第8卷 无锡轻工业学院学报 Vol.8
第4期 JOURNAL OF THE WUXI INSTITUTE OF LIGHT INDUSTRY 1989 No.4

人造奶油的热熔性与组成结构的关系研究

许时婴 梁梅

(食品科学与工程系)

摘要 本文对人造奶油中油脂成分的性质(熔点、碘价、反式酸含量和脂肪酸组成)进行了测定，并用差示扫描量热法(DSC)研究脂肪的熔化性质。研究结果表明，DSC曲线能确切地反映人造奶油的口熔性、热稳定性与流变性。通过改变油脂的组成结构可以改变油脂的熔化性质，因此在人造奶油生产中可以用DSC曲线进行质量控制。

主题词 人造奶油；口熔性；热稳定性；差示扫描量热曲线

对于餐用人造奶油，其质量指标不仅是在低温时容易涂抹(5℃)，在常温(25℃)下能保持形状，而且口熔性好[1]。也就是说，餐用人造奶油的两大质量指标为涂抹性与热熔性(包括热稳定性和口熔性)。Deman J.M(1974)[2]用穿透法测定了人造奶油的屈服值，并用差示扫描量热仪测定了样品的熔化性质，但未对结果进行详细讨论。SternP.(1976)[3]用锥板式粘度计测定了人造奶油的流变性，并指出样品的流变性同油脂组成有关。SternP.(1981)[4]研究了人造奶油的流变性，并指出对于餐用人造奶油，熔点高于50℃的油脂不适宜做结构脂肪。Stephen A.McCoy(1986)[5]在研制人造奶油产品时，用DSC曲线来控制结构脂肪的配比，并指出，在DSC曲线中－10～5℃与10～25℃两个温度范围内有吸热峰时，结构脂肪的熔化性能较好。国内人造奶油生产刚刚起步，目前工厂大多数用熔点来控制油脂配比，在本文中将着重讨论人造奶油的热熔性同油脂组成的关系，并用DSC测定人造奶油的热熔性，以期用DSC来控制油脂配比，对人造奶油的质量控制有一定指导意义。

1 实验原料和方法

1.1 人造奶油样品

均由美国超级市场和国内市场购得

M—1——美国Imperial(高脂)

M—2——北京(250克)

M—3——上海

M—4——大连

M—5——四川广汉

本文1989年4月4日收到。

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1.2 实验方法

1.2.1 流变性质测定　参阅[6]

1.2.2 感官评定　参阅[6]

1.2.3 熔点测定　AOCS 标准方法(参阅7)

1.2.4 碘价测定　AOCS 标准方法(参阅8)

1.2.5 脂肪酸组成测定

(1)样品甲酯化

经干燥的人造奶油油脂约350毫克被加入50毫升圆底烧瓶中，然后加7毫升0.5摩尔氢氧化钠-甲醇溶液，在水浴上回流10分钟，再加入5毫升12.5%三氟化硼-甲醇溶液，继续回流1分钟，最后加3毫升正庚烷回流1分钟，取下烧瓶，加饱和氯化钠溶液，吸取上层液体放入干净试管中，加无水硫酸钠进行脱水，充氮气后进行浓缩。

(2)气相色谱分析

仪器　Shimadzu气相色谱仪

条件　柱温　180℃

进样温度　230℃

载气(氮气)流速　50毫升/分

空气流速　150毫升/分

氢气流速　20毫升/分

柱　4毫米×2米

担体　Chromorsorb W.AW(DWCS)60—80目

固定液　10%DEGS

用标准脂肪酸定性，分析图谱如图1所示。

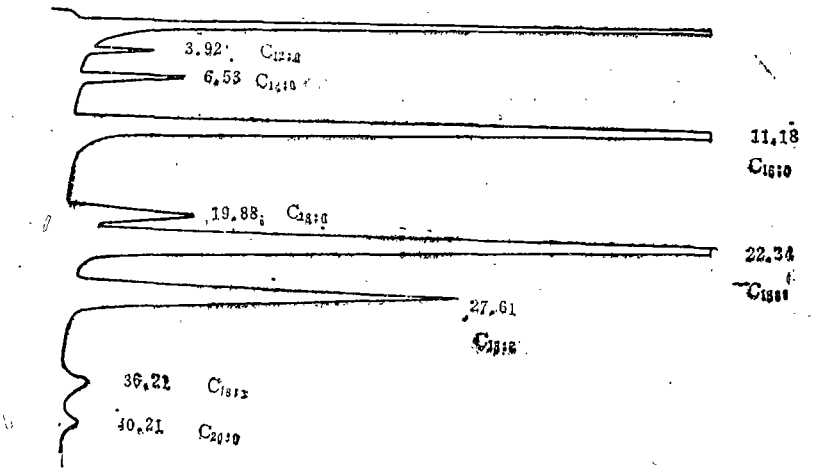


图1　人造奶油油脂的气相色谱图

1.2.6 反式脂肪酸含量测定

(1)样品甲酯化(同前)

