

不同产地及成熟度牛油果及其油脂品质比较

王佳雅,尚艳娥,张 丹,范 鸥

(北京市粮油食品检验所,北京 100162)

摘要:分析不同产地及成熟度牛油果及其油脂理化性质,脂肪酸组成及反式脂肪酸组成。结果表明:牛油果作为水果,粗脂肪含量和粗蛋白质含量很高;不同产地及成熟度牛油果溶剂提取所得油脂理化性质和脂肪酸组成有一定的差异。研究可为进一步开发牛油果油和制定牛油果油标准提供参考。

关键词:牛油果;牛油果油;理化性质;脂肪酸组成;反式脂肪酸

中图分类号:TS222;TQ646 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-7969(2018)02-0094-05

Comparison of qualities of avocado and its oil from different origins and maturities

WANG Jiaya, SHANG Yan'e, ZHANG Dan, FAN Ou

(Beijing Grain & Oil and Food Inspection Institute, Beijing 100162, China)

Abstract: Physicochemical property of avocado and physicochemical property, fatty acid composition and *trans* fatty acid composition of avocado oil from different origins and maturities were researched. The results showed that as fruit, avocado had high crude fat content and crude protein content. There were great differences in physicochemical property and fatty acid composition of avocado oil from different origins and maturities. The research provided a reference for the further development and standard establishment of avocado oil.

Key words: avocado; avocado oil; physicochemical property; fatty acid composition; *trans* fatty acid

牛油果又名鳄梨、油梨等,属于樟科,原产于中美州的热带和高山亚热带地区。我国1918年开始引种,广东、福建、云南等省都有少量栽培,其果实营养丰富,含多种维生素、矿物质元素、人体必需的微量元素及医疗保健作用的活性成分,含油较高,是食品、化妆品、医药、保健品方面工业重要的原料树种^[1-3]。牛油果油含丰富的不饱和脂肪酸,具有降血脂和降胆固醇作用,国外曾对16位27~72岁的男性病人进行试验,每人每天食0.5~1.5个牛油果果实,结果发现50%的病人其血清胆固醇总量下降8.7%~42.8%,血脂下降12.5%~21%,无1例有胆固醇升高^[3]。另外,牛油果是美国医生极力推崇

的婴儿食品,是非常理想的婴儿辅食。牛油果油作为食用油脂,在美洲、欧洲及澳洲已被开发和销售,在我国尚未被广泛的认知和食用,也未颁布牛油果油的国家标准,在世界范围内也未见有关牛油果油的国际标准。本研究对来自缅甸、泰国、新西兰、墨西哥4个产地不同成熟度牛油果及其油脂分别进行了相关成分及含量分析。力求为日后相关标准的制定做初步探索,为牛油果油的进一步开发利用提供参考。

1 材料与方法

1.1 实验材料

1.1.1 原料与试剂

牛油果,分别购于缅甸、泰国、新西兰、墨西哥;市售牛油果油:原料生产国为墨西哥,生产工艺为100%牛油果通过高速离心机将油水分离冷榨而成。

无水乙醚、硫酸、氢氧化钠、硼酸、乙醚、95%乙醇、冰乙酸、三氯甲烷、氢氧化钾、酚酞、碘化钾、硫代

收稿日期:2017-04-16;修回日期:2017-09-22

作者简介:王佳雅(1984),女,工程师,研究方向为食品安全(E-mail)jiayawang1984@163.com。

通信作者:尚艳娥,教授级高级工程师(E-mail)262755898@qq.com。

硫酸钠、淀粉、韦氏试剂、盐酸、甲醇、三氟化硼、异辛烷、氯化钠、无水硫酸钠等,均为分析纯。粗蛋白质测定采用国家标准物质大米粉 GBW(E)08503b 进行质量控制;脂肪酸组成标准品,美国 NU-CHEK;反式脂肪酸组成标准品,美国 SUPELCO 公司。

