

精确定量施肥技术对丰水梨品质和贮藏特性的影响

张全军^{1,2}, 邓家林^{1*}, 张绍铃², 李文贵¹, 何建¹, 黄文江³

(1. 四川省农业科学院 园艺研究所, 四川 成都 610066 2 南京农业大学 梨工程技术研究中心,

江苏 南京 210095 3 安徽师范大学 生命科学学院, 安徽 芜湖 241000)

摘要: 以丰水梨(Hosu)为试材,采用常规施肥+叶面喷水、常规施肥+叶面施肥和精确定量施肥3种施肥方法,在室温贮藏和1-MCP(1甲基环丙烯)处理条件下,对其生理和品质的变化进行了研究。结果表明,室温贮藏条件下,3种不同施肥方式的丰水梨果实在贮藏过程中都出现呼吸高峰,呈现跃变型果实的特征,常规施肥的果实最先到达呼吸高峰,且峰值最高;果实可溶性固形物(TSS)含量表现出先升高后下降的趋势。精确施肥的果实在贮藏期间乙烯高峰出现时间晚,失水率低,能保持相对较高的硬度和TSS含量。室温条件下1-MCP处理12 h后,可以明显延缓果实硬度和果实失水率的下降,推迟乙烯高峰的出现,并阻碍TSS的增加速率,从而较好地保持果实在贮藏期间的品质和风味。

关键词: 丰水梨; 施肥; 贮藏; 品质

中图分类号: S661.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2010)10-0091-06

Effects of Precise and Quantitative Cultivation on Quality and Storage of Hosui Pear

ZHANG Quan-jun^{1,2}, DENG Jia-lin^{1*}, ZHANG Shao-ling², LI Wen-gui¹,
HE Jian¹, HUANG Wen-jiang³

(1 Horticultural Research Institute of Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Chengdu 610066, China

2 Pear Engineering and Technology Research Center, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China

3 College of Life Science, Anhui Normal University, Wuhu 241000, China)

Abstract: The changes of physiological property and quality of Hosui pear fruits were studied in this paper. These Hosui pears were harvested by 3 different fertilizer application methods (conventional fertilizer application+Foliar water, conventional fertilizer application+Foliar $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ application and precise and quantitative cultivation) and stored at room temperature and treated by 1-MCP. The results showed that the fruit of Hosui pear by 3 different fertilizer application all appeared respiratory peak that showed a characteristics of climacteric fruit. The fruits by conventional fertilizer application reached to the respiratory peak firstly and the total soluble solid (TSS) content increased, the fruit firmness decreased and the flavor turned to good. The firmness change and water loss were gradually restrained, and the TSS content appeared a trend that rose initially and then declined during the storage period. At the room temperature, the firmness change and water loss of fruits were gradually restrained after 12 h treated by 1-MCP.

Key words: Hosui pear; Fertilization; Storage; Quality

收稿日期: 2010-04-10

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2007BAD88B08); 四川省财政育种工程青年基金(2009QNJJ015); 国家梨产业技术体系建设(NYCYTX-29-22)

作者简介: 张全军(1975-),男,山东菏泽人,在读博士研究生,主要从事梨栽培与育种工作。

*通讯作者: 邓家林(1963-),男,重庆铜梁人,副研究员,主要从事果树栽培与育种工作。

精确定量栽培技术是应用植物病虫害综合防治 (IPM)和植物营养综合调理 (NM)的栽培新模式。其原理是根据不同果树营养特点,在果树生长发育不同时期将生长发育必需的氮、磷、钾、钙、镁等营养物质溶解在水中并高压注射到果树吸收根的集中分布区。优点:根系吸收快;节水,减少水分蒸发;节肥,提高肥料利用率;减少传统施肥对吸收根的伤害。该技术已经在台湾和山东烟台地区推广,果品远销澳大利亚、加拿大等国家。该技术精确量化、简便化。本研究以常规施肥为对照,对精确定量栽培的丰水梨常温

