 (1 袋), 进行理化性状测定: 呼吸强度测定采用静置法; 果实硬度测定在果实赤道线上去皮后用 GY-1 型果实硬度计测; 总糖还原糖用菲林法测定; 可滴定酸用 0.1mol/L NaOH 滴定, 按苹果酸计; 可溶性固型物用手持测糖仪测定。

1.2.2 统计分析

检查果实腐烂、轻耗、皱缩情况, 计算百分率, 并进行统计分析。

好果率 (%) = (贮后好果个数 / 贮前果实总个数) $\times 100\%$

失重率(%)=[1-(贮后所有果实的重量/贮前果实的重量)]×100%

2 结果与讨论

2.1 不同处理对油奈贮藏好果率的影响

表 2 表明:短期贮藏 15d 以 A_1B_2 、 A_2B_2 、 A_3B_2 、 A_2B_1 、 A_2B_3 、 A_1B_1 、 A_4B_3 的效果好,好果率达 97.61%~100%,经显著性测验,它们之间不存在显著差异,但它们之间也有差别,其中以 A_1B_2 、 A_2B_2 、 A_3B_2 、 A_2B_3 效果最好,也即 0°C、5°C、10°C 的抽+E 及 5°C 的抽+C 效果最好,贮藏 15d 后好果率均达 100%,这与低温、塑料薄膜简易气调、及抽+E、抽+C 对乙烯的氧化或吸附,延缓果实代谢速率,延长果实寿命的多重效果有关。短期贮藏好果率最差的是 A_2B_4 、 A_4B_4 。经显著性测验 A_2B_4 、 A_4B_4 与 A_1B_2 等 10 个处理之间的差异达到极显著水平, A_2B_4 与 A_4B_4 之间不存在显著差异。 A_2B_4 、 A_4B_4 都是不包装的,果实贮藏期间失水多,呼吸消耗最大,特别是室温的 A_4B_4 失水更多,呼吸消耗量更大,因而贮藏 15d 后其好果率最差。

表 2 不同处理组合油奈贮藏 15、30d 好果率(%)

处理组合	贮藏 15d	贮藏 30d
0°C, 抽+E(A_1B_2)	100	100
10°C, 抽+E(A_3B_2)	100	100
5°C, 抽+E(A_2B_2)	100	99.42
5°C, 抽+C(A_2B_3)	100	96.45
5°C, 单果包(A_2B_1)	99.77	86.52
0°C, 单果包(A_1B_1)	99.64	91.52
室温, 抽+E(A_4B_2)	99.48	52.18
室温, 抽+C(A_4B_3)	99.46	0.06
10°C, 单果包(A_3B_1)	97.61	97.61
室温, 单果包(A_4B_1)	93.49	75.72
5°C, 不包装(A_2B_4)	62.43	29.00
室温, 不包装(A_4B_4)	61.94	22.81

表 2 还表明:长期贮藏(贮藏 30d)时以 A_1B_2 、 A_3B_2 的好果率最高,达 100%;其次是 A_2B_2 、 A_3B_1 、 A_2B_3 、 A_1B_1 ,它们的好果率为 91.85~99.42%,而 A_2B_1 、 A_4B_1 的好果率分别为 86.52%、75.72%,好果率较差的处理是 A_4B_2 、 A_2B_4 、 A_4B_4 ,它们的好果率为 22.81~52.18%;

而 A_4B_3 的好果率最差,仅 0.058%。经显著性测定,它们之间存在显著或极显著差异。从上述情况看低温及抽+E、抽+C 的组合处理的好果率仍最高,这说明对于长期贮藏(30d 以上)仍是低温与抽+E、抽+C 组合处理的效果好。但 A_4B_3 的效果反而不及 A_4B_1 、 A_4B_4 ,这是与 A_4B_3 是抽+C 的室温处理,而活性炭吸附乙烯、 CO_2 等有害气体容易脱附及重复吸附,此外,可能在常温下活性炭的使用量应相应增加,因为在常温下果实所产生的乙烯气体,其浓度在很低的情况下就可以产生催熟作用、加速果实的衰老。

