

## 油脂加工

## 油茶籽水浆发酵分层现象研究

姜金仲<sup>1,2</sup>, 杨鹏鸣<sup>3</sup>, 唐洪林<sup>1,2</sup>, 郑寨生<sup>4</sup>, 袁明安<sup>4</sup>

(1. 贵州师范学院 化学与生命科学学院, 贵阳 550018; 2. 贵州元亨山茶籽生物科技有限公司, 贵阳 550018;  
3. 河南科技学院 园艺园林学院, 河南 新乡 453003; 4. 金华市农业科学研究院, 浙江 金华 321017)

**摘要:**为了探索将茶叶籽油生物发酵生产工艺引入到油茶籽油生产中的可能性,通过观察不同打浆轮次及处于不同发酵时间段的油茶籽水浆状态,深入研究了油茶籽水浆发酵分层现象的发生过程。结果表明:油茶籽水浆发酵开始时上下是浑然一体的,呈乳白色,随着发酵时间的延长,发酵液分层逐渐由模糊变为清晰,发酵进行到4 h左右,发酵液明显分为3层:乳白色上层、淡黄色中层及灰褐色下层;此后,各层逐渐变得坚实,到发酵16 h左右,发酵液各层厚度已经稳定,上层、中层及下层的相对厚度分别为16%、75%、9%。不同打浆轮次油茶籽水浆发酵液上层形成时间随着打浆轮次的增加逐渐推迟,发酵液上层相对厚度随着打浆轮次的增加而降低;前3轮水浆发酵液上层相对厚度之和占有打浆轮次上层相对厚度总和的95.9%。油茶籽水浆发酵分层现象发生过程与结果与茶叶籽水浆基本相同,因此茶叶籽油生物发酵生产工艺完全可以用于油茶籽油生产。利用茶叶籽油生物发酵工艺生产油茶籽油时,只需打浆3轮就可以达到效益最大化。

**关键词:**油茶籽;油茶籽水浆;发酵分层;发酵;油茶籽油

中图分类号:TS224;S789.7 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2018)03-0021-05

## Fermentation – layering phenomenon of oil – tea camellia seed water milk

JIANG Jinzhong<sup>1,2</sup>, YANG Pengming<sup>3</sup>, TANG Honglin<sup>1,2</sup>,  
ZHENG Zhaisheng<sup>4</sup>, YUAN Ming'an<sup>4</sup>

(1. School of Chemistry and Life Sciences, Guizhou Education University, Guiyang 550018, China;  
2. Guizhou Yuanheng Mountain Tea Seed Biological Technology Co., Ltd., Guiyang 550018, China;  
3. School of Horticulture Landscape Architecture, Henan Institute of Science and Technology,  
Xinxiang 453003, Henan, China; 4. Jinhua Institute of Agricultural Sciences, Jinhua 321017,  
Zhejiang, China)

**Abstract:** To explore whether the fermentation process for tea seed oil production could be introduced into oil – tea camellia seed oil production or not, by observing oil – tea camellia seed water milk (OTSWM) state in different fermentation periods and the state of OTSWM made from different grind rounds, the layering phenomenon of OTSWM by fermentation were studied deeply. The results showed that OTSWM was milky white and the same between upside and below parts at beginning of fermentation. With fermentation time prolonging, the layering of fermented OTSWM gradually changed from fuzzy to clear, and about 4 h after fermentation, fermented OTSWM obviously divided into three layers: milky white top layer, faint yellow middle layer and taupe bottom layer. Since then, all layers became gradually solid. After fermentation for around 16 h, the thickness of each layer of fermented OTSWM was stable, and the relative thickness of the top, middle and bottom layer were 16%, 75% and 9%, respectively. The top layer of

收稿日期:2017-06-12;修回日期:2017-07-31

基金项目:国家自然科学基金项目(31460405);贵州省科技计划项目(黔科合成果[2017]4127)

作者简介:姜金仲(1958),男,教授,博士,主要从事茶叶籽综合利用研究(E-mail)jjz9911@163.com。

fermented OTSWM of different grind rounds appeared gradually lately with the increase of grind rounds while the top layer relative thickness decreased gradually with the increase of grind rounds. The top layer relative thickness of fermented OTSWM of first three grind rounds aggre-

gated up to 95.9% of the total relative thickness of all grind rounds. Fermentation process and result of OTSWM was basically the same as tea seed water milk, therefore, the fermentation process for tea seed oil production could completely be used for oil – tea camellia seed oil production. When oil – tea camellia seed oil was produced by the fermentation process used for tea seed oil, just processing oil – tea camellia seed in three grind rounds could maximize the benefits.