保鲜和 1-MCP处理^[1]下贮藏特性进行了研究,以便弄清丰水梨贮藏的生理特性,评价精确定量栽培对提高果实品质和延长果实货架期的影响。

1 材料和方法

1.1 试材

在国家梨产业体系成都综合试验站大邑基地选择树势一致、4 年生丰水梨园。果园土壤营养状况如表 1。供试 1-MCP为 3.5%可溶性粉剂,由中国农业科学院果树研究所提供。

表 1 试验果园土壤营养成分

pH	有机质 / (g/kg)	mg/kg								
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn
7.8	0.51	8.8	9.3	52.2	458.6	204	50.6	1.8	16	5.3

1.2 试验方法

试验设 3 个处理 (表 2),分别表示为: Water、Ca(NO₃)₂ 和 PQC。每小区 10 株树,每个处理重复 3 次。按照成都地区物候期,在丰水梨花后 127 d(7 月 14 日)果实成熟时,采收成熟度一致的丰水梨套袋果。选无病虫、无损伤、大小整齐一致的果实,将各处理的果实放置于室内 (18±3)℃下,白天 (7:00—21:00)湿度较低 (RH 20%~60%),夜间 (21:00—7:00)湿度较高 (RH 60%~82%)。每个处理设 3 个重复,每个重复 60 个果实。室温贮藏的果实每 3 d 测

定一次果实可溶性固形物含量、果实硬度、果实腐烂率、失重率、乙烯释放量,同时进行口感评价,至果实丧失经济价值为止。

同时,从上述 Water、Ca(NO₃)₂、PQC 3 个处理选同等数量成熟果实置于 0.5 μL/L 1-MCP 的密闭塑料帐内,常温条件下处理 12 h 分别以上述常温下不加 1-MCP 处理为对照。6 个处理分别表示为: Water+1-MCP、Water+Ca(NO₃)₂+1-MCP、Ca(NO₃)₂+1-MCP、PQC+1-MCP、PQC。然后将各处理的果实放置于同一室内。测相同指标,至果实丧失经济价值为止。

表 2 丰水梨施肥处理设计

处理	肥料	施肥时间			
		2月中旬	4月上旬	5月上旬	6月上旬
传统沟施+叶面喷清水 (Water)	尿素/kg	375	375	—	—
	硫酸钾/kg	187.5	187.5	187.5	—
	过磷酸钙/kg	1875	—	—	—
	叶面喷清水/L	—	1800	1800	1800
传统沟施+叶面喷硝酸钙 (Ca(NO ₃) ₂)	尿素/kg	375	375	—	—
	硫酸钾/kg	187.5	187.5	187.5	—
	过磷酸钙/kg	1875	—	—	—
	叶面喷 0.5%硝酸钙/L	—	1800	1800	1800
精确定量施肥法 (PQC)	尿素/kg	90	60	60	60
	硫酸钾/kg	90	105	120	120
	钙复合物/kg	—	—	22.5	22.5
	浓缩肥/L	90	90	90	90
	水/L	6000	6000	6000	6000

注: 每公顷施肥量,按产量为 30 t/hm² 的果园计算施肥量

1.3 测定指标及方法

果实硬度 (kg/cm²)采用意大利 Fruit TestTM Model GF53200 硬度计测果实去皮硬度;可溶性固

形物含量 (%)采用 PAL-1 型手持数显糖度计 (日本)测定,取果实上、中、下不同部位的果肉,将混合果肉的汁液挤在手持测糖仪上,测定 3 次,取平均

值;乙烯释放量 ($\mu\text{L}/(\text{kg}^{\circ}\text{h})$)采用岛津 GC2010型气相色谱仪,参照牛锐敏等^[2]的方法测定;果实失重率:选 20个完好的果实并分别标明,用电子天平称果实质量后立即置于原来的贮藏环境。果实失水率 = (果实初始质量 - 失水后质量) / 果实初始质量 $\times 100\%$;果实腐烂率 = (腐烂果数 / 观察总果数) $\times 100\%$;感官调查:由 4 人组成品评小组进行风味品尝。

