

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2021.03.014

王苑力, 栾霞, 海雪茹, 等. 功能性油脂在军队膳食中的应用[J]. 粮油食品科技, 2021, 29(3): 104-110.

WANG Y L, LUAN X, HAI X R, et al. The application of functional grease in the army diet[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2021, 29(3): 104-110.

功能性油脂在军队膳食中的应用

王苑力², 栾霞¹✉, 海雪茹², 区博孟²

(1. 国家粮食和物资储备局科学研究院, 北京 100037;

2. 广州福汇食品科技有限公司, 广东 广州 511400)

摘要: 全面建设现代后勤是新世纪新阶段军队后勤的重大战略任务, 也是推进国防和军队现代化建设的重要保证。针对当前军队膳食结构中存在的油脂摄入问题, 以专供军队食堂使用的战士营养油 (Soldier special provision nutritional oil, SSPNO) 为研究目标, 探究各种功能性油脂的性质及应用至军队膳食中的可行性, 为此类产品的设计和开发提供思路, 也为进一步强化军人身体素质 and 战斗力提供保障。

关键词: 功能性油脂; 中链甘油三酯 (MCT); 姜油; 军队膳食; 战士营养油 (SSPNO)

中图分类号: TS201.4; R821.6 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2021)03-0104-07

The Application of Functional Grease in the Army Diet

WANG Yuan-li², LUAN Xia¹✉, HAI Xue-ru², OU Bo-meng²

(1. Academy of National Food and Strategic Reserves Administration, Beijing 100037, China;

2. Guangzhou Food & Health Technology Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 511400, China)

Abstract: The comprehensive construction of modern logistics is a major strategic task of military logistics in the new century and a major guarantee to promote the modernization of national defense and military construction. Focusing on the problem of oil intake in the current military dietary structure, this paper take the Soldier special provision nutritional oil (SSPNO) canteens as the research target to explore the properties of various functional grease and the feasibility of applying them to army diets, so as to provide ideas for the design and development of such products, and also provide guarantees for further strengthening the physical quality and combat effectiveness of soldiers.

Key words: functional grease; medium-chain triglyceride; ginger essential oil; army diet; soldier special provision nutritional oil

随着国际形势日新月异的发展和高新技术在军事领域的运用, 现代战争的形态和模式与以往

相比均发生了深刻的变化, 对军人的身体素质、作战能力、应变能力等都具备了新的要求, 因此针对军人的实际需求而定制科学营养的膳食补充是军事医学领域研究的热点, 也是有可能决定战争走向的重要因素。自海湾战争以后, 美国等发达国家就针对不同的兵种和作战区域, 开展了有针对性的营养补充规划, 以期增强军队战斗力, 而美国记者更是将军粮列为“打败萨达姆的十大

收稿日期: 2020-12-30

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项 (ZX1910)

Supported by: Fundamental Research Funds of non-profit Central Institutes(No.ZX1910)

作者简介: 王苑力, 男, 1994 年出生, 硕士, 研究方向为油脂加工技术。E-mail: Baroni@foxmail.com.

通讯作者: 栾霞, 女, 1963 年出生, 副研究员, 研究方向为油脂化学与油脂加工技术。E-mail: lx@ags.ac.cn.

武器”之一^[1]，由此可见营养保障系统对军队发展和作战方面的积极作用。我国在改革开放以后对军队伙食标准前后进行了 20 多次调整，目前已初步实现了部队伙食从“吃饱型”到“营养型”的转变，但面对复杂多变的国际环境，我军的膳食设置还应向“功能型”方向发展，即针对不同的环境及不同的兵种，科学添加具有特殊功效的营养元素，不仅满足我军作战人员的营养需求，还能在短时间内调节身体机能，提高其作战能力，增强应变能力，满足战场饮食保障。油脂作为六大营养素之一，在日常生活中主要通过摄入食用油来补充，食用油在烹饪过程中，既能强化食物的香味和口感，又能促进 VE 等脂溶性维生素的吸收，在维持人体正常生理活动中起着不可或缺的作用^[2]。保证充分且合理的油脂摄入，进而维持部队官兵充沛的体能素质和良好的战斗素养，在军队现代化建设中具有重要的意义。

