我国及欧美煎炸食用油法律法规与标准概述

王莉蓉[1], 金青哲[2,3*], 冯国霞[2], 黄健花[2], 王兴国[2,3]

(1. 国家粮食局标准质量中心, 北京 100036; 2. 江南大学食品安全与营养协同创新中心, 无锡 214122;
3. 江南大学食品科学与技术国家重点实验室, 无锡 214122)

摘 要: 本文从煎炸用新油、煎炸过程用油、食品添加剂和废油处理等四个方面, 综述了中国、欧美等国家和地区煎炸食用油的相关法律、法规与标准的历史与现状, 对比研究了其中的主要技术指标及其限量, 为开展相关科学研究及与国际接轨并制订符合我国食品加工实际状况的煎炸食用油国家标准提供参考。

关键词: 煎炸油; 法律; 法规; 标准

Review of laws, regulations and standards of frying oil in China, European countries and America

WANG Li-Rong[1], JIN Qing-Zhe[2,3*], FENG Guo-Xia[2], HUANG Jian-Hua[2], WANG Xing-Guo[2,3]

(1. *Standard Quality Center of State Grain Administration, Beijing* 100036, *China*; 2. *Synergetic Innovation Center of Food Safety and Nutrition, Jiangnan University, Wuxi* 214122, *China*; 3. *State Key Laboratory of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi* 214122, *China*)

ABSTRACT: Laws, regulations and standards on fresh frying oil, frying oil in use, food additives used in frying oil and waste frying oil in China, European countries and America were summarized in this paper. The current situation and history of those laws and standards were reviewed and major technical indicators and limits were compared, aiming at providing references for scientific research and drafting of national standards that line with our actual situation.

KEY WORDS: frying oil; laws; regulations; standards

1 引 言

油炸是食物 5 种基本熟化方法之一, 尽管低脂食品风靡全球, 油炸食品仍为广大消费者所喜爱。在我国, 煎炸广泛应用于食品加工企业、家庭和餐饮业, 煎炸是我国传统烹饪方法之一。据行业人士估计, 我国每年用于煎炸食品的油脂高达百万吨[1]。

煎炸油在反复烹炸过程中, 会发生一系列物理和化学变化, 包括颜色变深、容易起烟等可见现象, 以及氧化、聚合和水解等反应。有些反应形成了食物中受欢迎的风味和色泽; 有些反应则对煎炸油的品质造成不良影响, 必须加以控制。油脂在烹饪过程中首先发生热氧化分解反应形成氢过氧化物, 继而形成醛类, 酮类和链烷类, 这些有害物质包括多环芳烃、杂环胺类和丙烯醛等致癌物和促癌物。本文主要综述了中国、欧盟和美国等国家和地区煎炸食用油的法律法规与标准现状, 旨在为煎炸油国家标准的制订与相关科学研究提供参考。

2 煎炸用新油(fresh frying oils)

世界上大多数国家及机构, 如美国、国际食品法典委员会(CODEX)、中国等均没有发布煎炸用新油(即新鲜煎炸油)的质量标准, 通常, 大多数国家煎炸用新油均执行食用油的卫生指标和质量标准, 有些国家会标明这种用途的油是“煎炸用油(oil for frying)”。只有少数国家考虑到煎炸油

*通讯作者: 金青哲, 博士, 教授, 主要研究方向为油脂化学。E-mail: jqzwuxi@163.com

***Corresponding author:** JIN Qing-Zhe, Doctor, Professor, State Key Laboratory of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China. E-mail: jqzwuxi@163.com

的使用特性，设立了煎炸用新油的法规、标准(表 1)。

至于煎炸用新油的指标和要求，也与植物油基本相同，煎炸油所独有的特征指标则寥寥(表 2)。如欧盟 EC Directive 76/621 仅对煎炸用新油规定一个特征指标，即芥酸含量低于 5%[2]，见表 2。

法国 1973 年规定煎炸用新油的亚麻酸含量不超过 2%，允许合成抗氧化剂 BHA、BHT、没食子酸酯，禁用消泡剂硅化物[4]。但其亚麻酸含量不超过 2%的规定因造成贸易壁垒而备受争议。许多欧盟成员国认为该限量值与食品安全关系不大，多数欧洲国家习惯用菜籽油(或氢化菜籽油)进行煎炸，美国人用大豆油煎炸，这两种油的亚麻酸含量均超过了 2%。

