



GB/T 17376—2008/ISO 5509:2000
代替 GB/T 17376—1998

动植物油脂 脂肪酸甲酯制备

Animal and vegetable fats and oils—
Preparation of methyl esters of fatty acids

前　　言

本标准等同采用 ISO 5509:2000《动植物油脂 脂肪酸甲酯制备》(英文版)。

为便于使用,本标准对 ISO 5509:2000 进行了下列编辑性修改:

- 删除国际标准的前言;
- “本国际标准”一词改为“本标准”;
- 用小数点“.”代替作为小数点的逗号“,”。

本标准是对 GB/T 17376—1998《动植物油脂 脂肪酸甲酯制备》的修订。

本标准与 GB/T 17376—1998 的主要差异如下:

- 用异辛烷(色谱纯)代替庚烷试剂;
- 用三甲基氢氧化硫(TMSH)法代替原标准中的“不用三氟化硼的替代方法”;
- 用酯交换法代替原标准中的“四碳或四碳以上脂肪酸甲酯的特殊制备方法”;
- 将各方法中常用到的一些主要分析程序及原标准的第 6 章内容放在附录 A 中;
- 增加了资料性附录 B。

本标准自实施之日起代替 GB/T 17376—1998。

本标准中附录 A 为规范性附录,附录 B 为资料性附录。

本标准由国家粮食局提出。

本标准由全国粮油标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位:国家粮食储备局西安油脂科学研究院。

本标准参与起草单位:陕西省产品质量监督检验所、安徽大平工贸(集团)有限公司。

本标准起草人:孟橘、夏天文、陈勇、王慧芳、朱文鑫、任春明。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

——GB/T 17376—1998。

动植物油脂 脂肪酸甲酯制备

1 范围

本标准规定了脂肪酸甲脂的制备方法。

本标准包括了从动植物油脂、脂肪酸及脂肪酸盐制备脂肪酸甲酯的方法。规定了以下三种甲酯化方法：

a) 三氟化硼法(见第3章)；

c) 酯交换法(见第5章)。

本标准适用于气相色谱、薄层色谱、红外光谱等需要甲酯衍生物的各种分析过程。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究

3.3.3 三氟化硼甲醇溶液:质量分数12%~15%¹⁾(见附录A的第A.1章)。

3.3.4 异辛烷(2,2,4-三甲基戊烷):色谱纯(见附录A的第A.2章)。

警告:异辛烷易燃易爆,在空气中的爆炸极限为1.1%~6.0%(体积分数)。异辛烷有毒,不要误食或吸入,操作应当在通风橱中进行。

3.3.5 氯化钠:饱和水溶液。

3.3.6 无水硫酸钠。

3.3.7 氮气:含氧量低于5 mg/kg。

3.3.8 己烷:色谱纯,仅用于干脂制备。也可用石油醚:沸程40 °C~60 °C,溴值低于1,无残渣(见附录A的第A.2章)。

3.4 仪器

实验室常用仪器,以及下列仪器:

3.4.1 磨口烧瓶:50 mL或100 mL,具塞。

3.4.2 回流冷凝器:有效长度200 mm~300 mm,具有与磨口烧瓶(3.4.1)配合的磨口接头。

3.4.3 沸石:脱脂。

3.4.4 移液管或自动加液器:至少10 mL。

3.4.5 玻璃瓶:具螺旋盖,容量至少4 mL。

3.4.6 分液漏斗:250 mL,用于干脂制备。

3.4.7 旋转蒸发仪。

3.4.8 分析天平:分度值为0.001 g。

3.5 试样制备

试样应为液体且无水、透明,按照GB/T 15687制备试样。如需加热样品,则采用刚好高于熔点的温度。

3.6 操作步骤

警告:三氟化硼有毒,以下操作需在通风橱里进行,玻璃器具用后,应立即用水冲洗。

3.6.1 试样

根据所需样品试样量,按表1选择合适的烧瓶及适量的试剂和溶液。

表1 试样称取量

分析方法	试样质量/ mg	烧瓶 (3.4.1)/ mL	氢氧化钠甲醇 溶液 (3.3.2)/ mL	三氟化硼甲醇 溶液 (3.3.3)/ mL	溶剂 (3.3.4)或 (3.3.8)/ mL
GLC (气液色谱)	100~250	50	4	5	1~3
	250~500	50	6	7	2~5
IR/TLC (红外光谱分析)	500~750	100	8	9	4~8