1 军队食堂油脂现状

近年来，在党中央和中央军委的要求下，我军后勤与军需等相关部门密切配合，先后对军队给养供应标准（包括军人营养素供给量标准、军人食物定量标准和伙食费标准）进行了一系列的调整和完善^[3]，现行的伙食费标准已达到一般地区一类灶标准，较改革开放初期相比有了巨大的提升，但在营养素摄入方面仍然存在一定的不足：目前针对各个军种人员膳食的相关调查发现存在摄入不均衡的现状，尤其是油脂普遍摄入过多。邓玲萍^[4]对某军校学员的膳食结构、营养素摄入情况等展开调查，发现一、三年级调查对象的脂肪摄入严重超标，建议减少食用油的使用量；高蔚娜等^[5]对基层部队特种兵的调查显示每天人均食用油摄入量达到 117.40 g，远大于军标中一类灶的 50.00 g^[6-7]；刘家建等^[8]以火箭军某部为调查对象，采用称量法进行膳食调查，结果发现植物油摄入量为军标的 220.2%；吴为伟等^[9]和虞立霞等^[10]分别监测了部分海军航空兵和舰艇官兵的营养状况，结果发现海军航空兵某部的植物油摄入是标准量的 126.1%，水面舰艇部队官兵某部的植物油摄入为每人 105.5 g/d，是军标中二类灶定量的 175.8%，能量来源中脂肪供能比例偏高，

达到 49%；而刘剑英等^[11]则针对四个兵种的基层官兵进行了营养“知识、态度、行为”（KAP）教育干预，达到了干预后油脂类摄入量显著降低的效果。本文以军队食堂食用油为研究目标，以目前存在的油脂摄入问题为切入点，探究功能性油脂对军人的日常训练和执行任务中所起的积极作用，从而选取合适的油种参与调配，开发专供军队食堂使用的战士营养油（Soldier special provision nutritional oil, SSPNO）产品，以期探求军队膳食从营养型转变为功能型的可行性，为膳食保障现代化提供参考。

2 功能性油脂

2.1 中链甘油三酯

中链甘油三酯（Medium-chain triglyceride, MCT）是指甘油骨架上连接了三条中链脂肪酸（Medium chain fatty acid, MCFA）的甘三酯。脂肪酸主要根据碳链的长度分为长链（ $C > 12$ ）、中链（ $12 \geq C \geq 6$ ）和短链（ $C < 6$ ）三种，其中长链脂肪酸（Long chain fatty acid, LCFA）最为常见，普通食用油甘三酯中大多数含有的都是长链脂肪酸，即长链甘三酯（Long-chain triglyceride, LCT），而 MCT 在自然界中仅存在于动物母乳脂肪、椰子油、棕榈仁油^[12]，用作食品时则主要从上述物质中提取得来，或者利用化学法、酯交换法等油脂改性技术加工而成。从天然物质中提取的 MCT 具有来源可靠、安全性高等优点，但缺点是天然物质中本身含有的 MCT 较少，提取得率较低，并且产物中主要是月桂酸^[13-14]；而改性油脂中含有的主要是辛酸和癸酸，得率也较为可观，但缺点是成本过高、反应条件难以控制，并且可能会使用化学催化剂，容易引发消费者对健康问题的担忧。

MCT 在进入人体后首先是三位酯键的全部分解，得到的 MCFA 直接通过门静脉而到达肝脏，在需要时产生能量，不需经过其他的器官和组织，也不需要肉毒碱等载体的转运，这与 LCT 在人体中先分解 1,3 位酯键，形成胆汁酸微团，再重新酯化后以乳糜微粒的形式通过载体转运到达肝脏和其他外周组织中，储存的代谢路径完全不同^[15]，这就使得 MCT 具备了迅速供能、抵抗疲劳和不造

成脂肪堆积的特殊功效,目前已应用至许多功能性食品中^[16];在医学领域,MCT也被证实能减少血清胆固醇和肝胆固醇量^[17],动物实验也表明,MCFA能够增加机体能量消耗,进而作用于中枢增加交感神经系统的活性,导致相关酶的表达增加,加速体内脂肪动员,促进脂肪分解,减轻肥胖小鼠的体重^[18];此外MCT还益于人体的免疫系统,利于氮平衡,具有防治疾病的功效^[19];从实用性上来说,MCT呈无色透明状,粘度只有普通植物油的一半,在经过长时间煎炸后粘度也只略有变化,并且由于其分子量较小,在高温加热时产生的油烟非常轻微,并不像一般油烟那样浓重,在抗氧化性能上,MCT与普通油脂相比还具有非常好的氧化稳定性,在储存过程中也无需加入抗氧化剂^[20]。因此将MCT用至军队食堂的烹饪用油中,一方面不会因产生大量油烟而对人体造成损伤,另一方面又能使得菜肴口感较为清爽不油腻,更重要的是,其具有的特殊功效对战士身体素质的提高和免疫力的完善起到积极作用,短时间内快速供应能量则可以缓解战士在日常训练和参加演习等军事行动时带来的疲劳感,达到能量的高效利用,对保证并强化战士的正常生理活动具有十分深远的意义,应用前景广阔。

