

# 冬季低温及海拔对晚熟脐橙采前果实枯水与品质的影响

吴黎明<sup>1,2</sup> 蒋迎春<sup>1</sup> 何利刚<sup>1</sup> 王志静<sup>1</sup>

刘继红<sup>2</sup> 王策<sup>2</sup> 彭抒昂<sup>2</sup> 吴述勇<sup>3</sup> 廖胜才<sup>3</sup>

1.湖北省农业科学院果树茶叶研究所/湖北省农业科技创新中心果树茶叶研究分中心,武汉 430064;

2.华中农业大学园艺林学学院,武汉 430070; 3.湖北省秭归县特产技术推广中心,秭归 443600

**摘要** 为探讨冬季低温、海拔与留树晚熟脐橙果实枯水的关系及对果实品质的影响,分析了三峡库区秭归县不同年份冬季低温与果实枯水关系;在此基础上,考察了三峡库区秭归县不同海拔高度(520、380、220 m)伦晚脐橙果实成熟期间(12月至次年6月)品质变化和枯水情况。结果表明:库区伦晚脐橙果实枯水的发生主要由冬季低温引起,高海拔处(520 m)果实品质显著低于中、低海拔处(380~220 m),其果实可溶性固形物含量、固/酸比值、含水量、果汁率等均较低,果面着色较差,随采收期的延长,果实水分含量逐渐降低以致枯水,果实在花期(4月下旬)和新梢生长期(5月上旬)枯水发生比例高,分别达到50.0%和38.8%,且枯水指数增加,枯水程度逐渐加重,中、低海拔处除6月有少量轻微枯水果实外,在试验期间均未观察到枯水的发生。同时,初步探讨了伦晚脐橙冬季果实套袋对防止果实枯水的影响,认为果实套袋有助于减轻或防止果实枯水,使果实枯水发生率显著减少,降低至6.0%,而果实可食率、果汁率、可溶性固形物含量显著增加,果实外观着色和内在品质明显改善。

**关键词** 晚熟脐橙;果实枯水;果实品质;低温;海拔

**中图分类号** S 666.4 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2018)06-0007-10

伦晚脐橙(*Citrus sinensis* Osbeck 'Lane late' Navel)为我国三峡库区广泛种植的晚熟柑橘品种<sup>[1]</sup>,品质优良,采摘时逢鲜果供应淡季,可以填补夏季优质脐橙鲜果的空缺,具有很高的经济效益。该品种自2009年审定以来,目前在三峡库区的秭归、兴山、巴东等地规模化种植。但晚熟脐橙果实需留树越冬,其果实生长期长,挂树时间在11个月以上,花果同树。近年来,尤其2011年和2012年春季,该品种在果实成熟期出现了一种严重生理性病害——汁胞粒化枯水(granulation),降低了果实食用品质和商品价值。柑橘枯水是柑橘类果实汁胞的生理失调症,与果实衰老紧密相关。枯水果实初期果肉水分减少、风味变淡,后期果肉汁泡皱缩、囊胞干瘪、果重明显减轻、果肉食之无味,失去经济价值。枯水既影响柑橘品质,也影响柑橘产业的经济效益,

成为目前三峡库区晚熟脐橙发展的主要制约点。枯水的发生普遍存在于柑橘类果实中,国内外学者对柑橘枯水的研究大都集中在环境、种性和生理因子等方面<sup>[2-7]</sup>,主要探讨柑橘枯水的相关影响因子和生理变化。普遍认为枯水是在果实衰老的基础上发生的,在衰老过程中果实受内源激素、酶等的调节,内部发生了一系列生理生化变化,如呼吸代谢加快、各种酶活性的变化、果实糖酸等营养物质消耗、渗透势增强,水分由果肉向果皮转移,从而引起果肉的衰老和果皮的再生长,发生枯水。这些研究主要选择早中熟品种,其中以柚类<sup>[8-9]</sup>和宽皮柑橘类<sup>[3,5-7]</sup>研究较多,且主要集中在采后。晚熟柑橘采前枯水研究较少,王羽玥<sup>[10]</sup>研究了果实早衰和冬季低温对夏橙果实枯水的影响,认为夏橙果实枯水的原因可能是膜脂过氧化作用引起的果实早衰。梅正敏等<sup>[11]</sup>研究

收稿日期:2018-05-30

基金项目:湖北省技术创新重大专项(2017ABA158);湖北省产业技术体系项目;湖北省农业科技创新中心项目(2016-620-000-001-030)

吴黎明,在职博士研究生,副研究员。研究方向:柑橘育种和优质高效栽培技术。E-mail: wuliming2005@126.com

通信作者:蒋迎春,研究员。研究方向:果树栽培与育种。E-mail: 546447505@qq.com

彭抒昂,教授。研究方向:园艺植物(果树)营养和品质生理。E-mail: ganjuli\_2002@mail.hzau.edu.cn

了冬季异常低温对马水桔果实品质的不利影响,认为在长期异常低温及霜冻天气下,马水桔果实外观正常,但浮皮、枯水严重,可食率、果汁率降低,不化渣、口感差,果实品质严重下降。由于晚熟脐橙果实挂树越冬,花果同树,受自然环境条件影响较大,本研究从气候和不同海拔角度展开调查和研究,揭示果实枯水诱因。通过对三峡库区秭归县近年气象数据进行分析,同时对库区不同海拔高度伦晚脐橙果实枯水情况进行调查,并测定果实品质性状的变化,阐明晚熟脐橙果实枯水发生的原因及果实水分、品质成分的变化规律,同时研究冬季果实套袋对果实枯水及品质性状的影响,为采前果实枯水的生理生化机制研究以及栽培防控提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