1.4 数据处理方法

数据计算、做图和分析采用 Excel 2003 和 SPSS

2 结果与分析

2.1 精确定量施肥对室温贮藏丰水梨果实品质的影响
2.1.1 感官指标 如表 3 所示,不同施肥方式间常温贮藏期丰水梨种子颜色变化相差不大。精确定量施肥处理果实初期腐烂率明显低于同期 2 个常规施肥处理,腐烂率达到 20%以上,延长了果实货架期,梨果脆度和整果气味也呈现类似的规律。同时,在常规施肥处理中,叶面喷硝酸钙能降低果实腐烂率,增强梨果脆度,推迟整果气味的产生,从而改善果实的贮藏品质。

表 3 贮藏期间丰水梨感官指标的变化

处理	感官指标	贮藏时间 / d								
		0	3	6	9	12	15	19	23	27
Water	腐烂率 / %	0	0	5.6	23.7					
	种子颜色	—+	—+	+	+	+	+	+	+	+
	梨果脆度	—	—	—	—+	+	+	+	+	+
	整果气味	—	—	—	—	—+	+	+	+	+
Ca(NO ₃) ₂	腐烂率 / %	0	0	0	1.2	10.5	23.8			
	种子颜色	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	梨果脆度	—	—	—	—	—	—+	+	+	+
	整果气味	—	—	—	—	—	—+	+	+	+
PQC	腐烂率 / %	0	0	0	0	1.3	14.7	21.7		
	种子颜色	—+	+	+	+	+	+	+	+	+
	梨果脆度	—	—	—	—	—	—+	+	+	+
	整果气味	—	—	—	—	—	—	+	+	+

注:梨果脆度“-”表示脆,“-+”表示较脆,“+”表示绵;整果气味“-”表示无异味,“-+”表示 1/2 数量的整果略有异味,“+”表示有异味;种子颜色“-”表示种子白色,“-+”表示种子半黑,“+”表示种子全黑。表 4 同

2.1.2 果实硬度 从图 1 可以看出,不同施肥方式丰水梨的硬度均随着果实的成熟而下降。2009 年 7 月 14 日采收的丰水梨,常规施肥、常规施肥 + 叶面喷施硝酸钙和精确定量施肥处理的硬度初值分别为 $7.17\text{ kg}/\text{cm}^2$ 、 $7.67\text{ kg}/\text{cm}^2$ 、 $8.23\text{ kg}/\text{cm}^2$,处理间差异较大,果实硬度依次递增。果实贮藏至第 6 天时硬度迅速下降,2 个常规施肥处理贮藏第 19 天时硬度下降到 $1.83\sim 2.04\text{ kg}/\text{cm}^2$,失去经济价值,而精确定量施肥处理硬度近 $4\text{ kg}/\text{cm}^2$,是 2 个常规施肥处理的近 2 倍,果实仍能保持较好的品质。

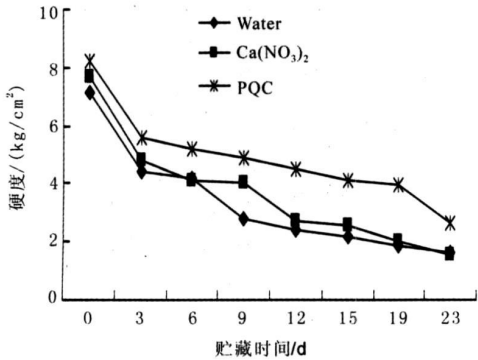


图 1 室温贮藏下丰水梨果实硬度的变化

2.1.3 可溶性固形物 从图 2 可以看出,精确定量栽培丰水梨果实贮藏期间,可溶性固形物含量呈逐渐升高趋势,动态曲线呈单峰型,在第 19 天达到高峰。常规施肥果实可溶性固形物含量由采收时的 $12.45\%\sim 12.85\%$ 增加至第 9 天的 $13.81\%\sim 14.05\%$,变幅大。精确定量施肥的果实可溶性固形物含量在贮藏过程中上升速率略慢。