**Key words:** oil – tea camellia seed; oil – tea camellia seed water milk; fermentation layering; fermentation; oil – tea camellia seed oil

油茶籽油含有 80% 以上的不饱和脂肪酸,同时还含有维生素 E 等生物活性成分,具有防治心脑血管疾病、降血压、抗辐射、抗氧化、美容养颜、延缓衰老及润肠通便等作用,因此被誉为东方橄榄油<sup>[1]</sup>。目前油茶籽油生产方法主要有冷榨法、热榨法<sup>[2]</sup>、浸出法<sup>[3]</sup>、水酶法<sup>[4]</sup>及超临界流体萃取法<sup>[5]</sup>。其中压榨法存在产量较低,间或因油茶籽烘炒不当导致苯并芘超标<sup>[6]</sup>等问题;浸出法虽然产量高,但有溶剂残留及高温精炼导致的营养及味道损失问题;水酶法及超临界流体萃取法操作难度较大,很难在生产中应用。为了寻求解决上述问题的途径,姜金仲等<sup>[7-8]</sup>报道了一种以茶叶籽为研究对象的植物油生产新工艺——茶叶籽油生物发酵法生产工艺,该工艺具有低温、天然、高效、资源利用率高等优点。油茶籽与茶叶籽有着很大的相似性,如果能将该工艺引入到油茶籽油生产中,上述问题将会得到一定程度的改善。目前尚无关于油茶籽油生物发酵工艺的研究报道。茶叶籽油生物发酵工艺的核心是“茶叶籽水浆发酵分层现象”<sup>[9]</sup>,能否将该工艺引入到油茶籽油生产工艺中,首先必须研究油茶籽水浆能否像茶叶籽水浆一样进行发酵分层。如果能够像茶叶籽水浆一样分层,则意味着可以将茶叶籽油生物发酵工艺引入到油茶籽油生产过程。本文通过将油茶籽水浆整个发酵过程分为不同时段,分别观察分析各个时段发酵分层的状况,对油茶籽水浆发酵分层现象及不同打浆轮次的油茶籽水浆发酵分层现象进行了深入研究,以检验油茶籽水浆能否像茶叶籽水浆一样发酵分层,以及发酵分层后形成的上层是否具有实际生产价值。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

室温带皮贮藏 6 个月的油茶籽,购自贵州省望谟县榨油厂,含水率 9.8%,出仁率 67%,种仁含油率 42%。发酵菌种茶叶籽酵母(*Meyerozyma caribbica* JJZ11;CCTCC 编号 M2016470)、茶叶籽葡萄糖酸醋杆菌(*Gluconacetobacter liquefaciens* JJZ12)及茶叶

籽乳杆菌(*Lactobacillus plantarum* subsp. *plantarum* JJZ21;CCTCC 编号 M2016471),均为贵州特色生物资源开发利用重点实验室保藏菌种。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 油茶籽水浆制取

准确称取 1 kg 事先剥壳的油茶籽放入足量清水,45℃ 恒温浸泡 16 h,取出冲洗干净。将洗干净的油茶籽放入商用自滤豆浆机,加水 3 000 mL 进行第一轮打浆(转速 2 700 r/min);收集滤渣再加水 3 000 mL 进行第二轮打浆;按照第二轮打浆方法再打 3 轮,共 5 轮水浆。

#### 1.2.2 油茶籽水浆发酵分层观察

取 20 支试管依次称重编号,将第一、二、三轮水浆充分混合,按一定比例加入茶叶籽酵母、茶叶籽葡萄糖酸醋杆菌及茶叶籽乳杆菌,搅匀后用移液管各取 35 mL 装入已编号的 19 支试管中。将分装好的试管放入 47℃ 恒温水浴中发酵,每 1 h 按顺序取出对应试管记录现象及各层厚度,并将该试管置于冰箱冷冻,以便后期复查各层厚度。

