填料塔和板塔在油茶籽油脱臭过程中的对比研究

郭少海[1]，刘瑞新[2]，罗凡[1]，费学谦[1]，王亚萍[1]，姚小华[1]，叶小飞[2]
（1. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所，浙江杭州 311400）
（2. 江西春源绿色食品有限公司，江西上饶 334700）

摘要：本文简要介绍了填料塔和板塔，并对两种塔在油脂脱臭过程中工艺条件进行了研究、对比。通过两种塔脱臭蒸汽用量、进油流量、脱臭温度的单因素实验，并经过三个因素的正交实验，对主要质量指标实验数据进行了对比分析。单因素实验表明：填料塔蒸馏能力大于板塔，能有效地降低油脂的酸价，也使得 VE 和不皂化物的损失更大，油脂的氧化稳定性更差；填料塔较板塔更容易产生反式酸，其脱色能力低于板塔；脱除过氧化物的能力相当。正交实验表明：填料塔较板塔更容易产生反式酸，最高相差可达 0.193%；V_E 和不皂化物的损失较板塔高，二者差值最多可达 0.039%和 0.051%；填料塔油脂氧化稳定性较板塔低，AOM 值差值最高可达 0.22h；填料塔蒸馏能力高于板塔，脱色能力稍低于板塔，脱除过氧化物能力接近。

关键词：油茶籽油；脱臭；板塔；填料塔

文章篇号：1673-9078(2014)2-216-222

Comparative Study of Packed Column and Plate Column in Camellia Oils Deordorization Process

GUO Shao-hai[1], LIU Rui-xin[2], LUO Fan[1], FEI Xue-qian[1], WANG Ya-ping[1], YAO Xiao-hua[1], YE Xiao-fei[2]
(1.China Academy of forestry Research Institute of Subtropital Forestry, Hangzhou 311400, China)
(2.Jiangxi ChunYuan Green Food Co., Ltd, Shangrao 334700, China)

Abstract: The packed column and the plate column were introduced and their process in camellia oil deordorization were investigated. With the studies of deordorization steam flow, feed rate, feed temperature, and through the orthogonal experiment of three factors, the main quality indexes of the experimental data were compared. The results indicated that the distillation capacity of packed column was greater than the plate one, which effectively reduced the fat acid value, but produed more trans fatty acids. Packed column lost more VE and unsaponifiable matter, with the difference of 0.039% and 0.051%, respectively. The packed column made the oxidative stability worse, and the difference of AOM value was up to 0.22 h. The decolorization ability of packed column was lower than the plate column, but the ability of removing peroxide was equivalent to plate one.

Key words: camellia oil; deordorization; plate column; packed column

填料塔是20世纪70年代，由瑞典Alfa laval公司开发，脱臭的方式是将油在填料塔中呈垂直方向流动,形成薄膜从而实现与水蒸汽高效率的接触[1]。由于在每层塔板上增加了填料，所以该种塔塔板数较少，一般设计为三层塔板；为了保证脱臭时间，因此脱臭过程中油脂的液位比较高；油脂在脱臭过程中，首先会进入塔板上面的填料层，实现油和蒸汽的薄膜式蒸馏，在塔板之间和填料层中形成温度梯度和浓度梯度。板式脱臭塔的典型代表是美国皇冠钢铁公司设计，脱臭方式是热油脂进入塔和脱臭浅盘，在汽提水蒸气存在下进行汽提、脱臭和热漂白[2]。因该种塔是油和蒸汽直接接触式蒸馏，为了实现对油脂脱除异味等性能，形成稳定的温度梯度和浓度梯度，所以该种塔的塔板数一般比较多，通常会大于六层；由于塔板数比较多，所以油脂在该种塔的液位会比较低，使得脱臭时间不至于太长。

板式塔和填料塔是目前油脂脱臭设备的两种塔型的代表，两种塔各有优缺点。两种塔在关键质量指标上，比如反式酸的产生、VE和不皂化物的损失，脱除异味等方面差异一般都比较明显，因为两种塔各有优缺点，因此业内对如何选择意见不一。

近年来，我国茶油产业发展迅速，大力发展油茶对推动山区综合开发和保障我国粮油安全具有全局和战略意义[3]。因此，茶油的基础研究和加工工艺的研究

收稿日期：2013-09-22
基金项目：中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(RISF6921)
作者简介：郭少海（1968-），男，高级工程师，主要从事经济林产品及油脂加工工艺和设备的研究