2.2 姜油

作为一种广泛使用的香料,生姜在我国南部、东南部、西南部均有栽培,其去腥效果十分明显,在中式菜系中具有举足轻重的地位。姜酚(Gingerol)是生姜中辛辣味道的主要来源,同时也是具有生物活性的一类物质,大约占生姜干重的2%~3%。从结构上看,姜酚是由含有 β -羟基酮结构的烷基链同系物组成的酚类化合物,分为单芳环和双芳环庚烷两大类,单芳环姜酚包括6-姜酚、8-姜酚、10-姜酚、12-姜酚等^[21],其中6-姜酚含量最多,生物活性也最强,是姜酚的代表物质,而双芳环庚烷类姜酚与单芳环的结构差异主要体现在芳环取代基的不同。作为卫生部首批公布的药食兼用植物资源,生姜有着悠久的食用传统,随着现代医学和食品科技技术的飞速发展,生姜的食用方式也开始不局限于直接加入食材,利用特殊提取工艺开发出的姜油产品也逐渐进入市场,在医药、食品和香料工业中均获得了较好的发展。这类姜油

通常采用蒸汽蒸馏、溶剂浸提、超临界CO₂萃取等方法制得,不仅含有生姜原有的特殊香味,其中姜酚等生物活性成分也得到了很好的保留。

大量的国内外研究证实,姜酚具有十分显著的抑菌消炎的作用。环氧化酶(Cyclooxygenase, COX)与人体炎症的发生息息相关,其中COX-2是目前公认的一个引起炎症的靶点,不仅参与炎症反应,过度表达还能够引起多种上皮性肿瘤的发生^[22],是很多消炎药品作用的靶分子之一,而核因子- κ B(Nuclear factor kappa β , NF- κ B)则可以调节COX-2的水平。Larisa等^[23]的研究结果证实,50 μ M的6-姜酚能够上调蛋白激酶磷酸酶-5(Mitogen-activated protein kinase phosphatase-5, MKP5)的水平,从而降低促炎因子的表达,起到抑制炎症发生的消炎作用;刘伟等^[24]的研究结果表明,姜酚能够抑制金黄色葡萄球菌、枯草芽孢杆菌、大肠杆菌、痢疾志贺氏菌、酿酒酵母和黑曲霉菌等微生物的生长;体外实验也证实,姜酚能够抑制凝血酶原激酶诱导的血小板聚集,从而起到较强的抗凝血作用^[25];姜酚的抗氧化能力也优于VE、没食子酸丙酯、丁基羟基茴香醚和二丁基羟基甲苯等食品工业中常用的抗氧化剂,也能明显清除生物体中羟基自由基和超氧自由基,降低肝脑组织中的脂质过氧化物^[26];此外姜酚还能起到预防和治疗老年痴呆症,防止胃粘膜损伤,止呕等作用。将姜油应用至SSPNO中,一方面可以代替生姜起到为食材去腥的作用,另一方面,其中所含有的姜酚等物质能够对身体产生积极影响,尤其是东部、南部战区等沿海地区的海防部队、驻扎在湿热环境下的陆军及其他军种部队,由于环境原因很容易出现湿疹、伤口感染等炎症,而姜酚出色的杀菌抗炎效果则可以起到有效的预防和治疗作用。

2.3 n-3 与 n-6 脂肪酸

n-3系多不饱和脂肪酸(n-3 Polyunsaturated fatty acids, n-3 PUFAs)是指脂肪酸结构上包含有多个双键,且第一个双键位于碳链甲基端第三位的不饱和脂肪酸,也被称为 Ω 3多不饱和脂肪酸或 ω 3多不饱和脂肪酸^[27],主要包括 α -亚麻酸(ALA)、二十碳五烯酸(EPA)、二十二碳六烯酸(DHA)和二十二碳五烯酸(DPA)。其中

ALA 主要来源于油菜籽、亚麻籽、芥末籽、大豆与核桃仁及其种子油中, EPA 和 DHA 主要来源于鱼类和一些海产品, DPA 则在海洋哺乳动物(如海狗)的油脂中含量丰富。针对我国人群摄入脂肪酸的调查报告来看, 城市居民膳食中约 70% 的 n-3 PUFAs 来源于食用油^[28], 且 ALA 在人体内不能直接合成, 属于必须要通过外界摄取获得的人体必需脂肪酸之一, 还是 EPA 和 DHA 的合成前体, 因此通过食用油来补充 n-3 PUFAs 是最重要的途径。研究表明, n-3 PUFAs 能降低人体心血管疾病发病率, 降低糖尿病患者血清低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)和甘油三酯(TG)水平, 在促进大脑和神经系统发育等方面也发挥着至关重要的作用。而 DHA 在人体视网膜中含量非常丰富, 视网膜甚至可以在人体缺乏 n-3 PUFAs 的情况下储存和回收 DHA^[29]; 此外 DHA 和 EPA 代谢产生的 resolvins 和 protectins 两类化合物还具有很强的抗炎功效^[30]。

