

# 金红苹果气调贮藏效应初报

刘 斌 卢德君 唐敬宇 程绍忠

(吉林农业大学园艺系) (长春市果品公司)

金红苹果近年来发展很快,产量逐年增多,成为我省主栽品种。该品种色泽鲜妍,风味优美,很受人们的欢迎。但贮藏性很差,一般窖贮超过两个月,果肉发绵甚至开裂,风味淡薄。因而,金红苹果的贮藏问题,成为该品种不断发展的关键。

应用薄膜小包装来延长金红苹果的贮期,已有研究报导。但小包装在大量贮藏上十分不便,即增加管理与加工费用,又减少单位面积贮量。为此,我们在1979年采用大帐气调贮藏,观察金红苹果的贮藏效应,现将试验结果报告如下:

## 一、材料与方 法

本试验分别在吉林农业大学试验窖及长春市果品公司果窖进行。试验窖所用试材是学校果园栽培的金红苹果,于8月25日及9月2日分两期采收入窖;果窖采用试材是长春市郊区果园栽培的金红苹果,于9月9日和9月10日采收入窖。果品采收后放到有蒲包作衬垫物的果筐内,每筐60斤,用汽车运至果窖码垛扣帐,每垛近6000斤,用0.24毫米厚的聚乙烯薄膜制成 $4 \times 2 \times 2.5$ 立方米大帐,扣帐后用粗砂将帐底密封。采取人工降 $O_2$ 以及码垛时按果重1%加入消石灰,撒在帐底,自然降 $O_2$ 的方法,观察二者的贮藏效果。

校内试验窖内,用0.1毫米聚乙烯薄膜制成 $2 \times 1.5 \times 1$ 立方米小帐,采取自然降 $O_2$ ,共贮两帐1500斤,观察采收期以及大帐气调贮藏的效应。

每天在两个试验点上分别用奥氏气体分析器测定帐内 $O_2$ 与 $CO_2$ 的含量,并记录窖内温湿度,定期分析果实硬度、酸度、可溶性固形物含量,并将果实地色划分成绿色、黄绿色及绿黄色四级观察贮期地色转黄的速度,同时抽查果实的腐烂率及自然损耗,对校内试验果实进行全面检查,求得各种损耗比例,以便比较其效应。

## 二、结 果

1、大帐气调与损耗率 苹果气调贮藏能延缓果实的后熟、降低贮藏期损耗、提高商品率、保持较好的风味品质,是气调贮藏的普遍效应。这种效应在金红苹果上也得到同样的反映。通过两个试验点上的初步观察,大帐气调贮藏能明显的降低金红苹果的贮期损耗,提高商品率,各种损耗情况列入表1。

表 1

金红苹果气调贮藏的损耗率

(1979年)

处 理	原重(斤)	商品率		腐烂率		虎皮病		自然损耗		试验地点
		斤	%	斤	%	斤	%	斤	%	
气 调	1597.5	1540	96.40	17	1.06	1.5	0.09	39	2.44	农大试 验 窖
对 照	60.0	50.4	84.00	5.8	9.67	0	0	3.8	6.33	
气 调	60.0	57.38	95.63	1.37	3.12	0	0	0.75	1.25	长春市 果窖*
对 照	60.0	52.00	86.67	6.30	10.50	0	0	1.70	2.83	

\* 两次抽查的平均值，每次抽查每个处理两筐。

由表 1 可见，金红苹果经 130 天大帐气调贮藏，可使商品率达到 96.40%；而对照仅 84%。腐烂率和自然损耗要比气调贮藏分别增多 8.67% 和 3.89%。从长春市果窖的试验结果，也可看到相同的效应。两次抽查（11 月 11 日和 1 月 6 日）的平均值，气调贮藏的商品率达到 95.63%，对照贮藏仅有 86.67%，而腐烂率却增高 7.38%，可见大帐气调贮藏金红苹果要比一般窖贮优越得多。