及沸石(3.4.3),然后接上冷凝器(3.4.2)。

如果存在两个以上双键的脂肪酸,在回流前,迅速向烧瓶中导入几分钟干燥氮气(3.3.7)将空气排掉。

在水浴上回流直至油滴消失,每30 s~60 s缓慢摇动烧瓶,以防止氢氧化钠形成固态附着在瓶壁

~~上。回流时应适当摇动。~~

液管从冷凝器顶部加入适量(见表1)的三氟化硼甲醇溶液(3.3.3)于沸腾的溶液里。

接下来按照3.6.3或3.6.4步骤执行。

3.6.2.3 将试样置于合适的烧瓶中(见表1),加入适量(见表1)的三氟化硼甲醇溶液(3.3.3),然后接冷凝器(3.4.2)。

接下来按照3.6.3或3.6.4步骤执行。

3.6.3 甲酯溶液制备(主要用于气液色谱分析)

3.6.3.1 继续煮沸3 min。对于含长链脂肪酸的油脂,如鱼油,继续煮沸30 min。

3.6.3.2 从冷凝器顶部加入适量的异辛烷(3.3.4)于沸腾的混合溶液里。

3.6.3.3 取下冷凝器,拿出烧瓶。立即加入20 mL氯化钠溶液(3.3.5)。塞住烧瓶,猛烈振摇至少15 s。

3.6.3.4 继续加入氯化钠溶液(3.3.5)至烧瓶颈部,静置分层。

3.6.3.5 吸取1 mL~2 mL上层异辛烷溶液于玻璃瓶(3.4.5)中,加入适量无水硫酸钠(3.3.6)去除溶液中痕量的水,并按照以下几种方式注入气相色谱仪:

- 直接注入填充柱(见附录A的第A.5章);
- 先用异辛烷适度稀释再注入毛细管柱(见附录A的第A.6章);
- 对于毛细管柱,特殊情况可使用沸点更低的庚烷稀释。

3.6.4 干甲酯制备(用于薄层色谱或红外光谱分析)

3.6.4.1 继续煮沸3 min。

有乳脂的混合物,未发现有不饱和脂肪酸的异构化。

本方法适用于含有³中所列化学基团的物质,但不能肯定甲酯化是否完全,游离脂肪酸只有

70%~80%被甲酯化。

含有羟基的脂肪酸会形成相应的邻甲基醚衍生物,这可能会干扰甲酯的气液色谱分离。因此如

气液色谱分析时,柱温低则该方法不适用。另外,该方法不推荐使用极性固定相。

A.2 章和附录 A 的第 A.7 章)。如果需要稀释,使用甲基叔丁醚(4.3.1)和甲醇混合液(9+1),以避免三甲基氢氧化硫(TMSH)析出。

5 酯交换法

警示:方法中涉及到危险试剂的使用。应采取适当的防护措施以保护眼睛,并避免腐蚀性化学物品灼伤的危险。氢氧化钾溶液有毒。

5.1 原理

将油脂溶解在异辛烷中,加入氢氧化钾溶液通过酯交换甲酯化,反应完全后,用硫酸氢钠中和剩余氢氧化钾,以避免甲酯皂化。

5.2 范围

本快速方法适用于四碳或四碳以上,游离脂肪酸(FFA)含量不大于 2% 的食用油脂,也适用于用内标-气相色谱法测定丁酸或己酸。

样品中如游离脂肪酸含量较高,应过量使用氢氧化钾溶液。由于游离脂肪酸及其盐不被氢氧化钾

酯化,所以本方法只能使样品中甘油酯部分生成甲酯。

本方法也适用于含有 3.2 中所列化学基团的物质,但不能肯定甲酯化是否完全。

5.3 试剂

除有特殊说明,均为分析纯试剂。

5.3.1 氢氧化钾甲醇溶液:约 2 mol/L。将 13.1 g 氢氧化钾溶于 100 mL 无水甲醇中,可轻微加热,加入无水硫酸钠干燥,过滤,即得澄清溶液。溶液储存一段时间后,可能会形成少量沉淀,用上清液测定不影响使用。