1.1.2 仪器与设备

GC-2010 气相色谱仪(配 FID 检测器),日本岛津制作所;14C 气相色谱仪,日本岛津制作所;2300 半自动蛋白分析仪,瑞典 FOSS 公司;ABBE.3L 折光仪,日本岛津制作所;ARB120 电子天平(分度值 0.01 g),Ohaus 公司;AL204-1C 电子天平(分度值 0.000 1 g),梅特勒-托利多仪器有限公司;FD420 烘箱,德国 BINDER;DFD-700 恒温水浴锅,TAISIFE;F12 透明水槽加热制冷循环机,Julabo;拍打式均质仪;索氏抽提器。

1.2 实验方法

1.2.1 溶剂法提取牛油果油

牛油果→去皮去核→均质→无水乙醚浸没提取过夜→过滤→蒸发脱溶→牛油果油。参考 GB/T 5499-2008 测定纯仁率。

1.2.2 牛油果果肉理化性质的测定

水分:GB 5009.3-2010 第一法;粗脂肪含量:GB/T 5009.6-2003 第一法;粗蛋白质含量:GB 5009.5-2010 第一法。

1.2.3 牛油果油理化性质的测定

酸值:GB/T 5009.37-2003;过氧化值:GB/T

5009.37-2003;碘值:GB/T 5532-2008;折光指数:GB/T 5527-2010;皂化值:GB/T 5534-2008。

1.2.4 牛油果油脂肪酸组成及反式脂肪酸组成的测定

脂肪酸组成:GB/T 17376-2008 三氟化硼甲酯化法,GB/T 17377-2008;反式脂肪酸组成:GB/T 22507-2008。

脂肪酸组成气相色谱分析条件:氢火焰离子化检测器(FID);Rtx-Wax 毛细管分析柱(30 m × 0.25 mm × 0.25 μm);进样口温度 250 °C;检测器温度 250 °C;柱温 210 °C;氮气压力 80 kPa,氢气压力 65 kPa,空气压力 55 kPa;进样量 0.4 μL。

反式脂肪酸组成气相色谱分析条件:氢火焰离子化检测器(FID);SPTM-2560 毛细管分析柱(100 m × 0.25 mm × 0.2 μm);进样口温度 250 °C;检测器温度 250 °C;柱温 170 °C 保留 135 min,以 5 °C/min 升到 230 °C,保留 17 min,再以 5 °C/min 降到 170 °C,保留 4 min;氮气流速 1.0 mL/min,氢气流速 40 mL/min,空气流速 400 mL/min;进样量 0.4 μL。

2 结果与分析

2.1 牛油果外观特征比较

牛油果分为未成熟、开始成熟、最佳成熟、过熟 4 个阶段。由于实验用牛油果经长途运输到达实验室,成熟阶段各不相同,不同的成熟度影响其理化性质,4 个产地牛油果外观特征见表 1。

表 1 不同产地及成熟度牛油果外观特征比较

项目	缅甸		泰国		新西兰		墨西哥	
	生	熟	生	熟	生	熟	生	熟
成熟度	未成熟	最佳成熟	未成熟	开始成熟	开始成熟	最佳成熟	开始成熟	最佳成熟
表皮颜色	嫩绿色	黑褐色	嫩绿色	墨绿色	墨绿色	黑褐色	墨绿色	黑褐色
软硬度	硬	松软有弹性	硬	略软	硬	松软有弹性	硬	松软有弹性
外观	体大梨形、表面较光滑		体大椭圆形、表面粗糙		个体较小、表面粗糙		个体较小、表面粗糙	

2.2 牛油果纯仁率比较(见表 2)

由表 2 可知,不同产地的牛油果纯仁率差异较大,纯仁率在 63.8% ~ 83.0% 之间。除泰国产牛油

果外,熟果纯仁率明显高于生果,可能是由于实验开始时,泰国产牛油果的熟果未处于最佳成熟阶段导致。

表 2 不同产地及成熟度牛油果纯仁率比较

								%
缅甸		泰国		新西兰		墨西哥		
生	熟	生	熟	生	熟	生	熟	
63.8	68.4	69.6	68.7	73.1	73.5	74.2	83.0	

2.3 牛油果果肉的理化性质比较(见表 3)

由表 3 可知,牛油果果肉水分含量在 72.7% ~ 84.2% 之间,粗脂肪含量在 5.5% ~ 18.7% 之间,粗蛋白质含量在 1.22% ~ 1.86% 之间。在水果中其