2、大帐气调与果实后熟 果实后熟的生理标志是多方面的。本试验仅从果实硬度、含酸量、可溶性固形物含量及地色转黄速度等方面进行了观察测定，其结果列入表 3。由表可见，气调贮藏对金红苹果的后熟有抑制作用，能提高果实硬度 2~2.5 磅/Cm<sup>2</sup>；使果实减酸减少 1.5~1.6 克/每百克鲜重；而可溶性固形物含量同对照相差不大，并在测定过程看到果实个体差异很大，尽管每次取 5 个果实，测 10 个数据的平均的值，仍然受果实个体成熟度的差异干扰；从地色黄化速度可看出，大帐气调贮藏可使金红苹果地色转黄变慢。农大试验窖的果实到 11 月中旬，气调果实地色由 2 级（黄绿），转变为 3 级（绿黄），而对照果实地色已由 2 级（黄绿）转为 4 级（黄色），到元旦前气调果实地色也变成黄色；长春市果窖的金红苹果，到 10 月中旬仍然保持采收时的 3 级（绿黄），而对照果实地色已由 3 级（绿黄）转为 4 级（黄色）。综上所述，大帐气调贮藏对果实后熟有明显的抑制作用。

表 3

金红苹果气调贮藏的生理指标

(1979年)

指标	硬度磅/Cm <sup>2</sup>		酸度克/百克鲜重		可溶性固形物%		地色(级别)		试验地点
	贮前	贮后	贮前	贮后	贮前	贮后	贮前	贮后	
气 调	2.7	15.4	0.6	0.46	1.4	14.6	2 级	3 级 (11月中)	农 大 试 验 室
对 照	2.7	13.0	0.6	0.30	1.4	14.3	2 级	4 级	
气 调	2.4	14.5	0.55	0.40	13.5	16.5	3 级	3 级 (10月中)	长春市 果 窖
对 照	2.4	12.5	0.55	0.25	13.5	16.0	3 级	4 级	

3、采收期与气调贮藏 苹果气调贮藏的效果同采收期有密切关系。采收过早或过晚都不利〔1、2〕。本试验共分三个采收期：8 月 25 日为早采区，9 月 2 日为中采区，9 月 10 日为晚采区。在大帐气调贮藏的条件下，将贮藏损耗及果实后熟状况列入表 4。

表4

金红苹果不同采收期的气调贮藏效应

(1979年)

处 理	原重(斤)	商 品 率		腐 烂 率		虎皮病		自然损耗		硬度	酸度
		斤	%	斤	%	斤	%	斤	%		
早采区	815.5	780	95.65	14	1.71	1.5	0.18	20	2.50	15	0.4
中采区	782.0	760	97.19	3	0.38	0	0	19	2.43	15.8	0.5
晚采区**	60.0	56	93.33	3	5.00	1	1.66*	1.0	1.67	14.5	0.4

\* 出现粉绵病(果皮开裂、果肉返砂)

\*\* 晚采区为抽查二筐的平均值(贮到1月6日)

由表4可见,采收期不同,气调贮藏效果亦异。以9月2日为适宜采收期,其商品率最高达97.19%,早采区与晚采区分别为95.65%和93.33%。晚采区的商品率最低,腐烂率最高。在早采区中出现虎皮病,是中、晚采区所没有的,而晚采区中出现的粉绵病,又是早、中采区所没有的,唯独9月2日的中采区没有出现任何生理病害,腐烂率也最低,风味品质及其硬度在三个采收期中表现最好。

4、人工降O<sub>2</sub>的贮藏效应 在自然冷却的果窖中,采取人工降O<sub>2</sub>气调贮藏金红苹果的效果列入表5。

表5

人工降O<sub>2</sub>与自然降O<sub>2</sub>的贮藏效应

(1979年)