5.3.2 异辛烷(2,2,4-三甲基戊烷):色谱纯,见附录 A 的第 A.2 章。

5.3.3 硫酸氢钠。

5.3.4 内标储备液:仅用于丁酸或己酸测定。称取大约 250 mg(精确至 0.1 mg)戊酸甲酯于 50 mL 容量瓶中,用异辛烷(5.3.2)溶解并稀释至刻度。

5.3.5 内标参比液:仅用于丁酸或己酸测定。取 10 mL 储备液(5.3.4)于 100 mL 容量瓶中,用异辛烷

5.6.2.3 向溶液中加入约 1 g 硫酸氢钠(5.3.3),猛烈振摇,中和氢氧化钾。

5.6.2.4 待盐沉淀后,将含有甲酯的上层溶液倒入 4 mL 玻璃瓶(5.4.4)中,得到的异辛烷溶液中甲酯含量约为 15 mg/mL,并按照以下几种方式注入气相色谱仪:

- a) 直接取一定量注入填充柱(见附录 A 的第 A.5 章);
- b) 先用异辛烷适度稀释再注入毛细管柱(见附录 A 的第 A.6 章);
- c) 对于毛细管柱,特殊情况可使用沸点更低的庚烷稀释。

6 精密度

附录 B 中给出了国际实验室间对 3 种甲酯化法的比对测试数据,因为甲酯制备过程、色谱柱的选择、气相色谱条件及气相色谱仪器对重复性值和再现性值有影响,所以重复性值和再现性值并未计算出。

附录 A
(规范性附录)
主要的分析程序

A.1 三氟化硼的制备

如果必须制备三氟化硼甲醇溶液,过程如下:

警告:操作在通风橱中进行。

在 2 L 烧瓶中加入 1 L 甲醇溶液,称取质量后放在冰水浴中冷却。保持烧瓶在冰水浴中,让钢瓶中的三氟化硼通过玻璃管导入甲醇溶液中。为避免液体回流到气体系统,在玻璃管浸入甲醇溶液之前至移去为止,都应通以三氟化硼气体。气体流速不能太大,不能产生白烟。

该试剂可在冰箱内保存 2 年。

A.2 试剂

为了防止堵塞,毛细管柱的分流口内径应较宽。如堵塞,可加热或用溶剂冲洗清洁。
如果用戊酸甲酯做内标物,可用甲基叔丁醚(0.5 mg/mL ~ 1.0 mg/mL)溶解。

A.8 甲酯的量

如果用内标-气液色谱法定量测定脂肪酸,必须精确称量试样的质量(精确到0.1 mg)。结果将以油脂脂肪酸组分占据油脂的质量分数表示,这与从内标归一化法获得的结果是不一致的。

附录 B (资料性附录)

1995年开展了一项国际合作研究。在这次测试中,有8个实验室参与测定8份不同的游离脂肪酸样品。这个实验的目的是确定制备甲酯的3种方法对于品种不同和游离脂肪酸含量不同的油脂的适用性。表B.1至B.8列出了测试结果,包括各实验室所测主要脂肪酸的最小值、最大值、平均值及标准偏差。

表 B.1 精炼椰子油(游离脂肪酸含量 0.03%)

三氟化硼法(7个实验室)				
脂肪酸甲酯	最小值	最大值	平均值	标准偏差
100.0	99.0	101.0	100.0	0.5

表 B. 1 (续)