#### 1.2.3 不同轮次油茶籽水浆发酵分层观察

取 1.2.1 中所制 5 轮水浆,按照 1.2.2 方法加入发酵菌种,分别灌装 1 个量筒(250 mL 容量瓶定量),每轮重复 3 次,将量筒 47℃ 恒温发酵,根据预试验结果,发酵前 7 h 每 30 min 观察记录 1 次,随后的 11 h 每 1 h 记录 1 次现象及各层厚度,直至各层厚度不再发生变化。

## 2 结果与分析

### 2.1 油茶籽水浆发酵分层现象观察与分析

#### 2.1.1 油茶籽水浆发酵试验现象观察

将油茶籽水浆试管放入发酵设备,按发酵时间顺序记录发酵水浆的变化情况。发酵初始:水浆呈乳白色。发酵 1~3 h:初步出现呈褐色的下层,下层逐渐加厚。发酵 4 h:水浆明显分为上中下 3 层,上层较疏松,呈乳白色;中层由浑浊逐渐变清,由乳白色逐渐变为淡黄色;下层分为 2 层,上面为浅褐色,下面为灰褐色。发酵 5~9 h:上层变得更紧密,上部

颜色较下部颜色深;中层变为澄清,棕黄色;下层已基本稳定,为褐色。发酵10~18 h:各层的表象不再有明显变化(见图1);但上层明显变得比早期坚实。至此,油茶籽水浆的发酵过程已满足油茶籽油生物发酵生产工艺的需要,上层取出加热可以生产不经精炼就能达到国家标准的成品油茶籽油,中层进一步处理可作为油茶籽酵素产品出售,下层用乙醇提取可得到淡黄色、纯度达92%以上的茶皂素,上述发酵液分为3层的现象称为“发酵分层现象”。

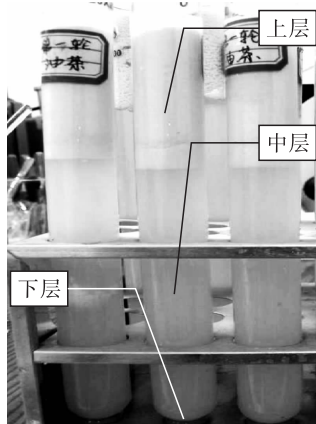


图1 油茶籽水浆发酵分层现象

### 2.1.2 油茶籽水浆发酵液各层相对厚度的变化

为了精确描述油茶籽水浆“发酵分层现象”的发生规律,对油茶籽水浆发酵过程中各层的相对厚度进行动态观察。相对厚度是指某一时点该层的总厚度占发酵液总高度的百分比。各层的相对厚度变化情况如图2所示。

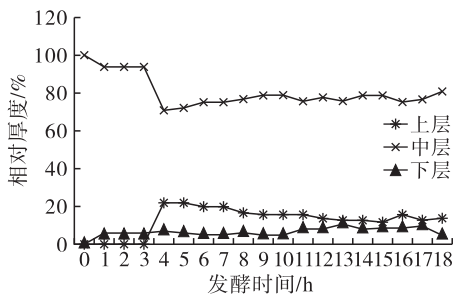


图2 发酵不同时间段各层的相对厚度

由图2可以看出,发酵1 h时,下层已经出现,但在发酵3 h之前,上层及中层的界线实际上是模糊的,记录时全部记为中层;发酵3 h之后,中层与上层才有了明显的界限,此时,才是真正的各层相对厚度记录。

发酵1 h后下层隐约可见,此后其相对厚度随着发酵时间的延长逐渐增加,发酵4 h左右达到第一个最大值(7%),之后,逐渐降低,发酵10 h达到最低(5%);发酵11 h以后,又突然升高,并维持在一个水平(8%)上下振荡,16 h时为9%。其原因是

随着发酵微生物活动的状况不断变化,发酵液的生化成分及pH也不断地发生变化,底部沉淀物的量与发酵液的状态有着密切关系。初步研究证明,底部的沉淀物主要为茶皂素,在发酵液pH降低时,茶皂素会从溶液中沉淀出来。