粗脂肪含量和粗蛋白质含量之高,极为少见。4 个产地牛油果熟果粗脂肪含量明显高于生果粗脂肪含量,尤其是新西兰和墨西哥产成熟的牛油果,粗脂肪含量高达 18% 左右,说明熟果用于加工成油脂时,

产油量会高于生果。但牛油果成熟过程中粗蛋白质含量变化不明显。此外,由于牛油果与其他油料相比水分含量很高,所以牛油果油的制备通常是由果

肉脱水后用压榨法或溶剂萃取法及鲜果肉直接离心分离牛油果油等方法获得^[1]。牛油果作为一种油料资源具有利用和开发价值。

表3 不同产地及成熟度牛油果果肉的理化性质比较

项目	缅甸		泰国		新西兰		墨西哥	
	生	熟	生	熟	生	熟	生	熟
水分/%	83.0	84.2	78.4	81.2	75.8	72.7	77.9	73.6
粗脂肪含量/%	5.5	7.7	11.1	11.8	16.5	17.5	11.5	18.7
粗蛋白质含量/%	1.65	1.28	1.22	1.33	1.34	1.86	1.25	1.68

2.4 牛油果油的理化性质比较

4个产地牛油果经溶剂提取后所得油脂呈深绿色,市售牛油果油呈淡黄色,其理化指标测定结果见表4。

由表4可知,4个产地熟果溶剂提取所得油脂酸值、过氧化值大于生果溶剂提取所得油脂,表明牛油果成熟过程中油脂质量会加速劣变。尤其是缅甸

熟果油脂酸值(KOH)高达3.8 mg/g,缅甸熟果和墨西哥熟果油脂的过氧化值高达0.31 g/100 g和0.32 g/100 g,均高于GB 2716—2005《食用植物油卫生标准》中规定的食用植物油酸值(KOH)3 mg/g和过氧化值0.25 g/100 g,市售牛油果油酸值和过氧化值均较低。因此,建议不宜食用过熟的牛油果,尤其是婴幼儿。

表4 不同产地及成熟度牛油果油的理化性质比较

项目	缅甸		泰国		新西兰		墨西哥		市售牛油果油
	生	熟	生	熟	生	熟	生	熟	
酸值(KOH)/(mg/g)	1.5	3.8	1.5	1.8	1.4	2.0	1.0	1.1	0.2
过氧化值/(g/100 g)	0.14	0.31	0.14	0.20	0.15	0.19	0.20	0.32	0.08
碘值(I)/(g/100 g)	104	97	108	93	91	89	92	79	92
皂化值(KOH)/(mg/g)	172	180	176	191	192	202	189	197	191
折光指数(n_{20}^D)	1.470 2	1.469 3	1.469 5	1.469 0	1.468 5	1.468 1	1.469 5	1.468 4	1.469 3

牛油果油的碘值(I)范围在79~108 g/100 g之间。牛油果油碘值较低,说明牛油果油不饱和程度较低,脂肪酸以单不饱和脂肪酸为主。4个产地牛油果生果油脂的碘值(I)均高于熟果油脂,说明随着成熟度升高,牛油果油脂脂肪酸饱和程度均升高。

4个产地牛油果油的皂化值(KOH)在172~202 mg/g之间。可以推算出其所含脂肪酸以十八碳脂肪酸为主。4个产地牛油果生果油脂的皂化值均低于熟果油脂的,说明随着成熟度升高,牛油果油脂脂肪酸相对分子质量下降。

折光指数与油脂的脂肪酸组成和酸度有密切关系,可以通过测定油脂的折光指数来鉴别油脂种类、纯度和品质。4个产地不同成熟度的牛油果油的折光指数在1.468 1~1.470 2之间。