酯交换法(7个实验室)				
脂肪酸甲酯	最小值	最大值	平均值	标准偏差
C 6 : 0	0.5	0.7	0.6	0.1
C 8 : 0	6.5	9.3	7.4	0.6
C 10 : 0	5.4	7.1	5.9	0.3
C 12 : 0	45.8	52.0	46.8	0.7
C 14 : 0	16.7	18.6	18.0	0.4
C 16 : 0	6.6	9.5	9.1	0.3
C 18 : 0	1.7	3.0	2.8	0.2
C 18 : 1	4.7	8.0	7.5	0.3
C 18 : 2	1.1	2.2	1.9	0.1
C 20 : 0	0.0	0.1	0.1	0.0
C 20 : 1	0.0	0.1	0.0	0.0
总计	89.1	110.7	100.0	3.1

表 B. 2 精炼大豆油(游离脂肪酸含量 0.06%)

三氟化硼法(7个实验室)				
脂肪酸甲酯	最小值	最大值	平均值	标准偏差
C 14 : 0	0.0	0.1	0.0	0.0
C 16 : 0	10.4	11.0	10.6	0.2
C 16 : 1	0.0	0.1	0.1	0.0
C 17 : 0	0.1	0.2	0.1	0.0
C 18 : 0	3.6	3.9	3.7	0.1
C 18 : 1	20.7	21.0	20.9	0.1
C 18 : 2	54.5	55.7	55.2	0.4
C 18 : 3	7.9	9.0	8.4	0.4

表 B.2 (续)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	8010	8011	8012	8013	8014	8015	8016	8017	8018	8019	8020	8021	8022	8023	8024	8025	8026	8027	8028	8029	8030	8031	8032	8033	8034	8035	8036	8037	8038	8039	8040	8041	8042	8043	8044	8045	8046	8047	8048	8049	8050	8051	8052	8053	8054	8055	8056	8057	8058	8059	8060	8061	8062	8063	8064	8065	8066	8067	8068	8069	8070	8071	8072	8073	8074	8075	8076	8077	8078	8079	8080	8081	8082	8083	8084	8085	8086	8087	8088	8089	8090	8091	8092	8093	8094	8095	8096	8097	8098	8099	80100	80101	80102	80103	80104	80105	80106	80107	80108	80109	80110	80111	80112	80113	80114	80115	80116	80117	80118	80119	80120	80121	80122	80123	80124	80125	80126	80127	80128	80129	80130	80131	80132	80133	80134	80135	80136	80137	80138	80139	80140	80141	80142	80143	80144	80145	80146	80147	80148	80149	80150	80151	80152	80153	80154	80155	80156	80157	80158	80159	80160	80161	80162	80163	80164	80165	80166	80167	80168	80169	80170	80171	80172	80173	80174	80175	80176	80177	80178	80179	80180	80181	80182	80183	80184	80185	80186	80187	80188	80189	80190	80191	80192	80193	80194	80195	80196	80197	80198	80199	80200	80201	80202	80203	80204	80205	80206	80207	80208	80209	80210	80211	80212	80213	80214	80215	80216	80217	80218	80219	80220	80221	80222	80223	80224	80225	80226	80227	80228	80229	80230	80231	80232	80233	80234	80235	80236	80237	80238	80239	80240	80241	80242	80243	80244	80245	80246	80247	80248	80249	80250	80251	80252	80253	80254	80255	80256	80257	80258	80259	80260	80261	80262	80263	80264	80265	80266	80267	80268	80269	80270	80271	80272	80273	80274	80275	80276	80277	80278	80279	80280	80281	80282	80283	80284	80285	80286	80287	80288	80289	80290	80291	80292	80293	80294	80295	80296	80297	80298	80299	80300	80301	80302	80303	80304	80305	80306	80307	80308	80309	80310	80311	80312	80313	80314	80315	80316	80317	80318	80319	80320	80321	80322	80323	80324	80325	80326	80327	80328	80329	80330	80331	80332	80333	80334	80335	80336	80337	80338	80339	80340	80341	80342	80343	80344	80345	80346	80347	80348	80349	80350	80351	80352	80353	80354	80355	80356	80357	80358	80359	80360	80361	80362	80363	80364	80365	80366	80367	80368	80369	80370	80371	80372	80373	80374	80375	80376	80377	80378	80379	80380	80381	80382	80383	80384	80385	80386	80387	80388	80389	80390	80391	80392	80393	80394	80395	80396	80397	80398	80399	80400	80401	80402	80403	80404	80405	80406	80407	80408	80409	80410	80411	80412	80413	80414	80415	80416	80417	80418	80419	80420	80421	80422	80423	80424	80425	80426	80427	80428	80429	80430	80431	80432	80433	80434	80435	80436	80437	80438	80439	80440	80441	80442	80443	80444	80445	80446	80447	80448	80449	80450	80451	80452	80453	80454	80455	80456	80457	80458	80459	80460	80461	80462	80463	80464	80465	80466	80467	80468	80469	80470	80471	80472	80473	80474	80475	80476	80477	80478	80479	80480	80481	80482	80483	80484	80485	80486	80487