之所以对煎炸用新油的亚麻酸含量设限，是因为亚麻酸在高温煎炸的过程中易于形成降解产物，如丙烯醛[4]、环状脂肪酸[5]。丙烯醛属于 α,β-不饱和醛类，由于高挥发性而分散于煎炸油烟中，是美国环境保护局认定的主要污染物质之一，更是国际癌症研究机构(IARC)认定的 3 类致癌物质之一。丙烯醛可以导致谷胱甘肽的损耗并与蛋白质核酸中半胱氨酸残基形成加合物，从而与蛋白质，多肽与 DNA 交联，具有高细胞毒性[6]。相比于丙烯醛而言，煎炸时油中环状脂肪酸的含量较高，动物实验证明大鼠经摄入含有环状脂肪酸的煎炸油后，则会出现肠胃胀气，胃溃疡和多病灶出血等不良反应[7]。

法国一度将亚麻酸含量作为判定食用植物油是否可用于煎炸新油的主要依据。但 2005 年法国食品安全局(AFFSSA)对煎炸油中的亚麻酸含量与煎炸油使用安全性进行了再评估，认为之前针对亚麻酸的动物实验研究中，多使用长时间加热的含较多亚麻酸的菜籽油或花生油作为样品进行饲喂，而后续研究表明，环状化合物仅在持续加热至 200 ℃或 300 ℃以上的煎炸用油中才达到显著水平[4]。同时法国现有煎炸用油法规已规定了极性物含量，故取消了对亚麻酸的限量规定[6]。

丹麦限制煎炸用新油中的反式脂肪酸含量，最初建议不超过 15% (表 2)，后调整为 10%。尽管该项法令还未被正式写入法规，但许多丹麦企业已在履行。

表 **1**　对煎炸用新油另作规定的国家及法规名称

Table 1　Countries and their regulations of additionally regulated fresh frying oils

国家名称	法规名称
智利	Reglamento sanitario de los alimentos
意大利	Circolare Ministero della Sanità 11 gennaio 1991, n. 1
波兰	Regulation of the minister of health of 25 september 2012 (Journal of Laws of the Republic of Poland- Dziennik Ustaw)
葡萄牙	Portarian. 1135/95, de 15 de Setembro
西班牙	Norma de calidad para los aceites y grasas calentados
法国	La repression des fraudes en ce qui concerne les graisses et les huiles comestibles
南非	Regulations relating to edible oils and fats

表 **2**　欧洲各国对煎炸用新油的规定**(EC Directive 76/621)**[3]

Table 2　Regulations of fresh frying oils in European

	欧盟	奥地利	比利时	丹麦	芬兰	法国	德国	希腊	爱尔兰	意大利	卢森堡	荷兰	葡萄牙	西班牙	瑞典	英国
芥酸%	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
FFA%		0.4														
烟点℃		205														
月桂酸		否														
亚麻酸%			2			2										
油的种类															是	
在用油能否使用															禁止	
反式酸%				15												

注：由于双低菜籽的推广，欧盟煎炸用新油的芥酸含量实际上可在 1%以下。

奥地利规定了煎炸用新油的游离脂肪酸含量(0.4%)和烟点(205 ℃)(表 2)。奥地利食品守则 B30 章进一步限定煎炸用油品种，规定下列油脂不能用于煎炸：主要含中碳链或短碳链脂肪酸的油(目前还不清楚棕榈油是否受限制)、多不饱和脂肪酸型油脂(特别是亚油酸型，因此葵花籽油受限)、动物油脂。橄榄油的游离脂肪酸含量通常较高，按此规定就不能作为合法煎炸油。

我国尚没有制订煎炸用新油的国家标准。建议我国在制定煎炸新油标准时可参考欧盟做法，在考虑煎炸新油本身特点的同时，兼顾植物油特性指标，合理设置煎炸新油相关指标。

3 煎炸过程用油(oil in use)

对于煎炸过程用油，关键是确定其使用终点(废弃点)。

煎炸油的废弃终点原则上可依据于直觉，当油色变暗、变稠，含有残渣，出现刺鼻的味道，煎炸食品的外观和口味变差时，煎炸油就应当废弃。食品外观和口味不好的话，即使没有法律制约，顾客自然也不会购买。但食品质量好坏不能依据于定性描述。基于一些可评价油脂劣变的物理或化学分析方法，制定煎炸油的废弃法规，是非常有必要的。