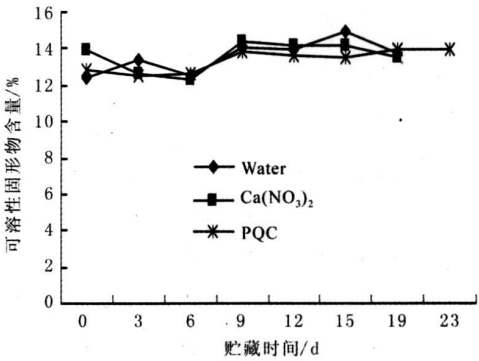


图 2 室温贮藏下丰水梨果实可溶性固形物含量的变化
2.1.4 乙烯含量 从图 3 可见,常规施肥果实采收当天乙烯释放量高达 $0.044\text{ mL}/(\text{g}^{\circ}\text{h})$,随后迅速升高,至第 9 天达到峰值 $1.034\text{ mL}/(\text{g}^{\circ}\text{h})$ 。此后,

乙烯释放量迅速降低,果实很快变软衰老。叶面喷硝酸钙能延缓乙烯高峰(0.937 nL/(g·h))至第16天出现,精确定量栽培果实在采收当天释放量仅为0.023 nL/(g·h),乙烯释放量上升也十分缓慢,至第19天时达到峰值(0.849 nL/(g·h)),明显低于常规施肥。并且峰值过后,释放量缓慢下降,并保持低水平,果实仍能贮藏3 d

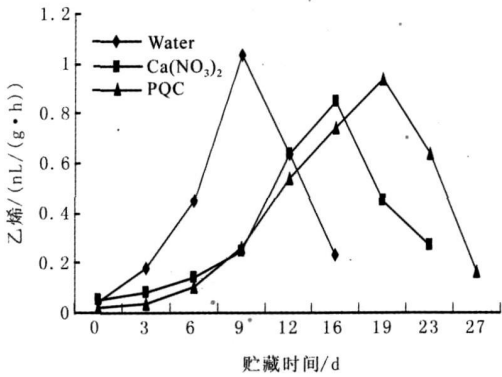


图 3 室温贮藏下丰水梨果实乙烯的变化

2.1.5 失水率 贮藏过程中,果实失水率都随贮藏时间的延长而增加(图4)。果实贮藏3 d后,不同施肥方式贮藏的果实失水率差异就显示出来,常规施

肥>常规施肥+叶面喷钙>精确定量栽培。

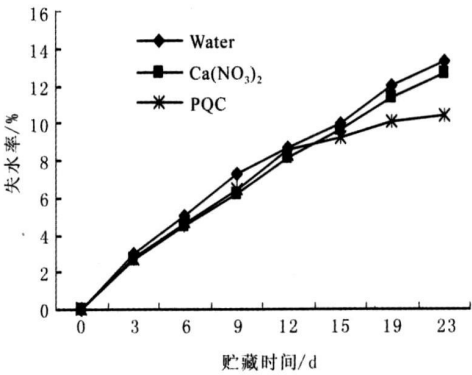


图 4 室温贮藏下丰水梨果实失水率的变化

2.2 精确定量施肥对1-MCP处理丰水梨果实品质和贮藏特性的影响

2.2.1 感官指标 如表4所示,1-MCP处理后不同施肥处理丰水梨常温贮藏期种子颜色变化相差不大。采后经1-MCP处理的果实腐烂率、梨果脆度和气味均较相应的对照上升缓慢,贮藏期较相应的对照延长6~9 d。同时,在传统施肥处理中,叶面喷硝酸钙能降低果实腐烂率,增强梨果脆度,推迟整果气味的产生,从而改善果实的贮藏品质。

表 4 1-MCP处理下果实贮藏期间丰水梨感官指标变化情况

处理	感官指标	贮藏时间 / d								
		0	3	6	9	12	15	19	23	27
Water-1-MCP	整果气味	—	—	—	—	—+	+	+	+	+
	腐烂率 /%	0	0	0	2.4	7.8	19.6			
	种子颜色	—+	+	+	+	+	+	+	+	+
	梨果脆度	—	—	—	—	—	—+	+	+	+
Ca(NO ₃) ₂ +1-MCP	整果气味	—	—	—	—	—	—+	+	+	+
	腐烂率 /%	0	0	0	0	1.7	8.9	19.8		
	种子颜色	—+	—+	+	+	+	+	+	+	+
	梨果脆度	—	—	—	—	—	—	—+	+	+
PQC+1-MCP	整果气味	—	—	—	—	—	—	—+	+	+
	腐烂率 /%	0	0	0	0	0	0	7.8	14.4	22.3
	种子颜色	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	梨果脆度	—	—	—	—	—	—	—	—+	+
	整果气味	—	—	—	—	—	—	—	—+	+