(2)红外光谱分析

仪器　Nicolet红外光谱仪

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

条件 分辨率：4厘米$^{-1}$ 吸收池：氯化钠

分析图谱如图2所示。

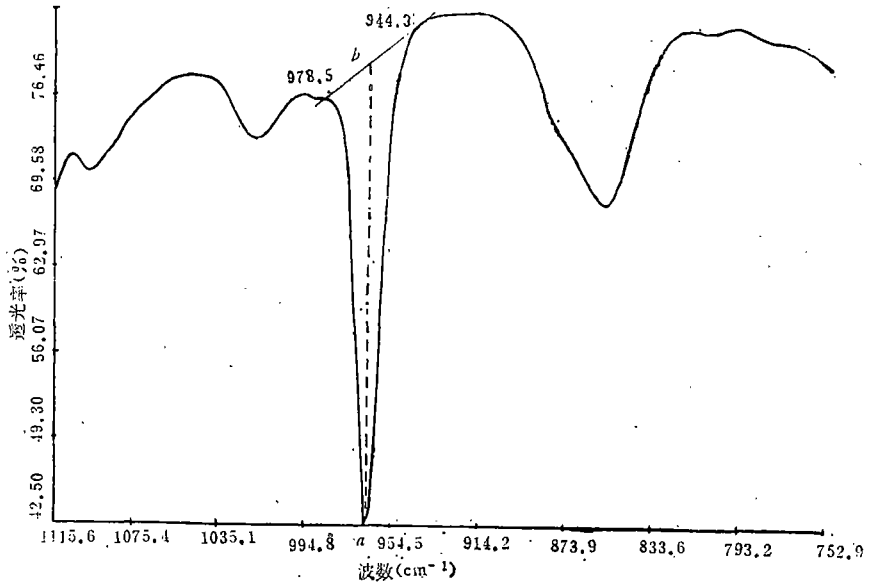


图2 人造奶油油脂的红外光谱图

已知反式脂肪酸甲酯的吸收波长范围是在10.22～10.59μ，转化成波数即978.47～944.29厘米$^{-1}$，在两波数间引一切线，量取ab长度，即为样品的透光率T。反式酸的百分含量可由下式计算

$$反式酸\% = \frac{C_{标} \times \log T_{样}}{C_{样} \times \log T_{标}} \times 100$$

式中

$C_{标}$——标样浓度(用纯度99%的反式亚油酸)(g/l)

$C_{样}$——样品浓度(g/l)

1.2.7 DSC测定人造奶油的熔化性质

仪器 Dupon 900型差示扫描量热仪

条件 初始温度 －30℃

升温速率 5℃/分

最终温度 80℃

氮气流速 120毫升/分

参 比 三氧化二铝

样品量 约5毫克

2 结果与讨论

2.1 人造奶油的组成对其流变性质的影响

人造奶油是一种具有塑性的触变体系，它的主要流变性质——静态屈服值、动态屈服值和表现粘度如表1所示。

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表1　人造奶油的流变性质

样品	温度(℃) / 性质	5	10	15	20	25	30	35
M—1	SYV	618.4	313.4	236.7	138.5			
	DYV	147.7	117.3	92.69	75.31			
	AV	7.496	6.293	4.906	3.816			
M—2	SYV		5536	3378	1670	837.7	235.2	
	DYV		229.7	246.2	185.4	114.5	84.3	
	AV		8.684	12.310	8.435	5.896	3.472	
M—3	SYV	9881	5408	2655	1100	410.7		
	DYV	621.2	414.2	323.5	210.0	123.6		
	AV	24.23	17.67	13.44	6.487	6.110		
M—4	SYV				7685	3363	864.0	455.0
	DYV				302.8	260.7	139.0	120.2
	AV				6.587	13.18	10.68	4.384
M—5	SYV		7329	3835	1094	155.0		
	DYV		342.7	318.6	107.2	86.9		
	AV		6.551	14.31	7.193	3.979		

注：SYV——Static Yield Value(静态屈服值)(Pa)