市售墨西哥产牛油果油碘值、皂化值和折光指数与同产地牛油果溶剂提取所得油脂碘值、皂化值和折光指数测定结果相似。

2.5 牛油果油的脂肪酸组成

采用气相色谱法对4个产地牛油果油和市售牛油果油的脂肪酸组成、反式脂肪酸组成进行分析,经面积归一化法计算各组分的含量,牛油果油的脂肪

酸组成及含量见表5。

由表5可知,牛油果油中主要含有4种脂肪酸,即棕榈酸、棕榈一烯酸、油酸、亚油酸,其中棕榈酸含量14.2%~30.0%,棕榈一烯酸含量4.2%~14.0%,油酸含量42.8%~69.4%,亚油酸含量9.7%~16.1%。不饱和脂肪酸含量较高,尤其是单不饱和脂肪酸含量最高达到73.9%。不饱和脂肪酸有降血脂、抗血栓、降血压等作用,其药用价值受到越来越多的关注和应用^[4-5],单不饱和脂肪酸不仅使总胆固醇(TC)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)水平下降,并能降低血清甘油三酯(TG),不饱和脂肪酸中油酸有利于降低LDL-C,升高高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C),可预防心脏病,同时可维持脑细胞膜结构,减少记忆力衰退^[6-7];棕榈一烯酸在许多鱼油中的含量较高,如在menhaden油中其含量高达15%,棕榈油、棉籽油、黄油和猪油中也含有少量棕榈一烯酸^[8],牛油果油中棕榈一烯酸含量明显高于大豆油(ND~0.2)^[9]、花生油(ND~0.2)^[10]、芝麻油(ND~0.2)^[11]、橄榄油(0.3~3.5)^[12]等。市售牛油果油脂脂肪酸组成与被誉“油中黄金”的橄榄

油脂肪酸组成相似,是继橄榄油、油茶籽油后的一种安全、保健油脂。另外,牛油果油中不饱和脂肪酸含量较高,在加工、运输、储存、加热过程中应注意防止氧化酸败,造成营养物质损失,使其失去保健功效。

市售墨西哥产牛油果油脂肪酸组成与同产地牛油果实验室溶剂提取所得油脂测定结果差异较大,表明精炼过程会对油脂脂肪酸组成产生影响,有可

能是由于脱胶脱酸过程中碱可能更倾向于中和游离饱和脂肪酸,因此造成饱和脂肪酸含量降低^[13]。

不同产地牛油果溶剂提取所得油脂理化性质和脂肪酸组成差异较大;同产地不同成熟度牛油果溶剂提取所得油脂理化性质和脂肪酸组成也有较大差异。因此,制定牛油果油相关标准特征指标范围时应充分考虑产地和成熟度等因素。

表5 不同产地及成熟度牛油果油的脂肪酸组成及含量

脂肪酸	缅甸		泰国		新西兰		墨西哥		市售牛油果油
	生	熟	生	熟	生	熟	生	熟	
棕榈酸 C16:0	25.7	28.2	20.4	30.0	14.5	15.6	24.0	23.0	14.2
棕榈一烯酸 C16:1	10.1	7.5	8.6	8.2	4.2	5.2	9.4	14.0	6.0
硬脂酸 C18:0	0.5	0.6	0.5	0.6	0.6	0.4	0.7	0.5	0.8
油酸 C18:1	42.8	44.0	55.2	43.4	69.4	65.8	50.6	49.9	63.4
亚油酸 C18:2	14.7	16.1	10.8	14.7	9.7	11.6	11.8	10.9	14.2
亚麻酸 C18:3	1.3	1.3	0.6	0.8	0.7	0.8	0.9	0.8	0.6
花生酸 C20:0	ND	0.1	ND	0.1	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1
花生一烯酸 C20:1	0.3	0.2	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
木焦油酸 C24:0	ND	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	ND	ND	0.1
二十四碳一烯酸 C24:1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	ND	0.1	0.1	ND
其他	4.5	1.8	3.4	1.6	0.0	0.2	2.2	0.5	0.4
饱和脂肪酸	26.2	29.0	21.0	30.8	15.7	16.2	24.8	23.6	15.2
单不饱和脂肪酸	53.3	51.8	64.2	52.1	73.9	71.2	60.3	64.2	69.6
多不饱和脂肪酸	16.0	17.4	11.4	15.5	10.4	12.4	12.7	11.7	14.8
不饱和脂肪酸	69.3	69.2	75.6	67.6	84.3	83.6	73.0	75.9	84.4