在必需脂肪酸中, 亚油酸(LA)也需要人体从外界摄取获得, 在各种食用油中较为常见, 属于 n-6 系多不饱和脂肪酸(n-6 Polyunsaturated fatty acids, n-6 PUFAs)。n-6 和 n-3 PUFAs 在哺乳动物细胞内不能相互转化, 因此在日常膳食中平衡 n-6/n-3 PUFAs 比例至关重要。不同的国家和地区推荐的 n-6/n-3 PUFAs 最佳摄入比例有所不同, 但公认的是较高比例不利于人体, 容易引发疾病, 而较低的比例则益于健康, 对抗癌也能起到积极效果。2000 年中国营养学会结合我国居民膳食构成及脂肪酸摄入的实际情况, 提出 n-6/n-3 PUFAs 适宜比值为(4~6):1^[31], 相关研究也表明在心血管疾病的二级预防中, 4:1 的 n-6/n-3 PUFAs 能使死亡率降低 70%, 因此该比例可能是适合国人体的最佳比例, 然而目前人类饮食中 n-6/n-3 PUFAs 比例已经高达(10~30):1, 远远超出建议量^[32]。因此在 SSPNO 中有针对性地添加富含 n-3 PUFAs 的低芥酸菜籽油、亚麻籽油等, 也在正餐中增加深海鱼类等食品辅助补充 DHA 和 EPA, 使得摄入油脂中两类脂肪酸的比例符合健康要求, 对部队官兵身体素质及神经功能的提高具有很大益处。

2.4 优质植物油

为满足军人高标准的膳食需求, 军用食品尤其是食用油脂方面均需做到安全且优质。越来越多针对摄入油脂种类与身体机能关系的研究表明, 人体不适宜长时间摄入单一油脂, 这样容易导致体内某些脂肪酸摄入过多而另一类脂肪酸长期缺乏, 因此经常轮换吃油或者使用合理调配的调和油才能够做到脂肪酸的摄入均衡, 保障身体健康。对于军队食堂来说, 军需和后勤相关部门采购食用油可能需要经过公开招标、公示、签订合同等一系列步骤, 短期内频繁采购不同品类的食用油不仅流程繁琐, 在一定程度上还是对人力资源的浪费。因此满足军用相关标准, 营养均衡且具备特殊生理功效的调和油则成为了 SSPNO 的首选。

除了上述提到的几种功能性油脂外, 另一些较为常见且优质的植物油如山茶油、米糠油、红花籽油等, 均可作为营养油的良好基油。山茶油又称茶油、茶籽油, 油茶籽油, 是从油茶种子中提取来的一种植物脂肪油, 有两千多年的使用历史, 是我国最古老的木本食用植物油之一。山茶油与其他植物油最大的不同之处在于它含有山茶甙、山茶皂甙、茶多酚等生物活性物质, 其中山茶甙有强心作用, 山茶皂甙有溶血栓作用, 而茶多酚则可以降低胆固醇, 预防肿瘤抵抗癌症, 因此山茶油被称为中国的“长寿油”^[33]。与西方国家主推的橄榄油相比, 山茶油中的不皂化物含量很少, 更易于人体消化吸收, 此外山茶油的不饱和脂肪酸含量可达 90% 以上, 还具有改善血液循环, 护肝和调节免疫功能等功效^[34]。

米糠油来自于大米加工过程中的副产物米糠, 又被称为稻米油。米糠油是典型的油酸-亚油酸型油脂, 两种脂肪酸的比例约为 1.1:1, 是世界卫生组织(WHO)推荐的黄金比例^[35]。米糠油中含有丰富的甾醇类、 γ -谷维素、生育酚类和角鲨烯等活性物质, 其中 γ -谷维素是米糠油独有的成分, 具有抗氧化, 抗高血脂和抑制自体合成胆固醇的作用, 对肠胃神经官能症还能起到调节改善的功效^[36-37]。米糠油在日本备受欢迎, 已经成为大部分学校的指定用油, 近年来在国内市场也渐受重视, 其具备的价格适中, 营养全面等特点