DYV——Dynamic Yield Value(动态奖服值)(Pa)

AV——Apparant Viscosity(四个触变环后的表观粘度)(PaS$\times 10^{-1}$)

表2　人造奶油中油脂成分的性质

样品 \ 性质	熔点(℃)	碘　值	反式酸(%)
M—1	30.2	97.5	33.35
M—2	30.7	83.2	24.97
M—3	32.0	73.5	23.42
M—4	39.2	61.5	14.15
M—5	24.5	59.0	7.28

油脂的碘值一般反映了油脂的不饱和程度，碘值愈大，则不饱和程度愈高，油脂愈软。从表2看到，人造奶油样品M—1至M—5，碘值逐渐降低，说明不饱和程度逐渐降低，样品M—1的碘值是97.5，不饱和程度最高，可以推测M—1最软，这与表1中的静态屈服值最小是一致的。从表3所示的各样品的脂肪酸组成中看出，各样品均含有$C_{16:0}$、$C_{18:0}$、$C_{18:1}$、$C_{18:2}$$C_{18:3}$，其中$C_{18:0}$与$C_{18:1}$的含量变化不大，但是$C_{16:0}$、$C_{18:2}$和$C_{18:3}$的含量变化较大，这决定了油脂的不饱和程度。样品M—1含有较多的$C_{18:2}$与$C_{18:3}$，含有较少的$C_{16:0}$，所以

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

它的碘值较大。反之，样品M—5含有较多的$C_{16:0}$与较少的$C_{18:2}$和$C_{18:3}$，相应地碘值就较小。一般来说，油脂的软硬度是与其不饱和程度一致的，油脂越软，则其流变参数就越小。所以通过改变油脂脂肪酸组成能够较大程度上改变人造奶油的流变性质。

表3 人造奶油的脂肪酸组成

样品＼脂肪酸	$C_{12:0}$	$C_{14:0}$	$C_{16:0}$	$C_{16:1}$	$C_{18:0}$	$C_{18:1}$	$C_{18:2}$	$C_{18:3}$	$C_{20:0}$	$C_{20:1}$	$C_{22:0}$
M—1	—	0.15	12.4	—	7.11	47.63	28.57	3.17	0.42	0.12	0.34
M—2	0.01	0.39	16.47	0.10	5.14	48.72	21.13	3.51	1.19	3.11	0.10
M—3	0.12	0.77	24.30	1.13	6.7	37.59	18.06	1.16	2.22	—	0.45
M—4	0.13	0.68	30.05	—	10.22	46.09	11.38	1.26	—	0.18	—
M—5	0.19	0.86	33.01	—	5.14	42.17	7.59	0.63	2.0	—	0.22

2.2 人造奶油热熔性与油脂组成的关系

人造奶油的熔点测定结果如表2所示。一般来说，油脂熔点的高低主要由三个因素决定：一是甘油三酸脂的脂肪酸碳链长度；二是油脂的不饱和度；三是反式酸的含量。反式酸能使熔点提高。从表3看到油脂的碳链长度基本相同，所以熔点的差别主要受另两个因素即油脂的不饱和度与反式酸含量所支配，从表2中看到样品M—1的碘值比样品M—2大，但两个样品的熔点非常接近，这是由于样品M—1的反式酸含量较高，因而使其熔点提高。同样，样品M—4的反式酸含量比M—5大一倍，因而使样品M—4的熔点大大高于样品M—5。由此可见，人造奶油的混合油脂的熔点能够综合反映油脂组成的性质，但是不能确切地反映人造奶油的油脂组成的差别，也不能解释人造奶油的流变性质的差异。例如样品M—1、M—2与M—3的熔点均在30℃左右，但是它们的油脂组成与结构存在较大差别，其流变性质(表1)和热熔性的感官评定结果(表4)也不同。实际上，人造奶油的熔化具有一个熔化范围，所以单纯用熔点来评定人造奶油的质量或控制人造奶油的油脂组成配比是有很大缺陷的。