对提升茶油产业具有重大的意义。基于对脱臭油茶籽油不同的质量要求、脱臭设备投资要求等方面，因此有必要对两种脱臭塔对油茶籽油的脱臭主要质量指标情况进行分析及对比分析，从而为品质控制、设备选型及投资等方面提供一定的参考。

1 材料和方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 实验材料

脱色油茶籽油；α、β、γ、δ-生育酚分析纯、生育三烯酚：分析纯，购自德国科宁公司。

NaOH、CH_3OH、C_2H_5OH、盐酸、乙醚、丙酮、BF_3、正庚烷、无水 Na_2SO_4、KOH；抗坏血酸、异丙烷、磷酸二氢钾、联氨均为分析纯；正己烷等。

1.1.2 实验仪器和设备

实验所需的主要设备和仪器见表 1。

表 1 实验设备和仪器

Table 1 The experimental equipments and instruments

仪器、设备名称	型号	生产厂家	备注
填料脱臭塔	100T/D	郑州	
板式脱臭塔	100T/D	无锡	
气相色谱仪	GC-14C	日本岛津	
液相色谱仪	LC-10ATvp	日本岛津	
恒温水浴锅	DK98-1	天津仪器厂	
罗维朋比色计	LOVIBOND	中国上海	

1.2 实验方法

1.2.1 反式酸的检测

反式酸检测方法主要有：红外光谱分析法(IR)、气相色谱分析法(GC)、Ag+薄层色谱(Ag+-TLC)。本实验所采用的检测方法是气相色谱分析法(GC)[4~6]。

1.2.2 生育酚（VE）的检测

目前国际上测定维生素E的方法很多，有气相色谱法，液相色谱法，荧光法及分光光度法等，而在我国采用气相色谱法测定维生素E的工作还罕见报道。本实验所采用的检测方法是高效液相色谱分析法(HPLC)[7,8]。

1.2.3 AOM值的检测

AOM 值：rancimant 氧化稳定性测定方法[9,10]；

1.2.4 其它指标的检测方法

色泽的检测（罗维朋法）：GB/T5525-1985；

酸值测定：GB/T 5530-1998；过氧化值测定法：GB/T 5538-1995；

不皂化物测定法：GB/T 5535-1998。

1.3 实验设计

1.3.1 脱臭工艺流程

油脂脱臭的工艺流程见图1。

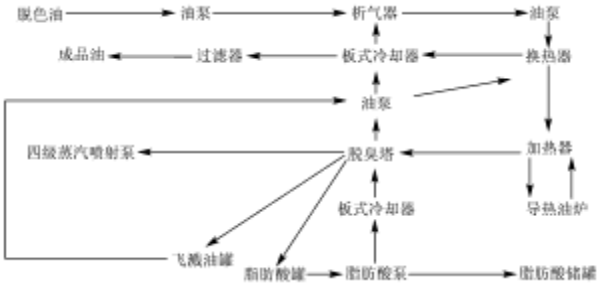


图1 脱臭工艺流程图

Fig.1 Flow diagram of deodorization technology

1.3.2 单因素实验设计

填料塔和板塔单因素试验的原则是：在保持脱臭蒸汽用量、进油流量（时间）和进油温度两个条件保持不变的情况下，改变另一个条件进行脱臭实验。相对固定的三个实验条件是：蒸汽用量40 kPa、进油流量4 m^3/h、进油温度256 ℃。实验的检测指标是检测脱臭油氧化稳定性。

2 结果与讨论

2.1 单因素实验结果对比分析

2.1.1 蒸汽用量实验结果对比分析

板塔和填料塔不同蒸汽用量的实验结果对比见表2（S为标准偏差，Δ为填料塔实验数据减去对应的板塔实验数据，以下各表同表2）。

从表 2 可以看出，随着蒸汽用量的增加，两种塔反式酸产生能力、脱色能力逐渐增加，脱臭油酸价、不皂化物、油氧化稳定性呈下降趋势。

在相同的蒸气用量下，填料塔反式酸总体产生能力高于板塔，二者的差异不明显；不皂化物、VE 损失高于板塔；随着蒸汽用量的提高，两种塔 VE 损失增加，，蒸汽用量越大，两种塔 VE 损失的差异越大，二者差异呈上升趋势说明：填料塔 VE 损失速度明显高于板塔。