使其成为许多消费者家庭健康用油的首选。

红花籽油来自于传统植物红花的种子，与深海鱼油、玉米胚芽油同为 WHO、联合国粮农组织（FAO）和世界红花大会（TISC）联合推荐的 3 种健康油脂之一^[38]，在日常食用油、保健品和医药等领域均有良好的应用。红花具有悠久的历史，从汉代起就已经被栽培和药用^[39]，红花籽油中含有大量的不饱和脂肪酸，其中 LA 含量尤为突出，约占 73%~85%，被称为“亚油酸之王”^[40]；VE 平均含量也高达 600~800 mg/100 g，被誉为“维生素 E 之冠”；此外还含有黄酮类物质、β-胡萝卜素和钙、镁、铁、锰、锌等有益金属元素，营养价值十分丰富^[41]。研究证实，红花籽油对人体无毒副作用，具有明显的抗氧化、抗炎、增强细胞代谢、延缓衰老、降低血清胆固醇和防止动脉粥样硬化等功效，是目前公认的健康油脂。将红花籽油添加至战士日常摄入中，能够进一步增强免疫力和身体素质，提高身体机能，为广大官兵正常的生理活动提供坚实保障。

2.5 生物活性物质

我国是一个海陆兼备的国家，具有幅员辽阔且地域差异显著的特点，在不同地区驻守和执行任务的官兵要充分考虑地理特征、气候环境等条件对身体机能的影响；另一方面，随着军事科技的不断发展，未来战争中军人要面对的不仅仅是恶劣的气候，甚至还有核武器、生化武器等极端威胁，可见针对不同驻防地区以及不同作战环境所设计的 SSPNO 配方更应具有鲜明的功能特性。例如以西藏和新疆为代表的西部战区远离海洋，多为高原，具有光照强、昼夜温差大等特点，可在配方中添加抗高原反应、缺氧和抗紫外线的生物活性物质，如已被证实具有良好功效的番茄红素、香菇多糖及从红景天、黄秋葵、冬虫夏草中提取的活性成分等^[42-44]；北部战区气候寒冷且常伴大风，可添加具有抗寒功效的人参提取物等^[45]；而东南部战区以海洋、平原和丘陵为主，温度较高且湿润多雨，可添加具有清热防暑、抗菌消炎功效的物质及满足舰艇官兵出海需求的维生素和微量元素等；此外，对于防化部队和火箭军相关部队等可能受到辐射影响的军种，可添加 VC、β-胡萝卜素、植物中的黄酮类物质、桔梗中的皂苷

和大豆皂苷等作为强化剂来起到抗辐射的作用^[46]。

3 结果与讨论

以提升战士身体素质、作战能力、应变能力为目标，充分考虑不同环境下战士的营养需求，提出的 SSPNO 配方建议为：低芥酸菜籽油 40%~60%，米糠油 20%~30%，山茶油 10%~15%，MCT 8%~15%，红花籽油 5%~15%，姜油 2%~5%，满足调配后 n-6 / n-3 PUFAs 比值为 (4~6) : 1，并根据不同的驻训和作战环境添加对应的生物活性物质。在现行标准中规定军人产生能量的脂肪应占总能量的 20%~30%，但在低温、高原和辐照环境中，均需增加日膳食供给量中粮食和食用油的供应量来提高热量^[47]。因此在投入实际应用时，配方各要素含量及在膳食中的供应量还应根据部队性质、采购预算、执行任务类型及食用油相关标准等因素来决定。

人民军队是我国最重要的国防力量，在维护国家统一、保卫国家安全方面发挥着无可替代的作用。随着新时代国际形势风云变幻和科技力量的迅速崛起，现代战争已呈现出广延性、多变性和交叉性等特点，我军也需紧跟时代潮流，加速实行军队现代化建设，以应对未来可能出现的多样化军事任务。而新时代下的复杂环境对军人的体能等各项素质均提出了更高的要求，饮食保障则是关系到军队凝聚力和战斗力的关键因素，全面建设现代后勤也是军队现代化建设的重要内容。针对目前部队官兵在膳食结构尤其是油脂摄入方面不够合理的问题，以《军人营养素供给量标准》《军人食物定量标准》为参照，设计制定了专供军队食堂的 SSPNO 配方要素，探索功能性油脂在军队食堂中应用的可行性，力求减少常规油脂摄入，强化油脂营养，进而提升部队官兵身体素质和机能，为军队营养配餐及饮食结构从营养型到功能型的转变提供参考。

参考文献：

- [1] 美俄法军粮大 PK[J]. 军事文摘, 2016(6): 24-29. U.S., France, and Russia military PK[J]. Military Digest, 2016(6): 24-29.
- [2] 方堃, 胡涛, 刘志刚, 等. 浅析军队院校学员标准餐的实现[J]. 商品与质量, 2012(S1): 145.