处 理	原重(斤)	商 品 率		腐 烂 率		自然损耗		硬度	酸度	试验地点
		斤	%	斤	%	斤	%			
人工降O <sub>2</sub>	120	116.2	96.83	2.05	1.71	1.75	1.46	15	0.84	长春市果窖(抽查二筐平均值)
自然降O <sub>2</sub>	120	113.7	94.75	5.30	4.42	1.00	0.83	14	0.45	

由表5可见,人工降O<sub>2</sub>在自然冷却的果窖内同样比自然降O<sub>2</sub>好,能提高商品率,降低腐烂率,并能保持较高的果实硬度和含酸量,从而提高了果实的风味品质。人工降O<sub>2</sub>要消耗一定的N<sub>2</sub>,无疑将提高贮藏费用,但从人工降O<sub>2</sub>所得到的效益,完全可以得到弥补,由提高2%的商品率的价格与购买N<sub>2</sub>的价格几乎相等,而风味品质的提高,又是自然降O<sub>2</sub>所不及的。

5、小包装及大袋气调贮藏效应 金红苹果采收后窖内按5斤装,分装于0.06毫米厚的聚乙烯小袋内,用绳扎口放到果筐内贮藏;按50斤装在树下装袋,放在果筐内进行大袋气调贮藏试验。经测定这两种贮藏形式,都能使贮藏初期袋内CO<sub>2</sub>含量增高,并一直保持较高含量,从而使果实硬度在本实验中达到最高值。小包装的金红苹果到1月6日的硬度为20磅/cm<sup>2</sup>,大袋的达到18磅/cm<sup>2</sup>,但是袋内O<sub>2</sub>的消耗很快,CO<sub>2</sub>积累过高,需要及时放风,在1979年的贮藏条件下,大袋于贮后第10天,CO<sub>2</sub>达到16%、O<sub>2</sub>达5%时打开袋口自然通风4小时,其后每周放风两次,每次放风前袋内O<sub>2</sub>的含量低于2%,一个月后延长了放风周期,每周一次。当窖温稳定在0~2℃时,袋内O<sub>2</sub>的含量逐渐升高,停止放风直到春节前,这种调节方法虽然能控制大袋内的气体成分,但在大量贮藏时难以作到;小包

装的袋内气体组成同大袋相近，从取样测定情况可以看到，入窖后35天袋内  $O_2$  的含量接近于零，故选择适宜的薄膜厚度对小包装贮藏甚为重要，从今年所用的薄膜小包装，观察到1月6日尚未发现果肉褐变，但风味淡薄。

## 二、讨 论

1、窖温与大帐气调的关系 自然冷却的果窖同冷库差异甚大，冷库的温度恒定而低，果品入窖后便处在有利于长期贮藏的温度下。而一般果窖要靠大自然的冷空气逐渐降温，1971年校试验窖内的温度变化，如图1所示：

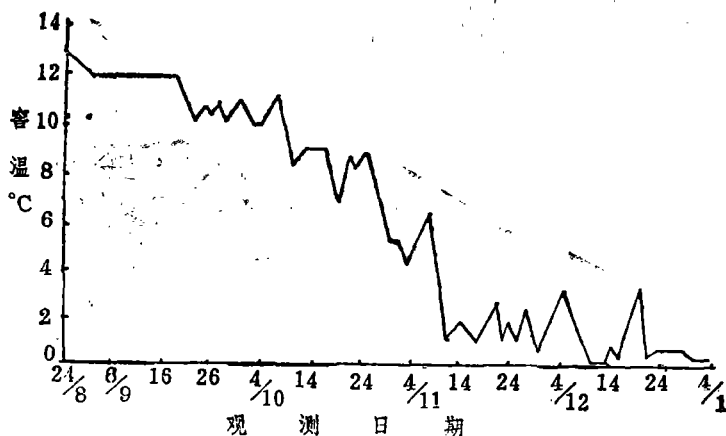


图1 试验果窖内温度变化情况 (1971、吉林农大)