对比分析表明，填料塔比板塔脱除脂肪酸和不皂化物的能力要强，蒸汽用量比较大时，差异也比较大，这说明填料塔的蒸馏能力高于板塔。

由于两种塔过氧化值的差值基本一致，因此它们对脱臭油的过氧化值的影响也基本接近；两种塔脱臭油色泽差异较小，填料塔的脱色能力稍微低于板塔。

随着蒸汽用量的增加，板塔脱臭油AOM值高于填

料塔，说明填料塔脱臭油氧化稳定性比板塔要差，蒸汽用量较低时差异不明显，但随着蒸气用量的增加，差异逐渐变大。

表2 蒸汽用量填料塔和板塔实验结果对比分析

Table 2 Steam flow in packed column and plate column

实验号		steam1	steam2	steam3	steam4	steam5	S
蒸汽用量/kPa		20	30	40	50	60	
进油流量/(m^3/h)		4	4	4	4	4	4
进油温度/℃		256	256	256	256	256	
TFA/%	填料塔	0.83	0.84	0.81	0.81	1.13	0.46
	板塔	0.80	0.82	0.82	0.81	1.10	0.32
	Δ	0.03	0.02	-0.01	0	0.03	0.014
VE/%	填料塔	0.013	0.007	0.006	0.007	0.003	0.0036
	板塔	0.044	0.040	0.040	0.041	0.032	0.014
	Δ	-0.031	-0.033	-0.034	-0.034	-0.029	-0.011
AV/(mgKOH/g)	填料塔	0.13	0.11	0.12	0.09	0.09	0.04
	板塔	0.16	0.16	0.14	0.11	0.10	0.051
	Δ	-0.03	-0.05	-0.02	-0.02	-0.01	0.014
PV/(mmol/kg)	填料塔	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.012
	板塔	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.013
	Δ	0	0	0	-0.01	0	0.0032
Colour(R/Y)	填料塔	1.3/13.0	1.2/12.0	1.1/11.0	1.0/10.0	1.0/10.0	0.4/4.0
	板塔	1.2/13.0	1.2/11.0	1.1/11.0	1.0/10.0	0.9/9.0	0.4/3.9
	Δ	0.0/0.0	0.0/1.0	0.0/0.0	0.0/0.0	0.1/1.0	0.04/0.4
不皂化物/%	填料塔	0.24	0.22	0.23	0.22	0.18	0.078
	板塔	0.26	0.24	0.22	0.23	0.21	0.083
	Δ	-0.02	-0.02	0.01	-0.01	-0.03	0.012
AOM 值/h	填料塔	3.32	3.05	3.12	3.00	2.66	1.08
	板塔	3.32	3.26	3.14	3.23	3.02	1.12
	Δ	0	-0.21	-0.02	-0.23	-0.36	0.12

2.1.2 进油流量（脱臭时间）实验结果对比分析

两种塔进油流量实验结果对比见表3。

表3 进油流量填料塔和板塔实验结果对比分析（填料塔−板塔）

Table 3 Feed rate in packed column and plate column

实验号		time1	time2	time 3	time 4	time 5	S
蒸汽用量/kPa		40	40	40	40	40	
进油流量/(m^3/h)		3	3.5	4	4.5	5	
进油温度/℃		256	256	256	256	256	
TFA/%	填料塔	0.82	0.77	0.81	0.79	0.16	0.44
	板塔	0.79	0.75	0.71	0.76	0.16	0.37
	Δ	0.03	0.020	0.010	0.030	0.00	0.037
VE/%	填料塔	0.002	0.009	0.006	0.011	0.021	0.0077
	板塔	0.032	0.039	0.040	0.035	0.052	0.019
	Δ	-0.030	-0.030	-0.034	-0.024	-0.031	0.014
AV /(mgKOH/g)	填料塔	0.08	0.11	0.11	0.14	0.15	0.058
	板塔	0.12	0.11	0.13	0.15	0.18	0.066
	Δ	-0.04	0.00	-0.02	-0.01	-0.03	0.017
PV/(mmol/kg)	填料塔	0.03	0.05	0.03	0.04	0.03	0.018
	板塔	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.015