在三峡库区湖北省秭归县 3 个不同海拔高度即 520、380、220 m 的果园,选具有代表性的伦晚脐橙成年结果树作为调查和处理的试验果树。试验果园均位于湖北省秭归县郭家坝镇王家岭村同一坡向,属于典型的山地果园,土壤均为沙壤土,pH 值 6.5 左右,常规管理,肥力中等。3 个果园成年柑橘树均通过高接换种嫁接伦晚脐橙,高接树 6~8 年生,均处于结果盛期,株年产量 40~80 kg。栽植株行距 2 m×4 m,基砧为红橘,中间砧为罗脐。

气象资料由秭归县气象局提供。

### 1.2 试验设计

在冬季气温开始低于 15℃ 时,试验时间为 2013 年 12 月 19 日,以伦晚脐橙品种为试材,在 3 个海拔高度即 520、380、220 m 区域,每一区域选具有代表性的高接结果树,以供试果树单株为试验小区,3 次重复,采用黄色单层袋进行单果套袋,每棵树套袋 50 个,不套袋的作为对照。对 3 个海拔处的对照样品,从 2013 年 12 月—2014 年 6 月进行采集,每月采集 1~2 次,每次取样采集树冠外围中上部果实,果实大小一致,果形端正,每株树东、西、南、北、中采摘 5 个果实,带回实验室,用于测定果实水分含量和品质,同时每个时期现场采集果实样品,剖果检测果实枯水情况,计算果实枯水率和枯水指数。对于套袋果样,重点分析和检测 4 月下旬海拔 520 m 处果实品质和枯水情况。

### 1.3 调查项目与方法

1) 近年气象分析与果园定点测量。通过秭归县

茅坪气象观测站收集 2008—2013 年气象资料,分析冬季低温与伦晚脐橙果实枯水关系。并在 2013 年的 12 月和 2014 年的 1 月和 2 月,在不同海拔高度的果园定点放置 ZDR-20 温湿度记录仪,对温湿度进行自动记录,对比每个果园冬季温湿度差异状况,分析海拔及温湿度对果实枯水的影响。

2) 果实水分测定。在 2013 年 12 月至次年 6 月,在不同海拔区域,每月调查伦晚脐橙果实枯水情况 1~2 次。果实组织含水量测定采用烘干称量法和糖液浸提法,自由水含量可根据所加糖液浓度的降低来计算,再由植物组织的总含水量减去自由水含量,即可求得束缚水含量。果实出汁率采用榨汁机榨取汁液,计算果汁质量与果实质量之比。

3) 果实品质测定。果实纵、横径采用游标卡尺测量,单果质量采用电子天平称量,果皮厚度采用数显式游标卡尺测定,果皮、果汁颜色用日本产 MINOLTA CM-5 型色彩色差计进行测定<sup>[12]</sup>;可溶性固形物含量采用数显式测糖仪(DRB 0-45)测定;可滴定酸含量采用酸碱中和法测定;维生素 C 含量采用 2,6-二氯酚法测定<sup>[13]</sup>。

果实枯水指数测量:随机选 10 个果实,每个果实沿果蒂纵切成 8 瓣,按照枯水面积大小将果实枯水分 4 个等级。0 级:汁胞饱满,没有枯水;1 级:轻微枯水,汁胞枯水范围 < 1/4 果肉面积;2 级:中等枯水,1/4 面积 ≤ 汁胞枯水范围 < 1/2 面积;3 级:严重枯水,汁胞枯水范围 ≥ 1/2 果肉面积。果实枯水指数 =  $\sum(\text{果实枯水级数} \times \text{该级别果数}) / \text{总果数}$ 。

## 2 结果与分析

### 2.1 三峡库区秭归县冬季低温天气与晚熟脐橙枯水关系分析

伦晚脐橙自 2009 年以来在三峡库区秭归县规模化种植,迄今,全县发展晚熟脐橙面积超过 2 000 hm<sup>2</sup>。在该品种发展过程中主要存在冬春落果和枯水问题,尤其是果实枯水严重影响产业经济发展。据秭归县郭家坝镇调查,2011 年和 2012 年的冬春季,尤其 2011 年春季,树上虽果满枝头,枝梢、果实外观正常,但普遍出现果肉枯水、果实品质严重下降的现象,枯水严重的果园达到了 60.0% 以上。

调查结果表明,果实枯水跟冬季低温紧密相关。通过 2008—2013 年月平均气温及 1 月极端低温对比(表 1)分析认为,2011 年 1 月平均气温低于历年

平均值 2.4 °C, 与 2008 年 1 月相同(湖北省 2008 年曾遭遇大范围的冰冻雨雪灾害, 因 2008 年伦晚脐橙在试种阶段, 种植面积小, 未作调查), 且日均最低温 -1.0 °C, 极端低温 -4 °C, 均为最低, 0 °C 以下的低

温天数(22 d) 达到了历年之最。2012 年春季果实枯水跟冬春季低温也有较大关系, 2011 年的 12 月和 2012 年 2 月气温较常年平均分别低 0.3 °C 和 1.7 °C, 且 0 °C 以下的低温天数(7 d) 较长。