法律之所以规定煎炸油的使用寿命，是为了顾及公平。如果一种煎炸油可以一直使用到煎炸食品外观和口味劣变，企业因此降低了用油成本而获得竞争优势，但过度使用的煎炸油会危害人体健康，这是不公平的。

煎炸油在持续的高温与氧气的作用下会发生一系列的化学变化，生成氧化产物、酶抑制剂、抗营养因子、致突变剂和致癌物质等。而这些产物的生成量则与加热时间成正相关[8]。将过度使用的煎炸油饲喂实验动物时，实验动物出现包括消化道应激反应，肾脏及肝肿大，生长停滞等不良反应，部分动物死亡[9]。过度使用煎炸油中的环状化合物和聚合物尤其引人关注，毒理研究表明，从煎炸用油中单独提取的环状脂肪酸不会对动物造成不良反应[10]；但也有研究表明，从加热的亚麻籽油和葵花籽油中分离出环状化合物，用其饲喂大鼠，肝脏中酶活性降低[11]。煎炸用油中聚合物可达 10%，用 0.1%、1%和 5%的二聚物饲喂大鼠，发现对其体重增加并没有影响，当饲喂量达到 20%时，大鼠出现腹泻[12]。尽管这些数据有矛盾，也不表明环状化合物和聚合物对人体有明确的毒性，因为试验中饲喂的量比食品中的含量要高得多[13]，但其潜在危害不容忽视。

有研究者调查了世界上 65 个国家关于煎炸油丢弃点的法规现状，实际上予以立法的国家不到 40 个，即使是食品管理非常严格的欧盟，也没有对煎炸过程用油进行立法。欧盟制定的大部分法规目的是为了建立自由市场，如果对煎炸过程用油立法，就会影响自由贸易。尽管如此，已经有 17 个国家对煎炸油的废弃点设立了强制性或推荐性指标，其中 13 个国家设立的指标为强制性，多数是欧盟成员国(见表 3)。

表 3 各国煎炸油废弃点规定及相关指标

Table 3 Regulations and standards of discarded frying oils in different countries

国家	强制性	非强制性
智利	游离脂肪酸≤2.5% 极性化合物≤25% 烟点≤170 ℃	
意大利	极性化合物≤25% 最高煎炸温度 180 ℃	
法国	极性化合物≤25% 最高煎炸温度 180 ℃	
荷兰	二聚及多聚甘油三酯≤16%	
匈牙利	极性化合物≤30%	
波兰	游离脂肪酸≤2.5% 极性化合物≤25%	
葡萄牙	极性化合物≤25% 最高煎炸温度 180 ℃	
西班牙	极性化合物≤25%	
南非	多聚甘油三酯≤16% 极性化合物≤25%	
德国		极性化合物≤25% 酸价≤2.0 mg KOH/g 氧化脂肪酸 OFA≤0.7% 烟点≤170 ℃ 最高煎炸温度 170 ℃
奥地利		酸价≤2.6 mg KOH/g 氧化脂肪酸 OFA≤1% 烟点≤170℃ 极性化合物≤27% 最高煎炸温度 180 ℃
芬兰*	游离脂肪酸≤2.0% 烟点≤180 ℃	
英国	最高煎炸温度 190 ℃ 极性化合物≤25%	
比利时*	游离脂肪酸≤2.5% 烟点≤170 ℃ 二聚甘油三酯≤10% 粘度≤27 mpa.s	
日本	极性化合物≤25%	酸价≤2.0 mg KOH/g 烟点≤170 ℃ 极性化合物≤27%
澳大利亚*		游离脂肪酸≤2.5% OFA≤1% 烟点≤170 ℃
巴西		游离脂肪酸≤0.9% 极性化合物≤25%

*参考台湾卫生福利部[14]。

由表 3 可见，一些国家规定了最高煎炸温度。英国对煎炸油的使用终点没有规定，仅建议最适煎炸温度为 190 ℃，而大部分欧盟成员国不允许这样高的温度。法国特别规定高稳定性油脂可在 200 ℃使用。奥地利允许最高煎炸温度为 180 ℃，然而烟点却设在 170 ℃，在油持续冒烟情况下进行煎炸，这存在明显的不合理性。