2.2 不同处理对油奈贮藏失重率的影响

从表 3 可以看出,贮藏 15d 后不同包装处理间的失重率差异明显,抽+E、抽+C、单果包、不包装的失重率分别为 0%~0.52%、0%~0.54%、0.23%~1.82%和 2.55%~3.90%。这与小袋装、单果包能保持果实周围的较高相对湿度和提高 CO_2 浓度降低 O_2 浓度,抑制呼吸作用及具有简易气调作用有关。而袋装(抽气)又比单果包的强。

表 3 各处理组合油奈贮藏 15d、30d 失重率(%)

处理组合	贮藏 15d	贮藏 30d
室温, 不包装(A_4B_4)	3.90	23.33
5°C, 不包装(A_2B_4)	2.55	11.46
室温, 单果包(A_4B_1)	1.82	5.49
10°C, 单果包(A_3B_1)	1.42	1.98
0°C, 单果包(A_1B_1)	0.69	0.69
室温, 抽+C(A_4B_3)	0.54	1.41
室温, 抽+E(A_4B_2)	0.52	1.20
5°C, 单果包(A_2B_1)	0.23	0.52
5°C, 抽+C(A_2B_3)	0.00	0.06
10°C, 抽+E(A_3B_2)	0.00	0.00
5°C, 抽+E(A_2B_2)	0.00	0.00
0°C, 抽+E(A_1B_2)	0.00	0.00

从表 3 还可以看出贮藏 15d 时失重率在同一包装情况下有随温度的上升失重率增大的趋势。贮藏 15d 时 12 种处理中以 A_2B_3 、 A_3B_2 、 A_2B_2 、 A_1B_2 的失重率最小为 0;而以 A_4B_4 、 A_2B_4 、 A_4B_1 的为最大,它们分别是 3.90%、2.55%、1.82%,其余处理的居中。据显著性测验:上述失重率的 3 个层次间各处理失重率的

差异达显著或极显著水平,而层次内各处理之间的差异不显著。

表 3 还表明各处理随贮藏时间的延长,其失重率不同程度增加,且后期尤为明显。从包装来看,在同一温度下不同包装的失重率遵循由 $B_4 \rightarrow B_1 \rightarrow B_3 \rightarrow B_2$ 递减的规律,同时,对照果实后期的失重率急剧上升,这说明其贮藏性能迅速下降。而从贮藏温度上看,在同一包装下不同贮藏温度之间遵循贮藏温度越高失重率越大的规律。这与温度越高,果实失水越多,呼吸消耗越大有关;小袋装比单果包,而单果包又比不包装(即对照)保持果实周围较高相对湿度和提高 CO_2 浓度抑制呼吸作用能力强相一致。显著性测验表明: A_4B_3 、 A_4B_2 、 A_3B_1 、 A_1B_1 、 A_2B_1 等贮藏处理之间不存在显著差异,而 A_4B_4 、 A_2B_4 、 A_4B_1 及 A_2B_3 、 A_1B_2 、 A_2B_2 、 A_3B_2 之间则存在显著或极显著差异,上述各处理与 A_4B_3 、 A_4B_2 、 A_3B_1 、 A_1B_1 、 A_2B_1 之间也存在显著或极显著差异。表 3 也可以看出,12 种处理在贮藏 30d 时以 A_1B_2 、 A_2B_2 、 A_3B_2 等处理的效果最好,失重率为 0,而 A_4B_4 、 A_2B_4 、 A_4B_1 的最差,失重率分别达 23.33%、11.46%、5.49%。

2.3 不同处理对油奈果实呼吸作用的影响

表 4 不同处理组合油奈贮藏期间呼吸强度变化(单位: CO_2 mg/kg·h)