反油酸、反亚油酸、反亚麻酸的检出限均为0.03%,经测定4个产地牛油果溶剂提取所得牛油果油不含反油酸、反亚油酸、反亚麻酸,市售牛油果油不含反油酸和反亚麻酸,含0.2%的反亚油酸,说明牛油果油在精炼过程中会产生少量反式脂肪酸。世界卫生组织建议,每日摄入的反式脂肪酸应控制在总能量1%或更低(即不超过2 g/d)^[14]。因此,即使每日食用牛油果油,检出含量也不会对人体健康产生影响。

3 结论

(1)缅甸、泰国、新西兰、墨西哥4个产地、不同成熟度牛油果纯仁率63.8%~83.0%,果肉粗脂肪含量5.5%~18.7%,粗蛋白质含量1.22%~1.86%,在水果中属高含油、高蛋白油料。

(2)4个产地牛油果熟果粗脂肪含量明显高于生果,但有些溶剂提取所得油脂酸值和过氧化值高于国家安全标准,说明熟果提油得率更高,有利于成本控制,但需精炼使其酸值和过氧化值降低,精炼过程需控制反式脂肪酸的产生。

(3)牛油果油碘值较低,说明其不饱和程度较低,脂肪酸以单不饱和脂肪酸为主;皂化值(KOH)172~202 mg/g,可以推算出其所含脂肪酸以十八碳

脂肪酸为主;折光指数在1.468 1~1.470 2,这与脂肪酸组成分析的结果基本一致,为牛油果油标准的制定提供了参考。

(4)不同产地牛油果溶剂提取所得油脂理化性质和脂肪酸组成差异较大;同产地不同成熟度牛油果溶剂提取所得油脂理化性质和脂肪酸组成也有较大差异。因此,制定相关标准特征指标范围时应充分考虑产地和成熟度等因素。

(5)牛油果油的主要脂肪酸组成中不饱和脂肪酸尤其是单不饱和脂肪酸含量很高,具有较高的营养价值和良好的保健功能。市售牛油果油脂肪酸组成与市售橄榄油脂肪酸组成相似,开发牛油果油产品有极大的经济价值和很好的社会效应,具有较大的市场开发潜力,有待于国家政策扶持和建立标准规范。

参考文献:

- [1] 钱学射,张卫明,黄晶晶,等. 鳄梨油在化妆品中的应用及配方[J]. 中国野生植物资源,2012,31(5):72-74.
- [2] 陈嘉勋,陈建平,钟宇强,等. 微波消解 ICP-OES/ICP-MS 测定鳄梨中微量元素[J]. 广州化工,2015,43(16):132-133.

(下转第103页)

3 结论

以裂壶藻藻粉作为原料,采用水酶法提取裂壶藻油。通过单因素实验和响应面实验确定了水酶法提取裂壶藻油的最佳工艺条件。最终得到水酶法提取裂壶藻油的最佳工艺条件为:料液比 1:7,中性蛋白酶添加量 7%,酶解时间 3 h,酶解温度 45℃,酶解 pH 6.5;碱性蛋白酶添加量 10%,酶解时间 6 h,酶解温度 68℃,酶解 pH 9.4。在最佳工艺条件下裂壶藻清油得率为(91.37 ± 0.14)%。应用该方法提取裂壶藻油清油得率高,乳化程度低,乳油产量低,具有较高的工业推广应用价值。

通过 GC-MS 对裂壶藻油的脂肪酸组成进行分析,结果表明裂壶藻油不饱和脂肪酸含量为 47.43%,其中 DHA 含量为 35.09%,藻油的营养价值高。

参考文献:

- [1] SPOLAORE P, JOANNIS - CASSAN C, DURAN E, et al. Commercial applications of microalgae [J]. J Biosci Bioeng, 2006, 101(2): 87-96.
- [2] CHENG J, HUANG R, YU T, et al. Biodiesel production from lipids in wet microalgae with microwave irradiation bio-crude production from algal residue through hydrothermal liquefaction [J]. Bioresour Technol, 2014, 151(1): 415-418.
- [3] 杨勋, 郝宗娣, 张森, 等. 营养元素和 pH 对若夫小球藻生长和油脂积累的影响 [J]. 南方水产科学, 2013, 9(4): 33-38.
- [4] 王蒙, 李纯厚, 戴明. 以海洋微藻为原料提取生物燃料的研究进展与发展趋势 [J]. 南方水产, 2009, 5(1): 74-80.
- [5] 刘颖. 产油微藻酶法提取油脂 [D]. 北京: 北京化工大学, 2012.
- [6] 郭兴凤, 陈定刚, 孙金全, 等. 水酶法提油技术概述 [J]. 粮油加工, 2007(5): 70-72.
- [7] ZHANG W G, ZHANG D C, CHEN X Y. A novel process for extraction of tea oil from *Camellia oleifera* seed kernels by combination of microwave puffing and aqueous enzymatic oil extraction [J]. Eur J Lipid Sci Technol, 2012, 114(3): 352-356.
- [8] LAMSAL B P, MUPHY P A, JOHNSON L A. Flaking and extraction as mechanical treatments for enzyme-assisted aqueous extraction of oil from soybeans [J]. J Am Oil Chem Soc, 2006, 83(11): 973-979.
- [9] 王瑛瑶, 贾照宝, 张霜玉. 水酶法提油技术的应用进展 [J]. 中国油脂, 2008, 33(7): 24-26.
- [10] 杨钦. 裂殖壶菌脂肪酸合成相关蛋白过表达菌株的构建和酶法破壁提取油脂工艺的研究 [D]. 山东: 青岛: 中国海洋大学, 2015.
- [11] 李静, 姚茂君, 李俊, 等. 响应面法优化牡丹籽油的水酶法提取工艺 [J]. 中国油脂, 2014, 39(10): 14-18.
- [12] JULIANA M M, LAWRENCE A J. Two-stage counter-current enzyme-assisted aqueous extraction processing of oil and protein from soybeans [J]. J Am Oil Chem Soc, 2009, 86(3): 283-289.
- [13] ZHANG Y L, LI S, YIN C P, et al. Response surface optimisation of aqueous enzymatic oil extraction from bayberry (*Myrica rubra*) kernels [J]. Food Chem, 2012, 135(1): 304-308.
- [14] 张志伟, 王素梅. 水酶法提取玉米胚芽油-酶解工艺参数优化 [J]. 食品研究与开发, 2015, 36(9): 115-118.
- [15] 王胜男, 江连洲, 李杨, 等. 响应面法优化碱性蛋白酶提取榛子油工艺 [J]. 中国油脂, 2011, 36(12): 66-69.
- [3] 钱学射, 张卫民, 顾龚平, 等. 鳄梨资源的开发利用 [J]. 中国野生植物资源, 2010, 29(5): 23-25.
- [4] 王萍, 张银波, 江木兰. 多不饱和脂肪酸的研究进展 [J]. 中国油脂, 2008, 33(12): 42-46.
- [5] 岳琳, 丁春瑞. 新疆南瓜子营养成分及脂肪酸组成分析 [J]. 中国油脂, 2016, 41(7): 57-59.
- [6] 陈敏. 膳食单不饱和脂肪酸的营养意义 [J]. 实用营养杂志, 1995(3): 63-66.
- [7] 吾买尔夏提·塔汗, 南蓬, 艾尔买克. 新疆野扁桃种仁油脂脂肪酸成分的 GC-MS 分析 [J]. 中国油脂, 2009, 34(11): 77-79.
- [8] 王炜, 张伟敏. 单不饱和脂肪酸的功能特性 [J]. 中国食物与营养, 2005, 4(3): 44-46.
- [9] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 大豆油: GB 1535—2003 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [10] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 花生油: GB 1534—2003 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [11] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 芝麻油: GB 8233—2008 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [12] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 橄榄油、油橄榄果渣油: GB 23347—2009 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [13] 张东生, 薛雅琳, 金青哲, 等. 精炼过程对油茶籽油品质影响的研究 [J]. 中国油脂, 2014, 39(9): 18-22.
- [14] 傅红, 赵霖, 杨琳, 等. 中国市售食品中反式脂肪酸含量的现状研究 [J]. 中国食品学报, 2010, 8(4): 48-52.

(上接第 97 页)