煎炸过程中油发生水解、氧化、聚合等一系列化学反应，会生成游离脂肪酸、过氧化物、醛酮类、环状物及聚合物等，这些物质都属于极性化合物，图 1 指出了煎炸过程中各种物质含量随煎炸时间的变化情况[15]。

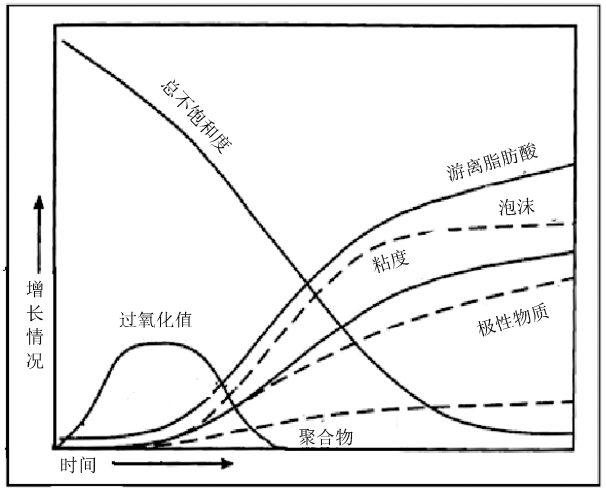

图 1　煎炸过程中各种物质含量随煎炸时间的变化[15]

Fig. 1　Changes of components with frying time during frying[15]

可以看出，初级氧化产物不稳定，随煎炸时间延长降解成挥发性和非挥发性产物[16]。挥发性降解产物对煎炸油及煎炸食品的风味有很大影响，但可在加热条件下不断挥发而在油中极少残留，仅以 ppm 计[17]。而二聚及多聚甘油三酯等非挥发性降解产物则残留于油中，它们都属于极性化合物[18]。

从图 1 可见，极性化合物的含量显著高于二聚及多聚物含量，且其含量随时间推移几乎呈线性上升，因此，极性化合物可作为全面反映煎炸油的质量变指标。在所有立法国家中，许多国家将极性化合物作为判断煎炸油废弃点的指标之一。由此可见，极性化合物是监测煎炸用油质量的公认化学指标。

游离脂肪酸可以作为煎炸用油质量变化的监控指标之一，但其易受到油种品类及煎炸条件的影响，故不宜单独作为判断煎炸用油废弃点[15]。Diop 等[19]研究成果已证实这一观点。

德国和奥地利还限定了不溶于石油醚的氧化脂肪酸(oxidised fatty acids，OFA)含量。氧化脂肪酸也是极性化合物中的一类。

尽管较多国家根据极性物质含量判定煎炸油的使用终点，但各国对其限量值尚未达成共识，究其原因之一是极性物质的测量方法不尽相同。柱层析法是世界公认的检测煎炸油中极性化合物的方法，如 AOCS cd 20-91[20]，ISO 8420[21]或 GB 5009.202[22]。

目前在我国，植物油和植物调和油都可以用于煎炸，且 GB 7102.1《食用植物油煎炸过程中的卫生标准》规定植物油在煎炸过程中应符合酸价≤5 mg KOH/g，羰基价≤50 meq/kg，极性组分≤27%[23]。GB 7102.1 目前正在修订之中，2013 年 12 月 6 日国卫办食品函(2013)452 号将“煎炸过程中的食用植物油”纳入食品安全国家标准《食用植物油》(GB 2716，征求意见稿)[24]，并取消了羰基价。

4　食品添加剂(food additives)

煎炸食用油中允许使用的食品添加剂不多，一般情况下，抗氧化剂、消泡剂、过滤助剂是允许使用的，煎炸用起酥油还允许使用色素，但各国对这些食品添加剂的使用自有规范。表 4 列出了欧洲允许在煎炸油中使用的食品添加剂。

出于国际贸易的考虑，各国立法时会重点关注 TBHQ。TBHQ 的使用存在差异，EC Directive 95/2/EC 规定欧盟禁用 TBHQ，但美国和其他一些国家允许使用，Codex 网站显示允许 200 ppm，而 Codex standard 19-1981 只允许 120 ppm。表 4 中 CCFAC 数据是 2000 年 3 月 Codex 食品添加剂和污染物会议提出的。

