

# 干法分提制备液化猪油工艺

张东明, 马美湖\*

(华中农业大学肉类科学研究所, 湖北 武汉 430070)

**摘要:** 为使猪油在常温下可呈液态, 采用两次干法分提的方法对结晶温度、冷却速率、养晶时间分别进行单因素和正交试验: 将猪油加热平衡后以一定的速率冷却至一定的温度, 在晶核形成后经过特定的时间进行养晶使晶体形成, 最后通过离心法使固液相分离; 同时探讨搅拌方式和一次干法分提的平衡温度对分提效果的影响。结果表明: 一次分提最佳条件为结晶温度 21℃、冷却速率 2℃/h、养晶时间 14h; 二次分提最佳条件为结晶温度 16℃、冷却速率 0.5℃/h、养晶时间 30h; 一次分提液化猪油的得率可达 81.59%, 二次分提液化猪油的得率可达 79.93%。经二次干法分提得到的猪油在室温下可呈液态。

**关键词:** 猪肥膘; 干法分提; 液化猪油

## Preparation of Liquefied Lard by Dry Fractionation

ZHANG Dong-ming, MA Mei-hu\*

(Institute of Meat Science, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

**Abstract:** The preparation of liquefied lard at room temperature by two-step dry fractionation was investigated in this study. One-factor-at-a-time experiments and an orthogonal array design were done to explore crystallization temperature, cooling rate and crystal-growing time. Lard was heated to thermobalance and then cooled down at a certain rate to crystallization temperature. The lard was kept at the crystallization temperature for the growth of crystals until the formation of crystal nucleus. Finally, the solid and liquid phases were separated by centrifugation. The optimal first dry fractionation conditions were crystallization temperature of 21 °C, cooling rate of 2 °C/h, and crystal-growing time of 14 h. The optimal second dry fractionation conditions were crystallization temperature of 16 °C, cooling rate of 0.5 °C/h, and crystal-growing time of 30 h. Under these conditions, the yields of liquefied lard in the first and the second dry fractionation were 81.59% and 79.93%, respectively. After the two-step dry fractionation, lard was liquid at room temperature.

**Key words:** lard; dry fractionation; liquefied lard

中图分类号: S879.6

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2012)14-0078-07

猪油是一种丰富的动物油脂资源, 其以特殊的风味和香气一直以来受到大众的喜爱, 它也是人体热能量最适宜的一种储存形式, 是人体必需脂肪酸和脂溶性维生素的主要来源, 及植物油中所没有的花生四烯酸和  $\alpha$ -脂蛋白的重要来源, 同时猪油具有独特的风味功能<sup>[1-2]</sup>。人们一直希望能开发出既能保持猪油的特有风味又能像植物油那样在室温下呈液态可以滴加调味的油品<sup>[3]</sup>, 然而较高的饱和脂肪酸含量使得猪油脂在室温下呈固态。本实验拟采用两次干法分提的方法制得常温下呈液态的猪油。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 材料、试剂与仪器

天然猪油 市购。

乙酸、溴化碘、碘、溴化钾、碘化钾、氯仿、硫代硫酸钠、重铬酸钾、碳酸钠、乙醇、三氯甲烷均为分析纯。

XMTD 恒温水浴锅 北京医疗器械厂; ZBC-30 智能控温仪 河南爱博特科技发展有限公司; MSZ02500 正压过滤器圆筒式过滤器 上海摩速科学器材有限公司; H1850 高速离心机常温离心机 湖南湘仪仪器厂; HWS-100 智能恒温恒湿试验箱 宁波海曙赛福实验仪器厂。

### 1.2 方法

收稿日期: 2011-02-15

作者简介: 张东明(1985—), 女, 硕士研究生, 研究方向为畜产食品科学。E-mail: zhangdongming1016@126.com

\* 通信作者: 马美湖(1957—), 男, 教授, 博士, 研究方向为肉类、蛋品科学理论与技术。E-mail: mameihuhn@yahoo.com.cn

1.2.1 指标测定

熔点：采用毛细管上升法测定；碘值：采用韦氏溶液法测定；皂化值：采用 GB/T 5534 — 2008《动植物油脂皂化值的测定》测定；透明度、气味鉴定：采用 SN/T 0801.9 — 1999《进出口动植物油脂透明度、气味、滋味检验方法》鉴定；浊点：采用 SN/T 0801.10 — 1999《进出口动植物油脂浊点检验方法》测定。

