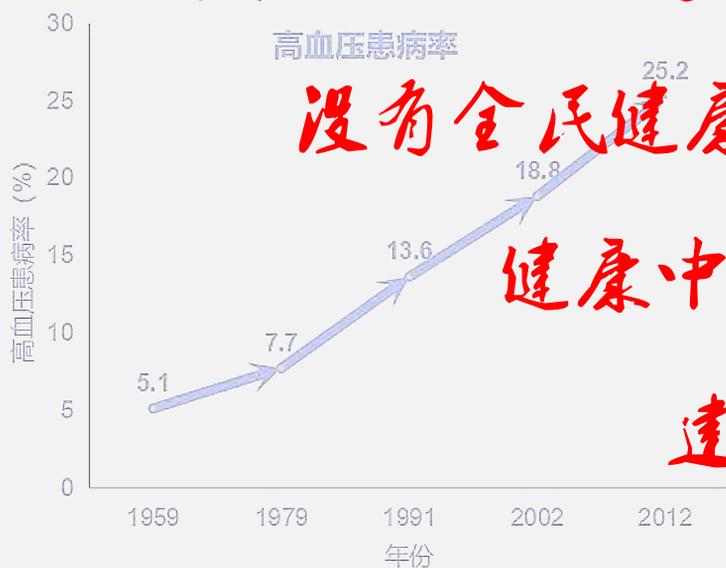


# 内蒙古营养学会会刊 内蒙古营养与食品安全学术年会

N/MSN Nutrition and Food Safety Annual Seminar

## 论文集 Collections

健康梦，也是中国梦！



没有全民健康就没有全面小康

健康中国，营养先行！

建设营养健康内蒙古

内蒙古·呼和浩特  
2018年11月



# 健康梦，也是中国梦！

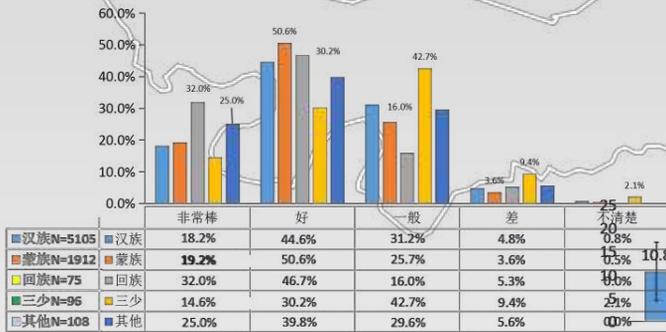
# 健康中国，营养先行！

随着我国经济和社会高速发展，人民健康水平并没有得到相应的提高，近年每年全国医院接诊高达70多亿人次。由于膳食不合理，营养和运动失衡，超重和肥胖病快速上升，高血脂、脂肪肝、高血压、动脉硬化、冠心病、脑中风、糖尿病，以及免疫下降、骨关节病等等在我国流行并在逐年增高，并成为死亡、减少寿命、降低自信心、降低生活质量、降低工作效率、增加社会医疗负担的第一因素。

“健康梦，也是中国梦”，十九大明确了“建设健康中国”蓝图，把人民的健康，提升到国家发展战略高度。没有人民的健康，就没有小康！营养是健康的基础，而健康又是小康的基础！健康中国，营养先行！做一个健康的民族！必须大力发展营养和食品安全学科教育、科研和国民科普宣教，大力发展营养健康产业，对一个人来说，应做到健康在我心中，关键是要做到合理膳食，均衡营养；吃动平衡，控制体重！

## 建设营养健康内蒙古

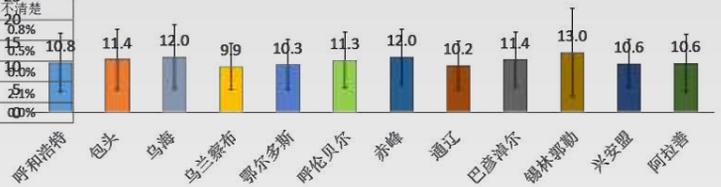
### 不同民族健康意识



### 内蒙古居民BMI和膳食营养状况问卷调查

#### 内蒙古自治区科协2017年赞助项目

#### 各居住地区周均食物种类



《中国居民膳食指南2016》推荐每日食物种类应达12种以上，每周食物种类应达25种以上。

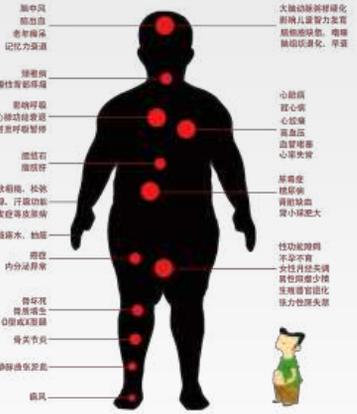
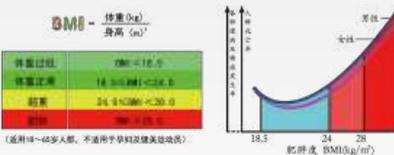


### 肥胖的民族不是一个健康的民族！

我国是超重和肥胖增长最快的国家，不同年龄人群都有不同程度的增长趋势，肥胖是各种慢性病发生的基础及诱因，对健康和生命的威胁极大。必须控制和管理体重，健康需要行动！随着超重和肥胖度的增加，人群死亡率和各种慢病及肿瘤发生率呈倍数增长。

肥胖也是心理问题和社会问题，如使人丧失自信和自尊，产生焦虑、婚姻破裂，增加个人医疗开支，增加社会医疗保障。

肥胖的评价方法较多，身体质量指数 (Body Mass Index, BMI) 是一种国际通用的评价指标。



**超重与肥胖的危害**

全民营养周 2018

劳动开始 健康开始

“2018全民营养周”活动中“实验室里的青春”工作组设计的部分宣传海报



ᠨᠢᠮᠤᠩᠭ᠎ᠠ ᠶ᠋ᠢᠨᠠᠭᠤᠨᠢᠰᠤᠨ  
Nei Mongol Society of Nutrition  
内蒙古营养学会



www.nmgyyxh.com

## 简介

内蒙古营养学会前身为1983年成立的内蒙古生理学会营养学分会，2006年营养学分会晋升为自治区一级学会。多年来我们努力适应我国政治、经济和社会迅猛发展和转变，积极生存和发展。2017年底注册会员288人，预计到2020年第三届理事会期满，注册会员可突破500人，并将赢得更多的支持者和关注者，影响力逐步从呼包辐射各盟市。

新时期在党和国家“健康梦，也是中国梦！”发展战略指引下，我会以促进我区营养健康科技、推动国民营养与食品安全科普教育、为政府和社会服务为己任，助力会员事业和发展，做好自身能力建设，图发展谋壮大。

近年我会学术交流频繁，每年举办全国性或自治区学术会议，以及若干专题讲坛和培训，多人次

参加全国性营养科学大会；在呼市和包头倾力投入营养健康科普活动。2017年“全民营养周”活动中开展《中国居民膳食指南2016》为核心的宣教，进学校、进社区、在医院、进企业，线下宣教使2万余人受益。还积极参与“食品安全宣传周”和“全国科普日”活动。致力自身能力建设，2017年成立临床营养分会。助力会员事业发展，2017年我会推选5人获中国营养学会和自治区科协表彰；3人在全国性知识技能赛事中斩获奖项和荣誉称号；推荐青年专家中2人获选参加全国青年营养领导人培训；41名资深专家获全国首批免试注册营养师和注册营养技师证书，7名中青年专家通过考试获得注册营养师证书。

本学会网站：[www.nmgyyxh.com](http://www.nmgyyxh.com)

第三届理事会 2016年12月-2020年12月

名誉理事长：杜生福

理 事 长：郭军

副理事长：

狄妙香、张增龙、郭瑞芳、杨纓、刘洪元、王红霞、孙海洲、孙剑光、刘彪、吴晓彤、刘静、段生云

党建负责人：张增龙

秘 书 长：狄妙香

副秘书长：孙剑光

第三届理事会理事(按姓氏拼音排序)：

包艳、陈鹏、狄妙香、段生云、董同力嘎、郭军、郭瑞芳、韩永霞、韩海峰、杭静、刘洪元、刘彪、刘静、刘颖、李慧、刘敏、刘艳辉、李国婧、李瑞珍、孟和毕力格、庞彩霞、孙海洲、孙剑光、孙淑芬、孙志宏、桑丹、宋壮志、王红霞、吴晓彤、王瑞刚（常务）、魏琳琳（常务）、乌云达来、王文丽、王欢、王秀艳、杨纓、闫鑫磊、杨续金、杨帆、张增龙、张星光、张春华、张宏博、邹方昕、赵红秋

监 事 会：杜生福（主席）、张金科（副主席）、王英丽（秘书）

第二届理事会 2012年3月

理 事 长：王齐田

副理事长：狄妙香、杜生福（常务副理事长）、范成万（已辞职）、贾恩厚（已辞职）、索少斌、刘卫星、刘彪（增补）、郭军（增补）

秘 书 长：狄妙香 副秘书长：张星光、孙剑光

第一届理事会 2006年4月

理 事 长：狄妙香

副理事长：许秀举、杜生福

秘 书 长：杜生福

# 实验室里的青春工作组



## 工作组成员

- 13级：刘莉敏 李莎莎 闫超  
14级：高珂玲 木齐尔 顾翔宇 张晶  
15级：刘美玲 张晓茹 张鑫  
16级：鄂晶晶 冯利芳 吕娇 王燕 郝梦  
17级：刘梦静 刘宇婷 郭珍琪 黄亚东 乌恩其 雒帅  
18级：姬彩霞 许均晖 杨惠茹 胡晓晓 汪洋 王倩 白扬 贾佳

## 工作组代表作品

- 2015年4月 内蒙古首届营养与食品安全学术年会论文集  
2015年9月 食物真实性与营养素安全论文集  
2016年5月 2016年全民营养周宣传及海报设计  
2016年11月 第二届内蒙古营养与食品安全学术年会论文集  
2017年5月 2017年全民营养周宣传及海报设计  
2017年11月 第三届内蒙古营养与食品安全学术年会论文集  
2017年12月 内蒙古营养学会会员通讯（第一卷）  
2018年5月 2018年全民营养周宣传及海报设计  
2018年11月 第四届内蒙古营养与食品安全学术年会论文集

# 目 录

## ◇ 特邀报告

- 01 中国居民膳食营养变迁与干预策略 .....王志宏, 中国疾病预防控制中心营养与健康所, 副主任

## ◇ 益生菌专题

- 11 肠道菌群与血糖应答的关联性研究 .....向雪松, 中国疾病预防控制中心营养与健康所, 副研究员  
18 益生菌干酪乳杆菌代田株 (LcS) 对人体健康的有益作用 .....陈婷超, 养乐多(中国)投资有限公司

## ◇ 临床营养专题

- 23 特殊医学配方食品的临床应用 .....郭瑞芳, 内蒙古自治区人民医院临床营养中心, 主任医师  
28 特殊人群饮食与营养管理 .....王文丽, 内蒙古妇幼保健院儿童保健科, 主任医师  
33 肿瘤患者的家庭营养 .....阿丽玛, 内蒙古自治区人民医院临床营养中心, 营养医师

## ◇ 母乳营养专题

- 36 中国母乳脂肪轮廓的研究 .....石羽杰, 伊利集团有限公司奶粉事业部, 高级科学家

## ◇ 食品质量与安全专题

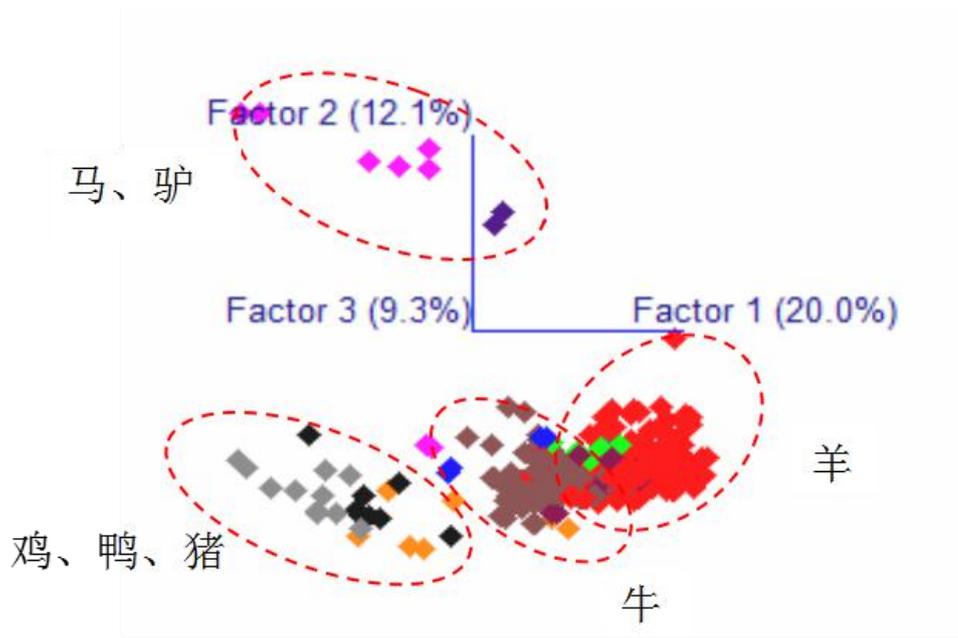
- 41 生鲜食品包装过程中食品品质变化及质量控制 .....董同力嘎, 内蒙古农业大学食品科学与工程学院, 教授  
45 食物营养素和品质指纹在食物真实性判别和追溯中的应用 .....郭军, 内蒙古农业大学食品科学与工程学院, 教授  
46 内蒙古绵羊肉碳氮稳定同位素产地溯源的可行性 .....张宏博, 内蒙古自治区食品检验检测中心, 博士

## ◇ 学术 Poster

- 51 内蒙古居民健康意识初步调查 .....雒帅 鄂晶晶等, 郭军\*  
52 内蒙古居民 BMI 初步调查 .....鄂晶晶 雒帅等, 郭军\*  
53 内蒙古居民膳食结构初步调查 .....鄂晶晶 黄亚东等, 郭军\*  
54 慢性呼吸系统疾病住院患者营养风险筛查 .....杨帆 阿丽玛王欢 马翠翠, 郭瑞芳\*  
55 内蒙古牛羊和马肉硒含量检测比较 .....雒帅 吕娇 郭静婷, 郭军\*  
56 内蒙古三个地区绵羊肉矿物质的测定和地理特征研究 .....王倩 王燕 张宏博, 郭军\*  
57 母羊胎儿早期营养的关键调控技术 .....吴宝升 张崇志 桑丹 金鹿 李胜利 张春华 乃门塔娜, 孙海洲\*  
58 功能性氨基酸对羊肉肉品质的影响 .....李胜利 谷英 桑丹 张春华 张崇志 金鹿 乃门塔娜, 孙海洲\*  
59 光照和日粮能量干预对内蒙古白绒山羊毛囊活性和血液代谢组的影响  
.....张崇志 李胜利 桑丹 张春华 金鹿 乃门塔娜, 孙海洲\*  
60 母乳低聚糖 (HMOs) 研究 .....叶文慧 王雯丹  
61 包头市牧区蒙古族超重/肥胖儿童体成分、抗氧化及炎症因子的研究 .....姜红梅, 包艳\*  
62 肠道菌群构成与肥胖易感性及炎症反应的关系研究 .....商佳琪 张梦洁 姜红梅 袁甜, 包艳\*  
63 沙棘熊果酸对 H<sub>22</sub> 荷瘤小鼠抑瘤活性及其机制的探讨 .....张男男 李可欣 高龙 杨东晗 贾逸林 苗晓涵, 戈娜\*  
64 沙棘熊果酸对大鼠酒精性肝损伤的改善效果及抗炎作用研究 .....李可欣 张男男 贾逸林 杨东晗, 戈娜\*  
65 PLLA-PEG-PLLA 嵌段共聚物对圣女果的保鲜效果影响 .....张新 道日娜 云雪艳, 董同力嘎\*  
66 PBAT/PCL 共混薄膜对双孢菇保鲜效果的影响 .....春艳 王治洲, 董同力嘎\*  
67 适用于咖啡黄葵自发气调保鲜 PLLA/PCL 拓扑结构保鲜膜的制备及其保鲜效果的研究 .....胡健 徐畅 云雪艳, 董同力嘎\*  
68 马铃薯及其鲜切产品在静电场协同阻隔性包装中的保鲜效果研究 .....卢月圆 张敏欢, 董同力嘎\*  
69 高阻隔抑菌性生物可降解薄膜对冷鲜肉的保鲜效果研究 .....陆浩 张玉琴 云雪艳, 董同力嘎\*  
70 高透湿性聚乙烯薄膜的制备及实际应用效果 .....于一凡 许兵 云雪艳, 董同力嘎\*  
71 胡麻油苯并芘污染水平的 ELISA 和 HPLC 法检测评价 .....汪洋 郝梦 刘梦静, 郭军\*  
72 Effect of feeding regimen on meat quality and AMPK activity and gene expression of postmortem Sunit sheep  
.....Yanru Hou, Puxin Hou, Yanping Bai, Lin Su, Lihua Zhao, Ye Jin\*  
73 骨骼肌卫星细胞分离纯化过程中特异性蛋白 Pax7 蛋白表达分析 .....张敏 苏日娜 黄欢, 靳焯\*  
74 两种饲养方式下苏尼特羊肉中的鲜味物质及相关调控基因表达量的研究 .....李文博 罗玉龙 刘畅 窦露 赵丽华, 靳焯\*  
75 沙葱及其提取物对羊肉发酵香肠品质的影响 .....孙学颖 刘建林 辛晓琦 杜梅, 赵丽华\*  
76 饲养方式对苏尼特羊肠道菌群与脂肪酸代谢的影响 .....杜瑞 王柏辉 王宇 赵丽华 罗玉龙, 靳焯\*

- 77 苏尼特羊不同部位肌肉抗氧化系统的差异.....刘畅 罗玉龙 张亚琨 李文博 赵丽华 苏琳, 靳焯\*
- 78 苏尼特羊和小尾寒羊的屠宰性能、肉质以及脂肪酸比较.....窦露 罗玉龙 刘畅 李文博 赵丽华 苏琳, 靳焯\*
- 79 免疫凝胶扩散法鉴别牛肉中掺假马肉方法建立 .....姬彩霞 乌恩其 张鑫, 郭军\*
- 80 牛、马和骆驼乳脂肪酸测定及特征分析.....贾佳 张鑫, 郭军\*
- 81 燕麦陈化品质变化及对面团质构特性的影响 .....张晶 李佳原 张立莹, 张美莉\*
- 82 一种无矾粉条添加剂用量和压床(漏粉)孔径与质构参数相关性.....杨惠茹 黄亚东, 郭军\*
- 83 脂肪酸指纹判别特种家畜乳真实性的可行性分析 .....许昀晖 张鑫 刘莉敏, 郭军\*
- 84 山荆子果啤酿造工艺的研究.....张钰皎 王中健 满都拉 孙子羽, 陈忠军\*
- ◇ **综述及论文摘要**
- 85 乳酸菌调控胆固醇代谢关键因子的研究进展 .....李权威 张开屏 赵艳红 杜瑞 靳焯, 田建军\*
- 92 Ca<sup>2+</sup>信号通路调控肌纤维类型转化的研究进展.....侯普馨 侯艳茹 白艳苹 苏琳 赵丽华, 靳焯\*
- 93 不同饲养条件下苏尼特羊的屠宰性能、羊肉营养品质及脂质氧化特异性差异分析  
.....杜瑞 王柏辉 王宇 罗玉龙 赵丽华, 靳焯\*
- 94 发酵羊肉干中亚硝酸盐及亚硝胺的残留量检测.....刘建林 刘逸群 孙学颖 辛晓琦 杜梅 王倩, 赵丽华\*
- 95 母乳中乳酸菌的分离鉴定及潜在益生菌的初步筛选.....陈美瑄 多拉娜 郭艳荣 刘文俊, 孟和毕力格\*
- 96 苏尼特羊不同部位肌肉挥发性风味成分分析 .....李文博 罗玉龙 刘畅 窦露 赵丽华, 靳焯\*

封面人物：内蒙古营养学会科普志愿者 张晶 博士



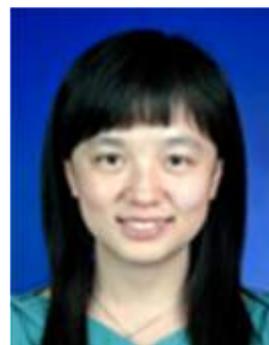
不忘初心，

不断进步中的内蒙古营养学会

# 特邀报告

## 中国居民膳食营养变迁与干预策略

王志宏 研究员

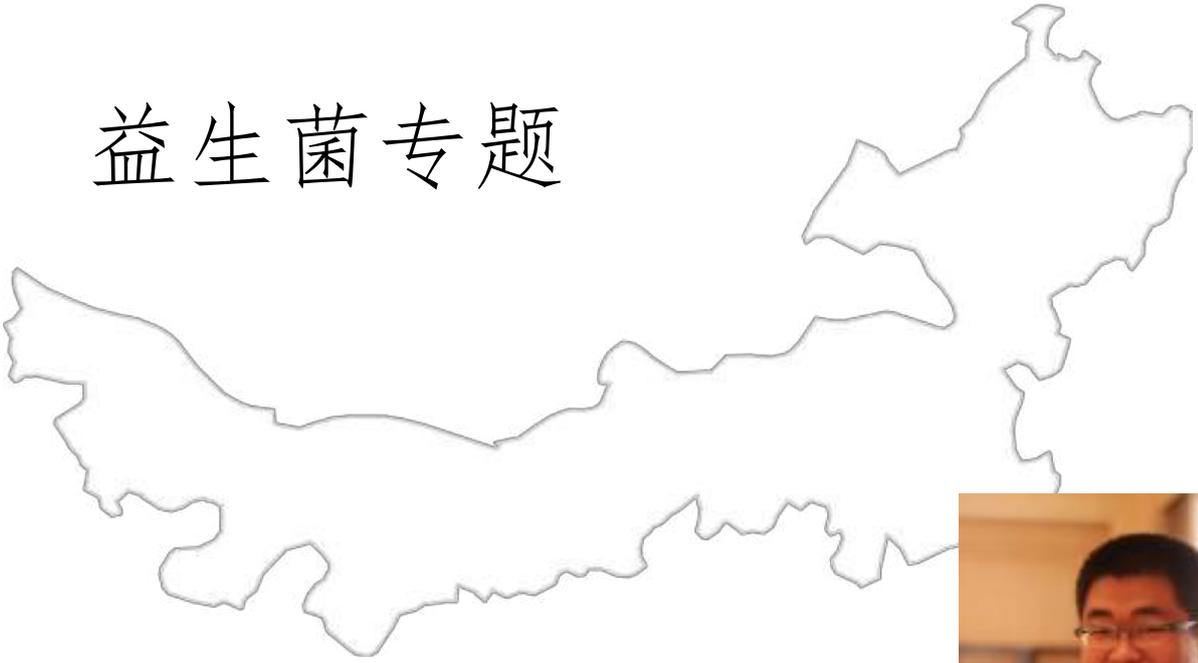


1999年毕业于山东医科大学,获学士学位;2002年获中国预防医学科学院营养与食品卫生学专业硕士学位;2016年毕业于美国北卡大学公共卫生学院营养流行病学专业,获医学博士学位。