转下页

接上页

	Δ	0	-0.01	0	0.01	0	0.0052
Colour(R/Y)	填料塔	0.9/9.0	1.0/11.0	1.2/11.0	1.2/13.0	1.3/13.0	0.5/5.3
	板塔	0.9/10.0	1.0/10.0	1.1/11.0	1.2/12.0	1.3/13.0	0.5/5.1
	Δ	0.0/-1.0	0.0/1.0	0.1/0.0	0.0/1.0	0.0/0.0	0.04/0.8
不皂化物/%	填料塔	0.10	0.23	0.22	0.27	0.30	0.22
	板塔	0.17	0.36	0.34	0.35	0.41	0.08
	Δ	-0.070	0.013	0.012	-0.080	-0.011	0.051
AOM 值/h	填料塔	2.79	3.00	3.03	2.96	3.18	1.34
	板塔	2.81	2.99	3.05	2.95	3.38	1.36
	Δ	-0.02	0.01	-0.02	0.01	-0.20	0.082

从表3可以看出，随着进油流量的增加，两种塔反式酸的产生及VE、不皂化物损失量均呈下降趋势；两种塔脱臭油色泽逐渐上升，酸价和氧化稳定性均呈增加趋势；过氧化值差值微小且没有规律说明，两种塔脱除过氧化物的能力相当。

实验结果对比表明，填料塔反式酸产生能力稍高于板塔，VE和不皂化物损失量也比板塔要高。

对比分析表明，填料塔比板塔脱除脂肪酸和不皂化物的能力要强，这说明填料塔的蒸馏能力高于板塔。

由于两种塔过氧化值的差值基本一致，因此它们对脱臭油的过氧化值的影响也基本接近；两种塔脱臭油色泽差异较小，填料塔的脱色能力稍微低于板塔。

对比分析表明，板塔脱臭油AOM值高于填料塔，说明板塔脱臭油氧化稳定性要比填料塔高；二者差异不大，且规律性不明显，进油流量对两种塔的影响接近。

2.1.3 脱臭温度实验结果对比分析

两种塔脱臭温度实验结果对比见表4。

表4 进油温度填料塔和板塔实验结果对比分析（填料塔−板塔）

Table 4 Feed temperature in packed column and plate column

实验号		Temp1	Temp2	Temp3	Temp4	Temp5	S
蒸汽用量/kPa		40	40	40	40	40	
进油流量/(m^3/h)		4	4	4	4	4	
进油温度/℃		248	252	256	260	264	
TFA/%	填料塔	0.16	0.27	0.81	0.92	1.06	0.46
	板塔	0.10	0.23	0.81	0.96	1.030	0.47
	Δ	0.060	0.040	0.00	-0.04	0.03	0.034
VE/%	填料塔	0.011	0.015	0.006	0.005	0.005	0.0055
	板塔	0.055	0.052	0.036	0.031	0.030	0.021
	Δ	-0.044	-0.037	-0.030	-0.026	-0.025	0.016
AV(mgKOH/g)	填料塔	0.11	0.12	0.13	0.12	0.09	0.052
	板塔	0.13	0.14	0.13	0.14	0.11	0.059
	Δ	-0.02	-0.02	0	-0.02	-0.02	0.011
PV /(mmol/kg)	填料塔	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.015
	板塔	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.015
	Δ	0	0	0	0	0	0.0063
Colour(R/Y)	填料塔	1.4/14.0	1.3/13.0	1.1/12.0	1.1/11.0	1.0/10.0	0.5/6.2
	板塔	1.4/15	1.2/12.0	1.0/11.0	1.0/9.0	0.9/9.0	0.5/5.4
	Δ	0.0/-1.0	0.1/1.0	0.1/1.0	0.1/2.0	0.1/1.0	0.05/1.0
不皂化物/%	填料塔	0.38	0.36	0.34	0.33	0.23	0.16
	板塔	0.40	0.34	0.32	0.33	0.26	0.15
	Δ	-0.021	0.023	0.015	0.007	-0.034	0.020
AOM 值/h	填料塔	3.21	3.14	3.13	3.05	2.95	1.38
	板塔	3.26	3.18	3.12	3.05	2.98	1.39
	Δ	-0.05	-0.04	0.01	0	-0.05	0.025