1.2.2 处理工艺流程

原料猪油(50g) → 平衡 → 冷却 → 形成晶核 → 养晶 → 分离 → 固脂  
↓  
液油

1.2.3 各结晶阶段的影响因素考察

平衡温度的确定：将原料猪油分别加热至一定温度，并在该温度下保持 30min 使之完全融化，分别设置 55、60、65、70、75℃ 五个温度水平以确定佳平衡温度。

冷却速率的确定：将猪油在以上高温保持 30min 后以一定的冷却速率冷却至结晶温度，以形成晶核。分别考察以 2、4、6、8、10℃/h 的冷却速率降温至结晶温度以确定最佳的冷却速率。

结晶温度和养晶时间的确定：晶核形成后将猪油在结晶温度下养晶一定时间使晶核长大，分别设置 21、23、25、26、28℃ 五个温度水平进行以确定最佳结晶温度；猪油的温度降至结晶温度后需养晶一定时间以使晶核成长，分别设置 6、9、12、14、16h 五个水平以确定最佳养晶时间。

1.2.4 正交试验

采用 L<sub>9</sub>(3<sup>3</sup>) 正交表进行一次分提正交试验，对一次分提工艺过程进行研究，以确定最佳工艺及影响分提的主次因素。为确定最优的一次干法分提液化工艺，对一次液油得率和一次液油熔点的 3 次平行实验的平均值进行加权评分，由于认为液油熔点是评价一次分提液油工艺相对重要的指标，因此分别赋予一次液油得率 0.4 分和一次液油熔点 0.6 分，采用数据综合加权法得到加权评分。试验因素水平见表 1。

表 1 猪油一次干法分提正交试验因素水平表

Table 1 Factors and levels of orthogonal array design for the first dry fractionation

水平	A 结晶温度/℃	B 冷却速率/(℃/h)	C 养晶时间/h
1	21	2	9
2	23	4	12
3	25	6	14

2 结果与分析

2.1 一次干法分提中平衡温度的确定

表 2 一次干法分提平衡温度对液油得率和熔点的影响

Table 2 Effect of balance temperature in the first dry fractionation on the yield and melting point of liquefied lard

加热温度/℃	75	70	65	60	55
液油得率/%	83.13 ± 0.85 <sup>a</sup>	83.12 ± 0.99 <sup>a</sup>	82.33 ± 2.26 <sup>ab</sup>	79.80 ± 0.66 <sup>bc</sup>	78.76 ± 0.43 <sup>c</sup>
液油熔点/℃	22.25 ± 0.35 <sup>a</sup>	22.40 ± 0.32 <sup>ab</sup>	22.42 ± 0.07 <sup>b</sup>	22.74 ± 0.06 <sup>b</sup>	23.10 ± 0.18 <sup>b</sup>

由表 2 可知，当加热温度在 65℃ 以上时，液油的得率并没有太大差别，加热温度 75℃ 时略高。熔点在 65℃ 以上也并无太大差别，但 75℃ 时最低略低于 70℃ 和 65℃ 时，说明在温度达到 65℃ 时猪油中的晶型已全部被破坏，但在 70℃ 时液油得率略高，熔点略低，为保证在晶型全部被破坏使加热温度达最低以最大程度地避免猪油的氧化，本实验暂将 70℃ 确定为最佳加热温度。

取 3 组液油油样，量取 100mL 二次液油注入比色管中，在 20℃ 条件下静置 24h，然后移置白幕前观察其透明度，并对液油的气味进行评定。将猪油试样在 50℃ 水浴锅上加热 30min，冷却至室温，混匀。量取 50mL 试样置于比色管中，在 15~25℃ 静置 24h。先向着光线观察，然后置于白幕前借反射光线观察，观察结果见表 3。

表 3 最佳平衡温度对所得一次分提液油感官的影响

Table 3 Effect of balance temperature on the sensory quality of liquefied lard in the first dry fractionation

加热温度/℃	透明度	气味
75	透明	气味较好，有猪油香气
70	透明	气味较好，有猪油香气
65	透明	气味较好，有猪油香气
60	透明	气味较好，有猪油香气
55	较透明有少量微小颗粒	气味较好，有猪油香气