发酵开始,把发酵液的总高度作为发酵液中层的厚度,发酵液中层的出现是随着发酵液分层逐渐明显而出现的。发酵4 h之前,中层的相对厚度呈现逐渐降低的趋势,并在4 h时出现第一个低点(71%);发酵4 h之后,基本处在振荡走平并略有升高的状态,16 h时为75%。其原因是发酵4 h时,发酵液开始模糊分层,初步出现明显的中层上下界限,上层及下层的出现使中层的厚度明显降低;发酵4~16 h之间,分层基本结束,是各层逐渐稳定的过程,期间有絮状物在中层液中上下游动,使各层的厚度有所波动。

发酵3 h之前,几乎分辨不出上层的存在。发酵3 h之后,上层相对厚度逐渐增加,并在发酵5 h达到最高点(22%);发酵5 h之后,上层开始逐渐减少,发酵13 h之后,上层相对厚度逐渐稳定在14%左右,16 h时为16%。发酵5 h之后降低的原因是上层中水分随着发酵时间的延长而蒸发,导致相对厚度降低;发酵13 h之后,上层中的自由水逐渐蒸发殆尽,相对厚度停止降低,此时上层变得较为坚硬,方便后续油茶籽油生产操作。

发酵液3层相对厚度的相关性见表1。

表1 发酵液3层相对厚度的相关性

各层	上层	中层	下层
上层	1		
中层	-0.959 56**	1	
下层	0.251 502	-0.513 77*	1

注:\*表示相关性显著,\*\*表示相关性极显著。

由表1可知,发酵液上层与中层的相对厚度之间存在极显著的负相关关系( $R_a = 0.549, f = 18, \alpha = 0.01$ ),发酵液下层与中层的相对厚度之间存在显著的负相关关系( $R_a = 0.433, f = 18, \alpha = 0.05$ ),这说明无论是上层相对厚度或是下层相对厚度的增加,都会导致中层相对厚度的降低;上层与下层的相对厚度之间呈正相关关系,虽然没有达到显著水平,但反映出一种趋势,即上层相对厚度增加时,下层的相对厚度也增加;结合上述的负相关关系进行分析,可以看出,当中层相对厚度降低时,上层及下层相对厚度就会增加,这说明在发酵中层液中存在两种上下游曳不定的物质,当中层相对厚度减少时,一种物质上浮成为上层,一种物质下沉成为下层;同时,这两

种物质又不能很稳定地成为上层及下层的一部分。

## 2.2 不同打浆轮次油茶籽水浆发酵分层现象研究

为了确定最佳打浆轮次,将每轮打浆的滤液分别进行发酵,以每轮滤液中油脂体的产量(发酵液上层的相对厚度)作为打浆轮次实际价值的评价标准。

### 2.2.1 不同打浆轮次油茶籽水浆发酵分层现象观察

不同打浆轮次的油茶籽水浆均为乳白色,但随着打浆轮次的增加,水浆浓度变得越来越稀。发酵

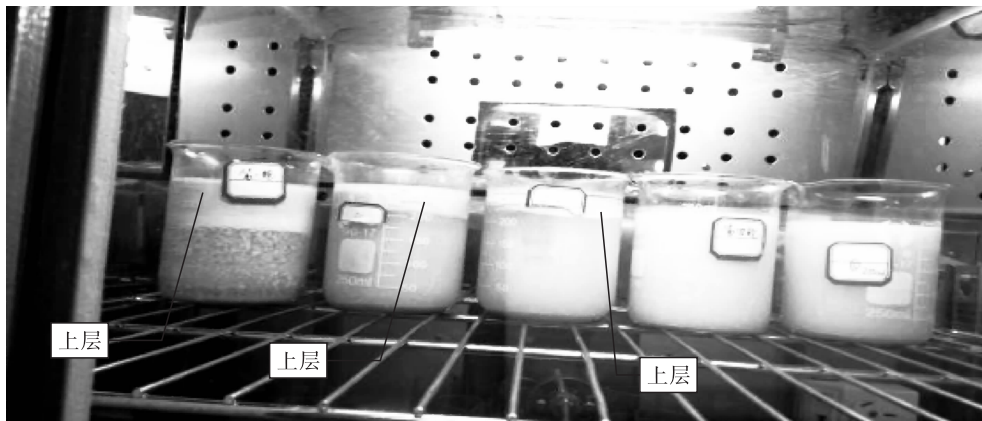


图3 不同打浆轮次水浆发酵5 h的分层情况(从左至右,分别为第一轮至第五轮)