表 1 月平均气温及 1 月极端低温对比

Table 1 Comparison of mean temperature and extreme cold temperature in January

年份 Year	月平均气温/°C Mean monthly temperature			1 月日均最低温/°C The lowest daily temperature in Jan.	1 月极端低温/°C Extreme cold temperature in Jan.	1 月低温<0 °C 持续时间/d Days of low temperature in Jan.<0 °C
	1 月 Jan.	2 月 Feb.	12 月 Dec.			
2008	1.5	5.1	7.8	-0.4	-4.6	21
2009	4.8	8.7	6.5	1.6	-2.6	6
2010	5.5	6.7	8.7	3.0	-1.6	3
2011	1.5	7.5	6.1	-1.0	-4.0	22
2012	4.1	4.9	5.2	2.2	-1.8	7
2013	5.3	6.8	7.3	1.0	-3.0	2
平均 Mean	3.9	6.6	6.4	0.9	-	-

## 2.2 冬、春季不同海拔高度不同采收期伦晚脐橙果实枯水情况

为进一步验证冬季低温与晚熟脐橙果实枯水关系, 2013 年冬季和 2014 年春季, 在不同海拔高度果园放置温湿度自动记录仪, 测定冬、春季月均温和 1、2 月极端低温(表 2), 统计分析发现, 随海拔高度的增加, 月均温下降, 在海拔高度 520 m 处, 果园 2 月月均温低至 3.8 °C, 小于临界值(5 °C), 并出现极端低温(-4.1 °C), 果园发现有果实冻害现象, 少部分果实果皮出现冻害斑和油胞凹陷, 2 月下旬出现落果现象。

进一步调查秭归县不同海拔高度晚熟脐橙果实枯水情况(表 3), 结果表明: 果实枯水基本发生在较高海拔 520 m 处, 在中低海拔(380~220 m)处几乎未观察到果实枯水现象。在高海拔 520 m 处, 晚熟脐橙果实枯水发生与果树物候期紧密相关(图 1), 果实萌芽期(3 月下旬)开始检测到枯水(3.3%), 花蕾期(4 月上旬)枯水率增加(15.0%), 在开花期(4 月下旬)和新梢生长期(5 月上旬)枯水发生比例

高, 分别达到 50.0% 和 38.8%, 且随采收期的延长, 果实枯水指数增加, 果实枯水程度加重(图 1)。进一步表明伦晚脐橙采前果实枯水除了受冬季低温和海拔影响外, 与当年春季花果发育和枝梢生长相关联, 果实枯水发生率和枯水程度在花期和新梢生长期达到高峰, 推测在这 2 个时期留树果实与当年花、果、新梢存在水分和营养的竞争。

## 2.3 伦晚脐橙不同海拔高度不同采收期果实水分变化

分别测定 3 个海拔高度(520、380、220 m)不同采收期伦晚脐橙果实果肉和果皮含水量, 结果表明: 果肉中束缚水含量>自由水含量, 果皮中自由水含量>束缚水含量, 束缚水含量在果实挂树保鲜期间比较稳定, 变化量极小, 不论是在果皮还是果肉中基本保持一致, 因此, 果实总含水量变化规律与自由水含量变化规律一致(图 2)。

在海拔 520 m 处, 随采收期延长, 由于受到果肉枯水程度的影响, 随果实枯水指数的增加, 果肉总

表 2 冬、春季实测不同海拔田间月平均气温及 1 月极端低温对比

Table 2 Contrast of measurement of winter and spring field average temperature and January extreme low temperature at different altitudes

海拔高度/m Altitude	月平均气温/°C Mean monthly temperature			1 月日均最低温/°C The lowest daily temperature in Jan.	2 月日均最低温/°C The lowest daily temperature in Feb.	1 月和 2 月极端低温/°C Extreme cold temperature in Jan. and Feb.
	12 月 Dec.	1 月 Jan.	2 月 Feb.			
220	7.8	7.0	5.5	3.6	2.9	-2.0
380	6.9	5.9	4.5	2.5	1.8	-2.8
520	5.8	5.1	3.8	2.0	1.0	-4.1

表 3 伦晚脐橙不同海拔高度不同采收期果实枯水情况调查比较

Table 3 Investigation and comparison of fruit granulation of lane late navel orange at different altitudes and different harvest periods

调查日期 Investigation date(Y-M-D)	物候期 Phenological phase	520 m			220~380 m		
		枯水果数	调查果数	枯水率/%	枯水果数	调查果数	枯水率/%
		Granulation fruit numbers	Research fruit numbers	Granulation rate	Granulation fruit numbers	Research fruit numbers	Granulation rate
2013-12-19	萌芽前 Pregermination	0	30	0.0e	0	30	0.0
2014-01-04	萌芽前 Pregermination	0	30	0.0e	0	30	0.0
2014-01-21	萌芽前 Pregermination	0	30	0.0e	0	30	0.0
2014-02-21	萌芽前 Pregermination	0	30	0.0e	0	30	0.0
2014-03-28	萌芽期 Sprouting period	1	30	3.3d	0	30	0.0
2014-04-09	花蕾期 Flower bud period	6	40	15.0c	0	30	0.0
2014-04-24	开花期 Flowering period	19	38	50.0a	0	30	0.0
2014-05-14	新梢生长期 Spring shoot growth stage	33	85	38.8b	0	30	0.0
2014-06-11	新梢生长期 Spring shoot growth stage	10	20	50.0a	1	30	3.3

注:同列中不同小写字母间表示采用方差分析中邓肯氏新复极差测验在 0.05 水平差异显著,下同。Note: Different lowercase letters in the same column indicate that the Duncan's new complex range test in the analysis of variance is significantly different at the level of 0.05, the same as below.