2002年~至今,就职于中国疾病预防控制中心营养与健康所。目前为营养与健康所公共营养与政策标准室副主任。兼任中国营养学会公共营养分会第五届委员会委员,特殊营养分会委员,《环境与职业医学》杂志第六届编辑委员会委员。

主要从事公共营养领域的研究和专业技术工作,包括膳食营养变迁、营养流行病学、营养政策法规和标准、营养专业培训和科普宣传等。近五年主持或参加的科研项目有国家重点研发计划“神经系统疾病专病社区队列研究(2017-2020)、雅培基金“饮食因素对我国老年人心血管代谢性危险因素的影响及干预策略研究(2017-2018)”、达能基金“我国成年人膳食胆固醇摄入水平及对血浆胆固醇和心脑血管疾病影响的研究(2014-2016)”和美国NIH资助队列研究项目“中国健康与营养调查(2000-2019)”等。已发表中、英文学术论文30余篇,参与编写《妇幼营养学》、《公共营养学》、《营养流行病学》、《基层营养知识读本》、《营养周历》、《中国大百科全书》、《中国儿童零食指南(2018)》和修订《中国营养全书》等多部营养专业论著。曾获得中国食品科学技术学会科技创新奖——技术进步奖一等奖、中华预防医学会科技三等奖、中国营养学会科学技术一等奖,荣获“全国营养行业先进工作者”等荣誉称号。

# 益生菌专题



向雪松 副研究员

中国疾病预防控制中心营养与健康所，副研究员，博士。

中国营养学会益生菌益生元与健康分会，副主任委员兼秘书长

中国老年学和老年医学学会骨质疏松分会营养学专家委员会，委员

国际营养遗传学与营养基因组学学会，会员

主要研究方向为食物营养评价技术、食物营养成分分析技术、食物成分数据库建设。具体研究领域为血糖生成指数、碳水化合物消化特性的体内外评价；碳水化合物与基因多态性和肠道菌群关系研究；食物成分与健康膳食搭配及糖尿病干预措施；保健食品功能评价等。主持国家自然科学基金、粮食行业基金、国家食品药品监督管理局专项、中国营养学会基金等 6 项科研基金，作为主要完成人参与 10 余项国家科技部、农业部、卫生部课题。作为第一作者或共同作者发表文章 20 余篇。作为主要参与者参加多项国家标准制定。参与编写多部科技著作《中国居民膳食参考摄入量 DRIs-碳水化合物和膳食纤维部分》、《食物与健康-科学证据共识》《国家职业资格培训教程辅导练习—公共营养师》等。

# 王志宏 副主任 中国居民膳食营养变迁与干预策略



### CHNS——历任项目负责人

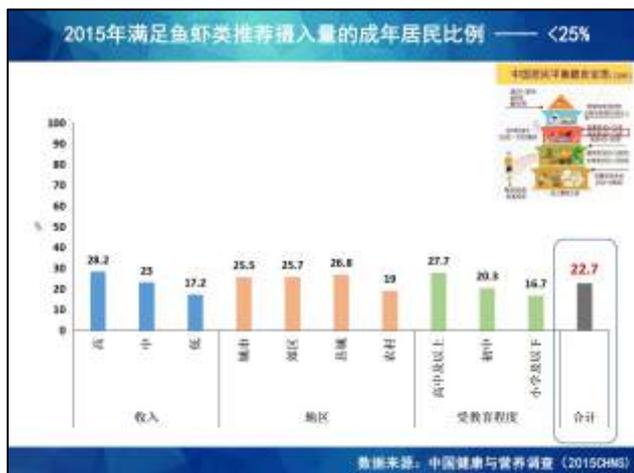
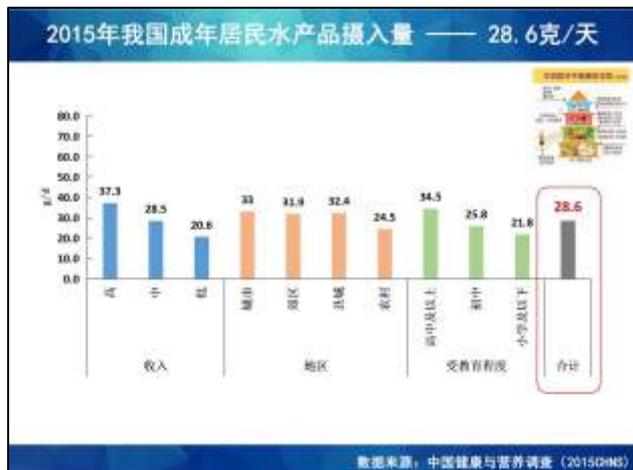
• 历任项目负责人:

Barry Popkin	陈春明	陈孝著	葛可佑	程凤英	张洪	丁钢强
1989-2019	1989	1991	1993	1997-2007	2008-2019	2014-2019

对推动CHNS项目长期顺利开展、数据在研究层面和政策层面的应用做出了很大贡献!

UNCC





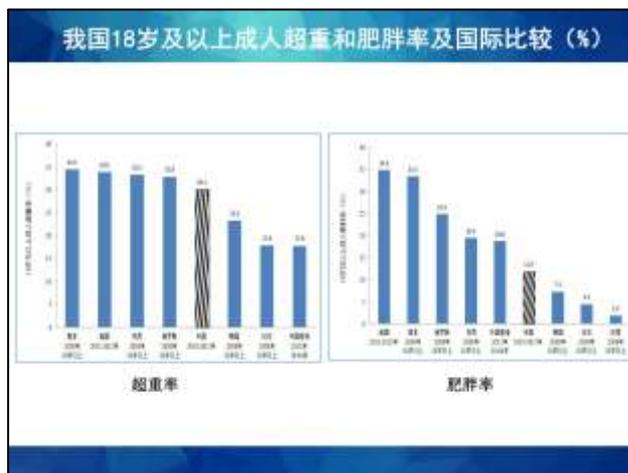
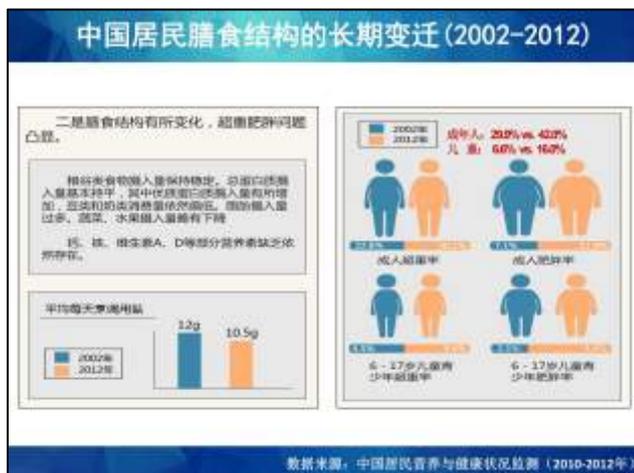
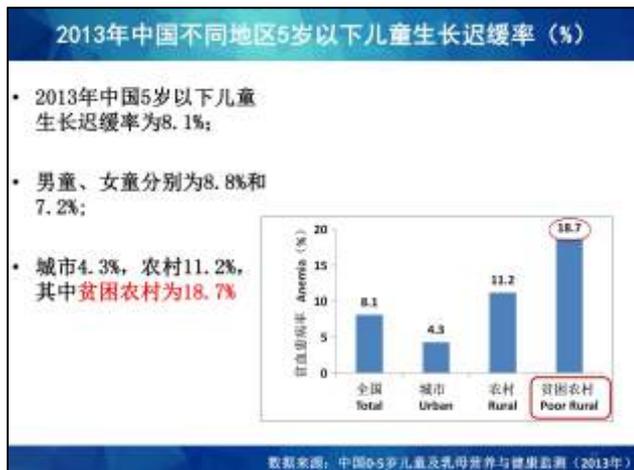
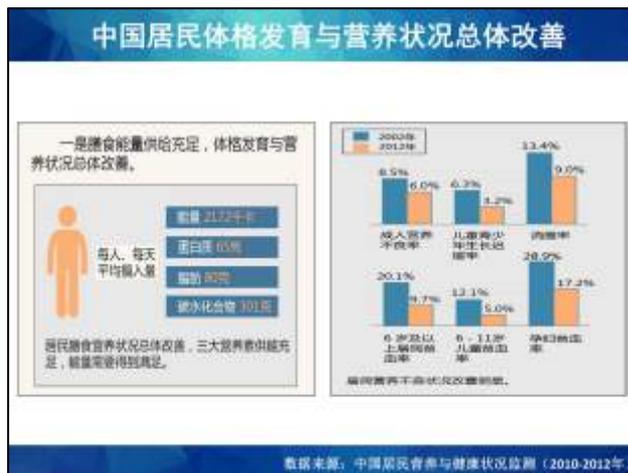


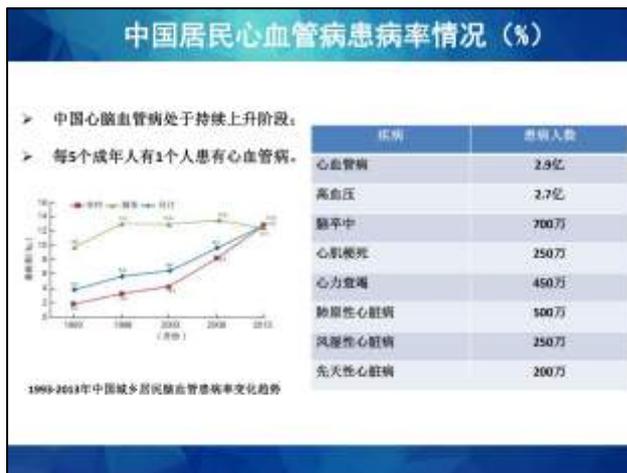
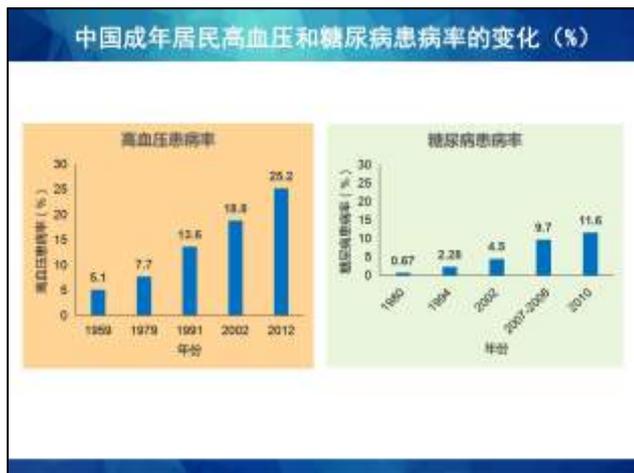
### 中国膳食指南指数的建立 (CDGI-2018)

营养素	中国居民膳食指南 (2016) 推荐摄入量	中国居民膳食指南 (2016) 摄入量	摄入量/推荐摄入量 (%)	摄入量/推荐摄入量 (%)	摄入量/推荐摄入量 (%)
1. 能量	2000-2500 kcal	2000 kcal	100%	100%	100%
2. 蛋白质	65-75 g	65 g	100%	100%	100%
3. 脂肪	60-70 g	60 g	100%	100%	100%
4. 碳水化合物	300-350 g	300 g	100%	100%	100%
5. 膳食纤维	25-30 g	25 g	100%	100%	100%
6. 维生素A	800 μg	800 μg	100%	100%	100%
7. 维生素B1	1.4 mg	1.4 mg	100%	100%	100%
8. 维生素B2	1.2 mg	1.2 mg	100%	100%	100%
9. 维生素C	100 mg	100 mg	100%	100%	100%
10. 锌	12 mg	12 mg	100%	100%	100%

王柳森等, 卫生研究 (待发表)







## 02 全球和中国营养目标和干预策略

### 2030之约：用行动去影响，消除营养不良！

#### 2025年全球营养目标

1. 儿童发育迟缓率降至10%以下  
 2. 儿童超重和肥胖率降至5%以下  
 3. 成人超重率降至11%以下  
 4. 成人肥胖率降至8%以下  
 5. 成人贫血率降至20%以下  
 6. 成人碘缺乏率降至20%以下  
 7. 成人维生素A缺乏率降至20%以下  
 8. 成人维生素B12缺乏率降至20%以下  
 9. 成人维生素D缺乏率降至20%以下  
 10. 成人铁缺乏率降至20%以下

防止以下患病率的上升：  
 成人贫血率、成人碘缺乏率、成人维生素A缺乏率、成人维生素B12缺乏率、成人维生素D缺乏率、成人铁缺乏率

来源：2016年全球营养不良

### 第二届国际营养大会（2014年11月）

重新定义营养不良概念：  
营养不良包括营养不足、微量营养素缺乏症、超重和肥胖症的各种形式的问题。

2014年11月19-21日，联合国组织的各国政府间会议，来自全球的2200多名代表参会，其中包括170多个国家和地区政府的农业、卫生和其他相关部门的代表以及150名行业组织代表和企业界代表，涵盖联合国所有成员国。

### 第二届国际营养大会（2014年11月）

#### 2份成果性文件

**《营养问题罗马宣言》**

- 一份应对当前营养问题和挑战而编写的政治性文件！
- 重申：“人人享有获得安全、充足和营养食物的权力”；
- 促使各国政府做出承诺，为防止各种形式营养不良做出努力！

**《行动框架》**

- 宗旨：指导落实《宣言》所做各项承诺；
- 提供了一套供各国政府使用的自愿政策备选方案和战略；
- 所提建议主要面向政府领导，要在国家层面开展行动，各国政府肩负首要责任。

化承诺为行动

### 《营养问题罗马宣言》——明确崭新目标

明确崭新目标：2015年，被郑重纳入联合国可持续发展目标  
 目标：“要消除一切形式的营养不良”

呼吁制定公共政策，确保在生命的各个阶段获得健康的营养  
 呼吁建立多部门机制，采取协调一致的综合行动  
 呼吁制定法律、法规和标准，改善食品体系  
 呼吁加强国家卫生体系建设，改善营养服务  
 呼吁建立可持续的粮食系统，实现公共的粮食权

提出务实建议：2016-2025 “营养行动十年”  
 2016年4月1日，联合国大会决议

### 国家基本公共卫生服务规范（第三版）

专业公共卫生机构提供业务指导：  
 当地CDC、妇幼保健、卫生计生监督

基层医疗卫生机构：  
 乡镇卫生院、村卫生室、社区卫生服务中心（站）

为居民提供免费资源的基本公共卫生服务：  
 也可作为各级卫生计生行政部门开展基本公共卫生服务绩效考核的依据！

提供营养等综合服务

### 国家基本公共卫生服务规范（第三版）

加强国家卫生体系建设，提供营养等综合性服务！

- 居民健康档案管理
- 健康教育
- 0-6岁儿童健康管理
- 孕产妇健康管理
- 老年人健康管理
- 慢性病患者健康管理
- 预防接种
- 严重精神障碍患者管理
- 肺结核患者健康管理
- 中医药健康管理
- 传染病及突发公共卫生事件报告和处置
- 卫生计生监督协管



### 国家卫生计生委发布《中国居民膳食指南（2016）》

《中国居民膳食指南（2016）》（第四版）

1989 1997 2007 2016

**亮点和特色**

- 以平衡膳食模式和解决公共营养问题为主导
- 提高了可操作性和实用性
- 弘扬新饮食文化
- 扩大了覆盖人群
- 兼顾科学性和科普性

### 《中国居民膳食指南（2016）》核心推荐

推荐一 食物多样，谷类为主  
 推荐二 吃动平衡，健康体重  
 推荐三 多吃蔬果、奶类、大豆  
 推荐四 适量吃鱼、禽、蛋、瘦肉  
 推荐五 少盐少油，控糖限酒  
 推荐六 杜绝浪费，兴新食尚

中国居民平衡膳食宝塔(2016)

每天活动6000步

### 全民营养周：每年5月份第三周

首届全民营养周：2015年5月17-23日  
 主题：天天好营养，一生享健康。

第二届全民营养周：2016年5月15-21日  
 主题：平衡膳食，营养健康。

第三届全民营养周：2017年5月14-21日  
 主题：全谷物，营养+，开启营养健康谷物新时代。

第四届全民营养周：2018年5月13-19日  
 主题：慧吃慧动，健康体重。

### 全民健康生活方式行动（2017-2025年）

减盐 减油 减糖 健康骨骼 健康体重 健康牙齿

三减三健

### 《国民营养计划（2017-2030）》

#### 三、开展重大行动

国民营养计划（2017-2030年）

- 生命早期1000天营养健康行动
- 学校营养改善行动
- 老年人营养改善行动
- 临床营养行动
- 贫困地区营养干预行动
- 劳动营养行动

### 《国民营养计划（2017-2030）》

#### 二、完善实施策略

国民营养计划（2017-2030年）

七项策略

- 完善营养法规政策标准体系
- 加强营养能力建设
- 强化营养和食品安全监测与评估
- 发展食物营养健康产业
- 大力发展传统食养服务
- 加强营养健康基础数据共享利用
- 普及营养健康知识



### 发展“营养健康敏感型”食品产业

——以消费者健康为己任，以营养理念为产业导向，增强融入感

2017年10月31号，中国营养学会与中国疾病预防控制中心营养与健康所发布《预包装食品“健康选择”标识使用规范》（试行）

该规范采用总结性指标体系，控制指标包括脂肪、饱和脂肪、总糖和钠，将《预包装食品营养标签通则（GB28050）》和《中国居民膳食营养素参考摄入量（2013版）》作为参考标准，针对各食品类别制定相应的阈值标准。

中国FCP体系标识logo      与会企业代表共同宣读倡议书

### 食品产业发展对实现全民健康的重要性

——科学发展，兼顾助力生理和心理健康

**健康**：不仅指一个人没有疾病或虚弱现象，而是指一个人生理上、心理上和社会上的完好状态。

合理膳食 → 食品产业：日常膳食的必要补充，始于合理膳食！

适量运动 戒烟限酒 心理平衡 → 食品：愉悦感、幸福缓解压力、充足睡眠！

吸烟有害健康      健康中国

### 食物营养健康产业科学性发展的挑战与思考

1. 创新驱动发展战略——食品产业必须加快发展。
2. 坚持科学发展，加大科技研发投入。
3. 坚持以需求为导向，食品产业必须适应消费者营养与健康的需求——营养敏感性产业。
4. 功能保健和营养强化食品产业的研究。
5. 坚持以问题为导向——双管齐下，重点人群营养干预；重点地区；合理膳食的必要补充。
6. 促进营养健康与产业发展融合，促进营养科技成果的转化，丰富营养健康产品供给。



把握形势 群策群力  
振奋精神、砥砺前行、再接再厉  
推动我国营养健康事业可持续发展！

**谢谢**

向雪松 副研究员 肠道菌群与血糖应答的关联性研究

肠道菌群与血糖应答的关联性研究

中国疾病预防控制中心营养与健康所  
向雪松

### 我们团队主要工作

- 建立和完善食物营养和生物活性物质分析技术和评价技术
- 领导全国食物营养监测工作，建立国家食物监测体系
- 食物与血糖/血脂应答关系研究
- 保健食品功能评价

1952 国家食物成分表  
1963 《标准 淀粉》第一版  
1977 《标准 淀粉》第二版  
1981 《食物成分表》第一版  
1991 《标准 淀粉》第三版  
2002-2004 《保健食品功能评价》  
2010-至今 国家食物成分表第六版

### 食物与血糖应答研究

常规检测

1. 淀粉、蔗糖、糖醇  
2. 米饭、小卷、卷饼  
不同加工方式、不同烹饪方式  
3. 专利：中试专利1项

方法学

1. 体外：Englyst体外消化淀粉、假消化淀粉、可消化淀粉的检测方法  
2. 体内：人体血糖应答实验的标准化

标准制定

GB5009.88-2014 食品安全国家标准 食品中膳食纤维的测定  
卫生行业标准：WS/T 血糖生成指数测定方法

科研

科研项目：  
1. 国家自然科学基金青年科学基金，81302426  
2. 粮食行业科技专项，201513003-8-2，“谷物和油脂联合摄入对血糖调节的影响以及合理膳食模式的研究”  
3. 中国疾病预防控制中心青年基金，2016A03，“肠道微生物组成与食物血糖生成指数的关系研究”

### 血糖生成指数(GI)的概念

What is the glycemic index (GI)?  
血糖指数 (GI)：指与参照食物（葡萄糖或白面包）摄入后血糖浓度的变化程度相比，含糖食物使血糖水平相对升高的相对能力。  
(Jenkins et al. 1987)

Plasma glucose: 100% (High GI), 40% (Low GI)

BLOOD GLUCOSE LEVELS vs TIME / HOURS

- Low GI: 0-55
- Moderate GI: 56-69
- High GI: 70 or more

Carbohydrates with a low GI value (55 or less) are more slowly digested absorbed and metabolized and cause a lower and slower rise in blood glucose and insulin levels

### GI Testing

**DOMESTIC**

- 卫生行业标准：WS/T 血糖生成指数测定方法  
Standard for determination of food glycaemic index.

**INTERNATIONAL**

- FAO, 1998. (FAO Food and Nutrition Paper No. 66.)
- "Carbohydrates in human nutrition: Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, Rome, 14-18 April 1997, Rome."
- ISO/FDIS 26642:2010
- "Food products — Determination of the glycaemic index (GI) and recommendation for"

### GI food database in China

Domestic

中国食物成分表 第七版  
China Food Composition

Australia

SYDNEY

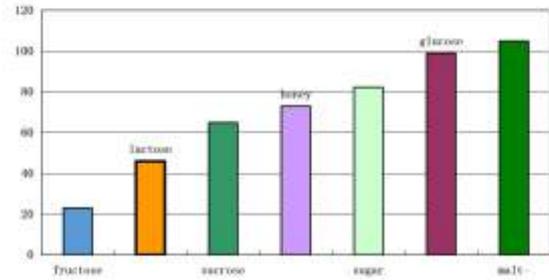
### GI food database in China

In 2004, for the first time in China, more than 230 GI value of different kinds food were established through nearly 2000 volunteers.