由图可见，整个贮期的温度变化在12~0°C之间，入窖初期窖温为13°C采取夜间通风，白天关闭门窗的办法，两天后达12°C，并持续保持25天。由于窖温稳定，大帐内壁没有积水，当窖温稳定在0~2°C的低温时，才发现在大帐的下部出现少量水滴，故开帐检查时果筐虽然潮湿，但果实本身正常，没有发现果实粉绵病；而长春市果窖的窖温变化较大，扣帐后第三天，大帐内壁便有水滴积存，整个贮期水滴流落不止，近大帐的果筐湿度很高，每筐上部常有粉绵病果（即开裂、返砂果实），这种现象除同采收期过晚有关外，湿度过大也是促其形成的因素。

金红苹果在普通窖中容易返砂、发绵甚至开裂，但在冷藏条件下，由于采收后便处于低温下贮藏，果实硬度及风味品质都能得到较好的保存。在自然冷却的果窖内采取大帐气调贮藏，对果实后熟作用能否有较强的抑制作用，除气体成分外，更为重要的是入窖初期的窖温。在本试验条件下，以9月2日采收的金红苹果，在自然降  $O_2$  的条件下，入窖初期窖温控制在12°C以下，并逐步降温稳定在0~2°C范围内，得到了较好的效果。因为窖温比室温几乎低一倍，其呼吸强度也几乎低一倍，可从图2看出金红苹果在两种不同温度下呼吸强度的变化。

由图可见，金红苹果在室温下呼吸高峰出现在采收后第三周，其呼吸强度达到35毫克/公斤、小时，而在窖温下呼吸强度最高值仅有19毫克/公斤、小时，在大帐气调贮藏中，降低窖温同样是发挥气调效应的关键，尤其对不耐贮藏的金红苹果，如何尽快降低入窖初期

的窖温,对延长贮期,减少损耗都有重要作用。

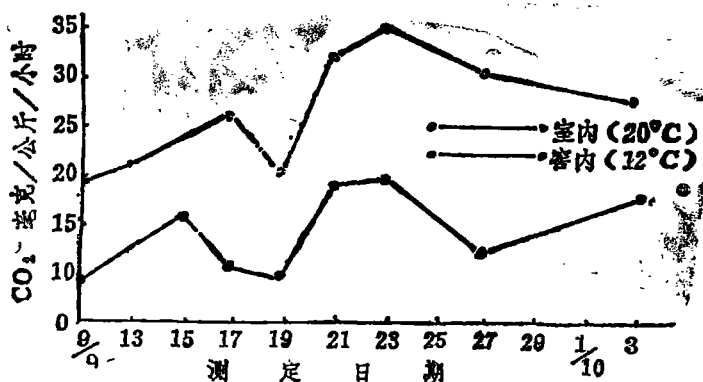


图2 金红苹果不同温度下的呼吸强度

2、气体组成与贮藏效果 在密封系统里 O<sub>2</sub> 与 CO<sub>2</sub> 的含量变化,是控制气调贮藏的主要依据。本试验对自然降 O<sub>2</sub> 情况下,对 O<sub>2</sub> 与 CO<sub>2</sub> 的消长过程进行了观测,其结果绘成图 3。