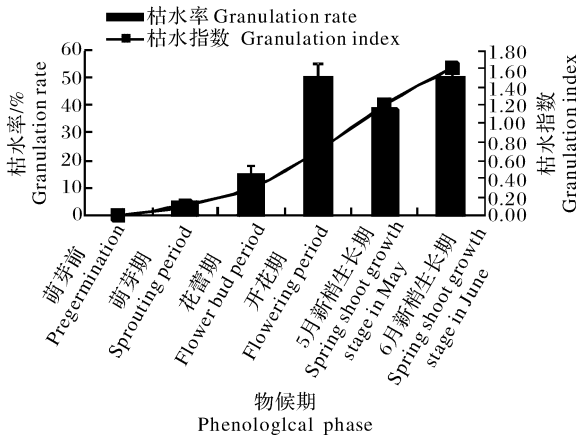


图 1 海拔 520 m 处伦晚脐橙不同物候期果实枯水率及程度变化

Fig.1 Changes of granulation rate and degree of lane late navel orange at different phenological stages at an altitude of 520 m

含水量呈下降趋势(图 2A)。树木萌芽前(3月下旬前)果肉含水量下降缓慢,花蕾期后(4月上旬后)果肉含水量下降较快,到 5 月下旬和 6 月上旬,果肉总含水量降至 80.0%,与初期相比减少近 10.0%含水量。果皮含水量变化不大,比较平稳,后期检测到果皮含水量有增加趋势(图 2)。

在海拔 220(图 2B)、380 m(图 2C)处,由于未受

到果肉枯水影响,果实含水量在采收期变化波动较小,中后期果肉含水量略有下降趋势,而果皮含水量稍有增加趋势,可能与后期果皮增厚相关。

比较 520 m 和 220 m 海拔果实出汁率和可食率(图 3),结果表明,海拔 520 m 处果实出汁率和可食率随采收期延长逐渐降低,树木萌芽前(3月下旬)下降缓慢,花蕾期(4月上旬)后下降显著,尤其在花期(4月下旬)和新梢生长期(5月上旬),受果实枯水程度增加的影响,出汁率下降至 40.0%以下,下降幅度超过 11.0%,可食率下降至 63.0%,下降近 9.0%。而海拔 220 m 处,果实在采收期未发生枯水,挂树生长的果实其出汁率和可食率影响较小,变化比较平稳,稍有下降趋势,但出汁率稳定在 48.0%,可食率 70.0%。

#### 2.4 伦晚脐橙不同海拔高度不同采收期果实品质变化

伦晚脐橙不同海拔高度果实品质变化规律为:随采收期的延长,可溶性固形物含量先升高后降低(图 4),可滴定酸(图 5)和 VC 含量(图 6)呈现下降趋势,固/酸比值升高(图 7)。但不同海拔之间果实品质存在较大差异,高海拔 520 m 处果实可溶性固形物含量显著低于中低海拔(380~220 m)处( $P < 0.05$ )。在 3 月下旬之前,高海拔 520 m 处果



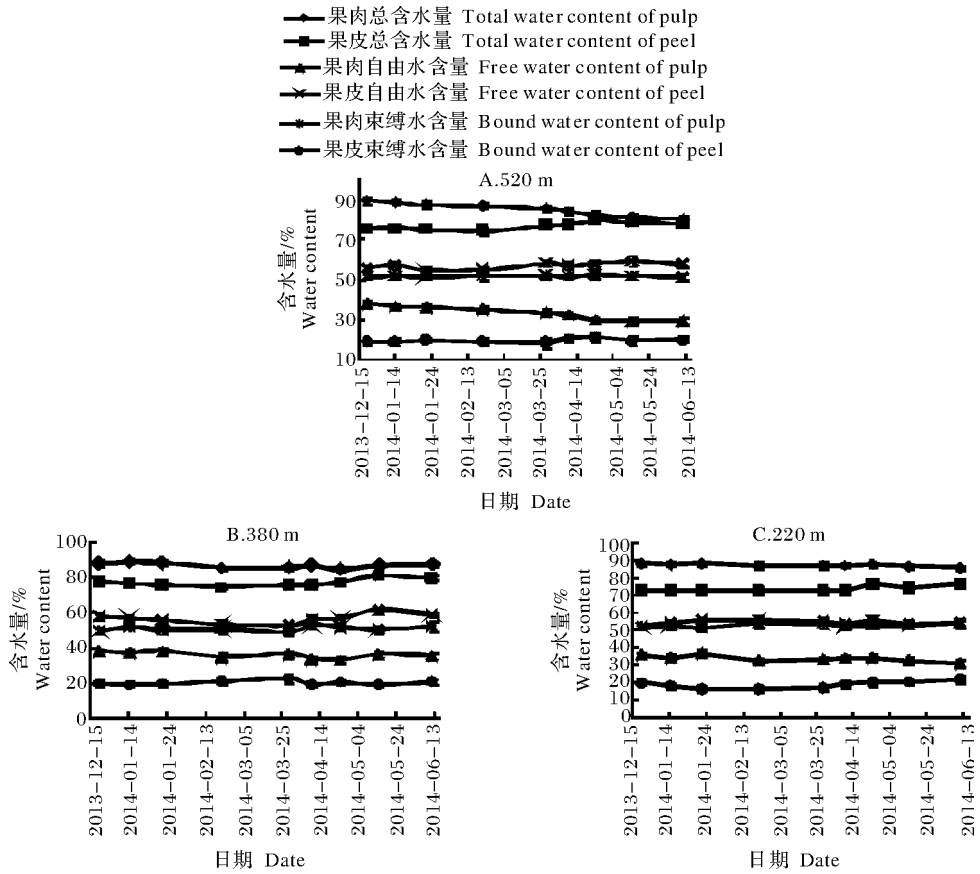


图 2 海拔 520、380、220 m 处伦晚脐橙不同采收期果实果肉及果皮含水量变化  
 Fig.2 Changes of the water content of fruit pulp and peel in lane late navel orange at an altitude of 520,380,220 m in different harvest periods