从表4可以看出，随着进油温度的增加，两种塔反式酸的产生及VE、不皂化物损失量均呈明显上升趋势；两种塔脱臭油色泽呈明显下降趋势，酸价、氧化稳定性均逐渐下降；过氧化值差异没有规律说明，两种塔脱除过氧化物的能力相当。

实验结果对比表明，填料塔反式酸产生能力高于板塔，VE的损失量明显高于板塔。

对比分析表明，填料塔比板塔脱除脂肪酸和不皂化物的能力要强，这说明填料塔的蒸馏能力高于板塔。

由于两种塔过氧化值的差值为0，说明它们对脱臭油的过氧化值的影响接近；两种塔脱臭油色泽差异明显，说明填料塔的脱色能力明显低于板塔。

对比分析表明，板塔脱臭油AOM值高于填料塔，说明板塔脱臭油氧化稳定性要比填料塔高。

2.2 正交实验结果对比分析

表5 正交实验设计

Table 5 Orthogonal experiment

水平	A (蒸汽用量/kPa)	B [进油流量/(m^3/h)]	C (进油温度/℃)
1	30	3.5	252
2	40	4	256
3	50	4.5	260

本实验设计的是在单因素实验的基础上，根据脱臭塔的性能，在扣除生产边界条件的情况下为依据进行设计的，实验设计见表5，实验结果和分析见表6。

表6 正交实验填料塔和板塔实验结果对比分析（填料塔−板塔）

Table 6 Orthogonal experimental in packed column and plate column

实验号		n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7	n8	n9	S
蒸汽用量/kPa		30	30	30	40	40	40	50	50	50	
进油流量/(m^3/h)		3.5	4	4.5	3.5	4	4.5	3.5	4	4.5	
进油温度/℃		252	256	260	256	260	252	260	252	256	
TFA/%	填料塔	0.60	0.90	0.74	0.67	0.46	0.27	1.20	0.46	0.66	0.27
	板塔	0.67	0.87	0.87	0.75	0.57	0.23	1.33	0.57	0.85	0.30
	Δ	-0.07	0.03	-0.13	-0.080	-0.11	0.04	-0.13	-0.11	-0.19	0.075
V_E/%	填料塔	0.0070	0.0070	0.011	0.0090	0.016	0.015	0.012	0.014	0.0040	0.0041
	板塔	0.0060	0.010	0.045	0.039	0.044	0.052	0.030	0.048	0.043	0.017
	Δ	0.001	-0.003	-0.034	-0.03	-0.028	-0.037	-0.018	-0.034	-0.030	0.015
AV /(mgKOH/g)	填料塔	0.10	0.11	0.13	0.09	0.12	0.11	0.08	0.11	0.12	0.016
	板塔	0.12	0.14	0.18	0.11	0.14	0.15	0.09	0.12	0.14	0.026
	Δ	-0.02	-0.03	-0.05	-0.02	-0.02	-0.04	-0.01	-0.01	-0.02	0.013
PV /(mmol/kg)	填料塔	0.03	0.03	0.02	0.05	0.03	0.03	0.02	0.04	0.03	0.0093
	板塔	0.04	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.0050
	Δ	-0.01	0	0	0.02	0	0	-0.01	0.01	0	0.0093
Colour(R/Y)	填料塔	1.2/ 12.0	1.2/ 12.0	1.2/ 11.0	1.2/ 12.0	1.2/ 12.0	1.3/ 14.0	1.0/ 10.0	1.2/ 11.0	1.2/ 13.0	0.078/1.2
	板塔	1.2/ 11.0	1.2/ 12.0	1.1/ 12.0	1.2/ 12.0	1.2/ 12.0	1.3/ 13.0	0.9/ 9.0	1.2/ 12.0	1.1/ 11.0	0.011/1.1
	Δ	0.0/ 1.0	0.0/ 0.0	0.0/ -1.0	0.0/ 0.0	0.0/ 0.0	0.0/ 1.0	0.1/ 1.0	0.0/ -1.0	0.1/ 2.0	0.05/1.0
不皂化物/%	填料塔	0.36	0.32	0.34	0.36	0.35	0.36	0.18	0.35	0.48	0.076
	板塔	0.41	0.34	0.36	0.33	0.33	0.36	0.23	0.39	0.48	0.067
	Δ	-0.051	-0.022	-0.018	0.032	0.023	0.00	-0.050	-0.040	0.00	0.031
AOM 值/h	填料塔	2.94	2.96	3.13	2.83	2.89	3.02	2.76	2.76	2.92	0.12
	板塔	3.08	3.18	3.29	3.05	2.98	3.01	2.84	2.83	2.92	0.15
	Δ	-0.14	-0.22	-0.16	-0.22	-0.09	0.01	-0.08	-0.07	0	0.084