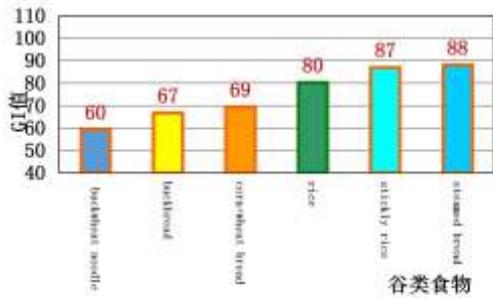
食物血糖生成指数表

食物名称	GI	食物名称	GI
1 葡萄糖	100	27 芝麻(炒熟, 磨)	24.9
2 白米粥	83.3	28 大米(熟, 煮)	73.9
3 大米	81.0	29 小米(熟, 煮)	68.0
4 大米	75.0	30 玉米(熟, 煮)	55.0
5 大米	68.0	31 小麦(熟, 煮)	51.0
6 大米	55.0	32 燕麦(熟, 煮)	55.0
7 大米	55.0	33 荞麦(熟, 煮)	55.0
8 大米	55.0	34 高粱(熟, 煮)	55.0
9 大米	55.0	35 糯米(熟, 煮)	55.0
10 大米	55.0	36 糯米(熟, 煮)	55.0
11 大米	55.0	37 糯米(熟, 煮)	55.0
12 大米	55.0	38 糯米(熟, 煮)	55.0
13 大米	55.0	39 糯米(熟, 煮)	55.0
14 大米	55.0	40 糯米(熟, 煮)	55.0
15 大米	55.0	41 糯米(熟, 煮)	55.0
16 大米	55.0	42 糯米(熟, 煮)	55.0
17 大米	55.0	43 糯米(熟, 煮)	55.0
18 大米	55.0	44 糯米(熟, 煮)	55.0
19 大米	55.0	45 糯米(熟, 煮)	55.0
20 大米	55.0	46 糯米(熟, 煮)	55.0
21 大米	55.0	47 糯米(熟, 煮)	55.0
22 大米	55.0	48 糯米(熟, 煮)	55.0
23 大米	55.0	49 糯米(熟, 煮)	55.0
24 大米	55.0	50 糯米(熟, 煮)	55.0
25 大米	55.0	51 糯米(熟, 煮)	55.0
26 大米	55.0	52 糯米(熟, 煮)	55.0
27 大米	55.0	53 糯米(熟, 煮)	55.0
28 大米	55.0	54 糯米(熟, 煮)	55.0
29 大米	55.0	55 糯米(熟, 煮)	55.0
30 大米	55.0	56 糯米(熟, 煮)	55.0
31 大米	55.0	57 糯米(熟, 煮)	55.0
32 大米	55.0	58 糯米(熟, 煮)	55.0
33 大米	55.0	59 糯米(熟, 煮)	55.0
34 大米	55.0	60 糯米(熟, 煮)	55.0
35 大米	55.0	61 糯米(熟, 煮)	55.0
36 大米	55.0	62 糯米(熟, 煮)	55.0
37 大米	55.0	63 糯米(熟, 煮)	55.0
38 大米	55.0	64 糯米(熟, 煮)	55.0
39 大米	55.0	65 糯米(熟, 煮)	55.0
40 大米	55.0	66 糯米(熟, 煮)	55.0
41 大米	55.0	67 糯米(熟, 煮)	55.0
42 大米	55.0	68 糯米(熟, 煮)	55.0
43 大米	55.0	69 糯米(熟, 煮)	55.0
44 大米	55.0	70 糯米(熟, 煮)	55.0
45 大米	55.0	71 糯米(熟, 煮)	55.0
46 大米	55.0	72 糯米(熟, 煮)	55.0
47 大米	55.0	73 糯米(熟, 煮)	55.0
48 大米	55.0	74 糯米(熟, 煮)	55.0
49 大米	55.0	75 糯米(熟, 煮)	55.0
50 大米	55.0	76 糯米(熟, 煮)	55.0
51 大米	55.0	77 糯米(熟, 煮)	55.0
52 大米	55.0	78 糯米(熟, 煮)	55.0
53 大米	55.0	79 糯米(熟, 煮)	55.0
54 大米	55.0	80 糯米(熟, 煮)	55.0
55 大米	55.0	81 糯米(熟, 煮)	55.0
56 大米	55.0	82 糯米(熟, 煮)	55.0
57 大米	55.0	83 糯米(熟, 煮)	55.0
58 大米	55.0	84 糯米(熟, 煮)	55.0
59 大米	55.0	85 糯米(熟, 煮)	55.0
60 大米	55.0	86 糯米(熟, 煮)	55.0
61 大米	55.0	87 糯米(熟, 煮)	55.0
62 大米	55.0	88 糯米(熟, 煮)	55.0
63 大米	55.0	89 糯米(熟, 煮)	55.0
64 大米	55.0	90 糯米(熟, 煮)	55.0
65 大米	55.0	91 糯米(熟, 煮)	55.0
66 大米	55.0	92 糯米(熟, 煮)	55.0
67 大米	55.0	93 糯米(熟, 煮)	55.0
68 大米	55.0	94 糯米(熟, 煮)	55.0
69 大米	55.0	95 糯米(熟, 煮)	55.0
70 大米	55.0	96 糯米(熟, 煮)	55.0
71 大米	55.0	97 糯米(熟, 煮)	55.0
72 大米	55.0	98 糯米(熟, 煮)	55.0
73 大米	55.0	99 糯米(熟, 煮)	55.0
74 大米	55.0	100 糯米(熟, 煮)	55.0

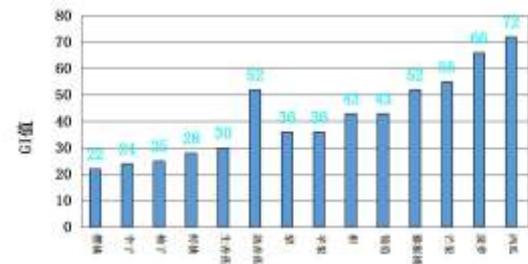
### The GI value of Sugar



### The GI value of some cereals



### The GI value of some fruit foods



### 个体化或精准营养

DRIs and DNRs

Category	DRIs	DNRs
Population	Healthy Populations	Special Populations (Elderly, Pregnant and Lactating Women)
Intervention	Gen. Diet, Programs, Education	Personalized Diet and Behavior Changes
Screeners	Gen. History/Questionnaire	Personalized History and Questionnaire
Assessors	Gen. Algorithms	AI-assisted Algorithms
	Gen. Defining Nutrient Intake	Personalized Defining Nutrient Intake and Physiological Functions

国外研究

欧洲个性化营养干预研究

研究背景

- Level 0: 一般健康建议(对照组)
- Level 1: 根据膳食分析给出个体化方案
- Level 2: 根据膳食分析+基因组分析给出个体化方案
- Level 3: 根据膳食+基因+基因组学分析给出

### 人体微生态系统

- 人的消化道、口腔、鼻咽、皮肤、生殖道遍布微生物，它们种类繁多，比如：肠道里，有500-1000种；口腔里，超过600种；母乳里，也有上百种微生物存在！
- 据最新研究数据，人体自身约有 $3 \times 10^{13}$ 个细胞，而共生微生物的数量达到 $4 \times 10^{13}$ 个。
- 人自身约有两万五千个基因，每种微生物一般有几万个基因，成百上千种微生物加起来，有几百万个基因，总数超过人自身基因的数百倍！
- 这个系统包括口腔、皮肤、泌尿道、胃肠道四大部分，而其中以肠道微生态系统最为重要，生存着很多种细菌。

人体共生微生物的数量和种类



中链长链饱和	↑ Akkermansia Muciniphila ↓ Faecalibacterium	↓ 胆固醇	↓ 代谢综合征
乳酸菌 (包含双歧杆菌)	↓ Akkermansia ↓ Faecalibacterium ↓ Subdoligranulum	↓ Pre-B-12	↓ 骨密度
乳酸	↓ Clostridia	↑ 丁酸	↑ 胰岛素抵抗
乳酸	?	↑ 丁酸, 4-10和 3-12 <sup>β</sup>	↑ 胰岛素抵抗
乳酸	↑ Akkermansia ↓ Faecalibacterium	↑ 乳酸, 丁酸和 4-10 <sup>β</sup>	↓ 代谢综合征
乳酸	↓ Faecalibacterium	↑ 胰岛素抵抗	↓ 代谢综合征
双歧杆菌 (类群)	↑ Akkermansia ↓ Faecalibacterium	↑ C-22	↓ 代谢综合征
双歧杆菌 (类群)	?	↑ 胰岛素抵抗	↓ 胰岛素抵抗
双歧杆菌 (类群)	?	↑ 丁酸 <sup>β</sup>	↓ 代谢综合征
乳酸	?	↑ 丁酸 <sup>β</sup> , OS和葡萄糖	↓ 代谢综合征
双歧杆菌类	↑ Akkermansia ↓ Faecalibacterium	↓ 胰岛素	↑ 胰岛素抵抗

### 肠道微生物与胰岛素敏感性密切相关

Microbial Modulation of Insulin Sensitivity

### 血糖生成指数在个体间差异研究是国际前沿

Personalized Nutrition by Prediction of Glycemic Responses

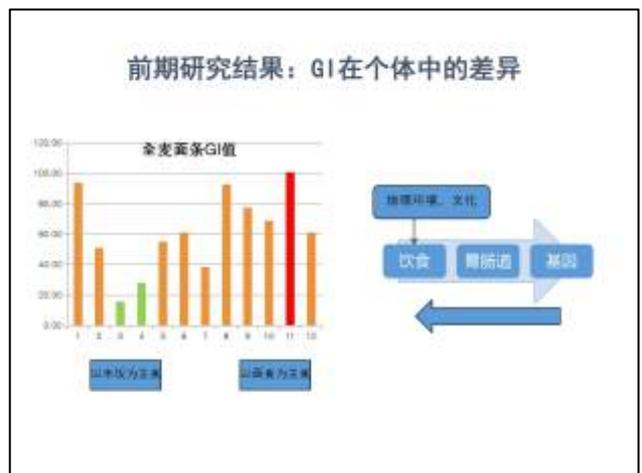
### 前期研究结果: GI在个体中的差异

Summary of the different protocols and main values

Location	Number of subjects/Participants	Type of Study	Food collection and measurement
France (EPICORE)	6	ES, SC	- Weiss (CR & R) - Glucose by GODPOD kit - Insulin by radioimmunoassay (RIA) substrate
UK (OXFORD BROOKS UNIVERSITY)	32	MS, IS, SC	- Capillary (CR & R) - Glucose by HemoCue Electro 203 + analyzer - Insulin by electrochemiluminescence
China (CDC)	13	MS, IS, SC	- Weiss (CR & R) - Glucose by hexokinase/glucose-6-phosphate dehydrogenase enzymatic assay - Insulin by radioimmunoassay method
France (BIOFORSIS)	18	SC	- Capillary (CR) - Glucose by glucose oxidase - Special (IR & R) - Glucose by GODPOD kit - Insulin by radioimmunoassay method
India (IITM)	11 (20) 19 (20)	SC	- Weiss (CR & R) - Glucose by glucose-6-phosphate dehydrogenase method - Insulin by electrochemiluminescence immunoassay
Canada (SILAB)	12	SC	- Capillary (CR & R) - Glucose by a YSI model 2300 STAT analyzer - Insulin by the Human Insulin (SA kit (Dako) Diagnostic)

### 前期研究结果: GI在个体中的差异

Location	Protocol information	Glycemic response (GI)	Insulinemic response (IR)
France (EPICORE)	- Males - 18-40 y - BMI: 19-25 - 52.5g of H <sub>2</sub> TRIOSE <sup>18</sup> vs 50g of glucose - in 250ml of water - Testing: H <sub>2</sub> TRIOSE <sup>18</sup> (3x) - Glucose (2x) - Duration of the experimental session: 240 minutes	25 ± 4	13 ± 2
UK (OXFORD BROOKS UNIVERSITY)	- Males & Females - 18-60 y - BMI: <30 - 50g of H <sub>2</sub> TRIOSE <sup>18</sup> vs 50g of glucose - in 250ml of water - Testing: H <sub>2</sub> TRIOSE <sup>18</sup> (3x) - Glucose (3x) - Duration of the experimental session: 180 minutes	27 ± 12 (5g/l)	17 ± 7 (5g/l)
China (CDC)	- Males & Females - 18-40 y - BMI: 18.5-24 - 50g of H <sub>2</sub> TRIOSE <sup>18</sup> vs 50g of glucose - in 250ml of water - Testing: H <sub>2</sub> TRIOSE <sup>18</sup> (3x) - Glucose (3x) - Duration of the experimental session: 180 minutes	38 ± 15	17 ± 7
France (BIOFORSIS)	- Males - 18-45 y - BMI: 18.5-25 - 50g of H <sub>2</sub> TRIOSE <sup>18</sup> vs 50g of glucose - in 250ml of water - Testing: H <sub>2</sub> TRIOSE <sup>18</sup> (3x) - Glucose (3x) - Duration of the experimental session: 180 minutes	30 ± 15	20 ± 10
India (IITM)	- Males & Females - 20-40 y - BMI: 18.5-25 - 50g of H <sub>2</sub> TRIOSE <sup>18</sup> vs 50g of glucose - in 250ml of water - Testing: H <sub>2</sub> TRIOSE <sup>18</sup> (3x) - Glucose (3x) - Duration of the experimental session: 180 minutes	43 ± 19	13 ± 4
Canada (SILAB)	- Males & Females - 30 y - BMI: 24 - 50g of H <sub>2</sub> TRIOSE <sup>18</sup> vs 50g of glucose - in 180ml of water - Testing: H <sub>2</sub> TRIOSE <sup>18</sup> (3x) - Glucose (2x) - Duration of the experimental session: 120 minutes	29 ± 1	~ 20



### 南北为何差异那么大?

“大米理论”认为，水稻种植的历史使中国南方人更倾向于相互依赖（集体主义），而小麦种植的历史，则使北方人变得更加独立（个人主义）

Talkeim, T., Zhong, X., Dichi, S., Chen, S., Duan, D., Lan, X., & Kitayama, S. (2014). Large-scale psychological differences within China explained by rice versus wheat agriculture. *Science*, 344(6184), 603-608.

### 米面主食习惯对GI及肠道菌群关系研究

研究流程包括：研究背景与意义、研究目的、研究方法、数据收集与分析、结果展示等。

### 肠道微生物构成与食物血糖生成指数的关系研究

研究流程：主饮食习惯、胰岛素检测、体格检查、血生化检查 → 受试者纳入 → 一周体力活动情况、3天24小时膳食摄入量情况 → 对受试者进行培训，并签署知情同意书 → 米食组30人、面食组30人 → 按照标准进行GI测定实验，供能期1周 → 绘制血糖应答曲线，计算血糖生成指数GI → 数据处理、论文撰写

### 材料与amp;方法

1123名：主食习惯问卷调查

160名：体格检查、空腹血糖筛查，再次确认志愿者的米面主食习惯

62名：米、面为主食，各31名

90名：每组各有1人因个人原因，中途退出

### 材料与amp;方法

#### 不同受试物的标准制作过程

	精麦馒头	馒头	全麦馒头
原料	同一批次精麦粉	同一批次大米	同一批次全麦粉
原料质量 (kg)	1.5	3	1.5
加水质量 (kg)	0.79	4.14	1.07
辅料	酵母14g	-	酵母14g
时间	约1h	约1h	约1h

### 材料与amp;方法

#### 不同食物的营养组成 (g/100g)

	精麦馒头	馒头	全麦馒头
水分	45.10	61.4	48.50
灰分	0.30	0.15	0.91
脂肪	0.20	0.10	0.20
蛋白	8.85	3.05	8.97
膳食纤维	1.46	1.01	6.46
可利用碳水化合物 (Englyst法)	40.60	35.50	35.50

### 材料与方法

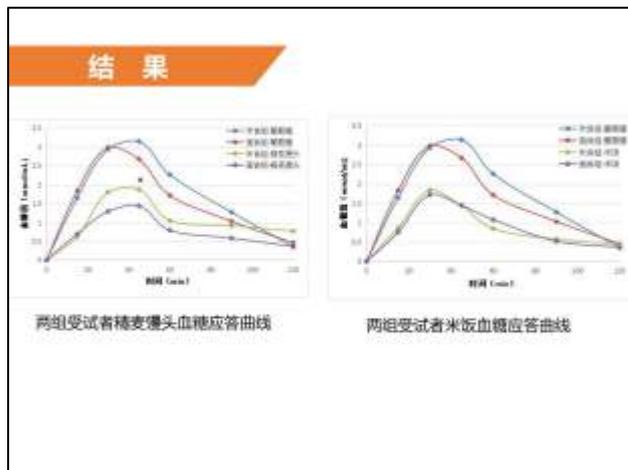
**前一天** 休息5分钟  
病室静卧抽取空腹自静脉(-5 min)  
5min后再次取空腹血(0min)  
口服受试食物  
餐后15、30、45、60、90、  
120min采血, 检测血糖

**洗脱期** 受试物:  
葡萄糖、精麦馒头、  
米饭

**实验当天** 统一晚餐, 控制高蛋白、脂肪和膳食纤维食物的摄入  
实验前禁食14h  
避免剧烈运动, 禁烟, 禁酒

**再次试食** 洗脱期(食用两种受试物的间隔时间)为1周, 1周后要换不同的受试物进行试食实验

31

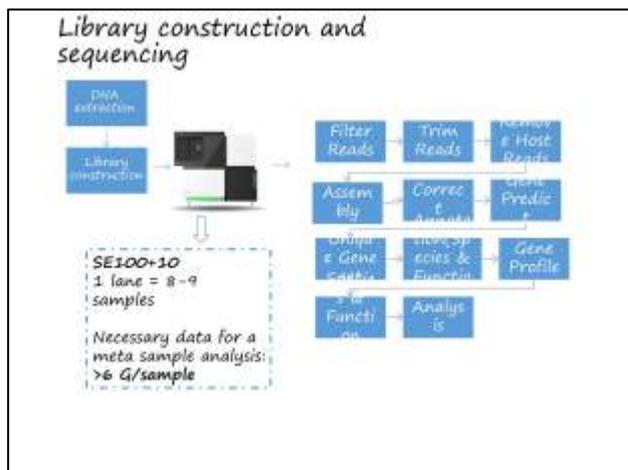


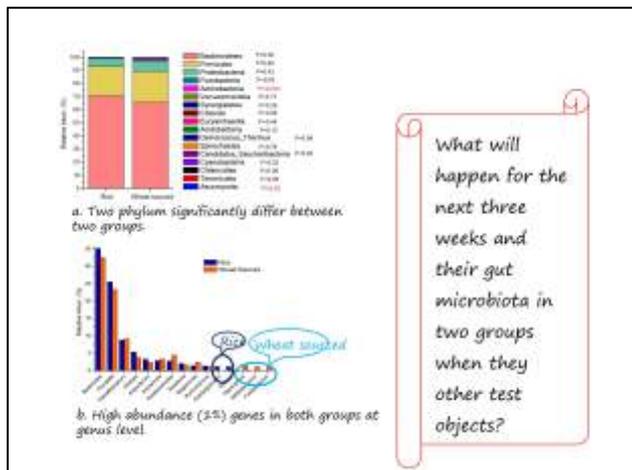
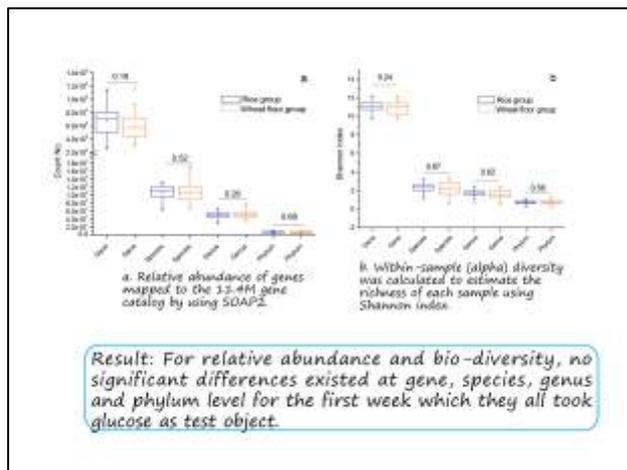
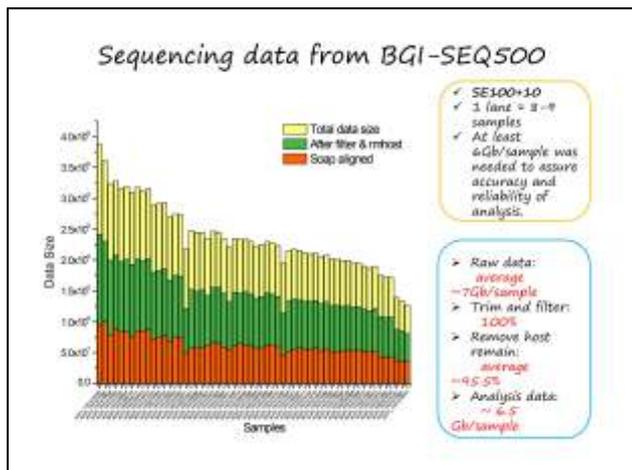
### 结果

两组受试者摄入精麦馒头后各时间点血糖水平 (mmol/mL)

时点 (min)	米食组	面食组	t	P
0	5.17±0.37	5.33±0.31	0.185	0.869
15	5.79±0.71	5.83±0.58	0.041	0.84
30	6.97±0.70	6.42±1.57	3.103	0.085
45	7.04±0.79	6.57±1.02	4.037	0.049
60	6.22±1.17	5.92±0.87	1.224	0.273
90	6.08±0.68	5.71±0.83	3.506	0.066
120	5.94±0.59	5.50±0.68	7.278	0.009
F	4.359			
P	0.041			

35





### 白面包和粗粮面包

#### Cell Metabolism

Bread Affects Clinical Parameters and Induces Gut Microbiome-Associated Personal Glycemic Responses

粗粮面包为什么对不同的人的血糖改善作用不一致。

### 白米vs白面包：两种主食对肠道菌群和代谢有何影响？

① 一项交叉试验纳入7名健康受试者，摄入白米和白面包各1周，间隔1周洗脱期，检测二者对肠道菌群和宿主代谢的影响；

② 白米和白面包的摄入均未改变发酵菌门和厚壁菌门丰度，但摄入面包后显著提高了放线菌门，特别是链杆菌门的丰度；

③ 白面包含有比精制白米更多的膳食纤维，以白米为主食的人可能需要从蔬菜中摄入更多膳食纤维。

Figure 2. The number of abundance of bacteria identified in stool samples of 7 subjects. They are represented by the different colors as shown below the figure. Baseline: Blue; After bread period: Red.