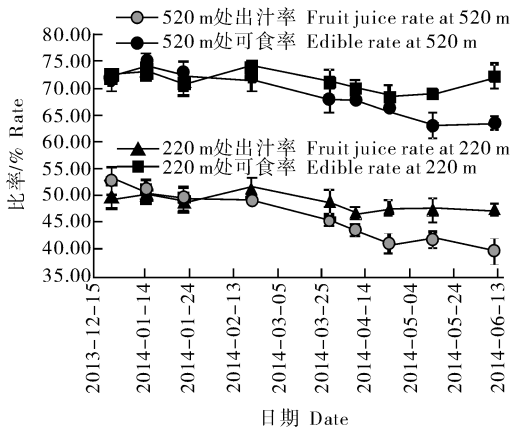


图 3 不同海拔处伦晚脐橙不同采收期果实出汁率和可食率变化  
 Fig.3 Changes of fruit juice rate and edible rate in lane late navel orange at altitudes of 520 m and 220 m in different harvest periods

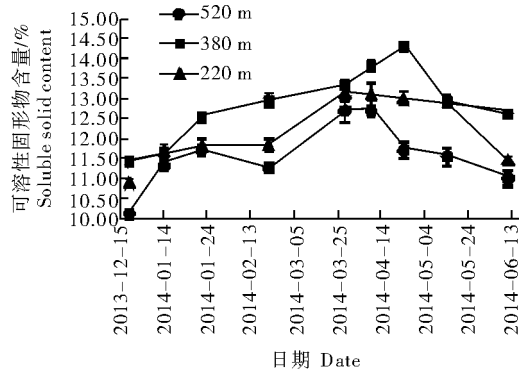


图 4 不同海拔处伦晚脐橙不同采收期可溶性固形物含量变化  
 Fig.4 Changes of fruit soluble solid content (SSC) in lane late navel orange at different altitudes in different harvest periods

实可滴定酸含量显著高于中低海拔处 ( $P < 0.05$ , 图 5), 但固/酸比值则显著偏低 ( $P < 0.05$ , 图 7), 维生素 C 含量差异不大 (图 6)。3 月下旬之后, 高海拔处可滴定酸和 VC 含量下降较快, 固/酸比值差异不显著, 与果实脱水发生有较大关系。

### 2.5 海拔 520 m 处伦晚脐橙树体不同部位果实脱水状况和品质比较

5 月上旬的调查结果表明, 海拔 520 m 处伦晚脐橙树体不同部位果实脱水发生情况不同, 且果实品质存在差异 (表 4)。树体上部果实脱水率较高, 达到 50%, 且脱水程度高, 脱水指数较大。树体中、下部果实虽有超过 1/3 的脱水比率, 但显著低于上部果实, 脱水程度较低, 推测与树体上部抽发较多春梢、营养生长较旺而加重果实脱水有关。

同一树体不论上部、中部还是下部, 脱水果的可食率、果汁率、可溶性固形物较正常果低, 且降酸快, 酸含量偏低, 因此, 固/酸比值高于正常果。脱水果均有部分果肉失水干枯、颜色明显变浅无光泽, 其果肉颜色有橙黄、黄、淡黄等不同颜色, 而正常果肉颜色均为橙黄。正常果口感好、化渣, 而脱水果均不化渣, 口感较差 (表 5)。

### 2.6 套袋对晚熟脐橙果实品质的影响

1) 套袋对海拔 520 m 处伦晚脐橙果实脱水发生率和品质的影响。结果表明, 套袋处理显著改善了海拔 520 m 处果实品质和果实脱水状况; 果实脱水发生率显著减少, 脱水率降低至 6.0% (图 8); 果实品质得到极大提高, 可食率、果汁率和可溶性固形物含量较对照显著增加, 可滴定酸含量保持较高水平, 固/酸比值处于合适的比值范围, 风味浓郁, 甜酸化渣 (表 6)。

2) 套袋对不同海拔伦晚脐橙果实品质的影响。套袋对果实内在和外观品质有较大影响, 不同海拔高度伦晚脐橙果实通过套袋处理 (表 7), 高海拔 520 m 处脱水果数量减少, 平均果实可溶性固形物含量增加; 而在中低海拔处, 套袋降低了果实可溶性固形物含量, 但套袋处理的有机酸含量均保持较高水平, 固/酸比值适中, 维生素 C 含量高于对照。套袋对果实色泽有显著影响, 套袋处理使果皮、果汁亮度值、果皮色泽指数、果汁红色度  $a$  值显著或明显增加, 有助于改善果实色泽。

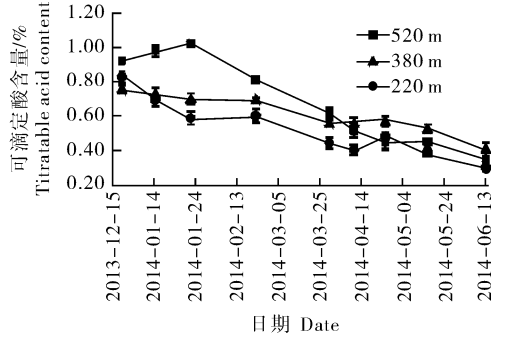


图 5 不同海拔处伦晚脐橙不同采收期可滴定酸含量变化

Fig.5 Changes of fruit titratable acid content (TA) in lane late navel orange at different altitudes in different harvest periods