我国没有专用的煎炸油产品，煎炸用油中食品添加剂的使用与食用油一样，受 GB 2760-2011《食品添加剂使用标准》的制约，并无特殊规定，见表 5。

需要说明，GB 2760 规定食用油不得添加色素、消泡剂，但煎炸过程中的植物油允许用“硅酸镁”过滤[26]。

5　废弃煎炸油(waste oils)

废弃煎炸油(老油)的处理涉及食品安全问题，因此各国政府相当重视。如西班牙、卢森堡、法国及荷兰等国均在本国法规中明确禁止使用废弃煎炸油作为煎炸新油的原料，比利时也有相应规定。只有英国允许废油回收作为动物饲料，欧盟则从 2004 起禁止其用于饲料[27]。

我国则将煎炸废弃油列为地沟油进行管理。

废油的处理还涉及环境问题，例如，固体油脂的随意排放会导致废水管道的堵塞。

近年来，随着环保意识的提升和科技的不断进步，用废弃煎炸油制得生物柴油成为时尚。据报道，荷兰皇家航空公司于 2012 年首度启用废弃油脂提炼的生物燃料执飞。

表 4 煎炸油允许使用的添加剂(单位 mg/kg)[25]
Table 4 Allowed additives in frying oils

法规	添加剂	分类	2000 Codex CCFAC	欧盟
E900	二甲基硅聚氧烷(DMPS)	消泡剂		10
E310,311,312	没食子酸酯	抗氧化剂	100	200
E320	丁基羟基茴香醚(BHA)	抗氧化剂	200	200
E321	二叔丁基对甲酚(BHT)	抗氧化剂	75	100
E319	特丁基对苯二酚(TBHQ)	抗氧化剂	ban (120 ppm)	ban
E306,307,308,309	生育酚	抗氧化剂	GMP	QS
E304	抗坏血酸酯	抗氧化剂	500	QS
	一般动植物油，色素	色素		no
E160b	固体脂，胭脂红	色素	20	10
E160a	固体脂，胡萝卜素	色素	GMP	QS
E100	固体脂，姜黄素	色素	GMP	QS

表 5 我国食用油允许使用的食品添加剂(单位 g/kg)[26]
Table 5 Allowed oil additives in China

名称	类型	用量
丙二醇脂肪酸酯	抗氧化剂	≤10.0
茶多酚	抗氧化剂	≤0.4
BHA	抗氧化剂	≤0.2
BHT	抗氧化剂	≤0.2
甘草抗氧物	抗氧化剂	≤0.2
聚甘油脂肪酸酯	稳定剂	≤10.0
抗坏血酸棕榈酸酯	抗氧化剂	≤0.2
硫代二丙酸二月桂酯	抗氧化剂	≤0.2
没食子酸丙酯(PG)	抗氧化剂	≤0.1
迷迭香提取物	抗氧化剂	≤0.7
羟基硬脂精	抗氧化剂	≤0.5
TBHQ	抗氧化剂	≤0.2
VE	抗氧化剂	按生产需要适量
植酸(钠)	抗氧化剂	≤0.2
竹叶抗氧化物	抗氧化剂	≤0.5

6 结 论

在食物煎炸过程中，当食物未发生明显变化时，煎炸油已经历多种期望和非期望的物理、化学变化，同时，煎炸油也渗入食物成为其组成成分，从而影响食物的品质和营养价值。为规范煎炸油的使用，各国政府制定了各种法律、法规与标准，对煎炸用油进行科学管理。积极开展相关科学研究，及时制订与国际接轨且符合我国食品加工实际状况的煎炸食用油标准，有利于保障消费者健康，促进食品工业健康发展。

参考文献

[1] 李党国. 方便面煎炸油品质改良的研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2008.
Li DG. Study on quality improvement of instant noodle frying oil [D].

Fuzhou: Fujian Agriculture and Forestry University, 2008.

[2] Alinorm 99/17 Codex Alimentarius Commission [S]

[3] EC. 1976. Council Directive 76/621/EEC Official Journal L 202, 28.07 [Z]. 1976: 35–37

[4] Yasushi E, Chieko H, Takashi Y, *et al*. Linolenic acid as the main source of acrolein formed during heating of vegetable oils [J]. J Am Oil Chem Soc, 2013, 90: 959–964.