2.2.2 果实硬度 所有处理果实硬度都随贮藏时间的延长而下降。1-MCP处理可以减缓丰水梨果实硬度的下降程度,处理组果实贮藏第9天时硬度为4.22~4.85 kg/cm²,精确定量施肥果实硬度高于传统施肥果实;贮藏第23天时,精确定量施肥果实硬度为3.72 kg/cm²,是2个传统施肥处理果实的近2倍(图5)。

2.2.3 可溶性固形物含量 从图6可以看出,处理组和对照组丰水梨果实贮藏期间可溶性固形物含量

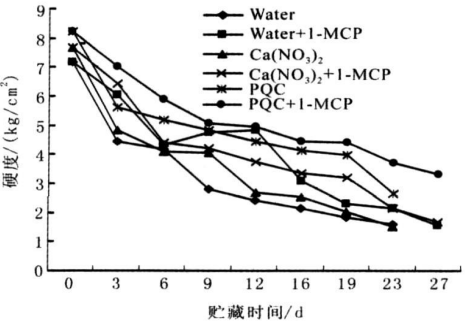


图 5 1-MCP处理下丰水梨果实硬度的变化

均呈逐渐升高趋势,动态曲线呈单峰型,在第9天达到高峰。1-MCP处理果实可溶性固形物含量升高速率均低于相应的对照,增幅较小,而对照的可溶性固形物含量由采收时的12.45%~12.85%增加至第9天的13.81%~14.05%,增幅大。其中,精确量施肥的果实经1-MCP处理后,在整个贮藏期间可溶性固形物含量上升缓慢,在贮藏第19天时可溶性固形物含量达到与对照果实贮藏第9~12天时的含量水平。方差分析表明,不同施肥方式的果实可溶性固形物含量差异不明显,精确量施肥的果实可溶性固形物含量在贮藏过程中上升速率略慢。由此可知,1-MCP抑制了丰水梨的成熟衰老,在一定程度上抑制了丰水梨TSS含量的下降。

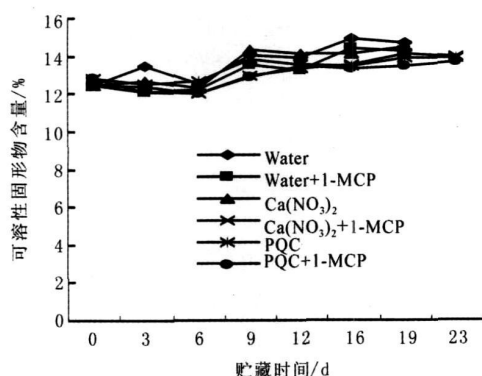


图6 1-MCP处理下丰水梨可溶性固形物含量的变化

2.2.4 乙烯含量 1-MCP处理的果实乙烯生成量较低,与对照相比,6~9 d后乙烯含量才开始有较大幅度增加,并且峰值显著降低至对照组的73.3%~81.1%。1-MCP处理明显抑制了乙烯的形成,推迟了乙烯高峰的到来。