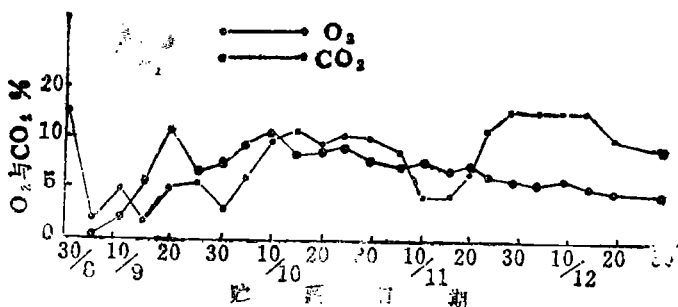


图3 自然降 O<sub>2</sub> 情况下, O<sub>2</sub> 与 CO<sub>2</sub> 的消长过程

由图可见,经96小时帐内 O<sub>2</sub> 含量为 5%,降 O<sub>2</sub> 速度平均每天为 4%,扣帐后第 5 天帐内 O<sub>2</sub> 含量低于 3% 时进行第一次通风,以后每隔 3~5 天(帐内 O<sub>2</sub> 含量低于 2% 时)通风一次,每次通风半小时,一个月以后,通风间隔时间为每周一次。通风办法是将大帐两端袖口敞开,自然通风,通风性能取决于袖口的截面积,初步看出每吨贮量用 400 平方厘米的袖口面积要 30 分钟,如果面积过大,通风时间应缩短,否则帐内 O<sub>2</sub> 含量容易过高。如果采用 40 瓦小鼓风机通风,对贮量为 3 吨以上大帐,鼓风时间不超过 5 分钟。

CO<sub>2</sub> 在帐内的积累情况,因控制方法不同而异,扣帐前按果重 1% 加入消石灰时,则 CO<sub>2</sub> 在帐内出现的时间较晚,要在扣帐后 10~12 天才达到 2% 的含量。扣帐 30 天后,帐内 CO<sub>2</sub> 含量才逐渐升高到 10% 以上,说明帐底事先放置的消石灰已经失效,又经两次补加使 CO<sub>2</sub> 含量保持在 10% 以内。

可见,这种气调方法存在很大缺欠,扣帐后近二周时间里没有发挥 CO<sub>2</sub> 的作用。从小包装金红苹果的硬度变化可看出,到元旦前能保持 18~20 磅效应,同初期袋内就有较高浓度 CO<sub>2</sub> 的积累是分不开的,测定结果表明,装袋后第八天 CO<sub>2</sub> 在小包装内便超过 9%,要比大帐气调早 20 余天,同时整个贮期袋内 CO<sub>2</sub> 含量保持在 10% 上下,最高达 15%。另外,我们

国光苹果大帐气调中得到补充证实，即扣帐时垛底不放消石灰，按果重的1%的消石灰成袋立于大帐一端，将纸袋刺破数个小洞，用薄膜包捆，待帐内 $\text{CO}_2$ 超过5%时再从袖口取出薄膜，发挥消石灰的吸收作用，这样可在扣帐初期得到应有的 $\text{CO}_2$ ，对国光苹果来说3天后帐内便有3%的 $\text{CO}_2$ 积累，而垛底撒灰的要二周后才达到3%，这样不单可以充分发挥 $\text{CO}_2$ 的效应，同时简便了大帐气调的方法，使整个贮期不必向帐内补加消石灰。这种办法可使扣帐初期有适当的 $\text{CO}_2$ 对抑制呼吸强度以及保持硬度上有显著作用，强于初期只有低 $\text{O}_2$ 指标的控制效果。

由图3还可以看到，金红苹果在10%的 $\text{CO}_2$ 含量下，整个贮期没有出现 $\text{CO}_2$ 伤害。从小包装的测气情况还可证明， $\text{CO}_2$ 达到15%时，金红苹果贮到元旦，果肉没有发生褐变，但果皮色泽灰暗，风味淡薄。从而初步认为，气调贮藏金红苹果的适宜气体组成，以 $\text{CO}_2$ 的含量在10%左右为宜。

对 $\text{O}_2$ 的反应，初步认为含 $\text{O}_2$ 为2%的浓度，对金红苹果气调贮藏无害。但是 $\text{O}_2$ 与 $\text{CO}_2$ 的适宜组成尚待进一步研究，尤其在自然冷却的窖内，结合窖温变化，也要有相应的气体组合才能收到好的效果。

#### 参 考 文 献

- [ 1 ] 园艺学会杂志 40卷 3号 P.272
- [ 2 ] 园艺学会杂志 41卷 3号 P.301
- [ 3 ] 园艺学会杂志 43卷 2号 P.181