2.2 一次干法分提中结晶温度的确定

结晶温度能够影响各种晶型的形成及晶体的大小、固体脂肪含量和分提物的物理特点。将原料油脂加热至一定温度使油脂中原有晶型全部被破坏，然后开始形成晶核，晶核会逐渐成长为晶体<sup>[4]</sup>。由图 1 可知：在 21~26℃ 之间，一次分提液油的得率随结晶温度的升高而提高且变化明显，在 26~28℃ 之间变化不大；液油熔点的变化趋势与得率相反，熔点随结晶温度的升高而升高，结晶温度较高时熔点较高的脂肪酸甘油三酯晶体与

液油晶体附着在一起；在 21~22℃ 之间液油的碘值变化不明显，在 22~28℃ 之间随结晶温度的升高而降低且变化较明显，脂肪的皂化价反应组成油脂的各种脂肪酸混合物的平均分子质量大小，碳链越短其皂化值越大，即反应脂肪酸碳链的长度；结晶温度在 21~26℃ 间液油的皂化价随结晶温度的升高而降低，在 26~28℃ 之间其皂化价变化不大，结晶温度较低时会相对有更多的长链脂肪酸甘油三酯结晶析出，液油皂化价的变化趋势与结晶温度相反；结晶温度在 21~23℃ 之间液油的浊点变化不大，21℃ 时浊点最小，结晶温度在 23~28℃ 之间浊点变化较大，随结晶温度的升高而升高，在较高结晶温度下液油中的高熔点甘油三酯不能成核结晶使固体脂肪含量增加，液油易混浊。

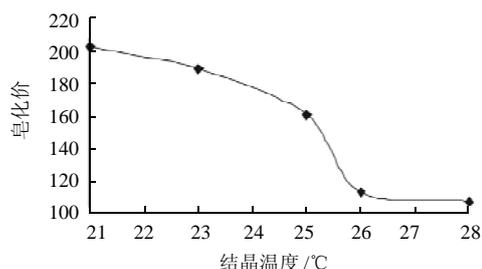
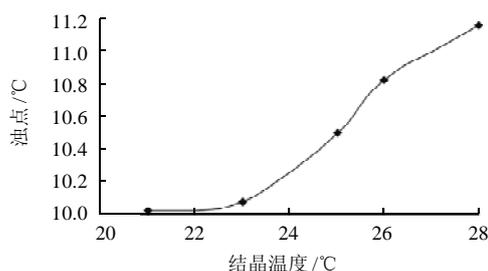
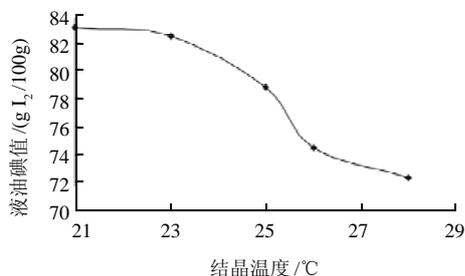
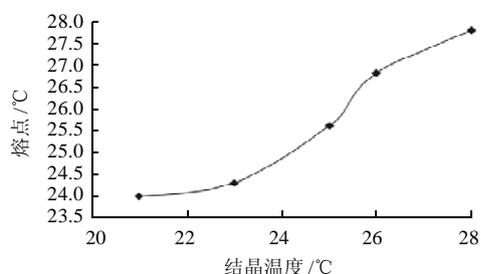
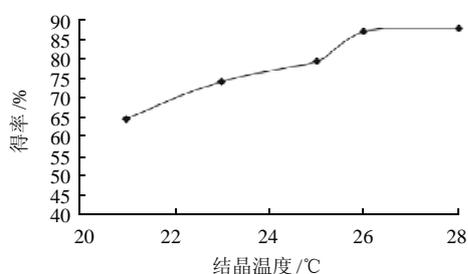


图1 结晶温度对液油品质的影响

Fig.1 Effect of crystallization temperature on physico-chemical properties of liquefied lard

对结晶温度考察所得的一次分提液油进行透明度和气味的鉴定，结果见表 4。

### 2.3 一次干法分提中冷却速率的确定

冷却速率能影响油脂的最稳定晶型的形成。如果采用温差过大的急骤冷却，易使油脂中形成无法分离的玻璃质体。快速冷却将促进不稳定多晶型物的结晶而形成晶束，导致结晶的互溶性和选择性差。只有通过缓慢冷却至一定的结晶温度，才能得到相应的晶型<sup>[5]</sup>。在较低的冷却速率下，油脂中形成的晶体较小且分布较均匀，很少发生聚集；而在中等或较高冷却速率下，则会形成不规则晶体的聚集<sup>[6]</sup>。冷却速率较高时晶体的成核速率较快，结晶可在较短时间内完成。随着大量晶体的快速形成，体系的黏度增大，从而限制了体系内的分子分布和晶体生长。由于体系内固体部分的体积一定而晶体数量过多，所以造成晶体的尺寸过小。在这种情况下，更多的脂质会被吸收在晶体表面，使液相中的液体脂肪含量下降，整体相中的固体脂肪含量升高。但是过低的冷却速率也会造成固液相不易分离，且结晶的时间过长<sup>[7]</sup>。由图 2 可知：液油的得率随冷却速