- FANG K, HU T, LIU Z G, et al. On the realization of standard meals for students in military academies[J]. *The Merchandise and Quality*, 2012(S1): 145.
- [3] 马维江. 军队膳食结构由“温饱型”向“营养型”转变的思考[J]. *扬州大学烹饪学报*, 2008(2): 37-39.
- MA W J. Thoughts on the transformation in military diet structure from subsistence type to nutrition type[J]. *Journal of Researches on Dietetic Science and Culture*, 2008(2): 37-39.
- [4] 邓玲萍. 长沙市某军校学员营养素摄入状况及 KAP 的调查研究报告[D]. 长沙: 中南大学, 2008.
- DENG L P. A study on the dietary intake and knowledge-attitude-practice on nutrition among one of changsha city military university students[D]. Changsha: Central South University, 2008.
- [5] 高蔚娜, 蒲玲玲, 姚站馨, 等. 某部特种兵膳食营养状况调查与评估[J]. *人民军医*, 2016, 59(11): 1131-1134.
- GAO W N, PU L L, YAO Z X, et al. Investigation and evaluation of the dietary and nutritional status of special forces[J]. *People's Military Surgeon*, 2016, 59(11): 1131-1134.
- [6] 军人食物定量: GJB 826B—2010[S].
Dietary ration for soldier: GJB 826B—2010[S].
- [7] 军人营养素供给量: GJB 823B—2016[S].
Dietary allowances for military personnel: GJB 823B—2016[S].
- [8] 刘家建, 王紫玉, 庞伟, 等. 火箭军某部官兵膳食调查[J]. *解放军预防医学杂志*, 2017, 35(11): 1390-1393.
- LIU J J, WANG Z Y, PANG W, et al. Meal survey of officers and soldiers of a certain Rocket Army[J]. *Journal of Preventive Medicine of Chinese People's Liberation Army*, 2017, 35(11): 1390-1393.
- [9] 吴为伟, 裴天铎, 宣万春. 海军航空兵某部飞行员膳食调查与分析[J]. *海军医学杂志*, 2020, 41(5): 516-518.
- WU W W, PEI T D, XUAN W C. Investigation and analysis of pilots' meals in a certain unit of naval aviation[J]. *Journal of Navy Medicine*, 2020, 41(5): 516-518.
- [10] 虞立霞, 王永辉, 裘著革, 等. 海军某部舰艇官兵膳食营养调查[J]. *解放军预防医学杂志*, 2018, 36(1): 27-29.
- YU L X, WANG Y H, XI Z G, et al. A survey of dietary nutrition for officers and soldiers of a certain navy[J]. *Journal of Preventive Medicine of Chinese People's Liberation Army*, 2018, 36(1): 27-29.
- [11] 刘剑英, 姜颖, 陈华. 部分军兵种营养 KAP 与膳食营养状况调查及体检结果分析[J]. *解放军预防医学杂志*, 2018, 36(1): 24-26+37.
- LIU J Y, JIANG Y, CHEN H. Investigation on nutritional KAP and dietary nutrition status of Some military branches and analysis of physical examination results[J]. *Journal of Preventive Medicine of Chinese People's Liberation Army*, 2018, 36(1): 24-26+37.
- [12] 李堃, 王挥, 赵松林, 等. 中碳链脂肪酸甘油三酯制备方法的研究进展[J]. *中国油脂*, 2015, 40(6): 82-85.
- LI K, WANG H, ZHAO S L, et al. Progress in preparation of medium-chain triglycerides[J]. *China Oils and Fats*, 2015, 40(6): 82-85.
- [13] YUAN T, ZHANG H, WANG X, et al. Triacylglycerol containing medium-chain fatty acids (MCFA-TAG): The gap between human milk and infant formulas[J]. *International Dairy Journal*, 2019(99): 104545.