### 致谢

1. 粮食公益性行业科研专项, 201013003-8-2
2. 国家自然科学基金青年科学基金, 813002284
3. 中国营养学会青年专项科研基金2017-043 (CNS-USD)
4. 中国疾病预防控制中心青年基金, 20160420

THANKS TO

# 陈婷超 益生菌干酪乳杆菌代田株 (LcS) 对人体健康的有益作用

Yakult

## 益生菌干酪乳杆菌代田株 (LcS) 对人体健康的有益作用

养乐多(中国)投资有限公司  
学术及公关室  
陈婷超  
2018年11月11日

1

Yakult

### 提到养乐多,你想到的是?



益生菌 乳酸菌  
肠道健康

2

Yakult 带你认识一个不一样的养乐多



食品 化妆品 医药品 分析试验 研究开发 公益事业 国际事业

事业构成

3

Yakult

## 目录

- 养乐多的科研实力
- 干酪乳杆菌代田株 (LcS) 共同研究解读
- 养乐多的学术活动



4

Yakult

## 第一部分 养乐多的科研实力



5

Yakult 干酪乳杆菌代田株 (LcS)

菌株名: 干酪乳杆菌LcS  
(*Lactobacillus casei* strain Shirota, LcS)  
形状: 杆状(长度1.5-5微米, 直径0.4-0.8微米)  
培育环境: 兼性厌氧菌  
培育温度: 15-41℃  
(最适宜温度37℃, 超过此温度的逐渐失去活性)



代田植田博士于1930年  
强化培育出LcS

代谢产物: 利用葡萄糖、蔗糖、乳糖等产生乳酸  
产生维生素B1、B2、B6、B12等  
不产生氨、硫化氢、吲哚等有害物质



6

**Yakult 养乐多中央研究所、欧洲研究所**



**设立: 1967年**  
**所在地: 日本东京都国立市**  
**人数: 300人左右**  
**研究内容: 基础研究、食品开发研究、医药品开发研究、化妆品开发研究、分析试验**

养乐多中央研究所



2005年于比利时根特设立欧洲研究所



食品研发大楼



先进的设备 (YIP-Scan肠内菌群分析仪)

**Yakult 围绕LcS开展的多项研究**

年份	试验菌株	研究项目	研究内容	论文出处
2010	LcS	急性腹泻	益生菌LcS对儿童急性腹泻的预防作用 (印度)	Epidemiol. Infect., 139:919-926, 2010
2011	LcS	便秘缓解	益生菌LcS对健康人群排便情况的改善作用 (日本)	研究 - 食品食品研究, 34:1, 2011
2011	LcS	免疫增强	每日摄入益生菌LcS对运动会上呼吸道感染预防作用 (美国)	Int. J. Sports Nutrition and Exercise Metabolism, 21:55-64, 2011
2011	LcS	感染预防	长期摄入益生菌LcS对养老院老人患细菌性感染的预防效果 (日本)	British J. Nutrition, 106:549-556, 2011
2012	LcS	乳糖酶	益生菌和含LcS发酵乳饮料对女性乳糖酶发生率的影响 (日本)	Current Nutrition and Food Science, 8(4):194-200, 2012
2014	LcS	代谢功能	经口服益生菌LcS对小鼠的神经内分泌自主神经调节的影响及对糖脂代谢的改善作用研究 (日本)	J. Diabetes Invest., 5:153-161, 2014
2015	LcS	肠道有益	干酪乳杆菌代田株在中国健康人群肠内菌群研究 (中国)	Microbial Immunity, 28:268-276, 2015
2016	LcS	肠道菌群	益生菌LcS联合益生菌对肠道菌群多样性的影响 (中国)	中国微生物学杂志, 28(1):41-46, 2016
2016	LcS	免疫增强	口服干酪乳杆菌——代田株对军队士兵上呼吸道感染及免疫功能的影响 (中国)	解放军医学院学报, 39(1):54-58, 2016

**Yakult**

## 第二部分

### 干酪乳杆菌代田株 (LcS)

### 共同研究解读



**Yakult**

### 口服干酪乳杆菌——代田株对军训士兵上呼吸道感染及免疫功能的影响

实施方: 解放军总医院 营养科

**研究背景:**  
 上呼吸道感染和胃肠道疾病是士兵在军事训练中常见的健康问题, 也是导致士兵战斗力降低、缺席训练的主要原因。益生菌与健康的关系备受人们的关注, 长期食用足够数量的益生菌可以改变肠道菌群的数量, 并影响免疫功能, 增加对上呼吸道感染的抵抗力, 对宿主起到有益健康的作用。

**研究目的:**  
 观察口服补充干酪乳杆菌-代田株(LcS)对军事训练条件下士兵的疲乏水平、上呼吸道感染率及免疫功能的影响。

**Yakult 口服干酪乳杆菌——代田株对军训士兵上呼吸道感染及免疫功能的影响**

**研究对象:**  
 100名男性士兵志愿者 (年龄>18岁), 过去1个月内未服用过任何药物, 过去4个月内未使用过任何抗生素或益生菌类药物, 将受试者随机分为两组, **实验组**、**对照组**各50人。

**研究方法:**  
**实验组**每天早、晚各服用100ml含LcS发酵乳饮料 (含 $10^{10}$ 个LcS/100ml);  
**对照组**每天早、晚各服用100ml普通牛奶。干预期4个月。

**观察指标:**  
 一般情况调查、膳食调查、上呼吸道感染情况调查、胃肠道症状情况调查、血清指标检测。

**Yakult 口服干酪乳杆菌——代田株对军训士兵上呼吸道感染及免疫功能的影响**

**研究结果:**  
 1. 受试者一般情况  
 干预期13名受试者由于工作任务原因终止研究 (实验组5名, 对照组8名), 有效受试者共87名, 干预期两组受试者的年龄、BMI、饮酒、吸烟习惯及调查时间差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。

指标	实验组 (n=45)	对照组 (n=42)	P
年龄 (岁)	20.80 ± 1.51	20.86 ± 2.10	0.885
身高 (cm)	174.40 ± 5.90	173.30 ± 5.00	0.123
体重 (kg)	69.32 ± 11.43	68.44 ± 8.25	0.678
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	22.73 ± 3.27	22.79 ± 2.57	0.927
饮酒 (n, %)	28/65.22	22/52.38	0.254
吸烟 (n, %)	22/47.83	20/47.62	0.906
平均每天睡眠时间 (小时)	5.88 ± 2.39	5.07 ± 2.42	0.733

**Yakult. 口服干酪乳杆菌——代田株对军训士兵上呼吸道感染及免疫功能的影响**

2、研究期间膳食摄入情况

研究期间，两组膳食能量、蛋白质、脂肪及碳水化合物差异无统计学意义 (P>0.05)。

表2 两组受试者膳食摄入量情况 (x̄±s)

指标	实验组 (n=42)			对照组 (n=42)		
	干预前	干预2个月	干预4个月	干预前	干预2个月	干预4个月
能量 (kJ/天)	7 581 ± 854	7 912 ± 743	7 427 ± 390	8 255 ± 340	7 736 ± 787	7 845 ± 682
蛋白质 (g/天)	75 ± 10	71 ± 11	76 ± 16	83 ± 10	71 ± 16	76 ± 16
脂肪 (g/天)	56 ± 7	51 ± 5	52 ± 9	60 ± 7	53 ± 8	51 ± 4
碳水化合物 (g/天)	229 ± 44	293 ± 53	258 ± 48	281 ± 31	282 ± 25	286 ± 33

13

**Yakult. 口服干酪乳杆菌——代田株对军训士兵上呼吸道感染及免疫功能的影响**

3、血常规、炎症反应及免疫指标比较

表3对比分析了干预前、干预2个月、干预4个月时，两组受试者血常规、炎症反应及免疫指标的差异。

表3 两组受试者血常规、炎症反应及免疫指标的影响

指标	实验组 (n=42)			对照组 (n=42)		
	干预前	干预2个月	干预4个月	干预前	干预2个月	干预4个月
白细胞 (10 <sup>9</sup> /L)	6.47 ± 1.42	6.79 ± 1.08	6.73 ± 0.97	6.2 ± 1.24	6.79 ± 1.24	7.12 ± 0.93
中性粒细胞	0.52 ± 0.08	0.54 ± 0.07	0.57 ± 0.08	0.56 ± 0.09	0.52 ± 0.09	0.53 ± 0.08
淋巴细胞	0.38 ± 0.06	0.37 ± 0.07	0.33 ± 0.08	0.34 ± 0.08	0.36 ± 0.06	0.35 ± 0.06
C-反应蛋白 (mg/L)	0.36 ± 0.20	0.34 ± 0.09	0.41 ± 0.09	0.43 ± 0.26	0.39 ± 0.13	0.31 ± 0.23
IL-1 (pg/mL)	4.11 ± 0.22	4.39 ± 0.38	6.86 ± 0.84	4.26 ± 0.33	8.92 ± 4.23	14.81 ± 6.07
IL-6 (ng/mL)	173.68 ± 78.03	150.62 ± 69.68	331.19 ± 177.71	103.81 ± 121.04	138.03 ± 148.37	143.74 ± 112.08
IL-10 (ng/mL)	1 156.43 ± 358.30	1 388.59 ± 280.81	1 533.23 ± 285.36	1 073.36 ± 240.03	1 124.53 ± 271.79	1 036.24 ± 225.71
CD3	0.63 ± 0.06	0.72 ± 0.07	0.73 ± 0.09	0.68 ± 0.08	0.68 ± 0.05	0.65 ± 0.04
CD4	0.34 ± 0.07	0.35 ± 0.07	0.41 ± 0.08	0.35 ± 0.06	0.35 ± 0.05	0.34 ± 0.04
CD4/CD8	1.22 ± 0.29	1.82 ± 0.34	1.82 ± 0.39	1.27 ± 0.23	1.39 ± 0.36	1.37 ± 0.32
淋巴细胞 (x10 <sup>9</sup> /L)	(09.9) ± 23.04	(09.66) ± 31.01	(11.07) ± 38.12	(07.22) ± 21.89	(08.08) ± 33.13	(07.39) ± 23.53

\*P<0.05, 在相同时间与对照组比较

14

**Yakult. 口服干酪乳杆菌——代田株对军训士兵上呼吸道感染及免疫功能的影响**

4、两组上呼吸道感染及胃肠功能发生情况比较

干预结束后，实验组得胃肠道疾病反应发生次数明显低于对照组 (P<0.05)，上呼吸道感染疾病发生率有下降趋势，但两组之间比较差异无统计学意义 (P<0.05)。

表4 两组上呼吸道感染及胃肠功能发生情况 (n,%)

指标	实验组 (n=42)			对照组 (n=42)		
	干预前	干预2个月	干预4个月	干预前	干预2个月	干预4个月
上呼吸道感染	9(20.00)	4(9.52)	4(9.52)	10(23.81)	5(11.90)	3(7.14)
胃肠道疾病	7(15.96)	2(4.76)	2(4.76)	11(26.19)	10(23.81)	9(21.43)

\*P<0.05, 在相同时间与对照组比较



15

**Yakult. 口服干酪乳杆菌——代田株对军训士兵上呼吸道感染及免疫功能的影响**

### 结论

军事训练条件下士兵长期口服补充干酪乳杆菌-代田株能够降低机体炎症反应，改善免疫功能，对预防上呼吸道感染发生可能有益。



16

**Yakult.**

## 第三部分

### 养乐多的学术活动



17

**Yakult. 养乐多2018年学术活动**

国际益生菌与益生元学会『ISAPP』2018年年会 (新加坡, 2018.6.5-6)

“Key Scientific Drivers Behind Probiotic and Prebiotic Applications”  
International Symposium of the International Scientific Association of Probiotics and Prebiotics  
June 5-6, 2018, Furusen Riverfront Hotel, Singapore

Meeting Sponsors  
PLATINUM  
**Yakult**

- ▶ 养乐多本社作为本次会议的白金赞助商。
- ▶ 本社中央研究所、新加坡、越南、印度、印度尼西亚、马来西亚、中国等事业所参会
- ▶ 中国养乐多集团召集了上海交通大学、上海交通大学医学院、华东理工大学、江南大学、江苏大学、天津科技大学、中国农业大学等7所高校的20位专家参会。



18

**Yakult 养乐多2018年学术活动**

**第13届益生菌与健康国际研讨会 (广州, 2018.5.22-24)**

- > 中国食品科学技术学会 (CIFST) 主办, 中国养乐多继续13年支持会议召开
- > 450人参会为历年之最, 同时也是国外参会者最多的一次 (日本、新加坡、美国、新西兰等)
- > 邀请养乐多本社中央研究所及解放军总医院专家发表“LcS研究成果”
- > 150名参会代表前往广州益力多工厂参观与交流



养乐多本社中央研究所 西会博士发表LcS免疫调节研究  
解放军总医院 董新博博士发表LcS免疫调节研究成果  
养乐多社长佐藤人夫演讲  
150位参会代表访问广州益力多工厂

20

**Yakult 养乐多2018年学术活动**

**第9届养乐多代田研讨会、第27届肠内菌群国际研讨会 (东京, 2018.10.25-26)**

- > 日本养乐多(Yakult)生命科学基金会主办
- > 研讨会聚焦肠道菌群与平衡失调, 分享关于多元化益生菌的最新研究进展与成果
- > 来自南昌大学、山西医科大学、青岛大学、中国农业大学、天津科技大学、上海第九人民医院的教授专家及博士生、研究生共29人受养乐多邀请参会



第27届肠内菌群国际研讨会  
第9届养乐多代田研讨会  
研讨会中国参会团队

20

**Yakult 肠内菌群国际研讨会**

**历届肠内菌群国际研讨会中国养乐多邀请参会专家人数**



年份	参会专家人数
2004	2
2005	4
2006	2
2007	4
2008	2
2009	3
2010	4
2011	6
2012	13
2013	16
2014	18
2015	24
2016	22
2017	29
2018	29

参会者 累计 253人



养乐多中央研究所参观  
养乐多富士菌工厂参观  
韩国药商报告会

21

**Yakult**



22

营养是健康的基础

健康是小康的基础



健康中国、  
营养先行

# 中国居民平衡膳食宝塔 (2016)



## 一日三餐怎么吃



内蒙古营养学会  
Nei Mongol Society of Nutrition

内蒙古农业大学  
食品科学与工程学院 宣



# 营养专题



郭瑞芳 主任医师

内蒙古自治区人民医院临床营养中心主任  
内蒙古自治区营养与健康重点实验室主任  
二级主任医师，医学博士，硕士研究生导师，草原英才，  
内蒙古自治区知名专家。

主要研究方向：肠道菌群与代谢性疾病。利用分子生物学和代谢组学技术结合临床病例探讨疾病与营养、肠道菌群的相关性。承担内蒙古自治区重大科技专项、自然科学基金和科技及化学项目等多项科研项目。在国内主流学术期刊发表论文40余篇。荣获内蒙古自治区中青年科学技术创新奖。内蒙古自治区科技进步二等奖一项、三等奖两项，内蒙古自治区科学技术进步一等奖一项。自治区有突出贡献中青年专家，内蒙古自治区“三八红旗手”，全国营养行业先进工作者称号。

王文丽 主任医师

儿童保健，主任医师，医学学士

主要研究方向为儿童营养和早期综合发展。

承担内蒙古自治区自然科学基金和科技计划项目2项，参与国家科技部重点项目和国家自然科学基金等多项科学研究，荣获内蒙古自治区科技进奖1项。





阿丽玛 营养师

哈尔滨医科大学营养与食品卫生硕士研究生；哈尔滨医科大学营养与食品卫生硕士研究生；第一届全国青年营养师膳食营养知识与技能大赛“十佳营养师”。目前任中国研究型医院学会营养医学专业委员会青年委员；中国中西医结合学会营养学专业委员会学术委员；内蒙古营养膳食标准化技术委员会委员；中国营养学会会员，内蒙古营养学会会员。

主要研究方向是慢性病的人群流行病学和分子营养学研究，熟练掌握各种营养相关疾病的营养治疗及指导工作。负责全院 20 多个科室患者的营养支持，年会诊量达 400 余例。营养门诊负责：超重、肥胖、孕妇、及营养不良等人群，糖尿病、脂肪肝、高血脂、高尿酸、痛风、手术前、手术后及需肠外肠内营养支持等患者，通过全面的营养评价即膳食调查、人体成分分析、基础代谢测定、血液五元素分析等，为患者制定个体化营养治疗方案。

参与国家自然科学基金、内蒙古自然科学基金及内蒙古自治区科技计划项目等多项科研项目，发表多篇国内外学术论文。



石羽杰 博士

内蒙古伊利集团有限公司奶粉事业部高级科学家。

毕业于复旦大学遗传系，曾在雀巢营养研究中心工作 7 年。

主要研究方向包括：1. 母乳寡糖在学习认知、代谢健康方面的功效研究 2. 新型益生元、益生菌组合的开发筛选；3. 药食同源以及草本提取物对于代谢综合症、骨健康的作用；4. OPO 结构脂的临床喂养观察。发表物包括十余篇 SCI 论文、三篇技术专利和两部学术著作。

# 郭瑞芳 主任医师 特殊医学配方食品的临床应用

内蒙古自治区人民医院  
INNER MONGOLIA PEOPLE'S HOSPITAL

## 特殊医学配方食品的临床应用

郭瑞芳

### 患者的最佳营养?

药品 副作用  
保健品 不能保证全面  
一般食品 无疾病指向性

从有烟的厨房发展到无菌及工业化“烹调”的“食品”——特殊医学配方食品

### 特殊医学用途配方食品 (FSMP) 定义

(Foods for Special Medical Purpose, FSMP)

**国际食品法典委员会**

特殊医学用途配方食品是针对进食受限、消化吸收障碍、代谢紊乱或其他特定疾病状态人群的特殊营养需要与门加工配制而成的配方食品。

**中国食品药品监督管理总局**

“为了满足进食受限、消化吸收障碍、代谢紊乱或特定疾病状态人群对营养要素摄入的特殊需要，专门加工配制而成的配方食品。该类食品必须在医生或临床营养师指导下，单独食用或与其他食品配合食用”。

1. CODEX STAN 186-1991  
2. 国家食品安全风险评估中心，中国标准出版社，2015.1.4

### FSMP发展进程

两千多年前

1988 美国——FSMP定义

1989 欧盟将FSMP列入特殊膳食管理

1991 国际食品法典委员会对FSMP定义和标签标识规定

2012 澳大利亚/新西兰发布FSMP标准

### 2014年

#### 《食品安全国家标准—特殊医学用途配方食品通则》

GB  
中华人民共和国国家标准  
GB 25506-2010

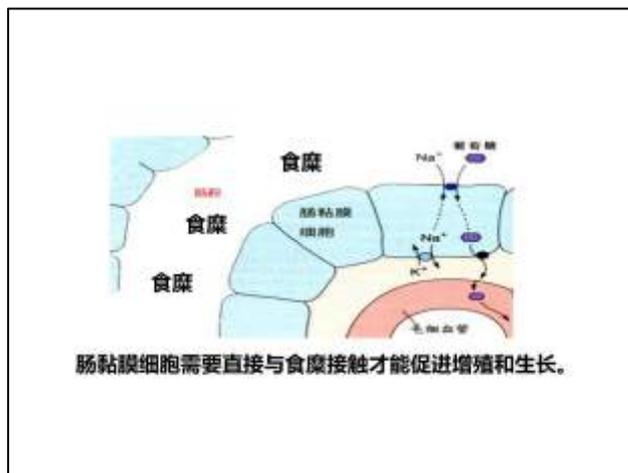
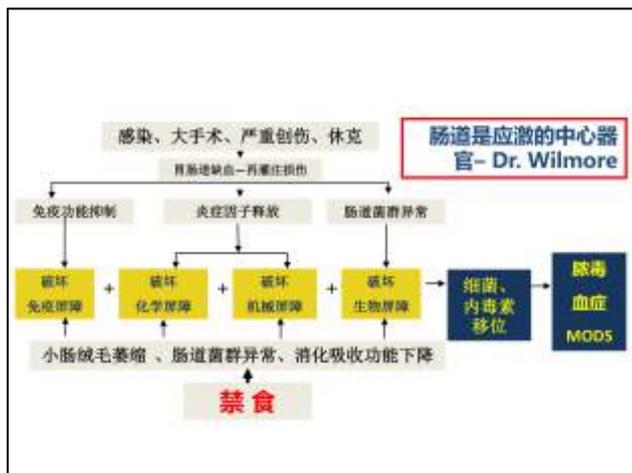
食品安全国家标准  
特殊医学用途配方食品通则

中华人民共和国卫生部 2010年12月29日发布

### FSMP与普通食物

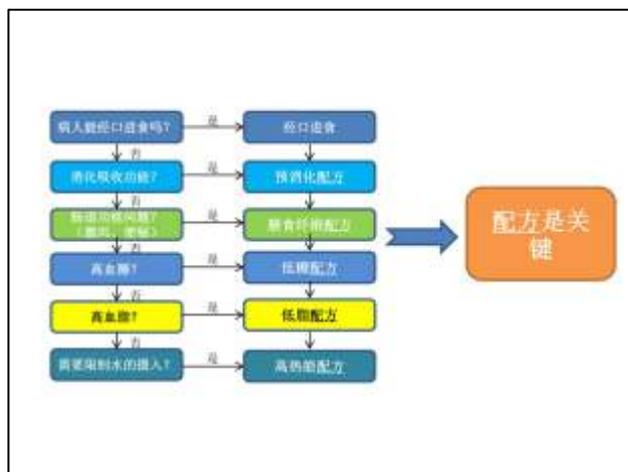
1. 容易消化、吸收
2. 安全性高、不含有害物质
3. 优质、浓缩、营养素确定、特定人群专用型，迅速改善身体状态
4. 使用方便

作为饮食补充可改善营养相关问题；改善营养不良、提高免疫功能、减少疾病相关并发症、减少治疗费用



### 肠内营养的途径

- 经口摄入
- 鼻胃管
- 鼻空肠管
- 经皮内镜下胃造瘘 (PEG)
- 经皮内镜下空肠造瘘 (PEJ)
- 术中胃/空肠造瘘

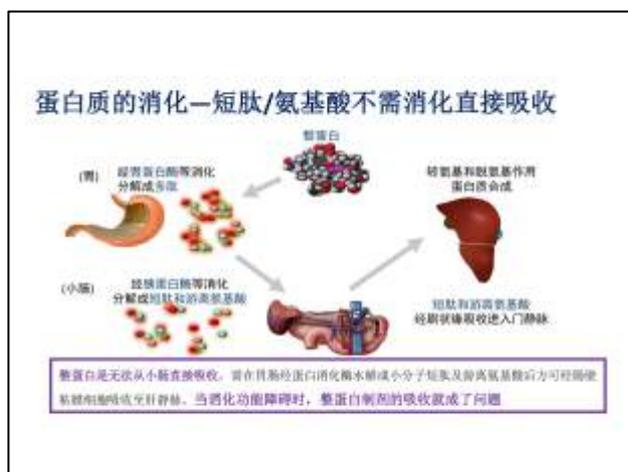


### FSMP-配方的组成

唯一标准

考虑患者消化吸收功能及根据蛋白质的水解程度分类

**蛋白质**



### 整蛋白肠内营养制剂的蛋白质

#### 来源

乳清蛋白+酪蛋白>大豆蛋白

- 特医食品（氨基酸以乳清蛋白为主）优于商品型肠内营养（氨基酸以酪蛋白或大豆蛋白为主）
- 肾病型EN：100%动物蛋白

#### 构成

氨基酸配比的要求不同

- 肝病型EN：要求提高支链氨基酸比例。
- 肾病型EN：必需氨基酸

#### 比例

供能比不同

- 肾病型EN：低蛋白（4-10%）
- 高能、高蛋白EN：提高蛋白质供能比。（20%）

### FSMP配方的组成-脂肪

#### 供能比

短肽、低脂型EN：需降低供能比；提高肠道耐受性  
肿瘤、呼吸型EN：需提高供能比；肿瘤代谢及RQ

#### 脂肪来源

植物来源包括植物油、植物脂肪粉等

#### 特殊要求

- 肝病型EN：提高MCT比例，迅速供能以免导致肝脏脂肪累积
- 肿瘤EN：增加 $\omega$ -3不饱和脂肪酸，减轻肿瘤恶液质
- 糖尿病型EN：增加单不饱和脂肪酸，提高胰岛素敏感性