表 4 结晶温度对液油感官的影响

Table 4 Effect of crystallization temperature on sensory properties of liquefied lard

结晶温度 / °C	21	23	25	26	28
透明度	透明	较透明略有轻微小颗粒	透明	透明	较透明略有轻微小颗粒
气味	气味好有猪油脂香气	气味好有猪油脂香气	气味较好略有药品味	气味好有猪油脂香气	气味好有猪油脂香气

率的升高而降低,且几乎呈线性变化;在2~4℃/h之间,液油的熔点随冷却速率的升高而降低,而后随其的增大而增大,在6℃/h时可达到最大,随后熔点明显下降在8℃/h时达最低,以后略有上升;液油碘值随冷却速率的变化规律与熔点大致一致,在10℃/h时达最高;冷却速率在2~4℃/h间液油的皂化价随冷却速率的增大而增大,4~6℃/h间变化平稳,6℃/h时最低,6~10℃/h间皂化价缓慢增大;随着冷却速率的增大,液油浊点的变化不大,在2~8℃/h之间,浊点随冷却速率的升高而下降,由于过快和过慢的冷却速率均会造成油脂晶体结晶不均匀,晶体成核较少或较多及晶体较大或较小,所以冷却速率在8℃/h时浊点最低,随后升高。

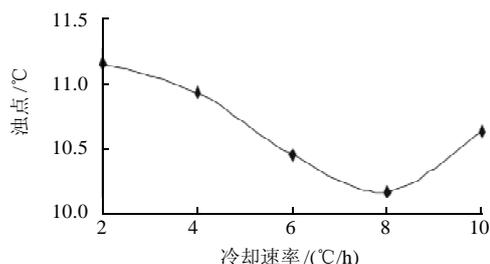
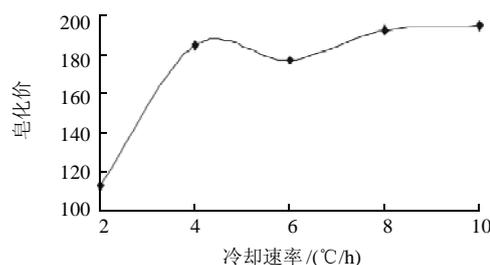
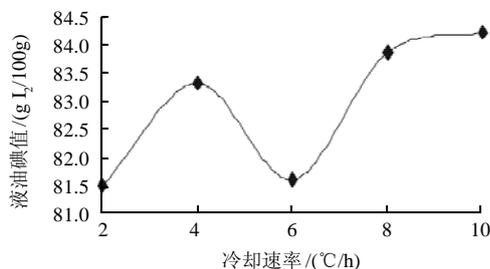
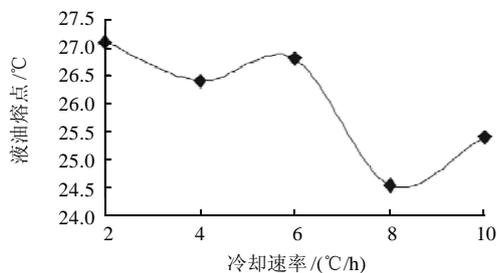
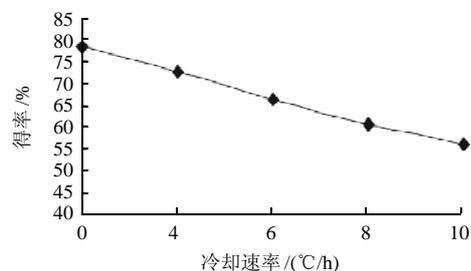