- [14] 张婷, 金青哲, 王兴国. 棕榈仁油与五种油脂相容性的研究[J]. *中国油脂*, 2006(11): 26-29.
- ZHANG T, JIN Q Z, WANG X G. Compatibility of palm kernel oil with five kinds of oils[J]. *China Oils and Fats*, 2006(11): 26-29.
- [15] 李兴艳, 刘爽, 尚永彪. 中碳链脂肪酸甘油三酯的研究进展[J]. *食品工业科技*, 2013, 34(12): 366-370.
- LI X Y, LIU S, SHANG Y B. Research progress in medium-chain triglyceride[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2013, 34(12): 366-370.
- [16] KERN M, LAGOMARCINO N D, MISELL L M, et al. The effect of medium-chain triacylglycerols on the blood lipid profile of male endurance runners[J]. 2000, 11(5): 288-292.
- [17] ALABDULKARIM B, BAKEET Z A N, ARZOO S. Role of some functional lipids in preventing diseases and promoting health[J]. *Journal of King Saud University-Science*, 2012, 24(4): 319-329.
- [18] 刘英华. 中链脂肪酸对肥胖小鼠脂代谢的调节作用及机制研究[D]. 北京: 中国人民解放军军事医学科学院, 2012.
- LIU Y H. Study on the regulation effect and mechanism of medium chain fatty acids on lipid metabolism in obese mice[D]. Beijing: Academy of Military Sciences PLA China, 2012.
- [19] 李海波, 李康强, 蔡鸿飞, 等. 酶联免疫法检测中长链结构甘油三酯中的酶残留量[J]. *中国医药生物技术*, 2020, 15(1): 65-67.
- LI H B, LI K Q, CAI H F, et al. Detection of lipase residues in medium-and long-chain structural triglycerides by enzyme-linked immunosorbent assay[J]. *Chinese Medicinal Biotechnology*, 2020, 15(1): 65-67.
- [20] TOYOSAKI T, SAKANE Y, KASAI M. Oxidative stability, trans,trans-2,4-decadienals, and tocopherol contents during storage of dough fried in soybean oil with added medium-chain triacylglycerols (MCT)[J]. *Food Research International*, 2008, 41(3): 318-324.
- [21] ALI B H, BLUNDEN G, TANIRA M O, et al. Some phytochemical and toxicological properties of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe): a review of recent research[J]. 2008, 46(2): 409-420.
- [22] 高砚春, 吴诚义. 环氧化酶-2 与肿瘤关系的研究进展[J]. *川北医学院学报*, 2010, 25(1): 88-91.
- GAO Y C, WU C Y. Research progress on the relationship between COX-2 and tumor[J]. *Journal of North Sichuan Medical College*, 2010, 25(1): 88-91.
- [23] LARISA N, DAVID D, PEEHL D M. Chemopreventive anti-inflammatory activities of curcumin and other phytochemicals mediated by MAP kinase phosphatase-5 in prostate cells[J]. *Carcinogenesis*, 2006, 28(6): 1188-1196.
- [24] 刘伟, 赵婧, 陈冬, 等. 姜酚的抑菌机制研究[J]. *现代食品科技*, 2015, 31(11): 92-100.
- LIU W, ZHAO J, CHEN D, et al. Antibacterial mechanism of gingerols[J]. *Modern Food Science and Technology*, 2015, 31(11): 92-100.
- [25] 王少鹏, 杨光. 姜酚生物活性研究进展[J]. *中国公共卫生*, 2013, 29(10): 1549-1552.