表 B.3 (续)

三氟化硼法(7个实验室)				
脂肪酸甲酯	最小值	最大值	平均值	标准偏差
C 18:1	0.1	0.8	0.5	0.3
C 18:2	0.0	0.2	0.1	0.1
C 20:0	0.6	0.7	0.6	0.0
C 22:0	0.3	0.4	0.3	0.1
C 24:0	0.0	0.1	0.1	0.1
总计	96.9	102.4	100.0	1.9
三甲基氢氧化硫(TMSH)法(6个实验室)				
脂肪酸甲酯	最小值	最大值	平均值	标准偏差
C 8:0	0.3	0.9	0.6	0.2
C 10:0	0.4	0.6	0.5	0.1
C 12:0	5.2	7.0	5.7	0.7
C 14:0	3.1	3.3	3.2	0.1
C 16:0	47.8	50.1	49.2	0.8
C 17:0	0.0	1.0	0.3	0.4
C 18:0	37.5	39.2	38.3	0.7
C 18:1	0.2	1.0	0.7	0.3
C 18:2	0.0	0.9	0.3	0.4
C 20:0	0.5	0.7	0.6	0.1
C 22:0	0.3	0.7	0.4	0.2
C 24:0	0.0	0.1	0.0	0.0

表 B. 4 植物原油(游离脂肪酸含量 6.4%)

三氟化硼法(7个实验室)				
脂肪酸甲酯	最小值	最大值	平均值	标准偏差
C 12:0	0.1	0.2	0.1	0.0
C 14:0	1.0	1.1	1.0	0.0
C 16:0	43.3	45.1	43.8	0.6
C 16:1	0.0	0.2	0.1	0.1
C 17:0	0.1	0.1	0.1	0.0
C 18:0	4.5	4.8	4.7	0.1
C 18:1	38.4	39.3	38.9	0.4
C 18:2	9.9	10.8	10.3	0.3
C 18:3	0.2	0.5	0.3	0.1
C 20:0	0.4	0.5	0.4	0.0
C 20:1	0.1	0.2	0.1	0.0

表 B. 4 (续)

酯交换法(8个实验室)				
脂肪酸甲酯	最小值	最大值	平均值	标准偏差
C 17 : 0	0.0	0.2	0.1	0.1
C 18 : 0	4.4	4.9	4.7	0.2
C 18 : 1	38.3	39.6	39.1	0.5
C 18 : 2	9.9	10.8	10.3	0.3
C 18 : 3	0.0	0.5	0.4	0.0
C 20 : 0	0.3	0.5	0.4	0.0
C 20 : 1	0.0	0.2	0.1	0.0
C 22 : 0	0.0	0.1	0.0	0.0

表 B. 5 未经加工的鱼油(游离脂肪酸含量 3.8%)