图2 冷却速率对液油品质的影响

Fig.2 Effect of cooling rate on physico-chemical properties of liquefied lard

对冷却速率考察所得的一次分提液油进行透明度和气味的鉴定,结果见表5。

本组液油均略有焦味因原料猪油提炼时有烧焦现象,油色较深。

2.4 一次干法分提中养晶时间的确定

油脂体系中固相的结晶时间与体系黏度、多晶性、某甘油三酯稳定晶型的性质、冷却速度以及达到平衡的不同速率等因素有关<sup>[8]</sup>。由于甘油三酯中脂肪酸碳链较长,在结晶时例如产生过冷的现象,从而在低温下的黏度较大。较大的黏度使体系中某种特定晶格形成的速度较慢,因此达到稳定的晶型必须要足够的时间。由图3可知:液油得率随养晶时间的延长而提高,这是因为养晶时间越长固液相越易分离,但是,过长的养晶时间会造成整个结晶时间过长;液油熔点随养晶时间的延长而降低,而碘值的变化趋势则与之相反;养晶时间在6~8h之间时,液油的皂化价随养晶时间的增大而增大,在10~14h之间皂化价最大且稳定,14h后略有增长;液油的浊点随养晶时间的延长而降低。在液油的分提过程中可观察到,随着放置时间的延长,体系中的甘油三酯会随熔点的高低而逐渐结晶析出,在杯底出现白色结晶小颗粒,养晶时间越长出现的结晶固体脂肪颗粒越多,液油析出即较完全。

表5 冷却速率对液油感官的影响

Table 5 Effect of cooling rate on sensory properties of liquefied lard

冷却速率/(°C/h)	2	4	6	8	10
透明度	透明	透明	较透明有少量微小颗粒悬浮	透明	透明
气味	有猪油脂香气略有焦味	有猪油脂香气略有焦味	有猪油脂香气略有焦味	有猪油脂香气略有焦味	有猪油脂香气略有焦味