- WANG S P, YANG G. Research progress on biological activity of gingerol[J]. Chinese Journal of Public Health, 2013, 29(10): 1549-1552.
- [26] 张雪红, 刘红星. 姜酚的研究进展[J]. 广西师范学院学报(自然科学版), 2009, 26(1): 110-113.
ZHANG X H, LIU H X. Research progress in gingerol[J]. Journal of Nanning Teachers Education University(Natural Science Edition), 2009, 26(1): 110-113.
- [27] 朱小芳. 食品中 n-3 多不饱和脂肪酸的营养作用[J]. 现代食品, 2016(1): 48-50.
ZHU X F. Nutritional effects of n-3 polyunsaturated fatty acids in foods[J]. Modern Food, 2016(1): 48-50.
- [28] 陈蝶玲, 黄巍峰, 郑晓辉, 等. N3 系多不饱和脂肪酸膳食摄入量研究进展[J]. 食品工业科技, 2015, 36(11): 378-388.
CHEN D L, HUANG W F, ZHENG X H, et al. Research status of the dietary reference intakes of N-3 polyunsaturated fatty acids[J]. Science and Technology of Food Industry, 2015, 36(11): 378-388.
- [29] 李殿鑫, 陈银基, 周光宏, 等. n-3 多不饱和脂肪酸分类、来源与疾病防治功能[J]. 中国食物与营养, 2006(6): 52-54.
LI D X, CHEN Y J, ZHOU G H, et al. Classification, source and disease prevention function of n-3 polyunsaturated fatty acids[J]. Food and Nutrition in China, 2006(6): 52-54.
- [30] 张俊杰, 周克元, 蔡春. n-3 脂肪酸代谢产物抗炎作用的研究进展[J]. 生物化学与生物物理进展, 2011, 38(1): 20-27.
ZHANG J J, ZHOU K Y, CAI C, et al. Progress in anti-inflammation effect of n-3 fatty acid metabolites[J]. Progress in Biochemistry and Biophysics, 2011, 38(1): 20-27.
- [31] 苏宜香, 郭艳. 膳食脂肪酸构成及适宜推荐比值的研究概况[J]. 中国油脂, 2003(1): 31-34.
SU Y X, GUO Y. A review of dietary fatty acid composition and recommended optimal Ratio[J]. China Oils and Fats, 2003(1): 31-34.
- [32] 段叶辉, 李凤娜, 李丽立, 等. n-6/n-3 多不饱和脂肪酸比例对机体生理功能的调节[J]. 天然产物研究与开发, 2014, 26(4): 626-631+479.
DUAN Y H, LI F N, LI L L, et al. The regulation of n-6 n-3 polyunsaturated fatty acid ratio in physiological functions of the body[J]. Natural Product Research and Development, 2014, 26(4): 626-631+479.
- [33] 沈建福, 姜天甲. 山茶油的营养价值与保健功能[J]. 粮食与食品工业, 2006(6): 6-8+21.
SHEN J F, JIANG T J. Nutritional value and health care function of camellia seed oil[J]. Cereal & Food Industry, 2006(6): 6-8+21.
- [34] 苏会雨, 李涛. 营养与保健油脂——山茶油[J]. 现代食品, 2016(6): 34-35.
SU H Y, LI T. Nutritional value and health care function of camellia seed Oil[J]. Modern Food, 2016(6): 34-35.
- [35] 王宇晖, 张雅雯, 刘欣. 米糠油的营养价值及加工技术新进展[J]. 食品安全导刊, 2019(6): 154.
WANG Y H, ZHANG Y W, LIU X. The nutritional value of rice bran oil and the new development of processing technology[J]. China Food Safety Magazine, 2019(6): 154.
- [36] KAHLON T S, CHOW F I, SAYRE R N, et al. Cholesterol-lowering in hamsters fed rice bran at various levels, defatted rice bran and rice bran oil[J]. The Journal of nutrition, 1992, 122(3): 513-519.
- [37] KAHLON T S, SAUNDERS R M, CHOW F I, et al. Influence of rice bran, oat bran and wheat bran on cholesterol and triglycerides in hamsters[J]. Cereal Chemistry, 1990, 67(5): 439-443.
- [38] 姜黎. 红花籽油的功效及应用前景分析[J]. 农产品加工, 2017(12): 56-57+60.
JIANG L. The Effect of safflower seed oil and the application prospect of analysis[J]. Farm Products Processing, 2017(12): 56-57+60.
- [39] 梁慧珍, 董薇, 余永亮, 等. 国内外红花种质资源研究进展[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(16): 71-74.
LIANG H Z, DONG W, YU Y L, et al. Advances in studies on safflower (carthamus tinctorius L.) at home and abroad[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2015, 43(16): 71-74.
- [40] 吕凯波, 王晶, 李香香. 超声波辅助提取红花籽油的工艺研究[J]. 食品研究与开发, 2015, 36(20): 44-46+73.
LV K B, WANG J, LI X X. The process of ultrasound technology assisted extraction of safflower seed oil[J]. Food Research and Development, 2015, 36(20): 44-46+73.
- [41] 李彩云, 康健. 红花籽油的研究进展[J]. 食品工业, 2016, 37(6): 218-222.
LI C Y, KANG J. The Research progress of safflower seed Oil[J]. The Food Industry, 2016, 37(6): 218-222.
- [42] 娄红军, 都玉, 李金峰, 等. 抗高原反应中草药添加剂的抗疲劳、耐低温、耐缺氧效果的研究[J]. 中国工作犬业, 2020(1): 12-16.
LOU H J, DU Y, LI J F, et al. Study on the anti-fatigue, low temperature and hypoxia effects of Chinese herbal additives against altitude sickness[J]. China Working Dog, 2020(1): 12-16.
- [43] 王红育. 军用功能性食品功效成分的研究进展[J]. 食品科学, 2011, 32(21): 306-310.
WANG H Y. Research progress of functional components in military functional foods[J]. Food Science, 2011, 32(21): 306-310.
- [44] 5 种食物对抗紫外线[J]. 中国粮食经济, 2014(4): 71.
5 kinds of foods to fight against UV[J]. China Grain Economy, 2014(4): 71.
- [45] 侯帅. 浅谈军用食品的现状与发展[J]. 轻工科技, 2017, 33(1): 14-15+72.
HOU S. Talking about the current situation and development of military food[J]. Light Industry Science and Technology, 2017, 33(1): 14-15+72.
- [46] 赵璐, 王寅, 汪滢, 等. 天然活性成分抗辐射作用的研究进展[J]. 药学服务与研究, 2012, 12(2): 86-89.
ZHAO L, WANG Y, WANG Y, et al. Advances in research on radioprotective effects of natural active components[J]. Pharmaceutical Care and Research, 2012, 12(2): 86-89.
- [47] 高琨, 谭斌, 汪丽萍, 等. 我国军用主食品发展现状、问题和建议[J]. 粮油食品科技, 2021, 29(1): 204-210.
GAO K, TAN B, WANG L P, et al. Development, problems and suggestions of Chinese military staple food[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2021, 29(1): 204-210. 