从表 6 可以看出，在 n7 实验点，其工艺条件是：温度 260 ℃，蒸汽用量 50 kPa，进油流量 3.5 m^3/h，温度最高、流量最低、蒸汽用量最大；两种塔脱臭油反式酸产生的量最大，酸价最低，脱臭油色泽最浅，

不皂化物的含量和 AOM 值在该实验点最低，也就说：温度越高，蒸汽用量越大，脱臭时间越长，两种塔产生反式酸的能力越强，脱除脂肪酸、不皂化物及脱色能力越强，也使得脱臭油的氧化稳定性变得最差。

正交实验表明，在对应的实验点，填料塔反式酸产生能力总体高于板塔;差值最大的是 n9,为 0.193%，说明：蒸汽用量越大，蒸馏时间越短，差异越明显；差值最小的是 n1，为 0.073%，说明较低的脱臭温度、蒸汽用量和脱臭时间,两种塔产生反式酸的能力相当。n5 和 n8 实验结果和差值基本一致，说明较大的蒸汽用量和较低的温度与较低的蒸汽用量和较高的温度对反式酸的产生影响相当。

实验结果对比表明，填料塔 VE 损失量要高于板塔，差异最低的是 n1，为 0.001%，说明较低的脱臭温度、蒸汽用量和脱臭时间，两种塔 VE 损失量接近；差值最大的是 n9，为 0.039%，说明：蒸汽用量越大，蒸馏时间越短，VE 损失越大；差值相当的 n3 和 n8 说明，脱臭温度越高、蒸馏时间越短与蒸汽用量越大、脱臭温度越低，对 VE 损失影响相当。

填料塔比板塔脱除脂肪酸的能力要强，两种塔在 n7 实验点结果最低差异最小，说明：随着温度的提高、进油流量的下降和蒸汽用量的增加，两种塔脱酸能力差异变小；实验结果表明，两种塔脱臭油不仅过氧化值较低，而且差异较小无规律，说明两种塔脱除过氧化物的能力相当。板塔对脱臭油色泽影响稍大于填料塔，会把脱臭油的颜色脱除的浅一些。

填料塔脱除不皂化物的能力高于板塔，差异最高可达 0.051%。

在 n3 实验点，两种塔脱臭油的 AOM 最大，这说明蒸汽用量越低，蒸馏时间越短，油脂氧化稳定性越好；实验结果对比表明：填料塔油脂氧化稳定性低于板塔，AOM 值差异最高可达 0.22 h。

3 结论

3.1 实验结果

通过对填料塔和板塔实验结果的对比分析，得到以下结论：

在对应的蒸汽用量、进油流量和进油温度实验条件下，填料塔产生反式酸的能力高于板塔，VE损失高于板塔并随着蒸汽用量的增加、蒸馏时间的缩短而增加；填料塔脱酸能力及脱除不皂化物能力高于板塔，脱除过氧化物的能力与板塔相当；板塔脱色能力稍高于填料塔，板塔脱臭油的氧化稳定性也高于填料塔。

3.2 设备选型的建议

根据实验结果分析可以只，对于设备选型方面，我们可以按照以下原则进行：

（1）选择设备时，如果希望更多地保留挥发性的有益成分，希望油脂的颜色更浅一些，反式酸产生的机会小点，那么我们应该选择板塔。

（2）因填料塔的蒸馏能力较强，因此如果在加工中，我们希望能够更好地脱除油脂中的有害成分和异味，那么建议选择填料塔。

（3）由于两种塔各有优缺点，那么如果将两种塔结合起来使用，利用填料塔的蒸馏能力先进行有效脱除挥发性成分，在利用板塔的优点进行进一步脱臭，将能够收到更好的效果。

3.3 设备选型的举例

某茶油加工项目，项目建议书设计能力为50T/天茶籽毛油连续精炼处理能力，该项目要求成品油色泽要浅一些，酸价低一些，其它指标等符合国标，有益的营养成分比如维生素E、角鲨烯等尽可能多保留。