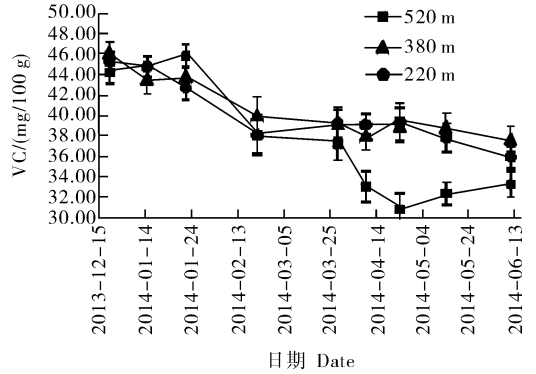


图 6 不同海拔处伦晚脐橙不同采收期 VC 含量变化

Fig.6 Changes of fruit vitamin C (VC) in lane late navel orange at different altitudes in different harvest periods

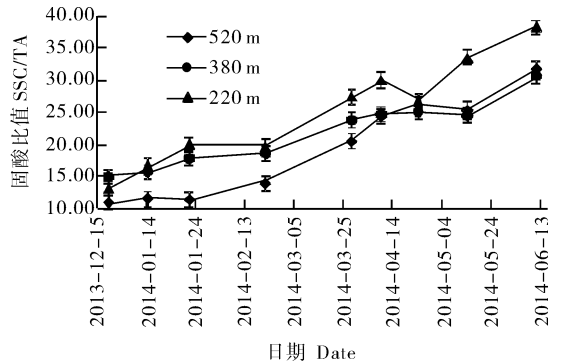


图 7 不同海拔处伦晚脐橙不同采收期固酸比值变化

Fig.7 Changes of fruit SSC/TA in lane late navel orange at different altitudes in different harvest periods

表 4 海拔 520 m 处伦晚脐橙树体不同树冠部位果实枯水发生率

Table 4 The occurrence rate of fruit granulation in different crown parts of lane late navel orange trees at an altitude of 520 m

树冠部位 Crown parts	调查果实数 Numbers of fruits investigated	正常果数 Normal fruit numbers	枯水果数 Granulation fruit numbers	枯水率/% Granulation rate	枯水指数 Granulation index
上部 Upper part	66	33	33	50.0a	1.00a
中部 Middle part	66	42	24	36.4b	0.36b
下部 Lower part	63	42	21	33.3b	0.38b

表 5 海拔 520 m 处伦晚脐橙树体不同部位果实品质比较

Table 5 Comparison of fruit quality in different parts of lane late navel orange trees at an altitude of 520 m

树冠部位 Crown parts	单果 质量/g Single fruit weight	果皮颜色 The peel color	果肉颜色 The pulp color	可食率/% Edible rate	果汁率/% Fruit juice rate	可溶性 固形物 含量/% Soluble solids content (SSC)	可滴定 酸含量/% Titrable acid content (TA)	维生 素 C/ (mg/ 100 g) Vitamin C	固/酸 比值 SSC/ TA	风味 Flavour	
上部 Upper part	枯水 Granulation	212.8	黄绿 Yellow-green	淡黄 Yellowish	66.50	40.40	11.5	0.46	30.00	25.00	甜酸, 不化渣 Sweet-sour, inferior mastication
	正常 Normal	206.7	橙黄带绿 Orange-yellow with green	橙黄 Orange- yellow	72.65	45.47	12.0	0.59	32.35	20.34	甜酸, 化渣 Sweet-sour, superior mastication
中部 Middle part	枯水 Granulation	228.2	黄绿 Yellow-green	黄 Yellow	68.29	41.21	10.7	0.49	31.18	21.84	甜酸, 不化渣 Sweet-sour, inferior mastication
	正常 Normal	213.9	橙黄带绿 Orange-yellow with green	橙黄 Orange- yellow	72.43	45.22	12.1	0.62	32.35	19.52	甜酸, 化渣 Sweet-sour, superior mastication
下部 Lower part	枯水 Granulation	172.1	黄绿 Yellow-green	橙黄 Orange- yellow	69.14	41.24	11.5	0.52	30.00	22.12	甜酸, 不化渣 Sweet-sour, inferior mastication
	正常 Normal	183.2	橙黄带绿 Orange-yellow with green	橙黄 Orange- yellow	71.32	45.10	12.4	0.67	32.94	18.51	甜酸, 化渣 Sweet-sour, superior mastication

表 6 海拔 520 m 处伦晚脐橙果实套袋后品质分析比较

Table 6 Comparison of quality of lane late navel orange fruits after bagging at an altitude of 520 m

处理 Treatment	可食率/% Edible rate	果汁率/% Juice rate	可溶性 固形物含量/% SSC	可滴定 酸含量/% TA	固/酸 比值 SSC/TA	维生素 C/ (mg/100 g) Vitamin C	枯水率/% Granulation rate	风味 Flavour
套袋 Bagging	68.6± 2.73a	47.32± 2.49a	12.75± 0.21a	0.75± 0.07a	17.0± 1.24b	38.93± 0.50a	6.00b	浓郁,甜酸化渣 Rich, sweet-sour and superior mastication
对照 CK	63.85± 1.01b	42.32± 2.20b	12.00± 0.14b	0.50± 0.03b	24.0± 1.53a	35.86± 0.61a	26.70a	甜酸不化渣 Sweet-sour and inferior mastication