三氟化硼法(7个实验室)				
脂肪酸甲酯	最小值	最大值	平均值	标准偏差
C 12 : 0	0.0	1.0	0.2	0.4
C 14 : 0	7.0	8.7	7.9	0.6
C 14 : 1	0.0	0.5	0.4	0.2
C 15 : 0	0.0	0.5	0.4	0.2
C 16 : 0	15.9	20.4	18.2	1.6
C 16 : 1	8.2	9.7	8.9	0.5
C 16 : 2	0.0	2.1	0.8	1.1
C 16 : 3	0.0	1.7	0.7	0.9
C 16 : 4	0.0	2.6	1.0	1.3
C 17 : 0	0.0	1.6	0.8	0.6
C 17 : 1	0.0	1.6	0.3	0.6
C 18 : 0	3.3	6.0	4.1	0.9

表 B.5 (续)

三氟化硼法(7个实验室)				
脂肪酸甲酯	最小值	最大值	平均值	标准偏差
C 22:0	0.0	0.8	0.2	0.3
C 22:1	2.1	2.6	2.4	0.2
C 22:2	0.0	0.8	0.2	0.4
C 22:4	0.0	0.8	0.2	0.4
C 22:5	2.2	2.5	2.3	0.1
C 22:6	9.8	10.9	10.4	0.3
C 24:0	0.0	0.3	0.1	0.1
C 24:1	0.0	0.5	0.3	0.3
总计	80.8	123.0	100.0	16.1
三甲基氢氧化硫(TMSH)法(6个实验室)				
脂肪酸甲酯	最小值	最大值	平均值	标准偏差
C 12:0	0.0	0.2	0.1	0.1
C 14:0	7.4	9.6	8.6	0.9
C 14:1	0.0	0.6	0.2	0.2
C 15:0	0.0	0.2	0.4	0.2
C 16:0	16.2	21.5	18.8	1.9
C 16:1	8.5	10.2	9.2	0.6
C 16:2	0.0	1.8	0.8	0.9
C 16:3	0.0	1.8	0.6	0.9
C 16:4	0.0	2.1	0.4	0.9
C 17:0	0.4	1.6	0.9	0.5
C 17:1	0.0	1.2	0.2	0.5
C 18:0	3.6	6.5	4.3	1.1
C 18:1	12.9	14.3	13.6	0.5
C 18:2	1.3	1.7	1.5	0.2
C 18:3	0.6	2.4	1.3	0.8
C 18:4	0.0	2.6	2.0	1.0
C 20:0	0.2	1.9	0.6	0.6
C 20:1	0.0	2.6	1.8	0.9
C 20:2	0.0	0.8	0.2	0.3
C 20:3	0.0	0.8	0.2	0.3

表 B.5 (续)

三甲基氢氧化硫(TMSH)法(6个实验室)				
脂肪酸甲酯	最小值	最大值	平均值	标准偏差
C 22:1	0.0	3.0	1.9	1.1
C 22:2	0.0	2.3	0.7	0.9
C 22:4	0.0	0.3	0.1	0.1
C 22:5	1.9	2.6	2.3	0.3
C 22:6	8.9	11.1	9.9	0.9
C 24:0	0.0	0.3	0.1	0.1
C 24:1	0.0	0.9	0.2	0.4
总计	79.4	127.4	100.0	19.1

酯交换法(8个实验室)				
	最小值	最大值	平均值	标准偏差

表 B.5 (续)

酯交换法(8个实验室)

脂肪酸甲酯	最小值	最大值	平均值	标准偏差
C 22:2	0.0	2.3	0.5	0.8
C 22:4	0.0	0.8	0.3	0.4
C 22:5	1.9	2.6	2.3	0.2
C 22:6	8.9	15.3	10.7	1.9
C 24:0	0.0	0.3	0.0	0.1
C 24:1	0.0	0.8	0.2	0.3
总计	73.7	132.1	100.0	20.6

表 B.6 油和脂肪酸混合物(游离脂肪酸含量 70%)

三氟化硼法(7个实验室)