### FSMP配方的组成-碳水化合物

#### 来源

麦芽糊精、抗性淀粉、葡聚糖、低聚果糖等

#### 要求

糖尿病型、呼吸型、肿瘤EN需降低供能比；  
糖尿病型EN：缓释碳水化合物系统  
肾病EN需提高供能比；

#### 膳食纤维

针对消化吸收功能较差人群，无或少量膳食纤维  
糖尿病型EN、纤维型匀浆膳、老年型EN提高膳食纤维

### FSMP配方的其他营养物质

1

微量元素、维生素常规参照中国居民参考摄入量（DRIs）

2

肿瘤型EN：增加免疫营养素，如谷氨酰胺等

3

因特殊需求调整的营养物质：  
如糖尿病型强化胰岛素敏感因子；  
肾病型降低磷、钾含量

### FSMP 的配方制定与选择

#### 适宜能量

基础代谢

#### 优质蛋白

蛋白质的来源

#### 糖/脂比

根据疾病情况

#### 维生素及微量元素

人体所需及疾病变化

#### 肠道功能

益生菌、膳食纤维

#### 其他营养素

精氨酸、谷氨酰胺等

口味

### 规范化的肠内营养支持：

合理的时机

第一步

准确的营养评估与诊断

第二步

个体化的肠内营养配方

第三步

循序渐进的序贯行法

第四步

依从性和有效性的监测

第五步

### 合理的时机— 早期肠内营养

- ESPEN肠内营养指南:早期开始EN < 12~24h
- 美国危重病医学会《成年危重病患者营养支持治疗与评估指南》: 应当在入院后最初24-48小时内早期开始肠内营养。对于ICU患者, 肠鸣音存在与否以及是否排气排便均不影响开始肠内喂养。

### 重症患者营养支持

- 序贯营养疗法
- 短肽型** 早期, 补充营养、支持肠道、不留残渣
  - 整蛋白** 恢复期, 均衡营养、易消化
  - 匀浆膳** 康复期, 均衡营养、价格便宜

### 糖尿病型肠内营养制剂

- | 产品特点:   | 适用人群:  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 缓释碳水化合物系统, 低升糖指数</li> <li>➢ 增加单不饱和脂肪酸含量, 提高胰岛素敏感性、降低血脂</li> <li>➢ 膳食纤维丰富 (100%动物蛋白)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 应激性高血糖</li> <li>➢ 糖尿病</li> <li>➢ 其他需要控制血糖的病人</li> </ul> |

### 肾病型肠内营养制剂——优质低氮源的肾脏专用型产品

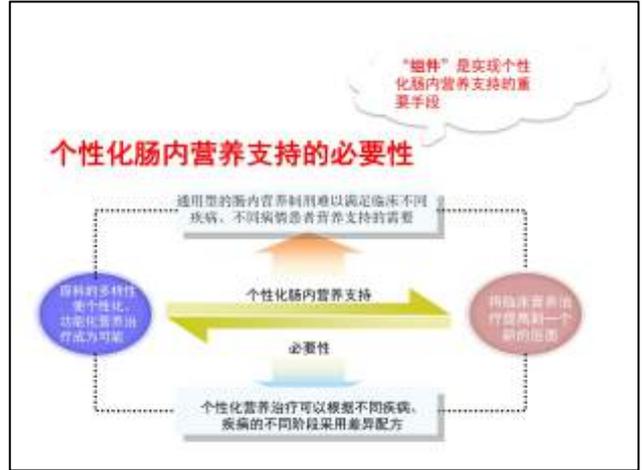
- | 产品特点:  | 适用人群:  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 低蛋白 (供能比10%, 11.1g/100g粉剂)</li> <li>➢ 必需氨基酸含量丰富 (100%动物蛋白)</li> <li>➢ 低脂肪、充足碳水化合物</li> <li>➢ 调整矿物质</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 肾脏功能受损 (含糖尿病肾病) 的患者, 如肾功能衰竭、肾病综合征、肾炎等非透析期。</li> </ul> |

### 肝病型肠内营养制剂

- 全营养配方
- 富含支链氨基酸50%以上, 改善肝病者血液支芳比
- 强化精氨酸、谷氨酸和天冬氨酸: 降低血氨, 减少肝性脑病发生率
- 强化B族维生素、VitA、VitD、VitE、Zn: 增加肝脏营养, 促进肝脏康复

CSPEN: 存在肝硬化失代偿或肝性脑病的患者, 应给以含有BCAA的肠内营养。(A) 对于术前有肝性脑病者, 在术后早期给予富含支链氨基酸制剂。(A)

- 呼吸系统疾病型肠内营养制剂
- 肿瘤型肠内营养制剂
- 肌肉衰竭综合症型肠内营养制剂
- 食物蛋白过敏型肠内营养制剂
- 炎症肠病型肠内营养制剂
- 难治性癫痫型肠内营养制剂



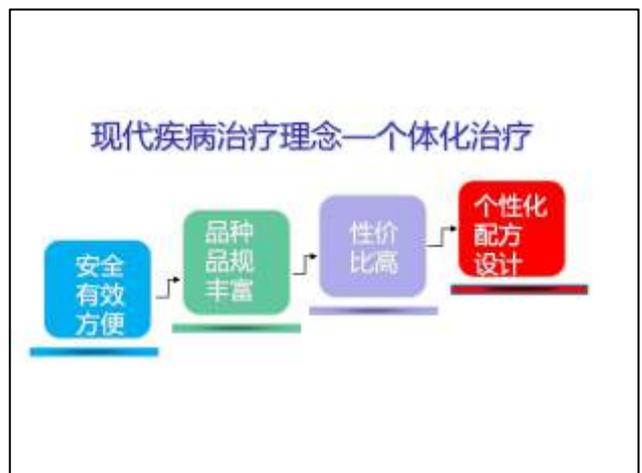
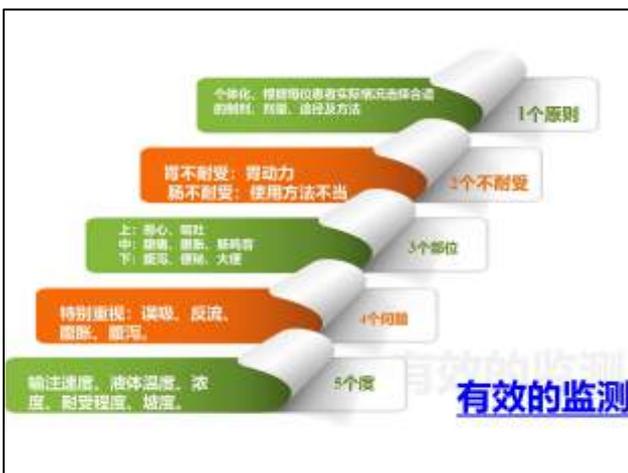
### 组件应用

膳食纤维	便秘、高血糖、肥胖、高血压、高血脂等人群
乳清蛋白粉	需要补充蛋白质的人群，如消化吸收不良的老年人、手术后及特殊生理阶段的人群等
胶原蛋白粉	需要补充胶原蛋白的人群，如创伤愈合的患者、骨质疏松的人群等
谷氨酰胺	胃肠道功能较差患者，手术、创伤、肿瘤放化疗、烧伤等应激性患者
Omega制剂	免疫营养支持的营养成分，预防心脑血管疾病、抗炎、免疫调节
微量元素	需要额外补充微量元素的人群
水溶性维生素	不能从饮食中获取足够水溶性维生素的患者
脂溶性维生素	不能从饮食中获取足够脂溶性维生素的患者
益生菌	适用于菌群失调引起的消化不良及腹泻

### 循序渐进：

◆应从低浓度、低容量开始，滴注速率与总用量应逐日增加，不足的热量与氮量由静脉补充。

- ✓肠内营养开始过慢时，采用**营养泵持续微量泵入**的方式，提高肠道对营养液的耐受性，尤其对于老年或重症患者。
- ✓肠内营养过快增加时，**再逐渐增加每次喂养的剂量**，以达到更好的肠道耐受性。



王文丽 主任医师 特殊人群饮食与营养管理

特殊人群饮食与营养管理

内蒙古妇幼保健院  
王文丽  
2018-11-11

### 苯丙酮尿症 (PKU) 儿童的营养管理

苯丙酮尿症 pku  
pku的危害是智能发育障碍

甲基丙二酸血症  
图片均来源于网络

### 认识苯丙酮尿症

> 常染色体隐性遗传性疾病 (氨基酸代谢性疾病)

患者父母 杂合子 正常人

正常人 杂合子 患者

正常儿子 杂合子女儿 杂合子儿子 患者女儿

### 认识苯丙酮尿症

> 发病率 全国1/10397;  
北方高于南方  
我区是PKU高发地区, 患病率1/6436, (高发区)

> 特点: 发育迟缓, 无发黄, 特殊鼠尿味, 神经精神损害等

> 但可以防治, 强调治疗的长期性

### 代谢特点与分型

> 轻度HPA  $\leq 360-120 \mu\text{mol/L}$

> PKU  $\geq 360 \mu\text{mol/L}$

苯丙氨酸代谢

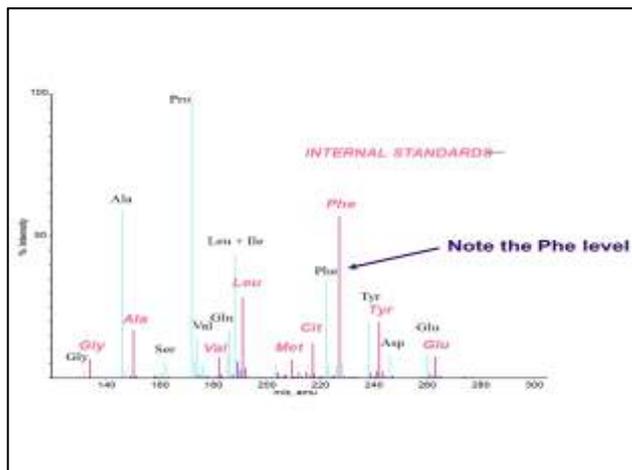
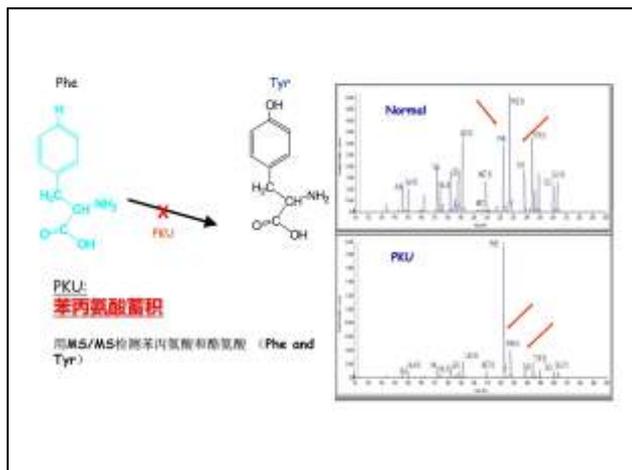
### 如何诊断苯丙酮尿症?

> 新生儿筛查是早期诊断的最好方法

> 血氨基酸分析: 测定血苯丙氨酸、酪氨酸浓度

> 尿液喋呤谱分析: 鉴别PKU和BH4缺乏症的主要方法

> 基因诊断: 是HPA病因的确诊方法, 建议常规进行, 尤其对经上述鉴别诊断试验仍不能明确诊断者。



### PKU治疗的里程碑

- 1934年Folling用FeCl<sub>3</sub>检查智力障碍小儿,发现尿液呈绿色反应,并分离出苯丙酮酸
- 1938年Folling发现这类病人血苯丙氨酸浓度升高
- 1953年德国医师Bickel首先报道用低Phe奶治疗PKU获得成功

### PKU治疗的里程碑

- 1963年美国Guthrie医师首创细菌抑制法进行新生儿筛查
- 1976年Leeming发现第一例生物蝶呤合成酶PTPS缺乏
- 1983年美国Woo克隆了PKU的致病基因苯丙氨酸羟化酶,为基因诊断和产前诊断开辟了道路。

### PKU的最佳治疗方式

- 饮食与营养管理是目前唯一有效治疗手段
- 控制Phe的血浓度,目前认为以将血Phe浓度控制在下列范围为最适合

血Phe浓度的理想控制范围

年龄 (岁)	Phe浓度 (μmol/L) (mg/L)
0-3	120-240(2-6)
3-9	120-360(2-6)
9-12	120-480(2-8)
12-16	120-600(2-10)
>16	120-900(2-15)
前半生-孕周	120-360(2-6)

### PKU患儿的营养管理

#### 营养管理的目的

- 限制食物中苯丙氨酸的摄入
- 减少旁路代谢产物在体内的蓄积
- 同时保障患儿正常生长发育及生存所需的热卡、蛋白质、脂肪及维生素等营养物质

### PKU营养管理的内容

- 特殊配置食物每日供给必需的苯丙氨酸 (20-50mg/kg.d)；适量供给 特殊奶粉、特殊面粉、特殊米
- 维持血中苯丙氨酸浓度
- 记录饮食日记，评估患儿的营养状况
- 定期评估患儿的生长发育，保证正常生长
- 定期监测血苯丙氨酸和酪氨酸的浓度
- 监测其他蛋白质、矿物质维生素的摄入量

### PKU营养管理的内容



### PKU营养管理的目标人群

- 正常蛋白质摄入下血Phe浓度持续2次>360 μmol/L的PKU患儿均应立即治疗，越早治疗越好，提倡终生治疗
- 轻度HPA可暂不治疗，但需定期检测血Phe浓度，如血Phe上升>360 μmol/L仍需要治疗

### PKU营养管理的时间

- 低Phe饮食疗法至少持续到青春发育期，提倡终生治疗。
- 高Phe可导致行为、认知、社交等精神神经发育落后。

### PKU治疗中监测指标

- 定期监测血Phe浓度  
106例PKU患儿治疗前血苯丙氨酸浓度为 (1222.6±130.5) μmol/L，经无苯丙氨酸营养粉治疗后1周测定血苯丙氨酸浓度为 (22.6±13.5) μmol/L，下降明显。
- 定期作血常规、肝肾功能、微量营养素检查
- 定期做生长发育评估
- 定期做智力测定

### 治疗中监测指标

- 定期做生长发育评估
- 定期做智力测定 采用Gesell发育量表

治疗时机	例数	DQ
早	56	96±10
晚	83	72±26

\*P < 0.05



## (1) 新生儿及婴儿期

- 母乳喂养和/或PKU专用奶粉
- 经典型PKU给予无Phe特殊奶粉
- 食物的过渡与转换
- 根据血Phe浓度调节饮食配伍与奶粉配置比例

## (2) 幼儿及儿童期的饮食

- 特殊奶粉需求量减少，饮食治疗面临挑战。  
高蛋白的饮食喂养，不单独做低是患儿Phe浓度升高的危险因素。
- 为满足蛋白质需要及血Phe浓度控制，可选用蛋白质替代品（无Phe蛋白粉）或/和奶粉，减少天然蛋白质。
- 根据个体Phe耐受量，可选择不同Phe含量的天然食物
- 日常饮食中应合理选择进食食物品种、食物量，注意“苯丙氨酸陷阱”

经典基因型患儿饮食行为和对其血Phe浓度影响, 2016,24 (12)

## (3) 青少年和成年期

- 治疗依从性较差，仍会导致一系列精神，行为异常，需要坚持治疗。
- 母源性PKU综合征
- PKU女性患者需进行产前遗传咨询，保障胎儿健康

## 其他探索性的治疗

- PKU长期饮食治疗常面临挑战：
  - PKU和长链不饱和脂肪酸
  - PKU和骨疾病
  - PKU与氧化应激
- 糖巨肽：新的蛋白质来源。
- 其他治疗方法：
  - 有大分子中性氨基酸（LNAA）补充；
  - 苯丙氨酸脱氨酶口服制剂，酶替代疗法，基因治疗等处于试验阶段

## 多学科共同管理PKU儿童



## 案例分析

患儿，男，5岁，健康体检时发现头发发黄，尿味几重。血苯丙氨酸浓度：30mg/L

- 进一步检查：1. 串联质谱分析  
2. 学前韦氏智力评估

饮食方案：

食物	量	蛋白质	phe	热卡kcal
专用蛋白粉	30g	24	0	90
牛奶	200ml	6	226	108
专用面粉	200g	0	0	800
油	35ml	0	0	3.5

# 阿丽玛 营养医师 肿瘤患者的家庭营养

内蒙古自治区人民医院  
TUMOR PATIENTS' FAMILY NUTRITION  
内蒙古自治区人民医院  
阿丽玛

1.1 肿瘤流行病学情况的决定

	2013	2015
新发病例	312万	429万
死亡病例	270万	281万
发病率	356人/小时	490人/小时
死亡率	308人/小时	321人/小时

中国新增肿瘤病例高居全球第一位  
常见疾病，并成为我国居民第一死亡原因

恶性肿瘤患者营养不良发生率较高，而且贯穿于整个病程。

Chen W, Deng R, Beale PL, et al. Cancer statistics in China. *Cancer J Clin*. 2016;66(12):118-132.

Knowledge into action

我国肿瘤患者实际全部花费高于美国肿瘤患者

但是5年生存率（30.9%）不及美国的十之一

治疗效果下降 治疗耐受性下降  
生活质量下降 社会经济负担  
生存时间缩短 并发症增加

2016-2018年4月会诊统计

科室	会诊人数
消化	15
保健科	16
呼吸	24
肿瘤	9
外科	4
管内	3
风湿免疫	1
血液科	
神内	
心脏中心	50
急诊	18
妇科	17
ICU	11
其他	10
耳鼻喉	9
眼科	2
皮肤科	2

会诊量统计（31个科室，1791例次）

肿瘤患者营养干预总人数：144人，总有效率：81.94%

癌种	人数
肺癌	32
胃癌	28
卵巢	12
结直肠癌	12
食管	10
肝癌	10
胰腺癌	8
鼻咽癌	7
乳腺癌	7
宫颈癌	7
食管癌	7
前列腺癌	7
其他	14

早期营养支持对肿瘤患者营养状况的影响

对比分析治疗前营养状况一致的两组患者，不同营养治疗时机对患者营养状况的改善情况，结果显示早期的营养干预更有利于改善患者营养状况。有助于缩短住院时间。

表1 不同肿瘤癌种营养干预对比 (n=144)

	Group I	Group II	P value
BSA (kg/m <sup>2</sup> )	21.17±0.48	21.20±0.38	0.948
ALB (g/L)	31.87±0.28	32.17±0.27	0.223
PA (mg/dL)	32.17±0.29	32.17±0.29	0.995
TP (g/L)	61.11±0.35	61.02±0.34	0.962

表2 不同肿瘤癌种营养干预对比 (n=144)

	Pre-Intervention	Post-Intervention	P value
BSA (kg/m <sup>2</sup> )	21.21±0.49	21.17±0.48	0.600
ALB (g/L)	32.02±0.49	32.17±0.27	0.900
TP (g/L)	61.04±0.25	61.02±0.34	0.900

表3 不同肿瘤癌种营养干预对比 (n=144)

	Group I	Group II	P value
BSA (kg/m <sup>2</sup> )	21.21±0.49	21.17±0.48	0.600
ALB (g/L)	32.02±0.49	32.17±0.27	0.644
TP (g/L)	61.04±0.25	61.02±0.34	0.475

表4 不同肿瘤癌种营养干预对比 (n=144)

	Group I	Group II	P value
Hospitalization days (d)	21.21±0.49	21.17±0.48	0.600



内蒙古自治区人民医院  
INNER MONGOLIA PEOPLE'S HOSPITAL

**营养教育HN是否顺利实施的重要基础。**

小范围集体讲座、个体化营养咨询、折页、手册及 APP 宣教平台等多种形式。



①让患者了解：自身饮食行为存在的问题  
②让患者了解：是抗肿瘤综合治疗的一部分  
③具体地记录；  
④让患者感到：能够实现并且可以被监测

有计划、重复、渐进的营养教育

内蒙古自治区人民医院  
INNER MONGOLIA PEOPLE'S HOSPITAL

营养全面均衡，个性化制定

代谢

1. 静息能值升高
2. 蛋白质合成减少，分解增多
3. 肿瘤细胞生长迅速葡萄糖利用率增高，对葡萄糖利用率利用率下降。
4. 难以充分利用氨基酸及必需氨基酸
5. 化疗对肠道蠕动的影响
6. 免疫抑制剂产生的单克隆抗体导致的代谢异常

充足能量摄入。  
蛋白：高，优质蛋白  
糖脂比：高糖脂和碳水化合物比例增加  
免疫营养物质：益生菌、ω-3脂肪酸、谷氨酰胺、膳食纤维等。

内蒙古自治区人民医院  
INNER MONGOLIA PEOPLE'S HOSPITAL

**细化膳食评估+个体化营养指导**

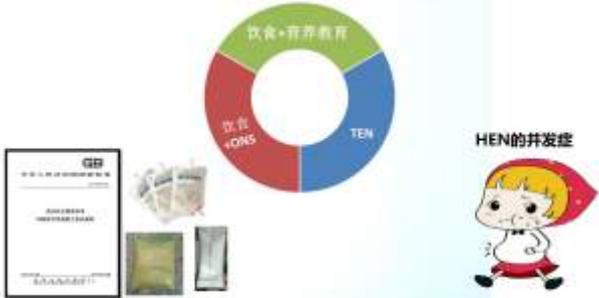


内蒙古自治区人民医院  
INNER MONGOLIA PEOPLE'S HOSPITAL

饮食+营养教育

饮食+ONS TEN

HEN的并发症



内蒙古自治区人民医院  
INNER MONGOLIA PEOPLE'S HOSPITAL

监测及随访  
Monitoring and follow up

患者与看护 → NST

记录饮食日记，定期称量体重，反馈问题

方式：电话、APP、门诊随访、家访  
频率：开始治疗后1个月内1~2周随访1次，1个月以后1~3个月随访1次

有效性营养指标包括：  
营养摄入量、体重变化、人体成分变化、血液学指标、肌力等。  
安全性指标包括：腹泻、便秘等  
肠内营养并发症及管路堵塞、脱落等机械性问题

内蒙古自治区人民医院  
INNER MONGOLIA PEOPLE'S HOSPITAL

NST指导下的HN是院内营养治疗的延伸，有利于提高肿瘤患者营养治疗有效性和安全性、及时有效地解决 HN 患者遇到的问题。对患者来说，不仅能减少营养不良及并发症的发生，还能提高患者生活质量。



石羽杰 博士 中国母乳脂肪轮廓的研究



### 1. 研究背景

生命早期1000天是关乎一生健康与疾病的窗口期。  
“三岁看大，七岁看老”的古老智慧。

国民营养计划提出6项重大行动提高人群营养健康水平：  
“生命早期1000天营养健康行动，提高孕产妇、婴幼儿的营养健康水平。”

### 1. 研究背景

WHO推荐出生后6个月进行纯母乳喂养。

母乳喂养是确保儿童健康和生存的最有效措施之一。

如果将母乳喂养扩大到全民，每年就可挽救约82万儿童的生命\*。在全球范围内，6个月以内婴儿的纯母乳喂养率仅为40%。WHO积极促进母乳喂养，认为这是婴幼儿的最佳营养来源。

\*Prof. C. Vibran, P. Baki, B. Barros, G. V. A. Prisco, J. Horta, J. Eremova, J. Murak, M. I. Tanaka, R. Walker, and M. C. Bahra. 2016. "Breastfeeding in the 21st Century: Epidemiology, Mechanisms and Lifelong Effect." The Lancet 387 (10007):455-466.