表 7 不同海拔高度果实套袋处理后果实品质比较

Table 7 Comparison of fruit quality after bagging at different altitudes

海拔 高度/m Altitude	处理 Treatment	可溶性 固形物 含量/% SSC	可滴定 酸含量/% TA	固/酸比值 SSC/ TA	维生素 C/ (mg/100 g) Vitamin C	枯水率/% Granulation rate	果皮 L 值 L value of the peel	果皮色泽指数/ (a/b) Skin color index	果汁 L 值 L value of the juice	果汁红色度 a 值 a value of juice red degree
520	套袋 Bagging	12.4a	0.65a	19.08a	34.91a	6.00	55.5a	0.51	35.32a	0.10a
	对照 CK	11.7b	0.55b	21.27a	30.28a	26.70	54.2a	0.47	32.69b	0.05a
380	套袋 Bagging	12.4b	0.58a	21.38b	32.34a	0.00	54.2a	0.58	35.47a	1.77a
	对照 CK	13.0a	0.49b	26.53a	31.11a	0.00	52.0b	0.52	29.95b	1.54b
220	套袋 Bagging	11.6b	0.57a	20.35b	37.65a	0.00	54.9a	0.51	32.23a	1.69a
	对照 CK	12.3a	0.42b	29.29a	36.12a	0.00	50.9b	0.44	32.91a	1.15b

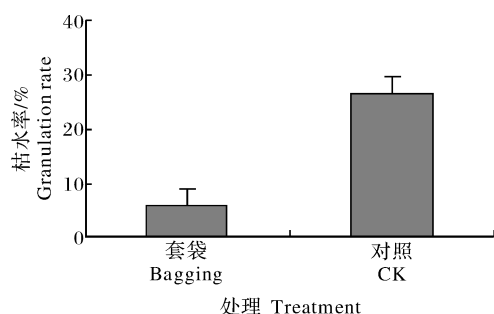


图 8 套袋处理对海拔 520 m 处伦晚脐橙果实枯水发生率的影响

Fig.8 Effects of bagging treatment on fruit granulation incidence of lane late navel orange at 520 m altitude

### 3 讨论

晚熟脐橙果实留树越冬,挂树时间长,在三峡库

区秭归地区受自然环境条件尤其是气候条件影响较大,低温是限制其发展的主要因素。王羽玥<sup>[10]</sup>研究了冬季低温对夏橙果实枯水的影响,认为冬季日均温持续低于 10 °C 的时间长短与果实品质密切相关,低温持续时间越长品质越差,低温持续时间越短品质越好。冬季持续低温是影响夏橙果实品质的主要气象因素,本研究得到了一致的结论。笔者结合气象资料和田间实际,分析了 2008—2013 年冬季低温和实际生产中果实枯水的关系,结果显示春季果实枯水发生与低温天气密切相关,不论是冬季(12 月、1 月和 2 月)月平均气温,还是极端最低气温,都比近几年同期温度偏低,低于历年平均值 2.4 °C,且 0 °C 以下低温持续时间达 22 d 之久,引起晚熟脐橙种植区域大范围果实枯水,大大降低了果实品质。由此可以认为,1、2 月份的长期异常低温导致了伦晚脐



橙果实的枯水,且与低温持续时间长短关系密切。

海拔高低影响了晚熟脐橙区域化种植,习建龙等<sup>[14]</sup>等认为,海拔与晚熟脐橙的枯水呈负相关,即在一定海拔范围内随着海拔的上升,枯水果率和枯水指数有下降的趋势。而笔者通过对不同海拔处果实枯水情况进行调查,认为较高海拔(500 m以上)导致冬季气温偏低,有的年份持续低温易造成果实枯水,枯水果率和枯水程度增加,品质下降,与上述结果不一致。通过分析比较不同海拔高度果实品质,笔者认为高海拔处(520 m)果实品质明显比中低海拔(380~220 m)处差,受果肉枯水影响,果实可溶性固形物含量、含水量(总含水量和自由水含量)、果汁率等均较低。经过进一步分析,笔者认为有的年份较高海拔处或者低洼地由于气温偏低,果实受低温或寒害或冻害的影响,导致果肉一部分沙囊组织坏死,破坏了细胞原生质膜的半透性,液泡丧失贮藏液的能力,部分果肉崩溃并产生空隙;随采收期的延长,果实水分含量逐渐降低以致枯水,果实在花期(4月下旬)和新梢生长期(5月上旬)枯水发生率和枯水程度达到高峰,推测在这2个时期留树果实与当年花、果、新梢存在水分和营养的竞争,受树体水分和营养竞争影响,果实吸水能力下降较快,发生枯水和枯水程度进一步加剧,其留树果实、花、幼果、新梢等水分及营养的分配有待进一步分析和研究。

冬季果实套袋在有些年份可以避免低温寒害对果实的伤害,使果实正常进行新陈代谢。朱春钊<sup>[15]</sup>在重庆长寿区开展了晚熟柑橘果实防冻栽培研究,采用果实套袋技术防治果实枯水,认为套袋略微提高果面日平均温度和日平均最低温度,同时认为套袋可降低果实枯水指数,对减轻果实冻害起了一定作用。本研究结果与之一致,初步认为果实套袋有助于减轻或防止果实枯水,降低枯水比率和枯水指数,且果实套袋可以提高果实含水量、可溶性固形物含量和固/酸比值,明显改善果实外观着色和内在品质。

晚熟脐橙近年在湖北三峡库区(秭归、兴山和巴东)发展较快,“十三·五”末计划发展至1万hm<sup>2</sup>,由于种植效益高,部分果农不遵循区域规划,盲目种植,甚至在海拔550 m以上也有种植。由于年份间气候有差异,异常低温和高海拔形成的低温及霜冻可以使晚熟脐橙果实品质严重下降,可食率、果汁率