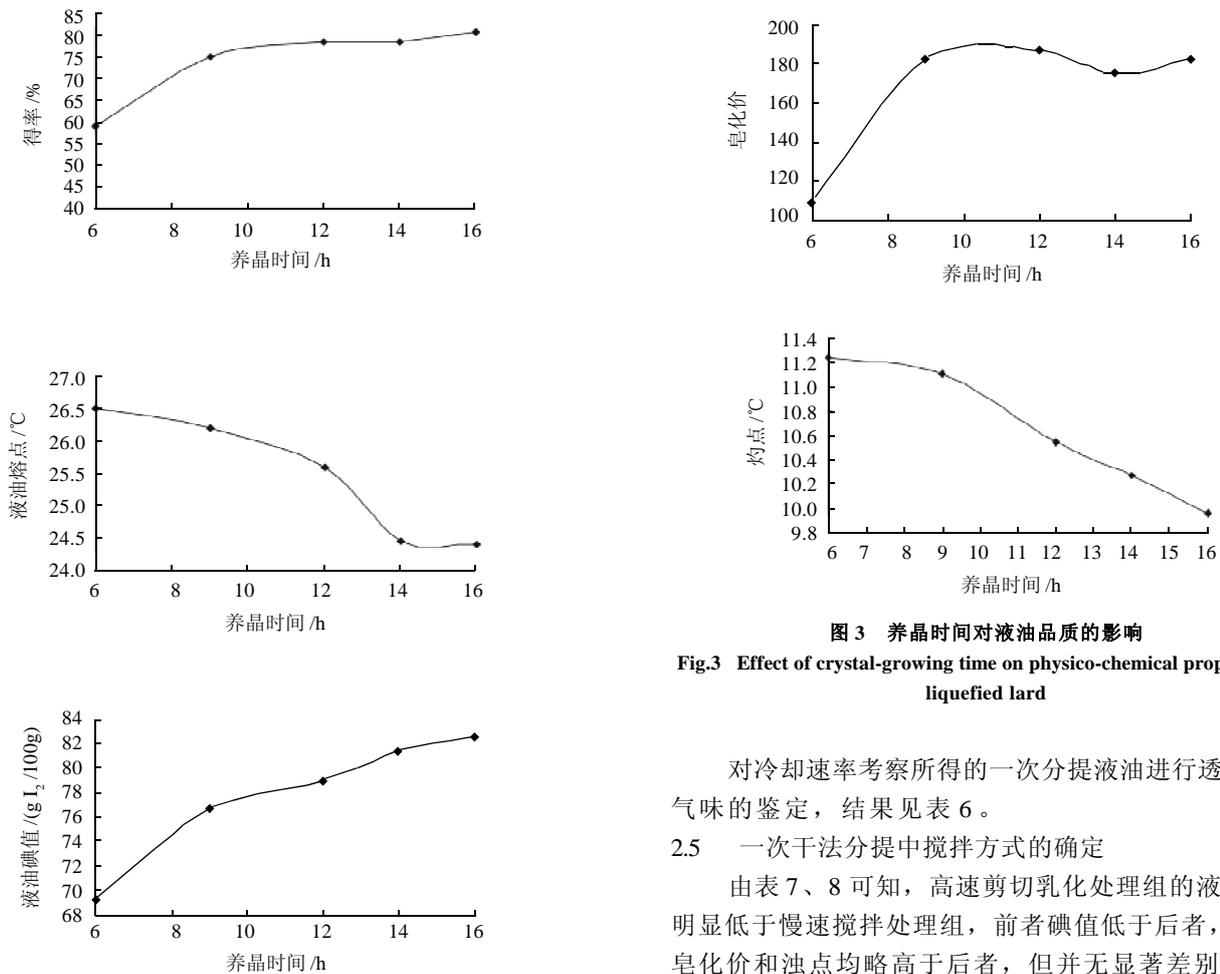


图3 养晶时间对液油品质的影响

Fig.3 Effect of crystal-growing time on physico-chemical properties of liquefied lard

对冷却速率考察所得的一次分提液油进行透明度和气味的鉴定, 结果见表6。

### 2.5 一次干法分提中搅拌方式的确定

由表7、8可知, 高速剪切乳化处理组的液油得率明显低于慢速搅拌处理组, 前者碘值低于后者, 熔点、皂化价和浊点均略高于后者, 但并无显著差别。这是

表6 养晶时间对液油感官的影响

Table 6 Effect of crystal-growing time on sensory properties of liquefied lard

养晶时间/h	6	9	12	14	16
透明度	透明	透明	透明	透明	较透明有少量微小颗粒悬浮
气味	气味好有猪油脂香气	气味好有猪油脂香气	气味好有猪油脂香气	气味好有猪油脂香气	气味好有猪油脂香气

表7 干法分提搅拌单因素试验

Table 7 Effect of stirring methods on physico-chemical properties of liquefied lard

	处理方式	得率/%	碘值/(g I <sub>2</sub> /100g)	熔点/°C	皂化价	浊点/°C
一次	高速剪切乳化	70.56 ± 2.48 <sup>ab</sup>	84.33 ± 0.37 <sup>c</sup>	22.77 ± 0.43 <sup>a</sup>	192.60 ± 0.87 <sup>a</sup>	9.98 ± 0.06 <sup>a</sup>
	普通搅拌	75.17 ± 2.34 <sup>a</sup>	85.16 ± 0.40 <sup>c</sup>	22.75 ± 0.36 <sup>a</sup>	191.80 ± 1.26 <sup>a</sup>	10.04 ± 0.02 <sup>a</sup>
二次	高速剪切乳化	64.14 ± 0.83 <sup>b</sup>	87.45 ± 0.91 <sup>b</sup>	12.05 ± 0.23 <sup>b</sup>	190.30 ± 1.38 <sup>ab</sup>	6.38 ± 0.76 <sup>b</sup>
	普通搅拌	70.37 ± 2.17 <sup>c</sup>	89.02 ± 0.4 <sup>a</sup>	11.75 ± 0.49 <sup>b</sup>	188.15 ± 0.56 <sup>b</sup>	6.94 ± 0.51 <sup>b</sup>

注: 同列数据肩标字母不同表示数据间有差异( $P \leq 0.05$ )。下同。

表8 搅拌方式影响单因素试验所得液油感官鉴定

Table 8 Effect of stirring methods on sensory properties of liquefied lard

处理方式	一次分提液油		二次分提液油	
	透明度	气味	透明度	气味
高速剪切乳化	较透明略显混浊	气味好有猪油脂香气	略混浊有微小颗粒悬浮	气味好有猪油脂香气
普通搅拌	较透明有少量微小颗粒	气味好有猪油脂香气	透明	气味好有猪油脂香气

由于过快的剪切速率会使晶体呈现不均匀分布、导致液油与固脂分离困难<sup>[9]</sup>，前者不饱和程度低于后者。高剪切乳化处理对液油的透明度有一定影响，所以液油有一定程度的混浊。因此，为了得到最均匀的颗粒需采用适当的搅拌速度处理样品。

### 2.6 一次干法分提正交试验

表9 一次干法分提正交试验设计和结果

Table 9 Orthogonal array design and experimental results for the first dry fractionation