### 1. 研究背景

- ✓ 总含量在母乳宏量营养素中排第二（乳糖7%；脂肪4%；蛋白质1.5%）；
- ✓ 为婴儿生长提供50%的能量；
- ✓ 母乳脂肪主要包括甘油三酯、磷脂、固醇、糖脂。其中大于98%的母乳脂肪是甘油三酯。
- ✓ 母乳甘油三酯分子的脂肪酸分布不是随机的。

年龄/岁	脂肪占能量%
0-0.5	45-50
0.5-2	35-40
2-6	30-35
7-18	25-30
18~	20-30

### 关于中国母乳甘油三酯脂肪酸的特征

1. Y. Xia, J.-Y. Xiang and X.-H. Cao, Fatty Acid composition and sn-2 Fatty Acid Distribution of Human Milk Fat in Wuxi prefecture (Jiangsu, China), *China Dis Fats*, 2015, 40, 44-47.  
研究了无锡地区母乳的sn-2位脂肪酸，发现sn-2位的脂肪有70%是饱和脂肪酸，主要是C16: 0。
2. X.-L. Qin, B. Yang and Y.-H. Wang, Study on composition of fatty acid and distribution of sn-2 fatty acid in colostrum human milk, *Sci.Technol. Food Ind.*, 2010, 81-84, 88.  
研究了广州地区初乳的sn-2位脂肪酸分布，结果显示72.08%的C16:0酯化在sn-2位，Sn3:1 and C18:2n-6 主要分布在sn-1, 3位。
3. Y.-D. Liu, Q. Song, X. Zhi and G.-C. Huo, Fatty acid composition and distribution of triacylglycerol fraction from mare and mature breast milk, *Sci.Technol. Food Ind.*, 2012, 33, 171-173.  
研究了内蒙古地区初乳的sn-2位脂肪酸分布，结果发现饱和脂肪酸在 sn-2位占比为59.41%，主要是 C16:0 (48.16%) 和 C14:0 (6.00%)。

以上3个研究主要关注3个城市初乳中C16: 0的分布而忽略了cis-MUFA, TFA, CLA:LC-PUFA:E:甘油三酯分子的分布，且样本来源主要是南方。

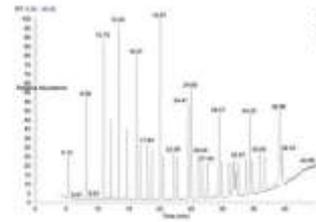
### 2.1 实验设计与方法

22-41岁的健康乳母  
9:00-11:00AM  
收集初乳(0-7天)、  
成熟乳(>21天)  
24h膳食回顾法

内蒙古-北方，食用较多乳制品、牛羊肉；  
江苏-东部沿海经济发达城市，食用较多鱼虾，讲究烹饪方式保存食材原味；  
广西-东南部，全年有丰富的水果供应。

## 母乳总脂肪酸和sn-2脂肪酸的分析

1. 总脂肪酸：甲酯化修饰 → GC
2. Sn-2位脂肪酸：胰脂肪酶消化 → TLC → 甲酯化修饰 → GC



## 2.2 结果-母乳的总脂肪酸

饱和脂肪酸

Fatty acids	BB (n=11)		GJ (n=12)		GX (n=10)		BB (n=11)		GJ (n=12)		GX (n=10)	
	Concentration	Mean ± SD										
16:0	28.1	28.1 ± 0.001*	28.1	28.1 ± 0.001*	28.1	28.1 ± 0.001*	28.1	28.1 ± 0.001*	28.1	28.1 ± 0.001*	28.1	28.1 ± 0.001*
18:0	1.0	1.0 ± 0.001*	1.0	1.0 ± 0.001*	1.0	1.0 ± 0.001*	1.0	1.0 ± 0.001*	1.0	1.0 ± 0.001*	1.0	1.0 ± 0.001*
20:0	0.1	0.1 ± 0.001*	0.1	0.1 ± 0.001*	0.1	0.1 ± 0.001*	0.1	0.1 ± 0.001*	0.1	0.1 ± 0.001*	0.1	0.1 ± 0.001*
22:0	0.05	0.05 ± 0.001*	0.05	0.05 ± 0.001*	0.05	0.05 ± 0.001*	0.05	0.05 ± 0.001*	0.05	0.05 ± 0.001*	0.05	0.05 ± 0.001*
24:0	0.02	0.02 ± 0.001*	0.02	0.02 ± 0.001*	0.02	0.02 ± 0.001*	0.02	0.02 ± 0.001*	0.02	0.02 ± 0.001*	0.02	0.02 ± 0.001*
26:0	0.01	0.01 ± 0.001*	0.01	0.01 ± 0.001*	0.01	0.01 ± 0.001*	0.01	0.01 ± 0.001*	0.01	0.01 ± 0.001*	0.01	0.01 ± 0.001*
28:0	0.005	0.005 ± 0.001*	0.005	0.005 ± 0.001*	0.005	0.005 ± 0.001*	0.005	0.005 ± 0.001*	0.005	0.005 ± 0.001*	0.005	0.005 ± 0.001*
30:0	0.002	0.002 ± 0.001*	0.002	0.002 ± 0.001*	0.002	0.002 ± 0.001*	0.002	0.002 ± 0.001*	0.002	0.002 ± 0.001*	0.002	0.002 ± 0.001*
32:0	0.001	0.001 ± 0.001*	0.001	0.001 ± 0.001*	0.001	0.001 ± 0.001*	0.001	0.001 ± 0.001*	0.001	0.001 ± 0.001*	0.001	0.001 ± 0.001*
34:0	0.0005	0.0005 ± 0.001*	0.0005	0.0005 ± 0.001*	0.0005	0.0005 ± 0.001*	0.0005	0.0005 ± 0.001*	0.0005	0.0005 ± 0.001*	0.0005	0.0005 ± 0.001*
36:0	0.0002	0.0002 ± 0.001*	0.0002	0.0002 ± 0.001*	0.0002	0.0002 ± 0.001*	0.0002	0.0002 ± 0.001*	0.0002	0.0002 ± 0.001*	0.0002	0.0002 ± 0.001*
38:0	0.0001	0.0001 ± 0.001*	0.0001	0.0001 ± 0.001*	0.0001	0.0001 ± 0.001*	0.0001	0.0001 ± 0.001*	0.0001	0.0001 ± 0.001*	0.0001	0.0001 ± 0.001*
40:0	0.00005	0.00005 ± 0.001*	0.00005	0.00005 ± 0.001*	0.00005	0.00005 ± 0.001*	0.00005	0.00005 ± 0.001*	0.00005	0.00005 ± 0.001*	0.00005	0.00005 ± 0.001*
42:0	0.00002	0.00002 ± 0.001*	0.00002	0.00002 ± 0.001*	0.00002	0.00002 ± 0.001*	0.00002	0.00002 ± 0.001*	0.00002	0.00002 ± 0.001*	0.00002	0.00002 ± 0.001*
44:0	0.00001	0.00001 ± 0.001*	0.00001	0.00001 ± 0.001*	0.00001	0.00001 ± 0.001*	0.00001	0.00001 ± 0.001*	0.00001	0.00001 ± 0.001*	0.00001	0.00001 ± 0.001*
46:0	0.000005	0.000005 ± 0.001*	0.000005	0.000005 ± 0.001*	0.000005	0.000005 ± 0.001*	0.000005	0.000005 ± 0.001*	0.000005	0.000005 ± 0.001*	0.000005	0.000005 ± 0.001*
48:0	0.000002	0.000002 ± 0.001*	0.000002	0.000002 ± 0.001*	0.000002	0.000002 ± 0.001*	0.000002	0.000002 ± 0.001*	0.000002	0.000002 ± 0.001*	0.000002	0.000002 ± 0.001*
50:0	0.000001	0.000001 ± 0.001*	0.000001	0.000001 ± 0.001*	0.000001	0.000001 ± 0.001*	0.000001	0.000001 ± 0.001*	0.000001	0.000001 ± 0.001*	0.000001	0.000001 ± 0.001*
52:0	0.0000005	0.0000005 ± 0.001*	0.0000005	0.0000005 ± 0.001*	0.0000005	0.0000005 ± 0.001*	0.0000005	0.0000005 ± 0.001*	0.0000005	0.0000005 ± 0.001*	0.0000005	0.0000005 ± 0.001*
54:0	0.0000002	0.0000002 ± 0.001*	0.0000002	0.0000002 ± 0.001*	0.0000002	0.0000002 ± 0.001*	0.0000002	0.0000002 ± 0.001*	0.0000002	0.0000002 ± 0.001*	0.0000002	0.0000002 ± 0.001*
56:0	0.0000001	0.0000001 ± 0.001*	0.0000001	0.0000001 ± 0.001*	0.0000001	0.0000001 ± 0.001*	0.0000001	0.0000001 ± 0.001*	0.0000001	0.0000001 ± 0.001*	0.0000001	0.0000001 ± 0.001*
58:0	0.00000005	0.00000005 ± 0.001*	0.00000005	0.00000005 ± 0.001*	0.00000005	0.00000005 ± 0.001*	0.00000005	0.00000005 ± 0.001*	0.00000005	0.00000005 ± 0.001*	0.00000005	0.00000005 ± 0.001*
60:0	0.00000002	0.00000002 ± 0.001*	0.00000002	0.00000002 ± 0.001*	0.00000002	0.00000002 ± 0.001*	0.00000002	0.00000002 ± 0.001*	0.00000002	0.00000002 ± 0.001*	0.00000002	0.00000002 ± 0.001*
62:0	0.00000001	0.00000001 ± 0.001*	0.00000001	0.00000001 ± 0.001*	0.00000001	0.00000001 ± 0.001*	0.00000001	0.00000001 ± 0.001*	0.00000001	0.00000001 ± 0.001*	0.00000001	0.00000001 ± 0.001*
64:0	0.000000005	0.000000005 ± 0.001*	0.000000005	0.000000005 ± 0.001*	0.000000005	0.000000005 ± 0.001*	0.000000005	0.000000005 ± 0.001*	0.000000005	0.000000005 ± 0.001*	0.000000005	0.000000005 ± 0.001*
66:0	0.000000002	0.000000002 ± 0.001*	0.000000002	0.000000002 ± 0.001*	0.000000002	0.000000002 ± 0.001*	0.000000002	0.000000002 ± 0.001*	0.000000002	0.000000002 ± 0.001*	0.000000002	0.000000002 ± 0.001*
68:0	0.000000001	0.000000001 ± 0.001*	0.000000001	0.000000001 ± 0.001*	0.000000001	0.000000001 ± 0.001*	0.000000001	0.000000001 ± 0.001*	0.000000001	0.000000001 ± 0.001*	0.000000001	0.000000001 ± 0.001*
70:0	0.0000000005	0.0000000005 ± 0.001*	0.0000000005	0.0000000005 ± 0.001*	0.0000000005	0.0000000005 ± 0.001*	0.0000000005	0.0000000005 ± 0.001*	0.0000000005	0.0000000005 ± 0.001*	0.0000000005	0.0000000005 ± 0.001*
72:0	0.0000000002	0.0000000002 ± 0.001*	0.0000000002	0.0000000002 ± 0.001*	0.0000000002	0.0000000002 ± 0.001*	0.0000000002	0.0000000002 ± 0.001*	0.0000000002	0.0000000002 ± 0.001*	0.0000000002	0.0000000002 ± 0.001*
74:0	0.0000000001	0.0000000001 ± 0.001*	0.0000000001	0.0000000001 ± 0.001*	0.0000000001	0.0000000001 ± 0.001*	0.0000000001	0.0000000001 ± 0.001*	0.0000000001	0.0000000001 ± 0.001*	0.0000000001	0.0000000001 ± 0.001*
76:0	0.00000000005	0.00000000005 ± 0.001*	0.00000000005	0.00000000005 ± 0.001*	0.00000000005	0.00000000005 ± 0.001*	0.00000000005	0.00000000005 ± 0.001*	0.00000000005	0.00000000005 ± 0.001*	0.00000000005	0.00000000005 ± 0.001*
78:0	0.00000000002	0.00000000002 ± 0.001*	0.00000000002	0.00000000002 ± 0.001*	0.00000000002	0.00000000002 ± 0.001*	0.00000000002	0.00000000002 ± 0.001*	0.00000000002	0.00000000002 ± 0.001*	0.00000000002	0.00000000002 ± 0.001*
80:0	0.00000000001	0.00000000001 ± 0.001*	0.00000000001	0.00000000001 ± 0.001*	0.00000000001	0.00000000001 ± 0.001*	0.00000000001	0.00000000001 ± 0.001*	0.00000000001	0.00000000001 ± 0.001*	0.00000000001	0.00000000001 ± 0.001*
82:0	0.000000000005	0.000000000005 ± 0.001*	0.000000000005	0.000000000005 ± 0.001*	0.000000000005	0.000000000005 ± 0.001*	0.000000000005	0.000000000005 ± 0.001*	0.000000000005	0.000000000005 ± 0.001*	0.000000000005	0.000000000005 ± 0.001*
84:0	0.000000000002	0.000000000002 ± 0.001*	0.000000000002	0.000000000002 ± 0.001*	0.000000000002	0.000000000002 ± 0.001*	0.000000000002	0.000000000002 ± 0.001*	0.000000000002	0.000000000002 ± 0.001*	0.000000000002	0.000000000002 ± 0.001*
86:0	0.000000000001	0.000000000001 ± 0.001*	0.000000000001	0.000000000001 ± 0.001*	0.000000000001	0.000000000001 ± 0.001*	0.000000000001	0.000000000001 ± 0.001*	0.000000000001	0.000000000001 ± 0.001*	0.000000000001	0.000000000001 ± 0.001*
88:0	0.0000000000005	0.0000000000005 ± 0.001*	0.0000000000005	0.0000000000005 ± 0.001*	0.0000000000005	0.0000000000005 ± 0.001*	0.0000000000005	0.0000000000005 ± 0.001*	0.0000000000005	0.0000000000005 ± 0.001*	0.0000000000005	0.0000000000005 ± 0.001*
90:0	0.0000000000002	0.0000000000002 ± 0.001*	0.0000000000002	0.0000000000002 ± 0.001*	0.0000000000002	0.0000000000002 ± 0.001*	0.0000000000002	0.0000000000002 ± 0.001*	0.0000000000002	0.0000000000002 ± 0.001*	0.0000000000002	0.0000000000002 ± 0.001*
92:0	0.0000000000001	0.0000000000001 ± 0.001*	0.0000000000001	0.0000000000001 ± 0.001*	0.0000000000001	0.0000000000001 ± 0.001*	0.0000000000001	0.0000000000001 ± 0.001*	0.0000000000001	0.0000000000001 ± 0.001*	0.0000000000001	0.0000000000001 ± 0.001*
94:0	0.00000000000005	0.00000000000005 ± 0.001*	0.00000000000005	0.00000000000005 ± 0.001*	0.00000000000005	0.00000000000005 ± 0.001*	0.00000000000005	0.00000000000005 ± 0.001*	0.00000000000005	0.00000000000005 ± 0.001*	0.00000000000005	0.00000000000005 ± 0.001*
96:0	0.00000000000002	0.00000000000002 ± 0.001*	0.00000000000002	0.00000000000002 ± 0.001*	0.00000000000002	0.00000000000002 ± 0.001*	0.00000000000002	0.00000000000002 ± 0.001*	0.00000000000002	0.00000000000002 ± 0.001*	0.00000000000002	0.00000000000002 ± 0.001*
98:0	0.00000000000001	0.00000000000001 ± 0.001*	0.00000000000001	0.00000000000001 ± 0.001*	0.00000000000001	0.00000000000001 ± 0.001*	0.00000000000001	0.00000000000001 ± 0.001*	0.00000000000001	0.00000000000001 ± 0.001*	0.00000000000001	0.00000000000001 ± 0.001*
100:0	0.000000000000005	0.000000000000005 ± 0.001*	0.000000000000005	0.000000000000005 ± 0.001*	0.000000000000005	0.000000000000005 ± 0.001*	0.000000000000005	0.000000000000005 ± 0.001*	0.000000000000005	0.000000000000005 ± 0.001*	0.000000000000005	0.000000000000005 ± 0.001*

- 本研究中国母乳总SFA占到总脂肪酸的34.815%，低于10年前的研究结果。
- 从初乳到成熟乳，SFA的含量略有降低，与其他的中国母乳喂养结果报道的变化趋势一致。
- 与西方国家的研究结果相比，我们的初乳和成熟乳SFA含量低于意大利母乳（49.15% & 55.15%）和西班牙母乳（37.37% & 40.66%）的SFA含量，西方母乳中SFA含量更高可能是因为西方人喜欢吃牛排，而牛比其地内其他含有更多的SFA。
- 本研究中，广西母乳的SFA明显高于其他地区，可能是因为吃更多的肉。

## 2.2 结果-母乳的总脂肪酸

顺式单不饱和脂肪酸

Fatty acids	BB (n=11)		GJ (n=12)		GX (n=10)		BB (n=11)		GJ (n=12)		GX (n=10)	
	Concentration	Mean ± SD	Concentration									



### 2.3 结果-母乳的sn-2位脂肪酸

PUFA

- Sn-2位脂肪酸中有11.446-18.330%的PUFA, 其中79.166-84.149%为n-6 PUFA, 15.842-20.834%为n-3 PUFA. 江苏母乳中PUFA均值最高17.604%, 广西母乳PUFA最低11.688%. C18:2n-6 占到sn-2位脂肪酸的7.978-13.624%, sn-2位PUFA的64.622-74.326%. 江苏母乳C18:2n-6含量初乳最高12.861%, 广西成熟乳最低8.345%. C18:3n-3是含量第二高的sn-2位PUFA, 占到sn-2位PUFA的4.015-13.033%, 内蒙古母乳最高, 广西母乳最低.
- Sn-2位的LC-PUFA占总脂肪酸的2.666-4.434%. C22:5n-3和C22:6n-3的含量为PUFA的0.142-0.266%和0.226-0.466%. 内蒙古的C22:5n-3含量最高0.245%, 然后是江苏0.241%和广西0.184%. 江苏母乳有最高的C22:6n-3 (0.406%), 广西母乳最低0.300%.
- Sn-2位PUFA的含量从14.624%增加到16.082%, n-6 PUFA从11.924%增加到13.111%, n-3 PUFA从2.700%增加到2.970%. 最主要的n-6 PUFA是C18:2n-6, 含量从10.041%增加到11.623%. C20:4n-6的含量从0.563%增加到0.611%. C18:3n-3是最主要的n-3 PUFA, 含量从0.802%增加到1.410%. C20:5n-3的含量从0.019%增加到0.024%. C22:6n-3从0.395%降低到0.273%, C22:5n-3含量从0.252%降低到0.194%.

### 2.3 结果-母乳的sn-2位脂肪酸

CLA

	0812-111	0812-112	0812-113	0812-114	0812-115	0812-116	0812-117
sn-2 PUFA (wt%)	14.624	15.082	15.540	16.000	16.458	16.916	17.374
PUFA	14.624	15.082	15.540	16.000	16.458	16.916	17.374

CLA的含量范围在0.054%到0.115%, 各地区的变化趋势不一致. CLA含量均值, 成熟乳(0.078%)比初乳(0.071%)高.

### 2.3 结果-母乳的sn-2位脂肪酸

位置偏好

	0812-111	0812-112	0812-113	0812-114	0812-115	0812-116	0812-117
sn-2 PUFA (wt%)	14.624	15.082	15.540	16.000	16.458	16.916	17.374
PUFA	14.624	15.082	15.540	16.000	16.458	16.916	17.374

- 大多数饱和脂肪酸主要酯化在sn-2位, 尤其是C16:0 [86.332-93.827%], C15:0 [89.332-93.815%], 其次由C22:5n-3 [90.372-93.809%], C22:6n-3 [87.164-90.389%].
- Cn-C17:1和C22:6n-3平均的分布是sn-1, 2-, 3位, 位置特异性不强.
- TFA, CLA, cis-18:1, C18:2n-6, C18:3n-3和C20:5n-3主要酯化在sn-1, 3位.

### 2.3 结果-母乳的sn-2位脂肪酸

小结

- 母乳sn-2位脂肪酸最主要是SFA, 占到超过60%. 其次是cis-MUFA、PUFA, TFA总量不超过0.4%;
- 从初乳到成熟乳, SFA和cis-MUFA略有下降, TFA和PUFA略微上升;
- 对比sn-2FA/FAME比值, 有些脂肪酸位置特异性强, 有些没有位置特异性.

### 2.3 结果-乳母膳食的分析

Table 1. Maternal dietary intake from questionnaire and nutrient records across the three geographical regions in China (n = 60)

Energy and nutrient	0812-111	0812-112	0812-113	P
Energy (kJ)	1890.27 ± 697.36	1533.08 ± 553.07	1234.28 ± 268.67	<0.01
Protein (g)	58.49 ± 2.06	49.87 ± 3.09	38.80 ± 3.53	<0.01
Fat (g)	13.43 ± 0.50	10.30 ± 0.50	10.02 ± 0.50	<0.01
Carbohydrate (g)	35.24 ± 0.57	24.79 ± 0.53	28.06 ± 0.79	<0.01
Fiber (g)	17.06 ± 0.48	15.83 ± 0.49	15.11 ± 0.48	<0.01
Food groups (%)				
Cereal	379.20 ± 153.05	302.71 ± 138.17	284.58 ± 236.27	<0.01
Vegetable	451.92 ± 188.00	383.61 ± 153.85	368.32 ± 170.95	<0.01
Fruit	347.18 ± 198.17	199.89 ± 99.45	149.00 ± 126.17	<0.01
Meat	15.98 ± 11.87	181.83 ± 75.33	102.36 ± 72.87	<0.01
Seafood	184.00 ± 99.47	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	<0.01
Dairy	68.26 ± 30.97	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	<0.01
Grain	76.88 ± 30.34	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	<0.01
Protein	208.60 ± 108.98	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	<0.01
Leafy green	203.2 ± 103.81	294.7 ± 105.98	87.1 ± 98.27	<0.01
Other protein	133.40 ± 113.15	43.47 ± 96.81	82.09 ± 140.70	<0.01
Non-protein	277.18 ± 165.87	133.89 ± 113.17	190.00 ± 103.87	<0.01
Energy protein	133.23 ± 148.17	103.23 ± 88.27	84.00 ± 8.00	<0.01
Non-protein	372.45 ± 185.81	181.89 ± 107.58	288.00 ± 168.81	<0.01
Fiber	152.00 ± 61.26	136.11 ± 5.07	125.00 ± 55.07	<0.01
Fish and shellfish	92.71 ± 53.28	44.47 ± 33.85	35.00 ± 35.85	<0.01
Meat	65.40 ± 8.67	188.00 ± 58.65	100.00 ± 15.28	<0.01
Seafood	92.80 ± 22.88	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	<0.01
Dairy	37.26 ± 12.28	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	<0.01
Grain	27.08 ± 8.17	13.15 ± 20.17	8.00 ± 8.00	<0.01

Data are expressed as mean ± SD. Values within a row with superscript letters indicate significant differences (P < 0.05).