[5] Choe E, Min DB. Chemistry of deep-fat frying oils [J]. J Food Sci, 2007, 72: 77–86.

[6] Klaus A, Susan N, Richard P, *et al*. Toxicology and risk assessment of acrolein in food [J]. Mol Nutr Food Res, 2011, 55: 1277–1290

[7] AFFSA, de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à la modification du critère de distinction entre les huiles végétales pour « assaisonnement » et pour « friture et assaisonnement» fondé sur la teneur en acide alpha-linolénique [EB/OL]. http://www.afssa.fr/Documents/AAAT2004sa0412.pdf, 2005.

[8] Billek G. Heated oils-chemistry and nutritional aspects [J]. Nutr Metab, 1979, 24: 200-210.

[9] Chang SS, Peterson RJ, Ho CH. Chemical reactions involved in the deep-fat frying of food [J]. J Am Oil Chem Soc, 1978, 55: 718–727.

[10] Iwaoka WT, Perkins EG. Metabolism and lipogenic effects of the cyclic monomers of linolenate in the rat [J]. J Am Oil Chem Socy, 1978, 55: 734–738.

[11] Lamboni C, Sebedio JL, Perkins EG. Cyclic fatty acid monomers from dietary heated fats affect rat enzyme liver activity [J]. Lipids, 1998, 33: 675–691.

[12] Perkins EG, Taubold R. Nutritional and metabolic studies of noncyclic dimeric fatty acid methyl esters in the rat [J]. J Am Oil Chem Soc, 1978, 55: 632–634.

[13] Mahungu SM, Artz WE, Perkins EG. Oxidation products and metabolic processes. Frying of Fooded [M]. Boskou D and Elmadfa I, Technomic, 1999.

[14] 台湾卫生福利部. 油炸油安全管理简易手册[M]. 台湾, 2011.
Taiwan Ministry of Health and Welfare. Simple manual for safety management of deep fried oil [M], Taiwan, 2011.

[15] Shahidi F. Bailey's industrial oil and fat products (Sixth Edition) [M]. Newyork: AOCS Publishing, 2007.

[16] Melton SL, Sajida J, Danielle S, *et al*. Review of stability measurements for frying oils and fried food flavor [J]. J Am Oil Chem Soc, 1994, 71:1301–1308.

[17] Paradis AJ, Nawar WW. A gas-chromatographic method for the assessment of used frying Oils: comparison with other methods [J]. J Am Oil Chem Soc, 1981, 48: 635–638.

[18] DGF. Recommendations for used frying oils and fats [EB/OL]. http://www.dgfett.de/material/recomm.php, 2013.

[19] Diop A, Sarr SO, Ndao S, *et al*. Effect of deep-fat frying on chemical properties of edible vegetable oils used by senegalese households [J]. J Food Agric Environ, 2014, 14: 9418–9438.

[20] AOCS. Determination of polar compounds in frying fats [S]. AOCS Official Method Cd20-91. American Oil Chemists' Society, IL, USA, 1997.

[21] ISO. Animal and vegetable fats and oils-deter-monation of content of polar compounds [S]. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 2002.

[22] GB 5009.202-2003 食用植物油煎炸过程中的极性组分(PC)的测定[S].
GB 5009.202-2003 Determination of polar compounds in edible vegetable oils used in frying food [S]

[23] GB 7102.1 《食用植物油煎炸过程中的卫生标准》[S]
GB 7102.1 Hygienic standard for edible vegetable oils used in frying food [S]

[24] GB2716 《食用植物油》(征求意见稿)[S]
GB 2716 Edible vegetable oil (The draft) [S]

[25] Codex committee on food additives and contaminants: codex general standard for food additives. Belgium: Article 1 of royal order of 3rd January 1975 defines it as harmful foods or food stuffs prepared from raw materials unfit for human consumption [Z].

[26] GB 2760-201 食品安全国家标准 食品添加剂使用标准[S]
GB 2760-201 Food safety national standards. Use standard of food additive [S]

[27] Rossell J. Frying: improving quality [M]. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd., 2001.

(责任编辑：白洪健)

作者简介

王莉蓉，高级工程师，主要研究方向为食品法律法规和标准。
E-mail: wanglr@chinagrain.gov.cn

金青哲，博士，教授，主要研究方向为油脂化学。
E-mail: jqzwuxi@163.com