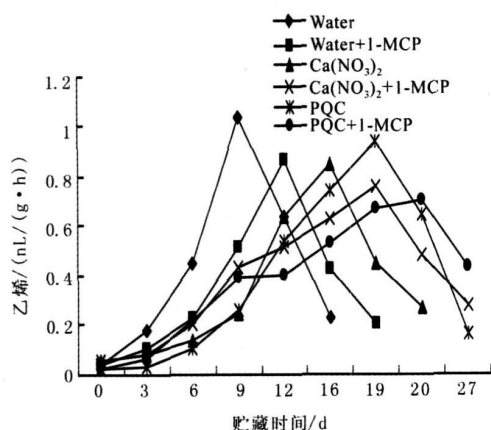


图7 1-MCP处理下丰水梨果实乙烯含量的变化

2.2.5 失水率 贮藏过程中,果实失水率都随贮藏时间的延长而增加(图8)。果实贮藏3 d后,不同施肥方式贮藏的果实失水率差异就显示出来。1-MCP

处理组均比相应对照组降低,其中精确量栽培贮藏第23天时,果实失水率为8.83%,与常规施肥果实第15天失水率8.85%相当。而且贮藏过程中也未出现果实萎蔫现象。

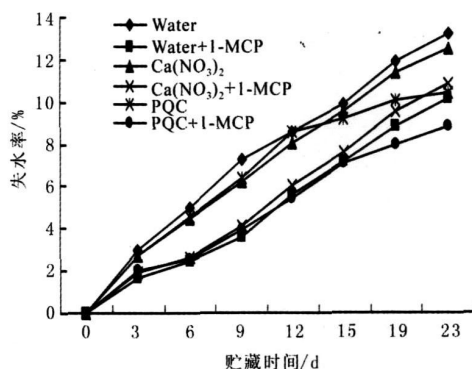


图8 1-MCP处理下丰水梨果实失水率的变化

3 小结与讨论

3.1 精确量施肥与果实的品质和贮藏性

梨属于呼吸跃变型果实,其乙烯的存在加速果实的衰老^[1,2]。本研究结果表明,不同施肥方式影响果实乙烯释放量,精确量栽培丰水梨果实乙烯释放量总体上低于常规栽培,且乙烯生成的启动时间上比常规栽培晚6~9 d,乙烯开始生成后上升的速度也比常规施肥慢,达到峰值的时间更长,精确量栽培需要23 d,常规仅需9 d,而常规+叶面喷钙需15 d,补钙能够抑制乙烯的释放。跃变型果实的贮藏寿命与乙烯生成的启动时间及乙烯释放水平有关^[3,4],精确量施肥能延缓这一过程。但肥料影响果实品质和乙烯等因素^[5]的具体作用机制有待进一步研究。

3.2 1-MCP对丰水梨果实生理代谢的影响

1-MCP对丰水梨果实贮藏影响表现为:减缓可溶性固形物含量上升,变化幅度小。果实可溶性固形物含量比较稳定^[1]。1-MCP延缓果实硬度下降,降低贮藏过程中果实失水率,果实没有出现萎蔫现象^[6]。室温下0.5 μL/L 1-MCP能显著抑制乙烯释放速率的增加,推迟了乙烯峰值到来6~9 d,延缓了果实的后熟衰老进程^[7]。一定程度上保持了果实较好的新鲜度和商品品质,延长了果实货架期^[8]。

参考文献:

- [1] 孙希生,王志华,李志强,等. 1-MCP对番茄采后生理效应的影响[J]. 中国农业科学, 2003, 36(11): 1337-1342

- [2] 牛锐敏, 饶景萍. 不同采收期对红富士苹果贮藏品质的影响[J]. 西北农业学报, 2006 15(3): 171-174
- [3] 张红艳, 彭抒昂. 不同贮藏温度对湘南梨果实品质和乙烯释放量的影响[J]. 湖北农业科学, 2003(5): 67-69
- [4] 曹建康, 李庆鹏, 姜微波, 等. 赤霉素处理对鸭梨果实乙烯代谢和贮藏品质的影响[J]. 中国农学通报, 2008 24(1): 81-84
- [5] 逯志斐, 李江阔, 张平. 1-MCP对不同采收期黄金梨贮藏效果的研究[J]. 食品科技, 2008(3): 230-233
- [6] 姜松, 王海鸥, 赵杰文. 猕猴桃低温贮藏期间硬度与化学品质的相关性研究[J]. 食品科学, 2005 26(5): 244-247
- [7] Fan X, Argenta L, Matheis J P. Inhibition of ethylene action by 1-methylcyclopropene prolongs storage life of apricots[J]. Postharvest Biol Technol, 2000 20: 135-142
- [8] Kluge R A. Shelf life of peaches treated with 1-methylcyclopropene[J]. Regulation of Scientific Agriculture, 2001 9: 69-72