### 2.2.2 不同打浆轮次油茶籽水浆发酵液上层相对厚度的动态观察

由于本研究的目的是为利用生物发酵工艺大规模生产油茶籽油作参数测定,发酵液上层(油脂体)的相对厚度直接影响到油茶籽油的产量,而中层及下层对油茶籽油的产量几乎没有影响,所以本文只重点讨论了不同打浆轮次水浆发酵液上层的形成过程,见图4。

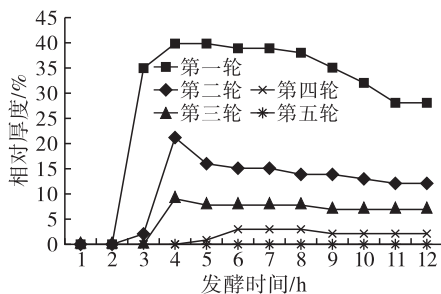


图4 不同打浆轮次发酵液上层相对厚度的变化

由图4可以看出,第一轮水浆在发酵2 h后上层相对厚度迅速增加,在发酵3 h明显分为上中下3层后,随着发酵时间的延长逐渐增厚,上层相对厚度在发酵4 h时达到最大(40%),之后由于上层逐渐变得紧密,上层相对厚度开始逐渐降低,最终在发酵11 h后相对厚度基本趋于稳定(28%)。第二轮、第三轮水浆在发酵接近3 h时开始出现上层,其相对厚度增减情况与第一轮相同,只是最大相对厚度

1~4 h,前3轮的发酵液均分为明显3层:乳白色上层、淡黄色中层及淡棕色下层;但后两轮没有分层现象发生,只是颜色较开始时有所加深(见图3)。发酵到6 h左右,前3轮发酵液的上层逐渐变得紧实,第四轮的发酵液开始出现很薄上层。发酵到18 h,发酵试验结束,此时,前3轮发酵液均产生了具有实际操作意义的白色上层,而第四、五轮发酵液均没有产生有实际操作意义的上层。

(分别为21%及9%)与稳定相对厚度(分别为12%及7%)不相同。第四、五轮水浆发酵液上层相对厚度没有实际应用价值。

### 2.2.3 不同打浆轮次油茶籽水浆发酵液各层相对厚度的最终状态

预试验结果表明,油茶籽水浆发酵18 h是生物发酵工艺生产油茶籽油的最佳发酵时间。所以,本文将发酵18 h作为分析不同打浆轮次油茶籽水浆发酵液各层相对厚度的最终时间点。发酵18 h不同打浆轮次各层相对厚度测定结果如表2所示。

表2 发酵18 h不同轮次各层相对厚度 %

各层	第一轮	第二轮	第三轮	第四轮	第五轮
上层	28	12	7	2	0
中层	70	87	92	97.5	99
下层	2	1	1	0.5	1

从表2可以看出,上层相对厚度随打浆轮次增加迅速降低,第五轮时已降低为零;前两轮上层相对厚度之和(40%)占有打浆轮次上层相对厚度总和(49%)的81.6%,前3轮上层相对厚度之和(47%)占有打浆轮次上层相对厚度总和(49%)的95.9%;因此,油茶籽至少要打浆3轮才能获得较好的产量。中层的相对厚度随打浆轮次增加而增加,下层相对厚度随着打浆轮次的增加而降低。由于这两层对油茶籽油的产量影响不大,所以不做过多讨论。

### 3 讨论

茶叶籽水浆发酵进行到 4.5 h 左右,发酵液明显分为 3 层,到发酵 16 h 左右,发酵液各层厚度已经稳定,上层、中层及下层的相对厚度分别为 25%、49%、26%<sup>[9]</sup>。油茶籽水浆发酵进行到 4 h 发酵液明显分为 3 层,发酵到 16 h 左右,发酵液各层厚度基本稳定,上层、中层及下层的相对厚度分别为 16%、75%、9%。比较两种水浆发酵的情况可以看出:油茶籽水浆能和茶叶籽水浆一样通过发酵分为稳定 3 层,但 3 层构成比例差异较大,其中特别是油茶籽水浆发酵液的下层与茶叶籽水浆相比显著减少,其原因是油茶籽水浆发酵液下层中不含可以直接提取的淀粉,仅有少量的杂质沉淀(显微镜观察看不到淀粉粒),而茶叶籽水浆发酵液下层中含有占茶叶籽仁质量 8%~14% 的淀粉<sup>[10]</sup>,所以底部沉淀较多。由此可见,油茶籽与茶叶籽的生化组成上有明显的差异。这种差异导致油茶籽很容易压榨出油,而茶叶籽比较困难。茶叶籽生物发酵工艺正是利用这个过程,首先提取出茶叶籽淀粉,然后生产茶叶籽油,较压榨工艺形成了自己的优势。