试验号	A	B	C	液油得率/%	液油熔点/℃	加权评分
1	1	1	1	58.81 ± 0.40 <sup>e</sup>	23.20 ± 0.94 <sup>d</sup>	0.608
2	1	2	2	59.20 ± 1.05 <sup>e</sup>	23.60 ± 0.13 <sup>cd</sup>	0.541
3	1	3	3	58.33 ± 0.84 <sup>e</sup>	24.10 ± 0.42 <sup>e</sup>	0.868
4	2	1	3	64.27 ± 0.60 <sup>d</sup>	24.00 ± 0.28 <sup>e</sup>	0.341
5	2	2	3	79.58 ± 1.05 <sup>e</sup>	25.40 ± 0.23 <sup>b</sup>	0.547
6	2	3	1	81.46 ± 0.56 <sup>ab</sup>	25.20 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.440
7	3	1	3	81.59 ± 0.71 <sup>ab</sup>	26.15 ± 0.08 <sup>a</sup>	0.442
8	3	2	1	82.37 ± 0.67 <sup>a</sup>	26.45 ± 0.16 <sup>a</sup>	0.400
9	3	3	2	80.14 ± 1.02 <sup>bc</sup>	26.30 ± 0.11 <sup>a</sup>	0.042

表10 一次干法分提正交试验结果均值、极差分析表

Table 10 Mean value and range analysis of the experimental results of orthogonal array design for the first dry fractionation

指标	结晶温度/℃			冷却速率/(℃/h)			养晶时间/h		
	21	23	25	2	4	6	9	12	14
均值	0.528	0.503	0.412	0.534	0.496	0.412	0.472	0.311	0.659
R		0.116			0.122				0.347

由正交试验结果(表9)加权评分得到的均值、极差分析表(表10)可知：养晶时间对一次分提液油工艺的影响最大，其次是冷却速率和结晶温度，即  $C > B > A$ ；由均值分析表可知，养晶时间为14h、冷却速率为2℃/h、结晶温度为21℃时可得相对最高产率和最低熔点的产品，即最佳条件为  $C_3B_1A_1$ 。

### 2.7 二次干法分提正交试验

把一次分提最优条件得到的液油进行二次分提，以结晶温度、冷却速率和养晶时间为3因素确定最优的工艺条件做3因素3水平正交试验(表11)。

为确定最优的一次干法分提液化工艺，对一次液油得率和一次液油熔点的3次平行实验的平均值进行加权评分，由于认为液油熔点是评价一次分提液油工艺相对重要的指标，因此分别赋予一次液油得率0.4分和一次液油熔点0.6分，采用数据综合加权法得到加权评分。

表11 猪油二次分提正交试验因素水平表

Table 11 Factors and levels of orthogonal array design for the second dry fractionation

水平	A 结晶温度/℃	B 冷却速率/(℃/h)	C 养晶时间/h
1	12	0.5	15
2	14	1.0	20
3	16	1.5	30

表12 猪油二次分提正交试验设计与结果

Table 12 Orthogonal array design and experimental results for the second dry fractionation

试验号	A	B	C	液油得率/%	液油熔点/℃	加权评分
1	1	1	1	54.20 ± 0.25 <sup>b</sup>	14.41 ± 0.01 <sup>a</sup>	0
2	1	2	2	57.38 ± 0.12 <sup>e</sup>	14.20 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.093
3	1	3	3	57.76 ± 0.22 <sup>e</sup>	13.90 ± 0.10 <sup>b</sup>	0.16
4	2	1	2	70.58 ± 0.16 <sup>e</sup>	13.90 ± 0.05 <sup>b</sup>	0.756
5	2	2	3	71.20 ± 0.11 <sup>d</sup>	13.60 ± 0.10 <sup>c</sup>	0.706
6	2	3	1	68.50 ± 0.10 <sup>f</sup>	13.80 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.352
7	3	1	3	79.30 ± 0.10 <sup>a</sup>	11.45 ± 0.05 <sup>f</sup>	1
8	3	2	1	71.76 ± 0.07 <sup>c</sup>	12.60 ± 0.10 <sup>d</sup>	0.635
9	3	3	2	73.90 ± 0.18 <sup>b</sup>	12.00 ± 0.21 <sup>e</sup>	0.724

表13 猪油二次分提正交试验均值、极差分析表

Table 13 Mean value and range analysis of the experimental results of orthogonal array design for the second dry fractionation

指标	结晶温度/℃			冷却速率/(℃/h)			养晶时间/h		
	12	14	16	0.5	1.0	1.5	15	20	30
均值	0.084	0.605	0.786	0.585	0.478	0.412	0.329	0.525	0.622
R		0.602			0.173				0.293