### 2.3 结果-乳母膳食的分析

Table 1. Maternal dietary intake from questionnaire and nutrient records across the three geographical regions in China (n = 60)

Energy and nutrient	0812-111	0812-112	0812-113	P
Energy (kJ)	1890.27 ± 697.36	1533.08 ± 553.07	1234.28 ± 268.67	<0.01
Protein (g)	58.49 ± 2.06	49.87 ± 3.09	38.80 ± 3.53	<0.01
Fat (g)	13.43 ± 0.50	10.30 ± 0.50	10.02 ± 0.50	<0.01
Carbohydrate (g)	35.24 ± 0.57	24.79 ± 0.53	28.06 ± 0.79	<0.01
Fiber (g)	17.06 ± 0.48	15.83 ± 0.49	15.11 ± 0.48	<0.01
Food groups (%)				
Cereal	379.20 ± 153.05	302.71 ± 138.17	284.58 ± 236.27	<0.01
Vegetable	451.92 ± 188.00	383.61 ± 153.85	368.32 ± 170.95	<0.01
Fruit	347.18 ± 198.17	199.89 ± 99.45	149.00 ± 126.17	<0.01
Meat	15.98 ± 11.87	181.83 ± 75.33	102.36 ± 72.87	<0.01
Seafood	184.00 ± 99.47	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	<0.01
Dairy	68.26 ± 30.97	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	<0.01
Grain	76.88 ± 30.34	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	<0.01
Protein	208.60 ± 108.98	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	<0.01
Leafy green	203.2 ± 103.81	294.7 ± 105.98	87.1 ± 98.27	<0.01
Other protein	133.40 ± 113.15	43.47 ± 96.81	82.09 ± 140.70	<0.01
Non-protein	277.18 ± 165.87	133.89 ± 113.17	190.00 ± 103.87	<0.01
Energy protein	133.23 ± 148.17	103.23 ± 88.27	84.00 ± 8.00	<0.01
Non-protein	372.45 ± 185.81	181.89 ± 107.58	288.00 ± 168.81	<0.01
Fiber	152.00 ± 61.26	136.11 ± 5.07	125.00 ± 55.07	<0.01
Fish and shellfish	92.71 ± 53.28	44.47 ± 33.85	35.00 ± 35.85	<0.01
Meat	65.40 ± 8.67	188.00 ± 58.65	100.00 ± 15.28	<0.01
Seafood	92.80 ± 22.88	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	<0.01
Dairy	37.26 ± 12.28	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	<0.01
Grain	27.08 ± 8.17	13.15 ± 20.17	8.00 ± 8.00	<0.01

Data are expressed as mean ± SD. Values within a row with superscript letters indicate significant differences (P < 0.05).

乳母能量摄入的范围在初乳中为1214.26到1333.31 kcal/d-1, 在成熟乳中为1333.00到1890.27 kcal/d. 初乳阶段, 内蒙古地区乳母的能量摄入高于江苏和广西. 相比两外两个地区的乳母, 内蒙古地区乳母吃更多的碳水化合物和更少的脂肪.



# 食品质量与安全专题



董同力嘎 教授/博导



内蒙古农业大学食品科学与工程学院副院长；  
内蒙古自治区“草原英才”刚性引进人才；  
内蒙古自治区新世纪 321 人才工程第二层次人选；  
内蒙古农业大学高层次引进人才。

学术荣誉：2011 年被评为内蒙古自治区“草原英才”，2006 年荣获中国留学基金委“国家优秀自费留学生”称号，2017 年获得中国现代包装工程三十年-包装科教先进个人奖。

研究兴趣：1. 生鲜食品保鲜及贮藏技术  
2. 生物可降解性高阻隔性薄膜和呼吸薄膜的开发。

科研项目与成果：主持国家自然科学基金项目 2 项，内蒙古自然科学基金项目 1 项，内蒙古自治区科技创新引导奖励资金项目 1 项，主持企业委托横向课题 2 项以及其他纵向项目 3 项。主讲“食品包装学”、“高分子物理与化学”“食品工程原理”等课程。主编《食品包装学》；副主编《肉品工艺学》；参编《乳及乳制品工艺学》等教材；参编“Food Packaging”（Elsevier 出版社）专著。发表学术论文 96 篇，其中 SCI 检索 51 篇，EI 收录 9 篇，申请并获得国家发明专利 2 项。



## 郭军 教授

**工作单位：**内蒙古农业大学食品科学与工程学院

**社会兼职：**内蒙古营养学会 第三届理事会 理事长

中国营养学会第九届理事会理事

内蒙古食品药品安全专家委员会专家

**教学和研究领域：**食物营养，食品质量与安全

**近年研究：**食物营养成分数据和品质特征研究

食物营养和品质与种养殖模式关联性模型

食物真实性和追溯



## 张宏博 博士

内蒙古自治区食品检验检测中心科研管理科科长，农产品加工及贮藏工程博士，内蒙古自治区肉制品标准化技术委员会委员。

主要研究方向是肉品科学、畜产品加工、食品质量与安全和食品检验检测技术。主持内蒙古自治区科技重大专项、内蒙古自治区科技引领项目等多项科研项目。2012年-2014年获国家留学基金委资助，公派留学加拿大农业部完成联合培养博士研究生项目。在国内外主流学术期刊发表论文40余篇，主持和参与标准制、修订5项。荣获内蒙古自治区食品药品监督管理局“优秀共产党员”、内蒙古自治区食品检验检测中心“党员模范先锋岗”等称号。

# 董同力嘎 教授 生鲜食品包装过程中食品品质变化及质量控制

## 生鲜食品包装过程中食品品质变化及质量控制

内蒙古农业大学食品科学与工程学院  
董同力嘎



### 关于生鲜食品



生鲜肉品：营养丰富、安全卫生、肉质细腻有弹性。色泽鲜艳等优点



生鲜果蔬：富含人体所必需的一些维生素、无机盐、生物酶及植物纤维。且蛋白质和脂肪的含量较少等优点

**共同的缺点：易腐败，难贮藏**

### 生鲜食品包装技术

提供高质量更安全的食品

- 高氧保鲜技术
- 冰温保鲜技术
- MAP&CAP技术
- 真空包装
- 辐照技术
- 高压技术
- 微波技术
- ...




### 肉品腐败机理

①微生物的生长活动

②肉中酶的活动和其他化学反应

③寄生虫、昆虫，等动物的侵袭

④食品温度控制不当

⑤肉品失水或吸水

⑥氧化反应

⑦光照

⑧物理作用

⑨时间

(a) 食品中微生物繁殖超量食品腐败变质

(b) 微生物是食品质量变化的最主要因素

(c) 水分、温度、氧气、pH等对微生物的繁殖都有影响

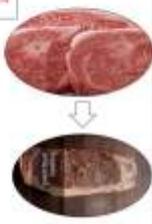
(d) 细菌、霉菌、酵母菌

(a) 脂肪发生氧化酸败

(b) 维生素和氨基酸失去营养价值

(c) 氧化褪色或褐变

(d) 加速微生物的繁殖，引起变质和腐败加速



### 果蔬腐败机理

①微生物的生长活动，主要有霉菌、细菌

②果蔬中酶的作用

③非酶褐变

④氧化反应

⑤贮藏温度

⑥水分的散失

⑦光照

⑧运输中机械损伤

⑨乙烯的作用

(a) 营养物质的分解消耗

(b) 呼吸作用

(c) 呼吸热的产生

蒸腾作用

提高果蔬呼吸强度，促进果蔬成熟



### 塑料包装材料

塑料 8562万吨 (中国, 2017)

塑料废弃物

- 一次性塑料包装 3000万吨
- 塑料地板 800万吨
- 一次性医疗用品 800万吨

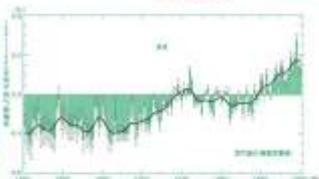
石油

焚烧

白色污染

温室气体 二恶英

地球温暖化

回收利用、焚烧、填埋

来源：联合国环境规划署(UNEP)数据库



### 关于生物可降解材料

生物可降解材料：可在适当和可表明期限的自然环境条件下，被微生物（如细菌、真菌和藻类等）完全分解变成低分子化合物的材料如CO<sub>2</sub>和H<sub>2</sub>O。

目前应用领域

- 生物可降解心脏支架等
- 一次性医疗用品
- 药盒瓶
- 一次性餐具
- 食品包装材料
- 可降解泡沫缓冲材料
- 农具及化肥包装材料
- 农用薄膜

### 常用塑料包装材料

真空包装：PVDC  
PVDC复合膜

$$\left[ \text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{C}} \right]_n - \left[ \text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{C}} \right]_m$$

MAP包装：  
PVC/EVA、PVC/EVOH/EVA、PS/EVOH/PE作为盘涂布PVDC的材料为面膜材料。

托盘包装：  
聚苯乙烯（EPS）为托盘  
PVC或PE保鲜膜为面膜

高阻隔性材料  
透气性好

来源：肉类研究, 2008, (2): 88

### 常用包装材料的性能

聚合物	氧气(cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·d)	水蒸气(g/m <sup>2</sup> ·d)
聚偏二氯乙烯(PVDC)	0.04-0.3	0.02-0.1
丙烯腈阻氧树脂(PAN)	1.6	1.0-1.2
尼龙-6、尼龙-66(PA-6, PA-66)	2.5	1.5-5.5
聚丙烯(PP)	300	0.06-0.2
聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)	10-18	0.4-0.7
乙烯-乙醇共聚物(EVOH)	0.02	0.06

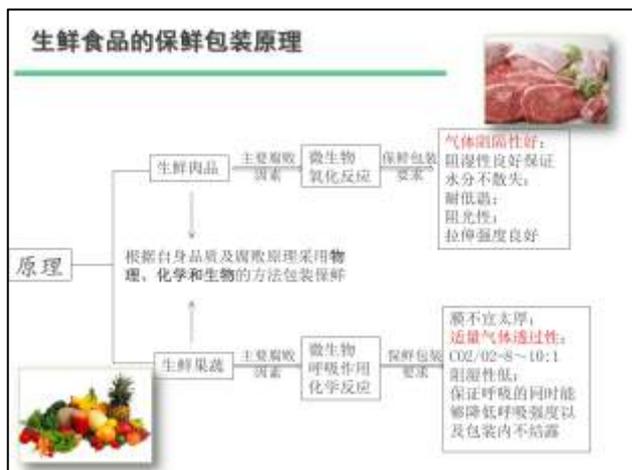
  

薄膜材料 (25微米厚)	CO <sub>2</sub> 透过量 (ml/m <sup>2</sup> ·d, 0%RH, 5°C)	O <sub>2</sub> 透过量 (ml/m <sup>2</sup> ·d, 0%RH, 5°C)	CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> 透过比	水蒸气透过率 (g/m <sup>2</sup> ·d, 50%RH, 23°C)
LDPE	29910	6675	4.4	20
PE膜	29519	3584	8.2	1544
PL膜	2477	736	3.4	977

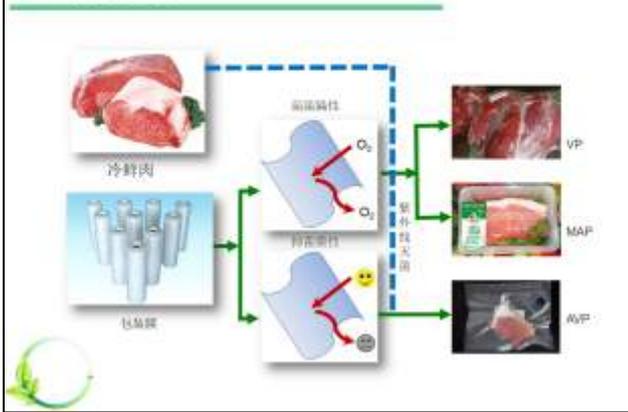
### 生物可降解材料的阻隔性

聚合物	氧气(cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·d)	水蒸气(g/m <sup>2</sup> ·d)
聚偏二氯乙烯(PVDC)	0.04-0.3	0.02-0.1
丙烯腈阻氧树脂(PAN)	1.6	1.0-1.2
尼龙-6、尼龙-66(PA-6, PA-66)	2.5	1.5-5.5
聚丙烯(PP)	300	0.06-0.2
聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)	10-18	0.4-0.7
乙烯-乙醇共聚物(EVOH)	0.02	0.06
聚碳酸酯(PC)	96	980
聚己内酯(PCL)	280	3600
聚乙烯醇(PVA)	1.8	0.7
聚乳酸(PLLA)	112	271

氧气透过量小于 5mL/m<sup>2</sup>·d；水蒸气透过量小于 2g/m<sup>2</sup>·d



### 冷鲜肉包装



### 冷鲜肉包装效果比较

包装材料	包装方式	保质期保持上线日期		
		感官评定	菌落总数	TVB-N
PPC/PVA/PPC	真空包装	19	18	19
	MAP包装	25	25	15
	特高真空(高氧浓度)	30	30	14
PLLA/PVA/PLLA	真空包装	19	23	23
PLLA/SiOx/PVC	真空包装	27	24	27
PCL/DK2/CS	真空密封包装	21	21	21
PCL	真空包装	13	13	13
参考(PE)	接触空气	9-11	7-11	9-11



### 主动气调包装原理图

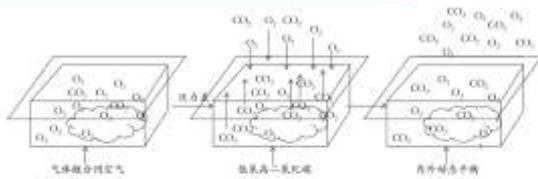


图2 主动气调包装原理图

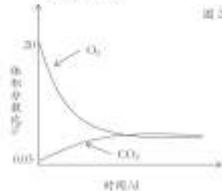


图3 封装内CO<sub>2</sub>和CO<sub>2</sub>体积分数变化趋势图

对新鲜食品进行封闭包装时无需充气过程，通过薄膜的气体透过度选择透过性实现包装内部气体平衡，达到高CO<sub>2</sub>和低O<sub>2</sub>浓度而抑制护色。

### PLLA/SiOx薄膜



通过沉积SiO<sub>2</sub>的方式改性PLLA膜，制备的PLLA/SiO<sub>2</sub>薄膜的阻隔性和气体透过性较传统PLLA薄膜有显著提高，结合使用多种助剂能在高二氧化碳浓度下起到抑菌、保气浓度的作用，延长冷鲜肉货架期使其达到30d以上。

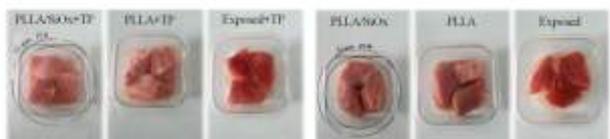


### PLLA/SiOx薄膜

第1天：六种包装中的肉样均新鲜。



第10天：裸露的肉样表面风干，其他包装的肉样感官良好。

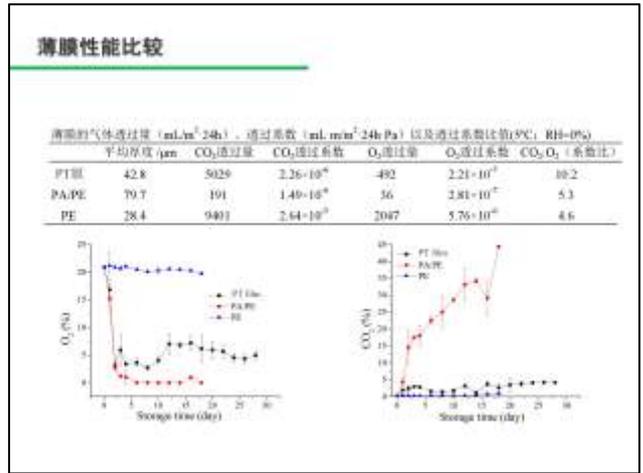
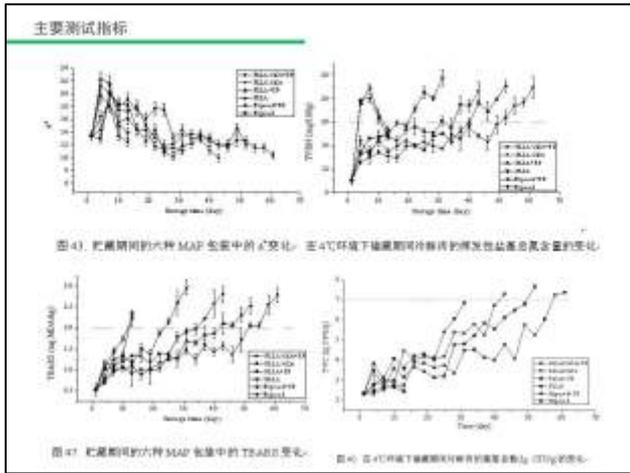


第40天：PLLA包装中肉已经腐败，PLLA/SiOx包装中的肉开始腐败，其他包装的肉样感官仍良好。



第50天：PLLA/SiOx包装中的肉已经腐败，PLLA+TP包装中的肉开始腐败，PLLA/SiOx+TP包装的肉样感官仍良好。



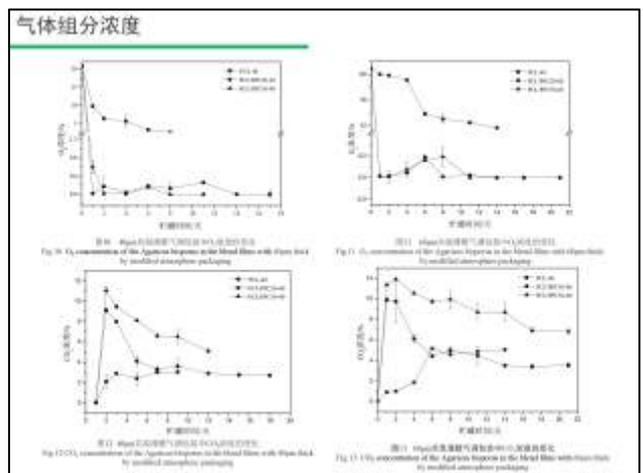


### PCL/PPC薄膜性能

材料	厚度 (μm)	WVTR (g/m <sup>2</sup> ·d)	WVP (× 10 <sup>3</sup> g/m <sup>2</sup> ·d·Pa)
PCL/40	42.8 ± 0.2	763 ± 55	1.85 ± 0.99
PCL/PPC20-40	45 ± 0.2	459 ± 7	1.01 ± 0.56
PCL/PPC50-40	42 ± 0.2	376 ± 13	0.97 ± 0.63
PCL/60	61.5 ± 0.5	505 ± 34	1.68 ± 0.30
PCL/PPC20-60	66.5 ± 0.1	437 ± 26	1.39 ± 0.30
PCL/PPC50-60	68.5 ± 0.1	346 ± 28	1.15 ± 0.89

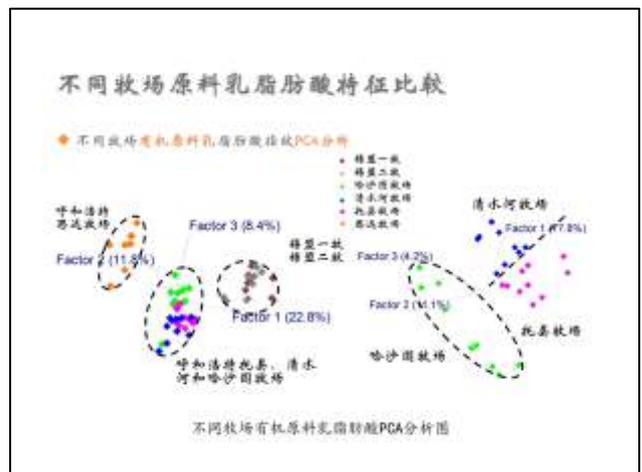
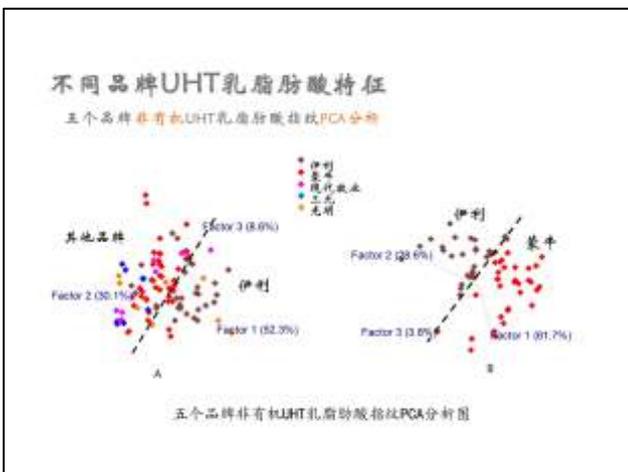
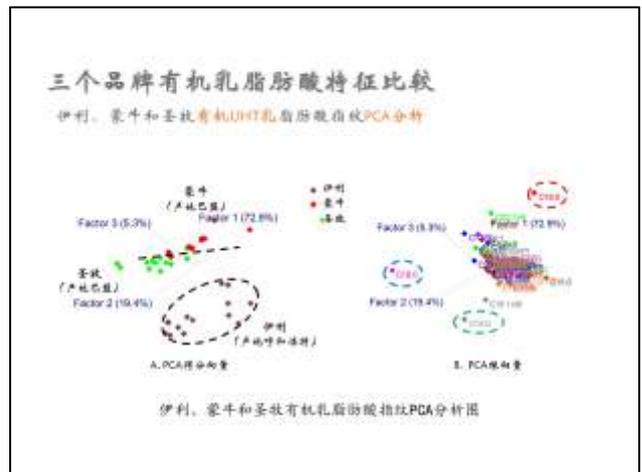
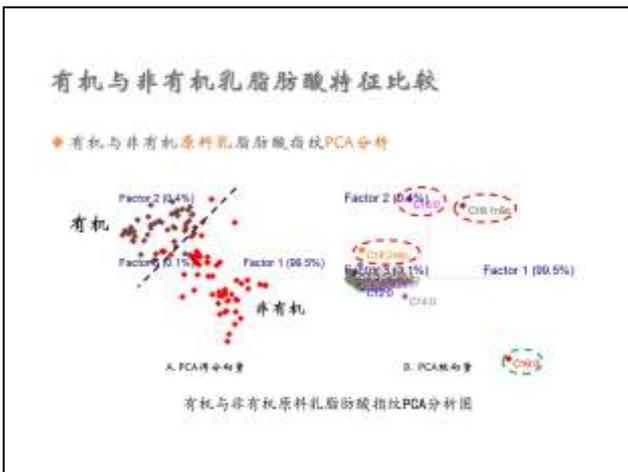
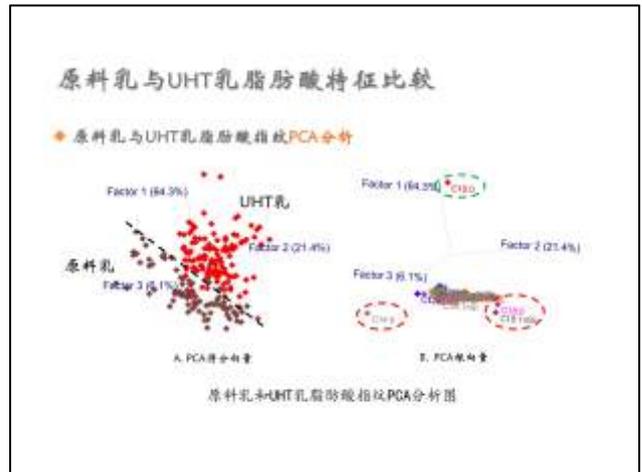
温度 (°C)	材料	厚度 (μm)	CDTR (μm <sup>2</sup> /d)	OTR (cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·d)	CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub>
5	PCL/40	42.8 ± 0.2	5029 ± 310	485.7 ± 6.0	10
	PCL/PPC20-40	45.0 ± 0.2	3818 ± 356	263.9 ± 1.6	14
	PCL/PPC50-40	42.0 ± 0.2	1443 ± 168	175.4 ± 3.5	8
	PCL/60	61.5 ± 0.2	3677 ± 246	263.5 ± 0.7	14
	PCL/PPC20-60	66.5 ± 0.1	2274 ± 157	178.4 ± 6.3	13
	PCL/PPC50-60	68.5 ± 0.1	706 ± 78	78.0 ± 3.1	9