油茶籽虽然不含可以直接提取的淀粉,但含有 18%~20% 多糖<sup>[11]</sup>,这些多糖分散在中层液里,导致油茶籽水浆发酵液中层相对厚度增加;这种高含量的多糖通过美拉德反应会加深压榨油茶籽油的颜色。通过本文的发酵过程,可以在生产油茶籽油之前,去除这些多糖,从而减轻油茶籽毛油的颜色。

与茶叶籽水浆发酵分层现象一样,油茶籽水浆发酵分层的机理是一个十分复杂的问题,目前尚无关于该问题的报道。初步推断,其原因可能是发酵过程产生了有机酸,破坏了水浆的胶体体系,导致悬浮的油脂体上浮形成上层;但人工添加有机酸试验证明,仅靠有机酸不能全部完成该过程。所以,要阐明该过程的机理还需要进一步研究。

### 4 结论

油茶籽水浆发酵开始时上下是浑然一体的,呈乳白色,随着发酵时间的延长,发酵液分层逐渐由模

糊变为清晰,发酵到 16 h 左右,发酵液各层厚度基本稳定,上层、中层及下层的相对厚度分别为 16%、75%、9%,油茶籽水浆能与茶叶籽水浆一样进行有效发酵分层,形成坚实油脂体上层。油茶籽前 3 轮水浆均能正常发酵分层,发酵液上层相对厚度之和占有打浆轮次上层相对厚度总和的 95.9%。因此,将茶叶籽油发酵工艺引入油茶籽油生产是完全可能的,利用生物发酵工艺生产油茶籽时,只需打浆 3 轮就可以达到效益最大化。

### 参考文献:

- [1] 汤富彬,沈丹玉,刘毅华,等. 油茶籽油和橄榄油中主要化学成分分析[J]. 中国粮油学报, 2013,28(7):108-113.
- [2] 陈升荣,罗家星,张彬. 微波预处理压榨茶叶籽油及其氧化稳定性[J]. 中国粮油学报, 2013,28(5):36-39.
- [3] 吴雪辉,刘肖丽,刘智锋,等. 油茶籽油亚临界流体萃取工艺及品质研究[J]. 中国油脂,2012, 37(10):6-9.
- [4] 刘瑞兴,张智敏,吴苏喜,等. 水酶法提取油茶籽油的工艺优化及其营养成分分析[J]. 中国粮油学报, 2012, 27(12):54-61.
- [5] AHMAD R, MOHSEN B, YADDOLLAH Y. Supercritical fluid extraction of tea seed oil and its comparison with solvent extraction [J]. Eur Food Res Technol, 2005, 220(3):401-405.
- [6] 肖苏尧,车科,陈雪香,等. 不同油茶籽油提取工艺中苯并(a)芘形成的溯源[J]. 现代食品科技, 2012, 28(2):156-160.
- [7] JIANG J Z, REN C J, WANG Z B, et al. New process for extracting oil and starch from tea seeds [J]. J Food Sci Eng, 2013, 3(12):699-703.
- [8] 姜金仲,王超英,韩晗,等. 茶叶籽仁水浆静置发酵分层生产茶叶籽油及淀粉[J]. 中国油脂, 2015, 40(3):74-78.
- [9] 姜金仲,杨鹏鸣,王超英,等. 茶叶籽水浆发酵分层过程及其间总质量动态研究[J]. 中国粮油学报, 2017, 32(2):104-108.
- [10] 姜金仲,韩宝银,钱长江. 一种茶叶籽油生物发酵生产工艺:ZL201310293224.1[P]. 2013-07-14.
- [11] 沈善登,周丽凤. 油茶籽综合利用关键技术探讨[J]. 中国油脂, 2012, 37(7):67-70.