包装方式	贮藏天数(d)	贮藏温度			
		0°C	5°C	10°C	室温
单果包	15	24.224	30.516	20.544	32.154
	30	20.487	25.205	31.004	38.067
抽+E	15	48.042	85.912	59.430	117.940
	30	58.404	36.101	40.534	35.316
抽+C	15		108.668		117.940
	30		74.421		*
不包装	15		30.373		25.557
	30		30.438		36.491

注: * 表示该处理贮藏到 30d 测定时已无一好果。

表 4 表明:单果包、抽+E、抽+C、不包装处理的油奈贮藏 15d 时有随贮藏温度的升高呼吸强度上升的趋势,这与低温有利于抑制乙烯的产生及抑制乙烯的作用、降低呼吸作用有关。

贮藏 30d 时抽+E 的呼吸强度反而随温度的升高而下降,这正反应了低温有利于延长油奈的贮藏性能。

表 4 还表明:贮藏 15d 时,在同一温度下的呼吸强度抽+C>抽+E>单果包>不包装,这可能与抽+E、抽+C 的乙烯脱除剂或活性炭对脱除乙烯或吸附乙烯只有当乙烯达到一定浓度时才能正常发挥作用有关。而贮藏中、后期由于乙烯脱除剂或活性炭脱除乙烯或吸附乙烯的作用已正常发挥,延缓了油奈的成熟和衰老,以至贮藏至 30d 果实的代谢能力仍很强,呼吸强度仍较单果包,不包装的来得高。

2.4 贮藏期间油奈果实硬度的变化

表 5 不同处理对油奈果实硬度的影响(单位: kg/cm^2)

包装方式	贮藏天数(d)	贮藏温度			
		0°C	5°C	10°C	室温
单果包	15	3.910	3.402	3.788	3.374
	30	3.074	2.850	2.206	1.950
抽+E	15	3.604	3.080	3.086	2.392
	30	3.814	3.670	3.510	1.388
抽+C	15		3.214		1.386
	30		3.142		*
不包装	15		3.690		2.768
	30		1.978		2.014

注:采收时果实硬度为 $5.596kg/cm^2$;

* 该处理贮藏到 30d 时已无一好果。

贮藏期间果实硬度随贮藏时间的延长而下降,其下降的速度受温度及包装处理的影响(表 5)。在 0~10°C 的低温条件下,果实硬度显著高于室温的果实硬度,有随着温度的降低,果实硬度较高的趋势,这主要是由于低温抑制了乙烯的产生及乙烯的催熟,延缓果实的成熟,从而延缓了果实硬度的下降速度。不同包装处理保持果实硬度以快速降氧处理(抽+E,抽+C)更为明显,散装于纸箱中不包装的果实,在 5°C 条件下贮藏 15d,其硬度显著高于室温的奈果,但随着贮藏时间的延长,由于不包装奈果失水严重,导致细胞膨压下降,到贮藏 30d 时其硬度与室温条件上已不存在差异。可见,在低温条件下采用单果包或小袋装等塑料薄膜包装可有效减少水分损失,延缓果实硬度下降。

2.5 油奈果实贮藏期间营养成分变化

表 6 表明:各处理的营养成分(可溶性固形物、还原糖、全糖、果酸)发生有规律的变化。可溶性固形物、糖分大多处理表现为逐渐上升,少数处理后期略有下降,这与果实中的淀粉、果胶的水解以及呼吸的消耗不同有关。不同处理间果酸在前期表现为下降,后期在低温下贮藏的抽+E、抽+C 等处理的有机酸有回升的趋势,这与有机酸首先作为呼吸基质被消耗,以及贮

藏有机酸的补充速率不同有关。固酸比在贮藏前期各处理都随贮藏时间延长而上升,这是由于贮藏期间,糖和酸虽同被呼吸消耗,而酸却首先被消耗^[3],从而导致固酸比值上升到贮藏后期 0℃、5℃、10℃ 的比值降低,而室温的升高,是由于低温情况下果实呼吸强度较室温的来得弱,有机酸含量下降较慢;而室温情况下果实呼吸作用强,有机酸含量下降较快的缘故。