根据上述实验结果可知，该项目的脱臭塔应该满足一下条件：

（1）有一定强度的蒸馏能力，可以有效地脱出脂肪酸，但是不能太强，否则有益的营养成分损失会比较大；

（2）脱色能力较强。

实际设备选型是这样进行的：脱色油首先进入一个较短的三层填料脱酸段，进行快速脱酸；快速脱酸后的油，进入5层板塔进行脱臭。因为脂肪酸沸点较低，其它有益成分的沸点高于脂肪酸，因此进行闪蒸快速脱酸将有利于有益营养成分的保留；为保证脱色效果，快速脱酸后进入板塔进行脱臭，从而保证了工艺要求。

在实际工作中，如何进行脱臭设备的选型，还要具体问题具体分析。

致谢：本研究在实施过程中得到中国林科院亚热带林业研究所和江西春源绿色食品有限公司合作项目《采后处理及压榨方式对茶油品质的影响》的大力资助，在此表示感谢。

参考文献

[1] 相海,李子明,周海军.软塔脱臭系统[J].中国油脂,2005,30(3):21-24
XiangHai,LiZiming,ZhouHaijun. Soft Column Deodorising System [J]. China Oils and Fats, 2005, 30(3): 21-24

[2] [美]Y H HUI 主编,徐生庚,裘爱泳主译.贝雷:油脂化学与工艺学,第五版,第四卷[M].中国轻工业出版社,2001
[U.S.A] edited by Y.H.HUI ,XuShenggeng,QiuAiyong main translation.Bailey's Industrial Oil and Fat Product,Fifth edition,Volume 5 [M]. China light industry press, 2001

[3] 聂明,杨水平,姚小华,等.不同加工方式对油茶籽油理化性质及营养成分的影响[J].林业科学研究,2010,23(2):165-169
NieMing, YangShuiping, YaoXiaohua, et al. Effects of Press Methods on Physicochemical Property and Nutrient Content of Tea Oil [J]. Research of the forestry science, 2010, 23(2): 165-169

[4] Jose A Ariza Ortega ,Arturo Martínez Zavala, Maribel Cano Hernández, et al. Analysis of trans fatty acids production and squalene variation during amaranth oil extraction [J]. Central European Journal of Chemistry , 2012, 10(6): 1773-1778

[5] 郭少海,王兴国,刘元发,等.脱臭过程控制对油脂反式酸产生的影响[J].中国油脂,2006,32(2):41-43
Guo Shao hai, Wang Xing guo, LiuYuanfa, et al. Effect of Deodorization Process Control on Oil Trans-fatty Acid [J]. China Oils and Fats, 2006, 32(2): 41-43

[6] Richard Cantrill. AOCS trans fatty acid ananlysis workshop initiates methods revisions [J]. Inform. ,2004 ,15(3): 185

[7] H Qian, M Sheng. Simultaneous Determination of Fat-solublevitamins A, D and E and Pro-vitamin D in Animal Feeds by One-step Extraction and High-performance Liquid chromatography nalysis [J]. Journal of Chromatography, 1998, 825: 127-133

[8] Rebeca Cruz, Susana Casal, Eulalia Mendes, et al. Validation of a Single-Extraction Procedure for Sequential Analysis of Vitamin E, Cholesterol, Fatty Acids, and Total Fat in Seafood [J]. Food Analytical Methods, 2013,6(4): 1196-1204

[9] 郭少海.脱臭过程控制对油脂氧化稳定性产生的影响[J].现代食品科技,2012,12:1766-1768
GuoShaohai. Effect of Deodorization Process Control on the Oxidation stability of Deodorized Oil [J]. Modern food science and technology, 2012, 12: 1766-1768

[10] Maria A S Rios, Francisco F P Santos, Francisco J N Maia, et al. Evaluation of antioxidants on the thermo-oxidative stability of soybean biodiesel [J]. Journal of Thermal Analysis & Calorimetry, 2013,112(2): 921-927

现代食品科技