(上接第 90页) 波长;选用乙腈做流动相,乙腈和水比例为 60:40,PH值 4.5~5.0。通过线性关系的确定、精密度试验、稳定性试验、重复性试验和加样回收率试验对测定方法进行了验证。结果表明,该方法灵敏、定量准确,重现性好,且分析时间短,操作简便,符合测试要求,适合生产企业及质控部门作为质量标准的定量分析方法。

本试验结果表明,迷迭香中鼠尾草酸和鼠尾草酚的含量有一定的变化规律,鼠尾草酸和鼠尾草酚的含量都是在 10月份最高,其次为 6月份。因此,确定 10月份为迷迭香的最佳采收期,其次为 6月份。

参考文献:

- [1] 韩宏星, 宋志宏, 屠鹏飞. 迷迭香水溶性成分研究[J]. 中草药, 2001 32(10): 877-878
- [2] 李伟光, 梁敬钰. 迷迭香酸的研究进展[J]. 海峡药学, 2004 16(1): 1-4
- [3] 刘兴宽, 郁建平, 连宾, 等. 贵州引种的迷迭香 (*Rosmarinus officinalis* L.) 中挥发油化学成分分析[J]. 贵州大学学报: 农业与生物科学版, 2002 21(3): 186-190
- [4] Guo J, Wen J, Chi T, Tang H. A stable quinone identified in the reaction of camosol: a major antioxidant in rosemary with 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical[J]. Food Chemistry, 2006 96: 471-476
- [5] 吕顺端, 梅家东, 袁良济. 迷迭香扦插育苗试验研究[J]. 现代农业科技, 2010(5): 179-182
- [6] 肖香, 王洪新. 迷迭香抗氧化剂的提取工艺研究[J]. 河南工业大学学报: 自然科学版, 2006 27(2): 54-59
- [7] 张春艳. 迷迭香酸的提取与分离纯化工艺研究[J]. 中国酿造, 2009 75(7): 75-77
- [8] 杨磊, 肖长文, 赵春建, 等. pH控制匀浆法从迷迭香中提取鼠尾草酸[J]. 黑龙江大学自然科学学报, 2008 25(4): 514-518
- [9] 景延秋, 高玉珍, 鲁平, 等. 反相高效液相色谱法在测定白肋烟烟叶游离氨基酸含量中的应用[J]. 河南农业大学学报, 2007 41(5): 502-505
- [10] 李贺敏, 周艳. 不同产地白花蛇舌草的高效液相色谱指纹图谱分析[J]. 河南农业大学学报, 2009 43(6): 596-600
- [11] 石磊, 蒋俊村, 顾亮, 等. 高效液相色谱串联质谱法, 快速测定水产品中硝基呋喃类代谢物研究[J]. 现代农业科技, 2010(11): 336-337, 345
- [12] 何默忠, 葛秀丹, 陈正收, 等. 反相高效液相色谱法测定迷迭香中鼠尾草酚、鼠尾草酸和熊果酸含量[J]. 上海医药, 2009 30(10): 469-470
- [13] 梁振益, 黄广民, 张德拉, 等. 反相液相色谱法测定迷迭香中鼠尾草酸的含量[J]. 食品科学, 2005 26(4): 203-205
- [14] 吕岱竹, 王明月, 袁宏球, 等. 高效液相色谱法测定迷迭香超临界提取物中的鼠尾草酸和鼠尾草酚[J]. 分析测试学报, 2006 25(3): 109-111
- [15] 潘利明, 赛春梅, 梁晓原. 迷迭香超临界二氧化碳提取物含量测定的初步研究[J]. 云南中医学院学报, 2005 28(4): 30-32
- [16] 吴良, 袁干军, 苏秋玲. 高效液相色谱法测定迷迭香中迷迭香酸的含量[J]. 海南医学院学报, 2006 12(2): 112-114