脂肪酸甲酯	最小值	最大值	平均值	标准偏差
C 6:0	0.2	0.4	0.3	0.1
C 8:0	3.0	3.8	3.5	0.3
C 10:0	2.9	3.3	3.1	0.1
C 12:0	27.3	30.7	28.3	1.2
C 14:0	10.1	11.1	10.5	0.3
C 16:0	20.2	21.3	20.8	0.4
C 16:1	0.0	0.4	0.3	0.1
C 18:0	4.9	5.6	5.3	0.2
C 18:1	18.6	21.1	20.2	0.9
C 18:2	5.9	7.0	6.4	0.4
C 18:3	0.2	0.3	0.2	0.0
C 20:0	0.3	0.4	0.3	0.1
C 20:1	0.2	0.5	0.3	0.1
C 22:0	0.0	0.4	0.2	0.1
C 22:1	0.0	0.4	0.2	0.1
总计	93.9	106.7	100.0	4.6

三甲基氢氧化硫(TMSH)法(5个实验室)

脂肪酸甲酯	最小值	最大值	平均值	标准偏差
C 6:0	0.0	0.6	0.5	0.1
C 8:0	0.3	4.8	4.4	0.4
C 10:0	2.1	3.7	3.5	0.2
C 12:0	10.0	30.2	29.0	0.9
C 14:0	7.7	10.6	10.1	0.4
C 16:0	19.8	26.4	20.5	0.6

表 B.6 (续)

三甲基氢氧化硫(TMSH)法(5个实验室)				
脂肪酸甲酯	最小值	最大值	平均值	标准偏差

表 B.7 (续)

三甲基氢氧化硫(TMSH)法(6个实验室)



表 B.8 可可黃油和奶油混合物(9 : 1)

三氟化硼法(7个实验室)				
脂肪酸甲酯	最小值	最大值	平均值	标准偏差
C 4 : 0	0.0	0.2	0.1	0.1
C 6 : 0	0.1	0.2	0.2	0.1
C 8 : 0	0.1	0.1	0.1	0.0
C 10 : 0	0.2	0.3	0.2	0.1
C 12 : 0	0.3	0.4	0.3	0.0
C 14 : 0	1.1	1.6	1.2	0.2
	0.0	0.1	0.1	0.0

表 B. 8 (续)

三甲基氢氧化硫(TMSH)法(6个实验室)				
脂肪酸甲酯	最小值	最大值	平均值	标准偏差
C 18:2	2.8	5.3	3.5	1.0
C 18:3	0.2	0.5	0.3	0.1
C 20:0	0.9	1.3	1.0	0.2
C 20:1	0.0	0.1	0.1	0.1
C 22:0	0.0	0.3	0.2	0.1
总计	92.3	107.6	100.0	5.8
酯交换法(8个实验室)				
脂肪酸甲酯	最小值	最大值	平均值	标准偏差
C 4:0	0.0	0.4	0.2	0.2
C 6:0	0.1	0.3	0.2	0.1
C 8:0	0.0	0.2	0.1	0.1
C 10:0	0.2	0.4	0.3	0.1
C 12:0	0.3	0.7	0.4	0.1
C 14:0	1.1	1.7	1.2	0.2
C 14:1	0.0	0.2	0.1	0.1
C 15:0	0.0	0.2	0.1	0.1
C 16:0	25.5	27.9	26.4	0.8
C 16:1	0.3	0.7	0.4	0.1
C 17:0	0.0	0.4	0.3	0.1
C 18:0	31.4	33.8	32.9	0.8
C 18:1	32.4	33.5	33.2	0.4
C 18:2	2.7	3.6	2.9	0.3
C 18:3	0.0	0.3	0.2	0.1
C 20:0	0.0	1.1	0.8	0.3
C 20:1	0.0	0.1	0.0	0.0
C 22:0	0.0	0.7	0.2	0.2
总计	93.9	106.4	100.0	4.2

参 考 文 献

- [1] Bannon,Craske *et al.* 1985. *J. Am. Oil Chem. Soc.* ,62:150.
 - [2] Bannon,Craske *et al.* 1987. *J. Am. Oil Chem. Soc.* ,64:1413.
 - [3] Schulte and Weber. 1989. *Fat Sci. Technol.* ,91:181.
-