表4 人造奶油热熔性的感官评定结果

样品＼性质	口感性	热稳定性
M—1	很好	较好
M—2	较好	好
M—3	好	好
M—4	很差	很好
M—5	好	很差

用DSC测定的脂肪熔化曲线(图3)能够清楚地反映出人造奶油的熔化性能。样品M—1在−2.5℃以下已有部分晶体熔化，所以在5℃时静态屈服值较小，但在33.5℃时尚有部分晶体存在，所以在室温时仍能维持样品的形状，因而热稳定性较好，口熔性也好，这与表4所评定的结果一致。由于样品M—2在7.5～40.5℃的范围内均有晶体熔化，则在10～30℃的范围内，随着晶体熔化的增加，静态屈服值逐渐下降，热稳定性与口熔性均较好，但还留存少量晶体在高于体温时熔化，所以其口熔性不如样品M—1。由此可以看到，只有用DSC测定脂肪熔化曲线才能确切地反映出人造奶油的熔化性质，才能解释用熔点无法解释的样品M—1与M—2的热熔性差别。样品M—4的大部分晶体在20～49.5℃间熔化，因此在20℃时样品的静态屈服值很大，这与表1结果一致，由于在高于体温时尚有少量晶体存在，所以热稳定性很好，口熔性很差，这与表4所

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

评定结果一致。样品M—3与M—5也可以得到类似的解释。研究结果表明，DSC曲线能直观并确切地反映人造奶油的熔化性质，能很好地解释人造奶油的口熔性、热稳定性与流变性。因此，可用 DSC 测定的脂肪熔化曲线来预示人造奶油的质量好坏，并通过改变油脂的组成结构或改变脂肪晶体结构来改变人造奶油的熔化性质，便于对人造奶油的生产进行质量控制。

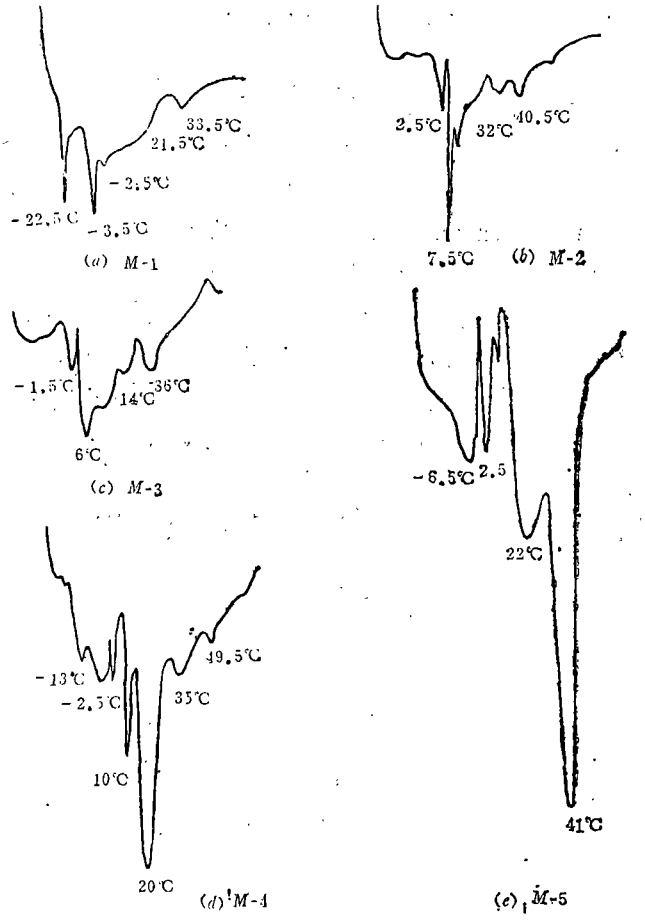


图 3　人造奶油的脂肪熔化曲线

参　考　文　献

1　周奇文，丁纯孝.食用固体油脂.商业部情报所；1984
2　Deman J M. In: Sherman. Food Texture and Rheology, New York: Academic Press Inc, 1979: 43～54
3　Stern P. JAOCS, 1976; 53: 644
4　Stern P. Fette Seifen Anstrichmittel, 1981; 83: 144
5　Stephen A. McCoy. US Patent 1983: 4568556
6　许时婴，梁梅.食品与发酵工业，1989；6
7　AOCS Official Method Cc3—25, 1973
8　AOCS Official Method Cd1—25, 1973

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

A Study of Relations Between the Heat Stability and Meltibility of Margarine and its Composition and Structure

Xu Shiying Liang Mei

Abstract: The fat composition characteristics of margarine(melting point, iodine value, transacid content and composition of fatty acids)are measured in this paper. The melting curves of fats are measured by Differencial Scanning Calorimeter(DSC). The results show that DSC curves can explain meltibility, heat stability and rheological properties of margarine. The melting properties of fats can be modified by changing their composition and structure, thus the DSC curves can be used to control the quality in margarine production.

Subjectwords: margarine; meltibility; heat stability; DSC curve

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net