由正交试验结果(表12)加权评分得到的均值、极差分析表(表13)可知：结晶温度对一次分提液油工艺的影响最大，其次是养晶时间和冷却速率，即： $A > C > B$ ；由均值分析表可知，结晶温度为16℃、冷却速率为0.5℃/h、养晶时间为30h时可得相对最高产率和最低熔点的产品，即最佳条件为  $B_1C_3A_3$ 。

在以上正交试验得到的最佳试验条件下做3次平行实验，得到平均值(表14)。

表14 最佳条件平行实验

Table 14 Results of parallel experiments under optimal conditions

实验号	1	2	3	平均值
液油得率/%	80.45	80.20	79.14	79.93
液油熔点/℃	11.60	11.50	11.60	11.53

## 3 结论与讨论

影响干法分提的因素主要有平衡温度、结晶温度、冷却速率、养晶时间、搅拌方式等。通过正交试验确定一次干法分提的最优条件为养晶时间14h、冷却速率2℃/h、结晶温度21℃。二次干法分提的最优条件为冷却速率0.5℃/h、养晶时间30h、结晶温度16℃。干法分提工艺得到的液化猪油在室温下呈液态，澄清透明，猪油香味浓郁。

在这些影响因素中，最重要的影响因素是结晶温度、冷却速率和养晶时间。结晶温度能够影响晶型的形成、晶体的大小、固体脂肪含量以及分提物的物理特点等。而油脂的最稳定晶型是由冷却速率和结晶温度

决定的,快速冷却将促进不稳定多晶型物的结晶,形成晶束,导致结晶的互溶性和选择性差<sup>[10]</sup>。而在较低冷却速率下,晶体较小且分布较均匀,很少发生聚集<sup>[7]</sup>。另外,冷却速率较高时诱导时间较低,因此成核速率较快,结晶会在较短时间内完成。体系的黏度增大则限制了分子分布和晶体生长,固体部分的体积一定时晶体数量过多使晶体尺寸过小。而以较低的冷却速率结晶时,形成的晶体尺寸较大,晶体间的空隙较大使液相不易附着在晶体表面<sup>[8]</sup>。由于甘油三酯中脂肪酸碳链较长,结晶时有过冷现象,低温下的黏度较大,形成一定晶格的速度较慢,因此达到稳定的晶型就需要一定的时间。固脂的结晶时间与体系黏度、多晶性、某甘油三酯稳定晶型的性质、冷却速度以及达到平衡的不同速度等因素有关<sup>[9]</sup>。养晶时间越长对于油脂的结晶越有利,但过长的养晶时间也会使液油的制备周期延长。

#### 参考文献:

- [1] 陈宗道, 阙健全. 实用油脂化学[M]. 重庆: 西南师范大学出版社, 1997.
- [2] 王嘉璋. 猪脂脱除胆固醇及粉末化技术[J]. 食品科学, 1999, 20(10): 51-53.
- [3] 张东明, 马美湖. 猪膘脂肪液化工艺研究[J]. 肉类研究, 2009, 23(5): 75-83.
- [4] D'SOUZA V, DEMAN G M, DEMAN L. Short spacings and polymorphic forms of natural and commercial solid fats: A review[J]. Journal of the American Oil Chemists's Society, 1990, 67(11): 835-843.
- [5] 朱向菊, 裘爱泳, 史小华, 等. 猪油干法分提[J]. 中国油脂, 2005, 30(2): 44-47.
- [6] 杨洪洲, 杜新波. 缩短棕榈油干法分提结晶时间的探索与应用[J]. 中国油脂, 2006, 17(2): 1003-7969.
- [7] HOER C W. Morphology of fats, oils, and shortenings[J]. J AOCS, 1960, 37(10): 539-546.
- [8] SATO K, SATO K. Crystallization behaviour of fats and lipids[J]. Chemical Engineering Science, 2001, 56(7): 2255-2265.
- [9] ZALIHA O, CHONG C L, CHEOW C S, et al. Crystallization properties of palm oil by dry fractionation[J]. Food chemistry, 2004, 86(2): 245-250.
- [10] BOCHICCHIO D, FAETI V, MARCHETTO G, et al. Effect of feeding partially hydrogenated lard on trans- fattyacid content of muscle and backfat of heavy pigs[J]. Meat Science, 2005, 71(4): 651-656.