表 6 油奈果实贮藏期营养成分变化

%

处理组合	可溶性固形物			还原糖			全糖			果酸			固酸比		
	0d	15d	30d	0d	15d	30d	0d	15d	30d	0d	15d	30d	0d	15d	30d
0℃ 单果包	8.4	8.8	10.0	4.39	6.61	5.98	6.20	6.83	6.86	0.87	0.79	0.91	9.61	11.13	10.99
抽+E	8.4	8.9	9.1	4.39	6.13	6.21	6.20	6.55	6.74	0.87	0.77	0.79	9.61	12.36	11.52
5℃ 单果包	8.4	12.4	9.8	4.39	6.36	5.81	6.20	7.07	7.29	0.87	0.98	0.81	9.61	11.65	12.10
抽+E	8.4	10.7	10.4	4.39	6.49	7.39	6.20	7.00	7.84	0.87	0.78	0.86	9.61	13.72	12.10
抽+C	8.4	10.0	11.0	4.39	6.04	6.62	6.20	6.44	7.08	0.87	0.78	1.02	9.61	12.82	10.78
不包装	8.4	10.7	9.4	4.39	6.47	6.49	6.20	7.12	7.61	0.87	0.83	0.88	9.61	12.89	10.68
10℃ 单果包	8.4	10.8	9.0	4.39	6.25	5.84	6.20	6.89	7.08	0.87	0.88	0.83	9.61	12.27	10.84
抽+E	8.4	10.0	10.0	4.39	6.85	6.71	6.20	7.13	7.06	0.87	0.86	0.88	9.61	12.79	12.36
室 单果包	8.4	9.5	10.0	4.39	6.01	6.74	6.20	6.50	7.22	0.87	0.68	0.61	9.61	13.97	16.39
抽+E	8.4	9.4	10.0	4.39	6.22	6.94	6.20	6.40	7.28	0.87	0.57	0.57	9.61	16.49	17.54
温 抽+C	8.4	9.5	*	4.39	5.67	*	6.20	7.61	*	0.87	0.65	*	9.61	14.62	*
不包装	8.4	11.6	11.6	4.39	6.85	8.06	6.20	7.20	8.36	0.87	0.70	0.65	9.61	16.57	17.85

注: * 表示该处理贮藏 30d 时已无一好果, 故缺。

从贮藏 30d 油奈品质风味感观测定看, 12 种处理以 0℃、5℃、10℃ 抽+E、抽+C 质地比较脆, 基本保持了新鲜果实的脆度, 尤其是 0℃ 抽+E 的最好, 而且它的风味也佳, 酸甜适度, 无不良异味。可见, 在适宜的低温条件下, 抽气+E 处理能最大限度地保持果品的品质、风味。

3 结 论

3.1 通过抽+E、抽+C 的小袋装和单果包、低温处理可以减慢果实软化进程, 保持果实较高的硬度, 同时降低果实的呼吸强度, 减慢有机物分解、消耗。而小袋装、单果包还可以保持果实周围的较高相对湿度, 降低因蒸腾失水而导致果实皱缩和呼吸强度上升, 降低果实贮藏期损耗率和提高好果率。而抽+E、抽+C 的小袋装、单果包与低温配合处理, 贮藏效果更

佳。

3.2 油奈贮藏 30d 后, 在低温条件 (0℃~10℃) 下抽+E 的效果好, 好果率达 99.42%~100%, 失重率为 0, 且能较好地保持果实的品质风味, 尤以 0℃ 为佳; 抽+C 和单果包次之; 不包装的最差。在常温条件下, 四种包装处理, 以单果包为最佳, 好果率为 75.72%, 比抽+E 等三种处理高 23.54%~75.56%。

参考文献

- 1 陈振光. 奈的亲缘关系初探. 中国果树. 1989, (3): 13~16.
- 2 刘星辉等. 奈的栽培. 福州: 福建科学技术出版社, 1992, 1~13.
- 3 张维一. 果蔬采后生理学. 北京: 中国农业出版社, 1993, 102.