降低,可滴定酸含量下降快,化渣性差,甚至果实发生粒化枯水。因此,在三峡库区等冬季容易出现低温霜冻的高海拔地区或者低洼、北风口、阴坡等地不宜盲目发展晚熟脐橙;对已建果园,为避免低温冷害,根据气象部门或者实测果园温度,在低温霜冻来临之前做好果园防冻工作,通过采取果实套袋、树冠覆膜等技术措施,防止或减轻果实枯水,提高果实品质。

## 参 考 文 献

- [1] 谢宗周,邓秀新,伊华林,等.晚熟脐橙新品种—伦晚脐橙的选育[J].果树学报,2011,28(4):733-734.
- [2] KAUR H, KAPUR S P, SINGH O S. Relationship between changes in soluble sugar and protein in peel and pulp of granulated citrus fruit[J]. Journal of research of Punjab agricultural university, 1986, 23(2): 240-243.
- [3] SHARMA R R, SAXENA S K. Rootstocks influence granulation in Kinnow mandarin (*Citrus nobilis* C. deliciosa)[J]. Scientia horticulturae, 2004, 101: 235-242.
- [4] SHARMA R R, SINGH R, SAXENA S K. Characteristics of citrus fruits in relation to granulation[J]. Scientia horticulturae, 2006, 111(1): 91-96.
- [5] 温明霞,石学根,王鹏,等.不同大小温州蜜柑果实贮藏期枯水的生理特征研究[J].浙江农业学报,2013,25(1):59-63.
- [6] 王向阳.椴柑萎缩型枯水病和粒化型枯水病几种生理指标差异的研究[J].果树学报,2005,22(3):216-219.
- [7] 李献,李效静.红桔枯水机理及GA<sub>3</sub>处理效应的研究[J].西南农业大学学报,1990,12(5):516-520.
- [8] 余文琴,潘东明,林河通.瑄溪蜜柚果实成熟过程中汁胞粒化与活性氧代谢的关系[J].中国农业科学,2009,42(5):1737-1743.
- [9] 潘东明,郑国华,陈桂信,等.瑄溪蜜柚汁胞粒化原因分析[J].果树科学,1999,16(3):202-209.
- [10] 王羽玥.果实早衰和冬季低温对夏橙果实枯水的影响[D].重庆:西南大学,2006.
- [11] 梅正敏,区善汉,肖远辉,等.冬季异常低温对马水桔果实品质的不利影响[J].中国南方果树,2011,40(3):48-50.
- [12] 刘德春,曾琼,刘勇,等.‘纽荷尔’脐橙及其光泽型突变体果皮色差指数变化规律的研究[J].果树学报,2013,30(6):914-917.
- [13] 李锡香.新鲜果蔬的品质及其分析法[M].北京:中国农业出版社,1994:194-196.
- [14] 习建龙,彭良志,淳长品,等.奉节晚熟脐橙果实品质、枯水与海拔的关系研究[J].中国南方果树,2017,46(5):17-20.
- [15] 朱春钊.长寿区浅丘橘园冬季温度变化规律及晚熟柑橘果实防冻研究[D].重庆:西南大学,2015.

## Effects of low temperature in winter and altitude on fruit granulation and quality of late navel orange during maturing period

WU Liming<sup>1,2</sup> JIANG Yingchun<sup>1</sup> HE Ligang<sup>1</sup> WANG Zhijing<sup>1</sup> LIU Jihong<sup>2</sup>  
WANG Ce<sup>2</sup> PENG Shu'ang<sup>2</sup> WU Shuyong<sup>3</sup> LIAO Shengcai<sup>3</sup>

1. *Institute of Fruit and Tea, Hubei Academy of Agricultural Science/Fruit and Tea Branch, Hubei Innovation Center of Agricultural Science and Technologys, Wuhan 430064, China;*

2. *College of Horticulture and Forestry Sciences, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;*

3. *Zigui Specialty Technology Extension and Service Center, Hubei Province, Zigui 443600, China*

**Abstract** The relationships between fruit granulation and low temperature in winter of different years in Zigui County of Three Gorges Reservoir Area were studied. The changes of fruit quality and fruit granulation in the late maturing navel orange fruit ripening period (from December to June) at different altitudes (520 m, 380 m, 220 m) in Zigui County of the Three Gorges Reservoir were investigated. The effect of the navel orange fruits bagging in the winter to prevent fruit granulation was studied. Results showed that fruit granulation of the late maturing navel orange in the Reservoir Area was mainly caused by the low temperature in winter. Fruit quality of high altitude (520 m) was significantly lower than that of middle and low elevations (380 m, 220 m). At high altitude (520 m), the soluble solids content and solid acid ratio, water content, juice rate were low, and the fruit color was poor. Fruit water content and fruit granulation decreased with the harvest stage. The ratio of fruit granulation was high at the stage of flowering (late April) and shoot growth (early May), reaching 50.0% and 38.8%, respectively. The index of fruit granulation increased. The degree of fruit granulation aggravated gradually. A few fruit slightly granulated in middle June at low elevations. Fruit granulation didn't occur in other time at low elevations. Fruits bagging helps reduce or prevent fruit granulation. The rate of fruit granulation decreased to 6.0%, while the content of fruit edible rate, fruit juice rate and soluble solids increased significantly, and fruit coloring and internal quality was improved significantly as well.

**Keywords** late maturing navel orange; fruit granulation; fruit quality; low temperature; altitude

(责任编辑:张志钰)