郭军 教授 食物营养素和品质指纹在食物真实性判别和追溯中的应用

### 食物营养素和品质指纹在食物 真实性判别和追溯中的应用

郭军 M.D., 教授  
内蒙古农业大学营养与食品安全团队



# 张宏博 博士 内蒙古绵羊肉碳氮稳定同位素产地溯源的可行性

## 内蒙古绵羊肉碳氮稳定同位素 产地溯源的可行性

报告人：张宏博 博士

单位：内蒙古自治区食品检验检测中心

## 内蒙古自治区食品检验检测中心

- 内蒙古自治区食品检验检测中心是自治区食品药品监督管理局直属正处级公益一类事业单位。
- 承担肉类制品及食品的检验、复验和委托检验；
- 开展食品质量标准、检验方法、标准物资及相关安全性、有效性的研究
- 承担对下级同类检验机构业务技术指导、协调和检验项目资格认定的组织实施



- 中心位于呼和浩特市如意开发区留学生创业园，实验室面积10000多平方米，地上建筑九层，各楼层功能有：业务接待及样品流转管理、农产品检测室、微生物检测室、分子生物学检测室、科研管理室、办公室、常规检测室、色谱质谱检测室、光谱检测室等；地下室设配电室，冷冻冷藏样品室，UPS不间断电源，同时实验大楼配备有完善的三废处理措施。

- 实验室硬件设施先进，目前具有液相色谱串联质谱仪、气相色谱串联质谱仪、ICP-MS、原子吸收等多种国际上先进的大型仪器设备，硬件设施完全满足检验和科研的需要



- 中心成立后，确定了“科研引路，勇于创新”发展思路，申请的《基于同位素的羊肉产地溯源技术研究》科研项目2016年通过了自治区科技厅专家评审，获得自治区科技重大专项立项和300万元财政资金支持。

- 《内蒙古绵羊肉碳氮稳定同位素产地溯源的可行性》即为本研究前期成果的一部分。

- 中心职工中有博士研究生2人，硕士研究生16人，本科以上学历专业技术人员占比超过90%，科研人员占比超过85%。

- 学术团队中有食品检验二级教授、国家食品安全专家委员会委员、国家餐饮服务食品安全专家委员会委员、国家乳制品标准化专业委员会委员、自治区有突出贡献中青年专家。



## 目 录

1 研究背景

3 材料与方法

2 目的与意义

4 结果与分析

5 结 论

## 1 研究背景

- ✪ 内蒙古天然放牧的**优质绵羊肉**
  - 地理标志保护产品认证
- ✪ 舍饲和半舍饲的饲养方式。
  - 生态成本不同，
  - 绵羊肉品质的不同
- ✪ 缺乏科学的**产地溯源**和**真实性鉴别**技术

## 2 目的与意义

探讨内蒙古绵羊肉中 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{15}\text{N}$ 值在地域间的变化规律，为内蒙古地区溯源系统提供稳定同位素数据，为今后内蒙古地区绵羊肉稳定性同位素产地溯源研究奠定基础。

## 3 材料与方法

### 3.1 技术路线

羊肉样品**采集**→去除脂肪组织（肌间脂肪）→搅碎、**冷冻干燥**→索氏抽提**脱脂**（肌内脂肪）→打碎→过筛→装入15ml样品管待测（**冷冻保藏**）→样品检测→结果

## 3.2 样品采集



采样地区	经度	纬度	海拔(m)	品种	饲养方式	采样时间	样本数 (只)
新右旗	116.82	46.67	554.20	西康绵羊	自然放牧	2017-08	8
西乌旗	117.80	44.58	995.90	乌珠穆沁绵羊	自然放牧	2016-11, 2017-08	14
东乌旗	116.87	45.52	838.70	乌珠穆沁绵羊	自然放牧	2016-11, 2017-08	14
乌拉盖	118.44	45.29	865.10	乌珠穆沁绵羊	自然放牧	2017-08	4
	119.50	46.38	1334.90				
苏右旗	112.95	42.47	1000-1400	苏尼特绵羊	自然放牧	2016-11, 2017-08	8
苏左旗	113.70	43.85	1111.40	苏尼特绵羊	自然放牧	2016-11, 2017-08	10
辉旗	113.83	42.23	1322	蒙羊	自然放牧	2016-11, 2017-08	4
正镶白旗	115.00	42.30	1200-1400	蒙羊	自然放牧	2016-11, 2017-08	7
正蓝旗	116.00	42.25	1673.90	蒙羊	自然放牧	2016-11, 2017-08	12
四子王旗	111.70	41.52	1490.50	-	舍饲	2017-08	5
达拉特旗	110.03	40.40	1000-1500	-	舍饲	2017-07	6
和林格尔	111.82	40.38	1302-2031	-	舍饲	2017-09	7

### 3.3 主要试剂材料:

试剂: 石油醚 (30℃ ~60℃ 沸程)

材料: 锡箔杯

标准品: 尿素

### 3.4 仪器设备:



### 3.5 计算公式

因稳定同位素在自然界含量极低, 如果用绝对量表达同位素的差异可行性小, 因而国际上公认使用相对量来表示同位素的富集程度;

稳定性碳、氮同位素比率分别用  $\delta^{13}C\%$ 、 $\delta^{15}N\%$  表示。

计算公式为:  $\delta\% = (R_{\text{样品}} / R_{\text{标准}} - 1) \times 1000$

(其中R样品和R标准分别代表样品和标准物质中的重同位素和轻同位素丰度比。即 $^{13}C/^{12}C$ 、 $^{15}N/^{14}N$ 、 $^2H/^1H$ 、 $^{18}O/^{16}O$ )。

## 4 结果与分析

### 4.1 内蒙古绵羊肉4个部位中 $\delta^{13}C$ 值差异性分析

表3 不同地区绵羊4个部位的 $\delta^{13}C$ 值 ( $\bar{x} \pm SD$ )

样本量 (N)	背最长肌	股二头肌	臀三头肌	腹下肌	
新右旗	8	-23.90±0.450	-24.06±0.325	-23.90±0.363	-23.90±0.375
西乌旗	14	-23.42±0.821	-23.42±0.810	-23.52±0.738	-23.78±1.402
东乌旗	14	-23.88±0.986	-23.64±0.887	-23.70±0.960	-24.10±0.880
乌拉盖	4	-23.75±0.026	-23.86±0.212	-23.75±0.212	-23.78±0.141
苏右旗	8	-20.95±0.732	-21.17±1.042	-21.22±1.026	-21.00±0.686
苏左旗	10	-22.25±1.423	-22.06±1.377	-22.38±1.529	-22.85±1.618
辉旗	4	-21.77±0.878	-21.82±0.881	-21.82±0.906	-21.74±0.701
白旗	7	-24.11±0.627	-24.21±0.465	-24.19±0.529	-24.13±0.409
蓝旗	12	-23.79±1.570	-23.83±1.606	-23.89±1.603	-23.65±1.695
四子王旗	5	-16.13±0.531	-16.35±0.502	-16.32±0.444	-16.16±0.267
达拉特旗	6	-18.42±0.745	-18.64±0.681	-17.33±1.624	-18.47±0.650
和林格尔	7	-13.51±0.235	-13.49±0.360	-13.53±0.275	-13.44±0.254

### 4.2 内蒙古绵羊肉4个部位中 $\delta^{15}N$ 值差异性分析

表5 不同地区绵羊4个部位的 $\delta^{15}N$ 值 ( $\bar{x} \pm SD$ )

样本量 (N)	背最长肌	股二头肌	臀三头肌	腹下肌	
新右旗	8	7.94±1.125	8.47±0.991	8.44±1.070	8.18±0.927
西乌旗	14	5.68±1.173	6.13±1.171	6.40±1.062	6.68±1.793
东乌旗	14	6.53±0.959	6.94±1.083	7.54±0.924	7.29±0.756
乌拉盖	4	7.63±0.024	7.72±0.014	8.22±0.028	7.93±0.014
苏右旗	8	7.97±1.463	8.52±1.792	8.49±1.269	8.50±1.545
苏左旗	10	7.79±2.010	7.88±1.533	7.55±1.575	6.91±0.882
辉旗	4	7.71±1.625	8.61±1.773	8.21±1.649	8.08±1.586
白旗	7	7.20±1.330	7.38±1.349	7.71±1.413	7.79±1.563
蓝旗	12	4.76±0.739	5.65±0.297	5.83±0.510	5.55±0.515
四子王旗	5	5.43±0.215	5.18±0.565	5.20±0.918	5.57±0.880
达拉特旗	6	8.13±0.604	8.61±0.669	7.58±1.256	8.15±0.721
和林格尔	7	4.10±0.120	4.46±0.441	4.60±0.348	4.11±0.338

表4 不同部位 $\delta^{13}C$  Duncan 多重比较检验分析

	$\delta^{13}C$	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
背最长肌	-22.41±2.385	a	a
股二头肌	-22.47±2.356	a	a
臀三头肌	-22.46±2.473	a	a
腹下肌	-22.22±2.644	a	a

注: 同一列不同字母表示差异显著

表 6 4 个部位间 $\delta^{15}\text{N}$  Duncan 多重比较检验分析

	$\delta^{15}\text{N}$	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
背最长肌	7.17±1.686	a	a
股二头肌	7.31±1.699	a	a
胛三头肌	7.42±1.512	a	a
腹下肌	7.43±1.614	a	a

注：同一列不同字母表示差异显著

### 4.3 不同地区同品种绵羊肉中 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 值差异性分析

#### 4.3.1 两个不同地区苏尼特绵羊肉中 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 值差异性分析

表 7 苏右旗和苏左旗绵羊肉中 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 值 ( $\bar{x}\pm\text{SD}$ )

	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$
苏右旗	-21.09±0.88 <sup>a</sup>	8.38±1.50 <sup>a</sup>
苏左旗	-22.28±1.40 <sup>b</sup>	7.58±1.57 <sup>b</sup>

注：同一列不同字母表示差异显著

#### 4.3.2 三个不同地区乌珠穆沁绵羊肉中 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 值差异性分析

表 8 三个不同地区乌珠穆沁绵羊肉中 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 值 ( $\bar{x}\pm\text{SD}$ )

	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$
西乌旗	-23.96±0.37 <sup>a</sup>	8.25±1.00 <sup>a</sup>
东乌旗	-23.48±0.83 <sup>b</sup>	6.11±1.21 <sup>b</sup>
乌拉盖	-23.69±0.90 <sup>b</sup>	7.02±1.01 <sup>c</sup>

注：同一列不同字母表示差异显著

#### 4.3.3 三个不同地区察哈尔绵羊肉中 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 值差异性分析

表 9 三个不同地区察哈尔绵羊肉中 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 值 ( $\bar{x}\pm\text{SD}$ )

	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$
黄旗	-21.79±0.78 <sup>a</sup>	8.15±1.58 <sup>a</sup>
蓝旗	-24.16±0.49 <sup>b</sup>	7.52±1.38 <sup>a</sup>
白旗	-23.79±1.50 <sup>b</sup>	5.44±0.67 <sup>b</sup>

注：同一列不同字母表示差异显著

### 4.4 放牧和舍饲饲养方式下绵羊肉中 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 值差异性分析

表 10 两种饲养方式下 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 值 ( $\bar{x}\pm\text{SD}$ )

样本数N	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$
放牧 270	-22.97±1.46 <sup>a</sup>	7.36±1.58 <sup>a</sup>
舍饲 24	-16.00±2.06 <sup>b</sup>	5.93±1.72 <sup>b</sup>

注：同一列不同字母表示差异显著

### 4.5 不同地区绵羊肉样品中 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 值差异性分析

表 11 不同地区绵羊肉中的 $\delta^{13}\text{C}$ 与 $\delta^{15}\text{N}$ 值 ( $\bar{x}\pm\text{SD}$ )

地区	样品量 (N)	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$
新右旗	8	-23.96±0.37 <sup>a</sup>	8.25±1.00 <sup>a</sup>
西乌旗	14	-23.48±0.83 <sup>b</sup>	6.11±1.21 <sup>b</sup>
东乌旗	14	-23.69±0.90 <sup>b</sup>	7.02±1.01 <sup>b</sup>
乌拉盖	4	-23.77±0.07 <sup>b</sup>	7.87±2.56 <sup>a</sup>
苏右旗	8	-21.09±0.88 <sup>a</sup>	8.38±1.50 <sup>a</sup>
苏左旗	10	-22.28±1.40 <sup>b</sup>	7.58±1.57 <sup>b</sup>
黄旗	4	-21.79±0.78 <sup>a</sup>	8.15±1.58 <sup>a</sup>
白旗	7	-24.16±0.49 <sup>b</sup>	7.52±1.38 <sup>b</sup>
蓝旗	12	-23.79±1.50 <sup>b</sup>	5.44±0.67 <sup>b</sup>
四子王旗	5	-16.29±0.40 <sup>c</sup>	5.37±0.55 <sup>b</sup>
达拉特旗	6	-18.21±0.94 <sup>d</sup>	8.11±0.75 <sup>a</sup>
和林县	7	-13.49±0.22 <sup>e</sup>	4.31±0.32 <sup>b</sup>

注：同一列不同字母表示差异显著。

### 4.6 基于绵羊肉中稳定同位素碳氮产地溯源及可行性分析

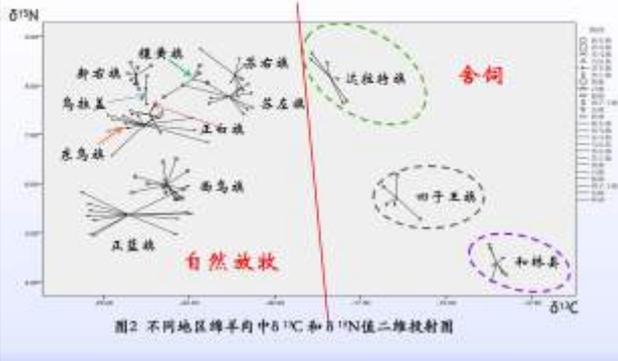


图2 不同地区绵羊肉中 $\delta^{13}C$ 和 $\delta^{15}N$ 值二维投射图

这一结果与孙淑敏<sup>[5]</sup>研究结果相同。牧区间 $\delta^{15}N$ 值差异不显著,其变化幅度小;农区间 $\delta^{15}N$ 值有显著差异,变化幅度大,这可能是因为农区生产以化肥为主,而牧区则以动物粪便等有机肥料为主。有机肥的使用可以增加植物和土壤中 $\delta^{15}N$ 含量,而化肥的使用会降低 $\delta^{15}N$ 含量。

吕军<sup>[28]</sup>等人研究表明, $\delta^{13}C$ 值主要反映了饲料中 $C_3$ 和 $C_4$ 植物在饲料中所占的比例。舍饲主要以饲料为主,玉米等饲料成分主要为 $C_4$ ,而放牧主要以草为主,饲料主要成分为 $C_3$ 。

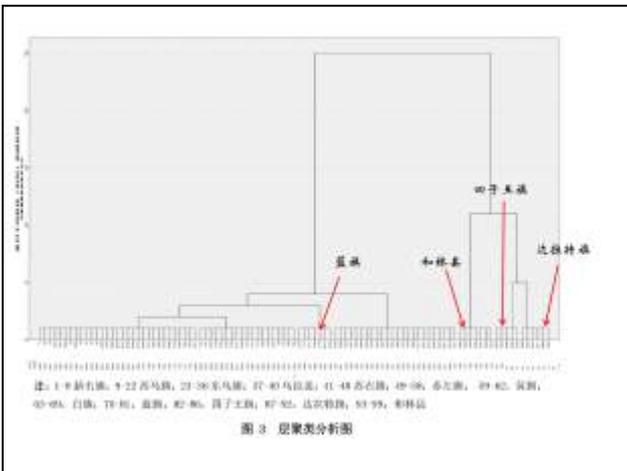


图3 聚类分析图

这与前人研究一致,吕军<sup>[28]</sup>对不同地区牛肉产地聚类时,发现山西和内蒙古 $\delta^{13}C$ 、 $\delta^{15}N$ 值存在交叉,内蒙古的两个样品与山西归为一类,是由于两地区地理位置接近而导致。

孙丰梅<sup>[5]</sup>对牛肉样品进行聚类分析,各地样品并未正确归属,其中张北、内蒙和曲周三地样品被划为一类;河北和山东部分样品被划为一类。其原因是部分地区地区样品C、N同位素值存在交叉现象。

### 5 结论

本实验通过对 $\delta^{13}C$ 、 $\delta^{15}N$ 稳定同位素在绵羊不同部位差异和不同地区间的变化得出以下结论:

- (1) 内蒙古绵羊臂三头肌、臀二头肌、背最长肌、腹下肌四个部位 $\delta^{13}C$ 、 $\delta^{15}N$ 值均无显著差异( $P>0.05$ ),说明绵羊肉肌肉组织部位间无显著差异。

- (2) 舍饲与放牧绵羊肉样品中 $\delta^{13}C$ 、 $\delta^{15}N$ 均有显著性差异( $P<0.05$ ),主要与饲料中 $C_3$ 、 $C_4$ 植物比例有关。

- (3) 利用C、N稳定同位素结合二维投射或聚类分析方法,可实现绵羊肉产地溯源。



# 内蒙古居民健康意识初步调查

雒帅, 郭晶晶, 韩海峰, 冯利芳, 黄亚东, 乌思其, 郭珍珠,  
刘宇婷, 刘梦静, 郭连, 李露, 郭军\*

## 背景

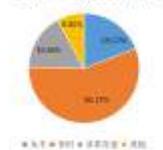
本次“内蒙古居民膳食营养与健康状况初步调查”投入调查问卷11700份, 有效回收问卷7296份, 回收率62.4%。问卷主要设计四个模块共66个问题, 按年龄、性别、民族、居住地区、居住地类型、职业、教育程度、家庭类型、家庭月收入 and 婚否对人群进行分类, 主要了解内蒙古居民个人和家庭信息、饮食习惯、膳食结构、健康及行为习惯等信息。本部分参与调查的居民反映了内蒙古地区膳食营养健康情况, 为今后有针对性的营养健康科普提供数据依据。



健康意识调查整体情况



营养知识调查整体情况



1.不同民族健康意识



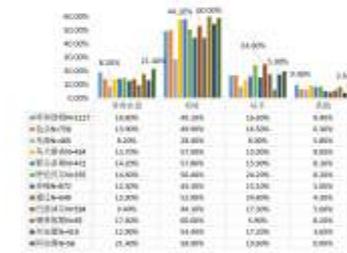
2.不同民族营养知识



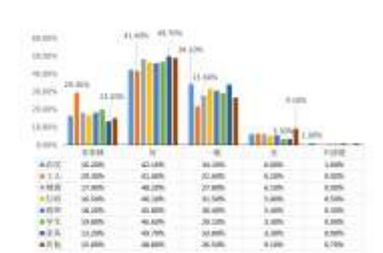
3.不同居住地区健康意识



4.不同居住地区营养知识



5.不同职业健康意识



6.不同职业营养知识



7.不同教育程度健康意识



8.不同教育程度营养知识



## 结论

本次调查居民健康意识非常棒和好的占比64.84%, 一般占比29.3%, 差占比4.61%。本次调查居民营养知识在意程度非常在意仅占8.0%, 有时在意占比56.17%, 从不在意占比19.17%, 营养知识整体在意程度不够高。



## 作者简介

雒帅, 男, 2017级研究生, 内蒙古营养学会会员  
研究方向: 营养与食品安全  
\*通讯作者: 郭军, 男, 医学博士, 教授  
从事营养与食品安全领域的教学和科研工作

## 致谢

该项目系内蒙古科学技术协会2017年建言献策学术交流项目。诚挚感谢内蒙古科学技术协会资金支持。



# 内蒙古居民BMI初步调查

郭晶晶, 雄帅, 韩海峰, 冯利芳, 黄亚东, 乌思其, 郭珍珠, 刘宇婷, 刘梦静, 郭述, 李露, 郭军\*

## 背景

本次“内蒙古居民膳食营养与健康状况初步调查”投入调查问卷11700份,有效回收问卷7296份,回收率62.4%。问卷主要设计四个模块共66个问题,按年龄、性别、民族、居住地区、居住地类型、职业、教育程度、家庭类型、家庭月收入 and 婚否对人群进行分类,主要了解内蒙古居民个人和家庭信息,饮食习惯、膳食结构、健康及行为习惯等信息。本部分主要介绍居民BMI情况,为今后有针对性的营养健康科普提供数据支持。



1.各年龄BMI情况总览



2.不同性别BMI情况总览



3.不同地区BMI情况总览



4.不同民族BMI情况总览



5.不同职业BMI情况总览



6.各居住地类型BMI情况总览



7.不同教育程度BMI情况总览



8.不同家庭结构BMI情况总览



9.婚否BMI情况总览



10.不同收入BMI情况总览



## 作者简介

郭晶晶,女,在读博士,内蒙古营养学会会员从事农产品加工与贮藏工程方向研究。

## 致谢

该项目系内蒙古科学技术协会2017年建言献策学术交流活动项目。诚挚感谢内蒙古科学技术协会资金支持。



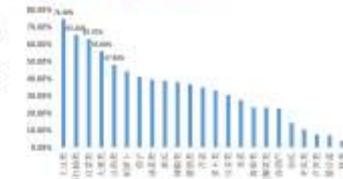
# 内蒙古居民膳食结构初步调查

鄂晶晶, 陈帅, 韩海峰, 冯利芳, 黄亚东, 乌恩其, 郭珍珠, 刘宇婷, 刘梦静, 郭进, 李露, 郭军\*

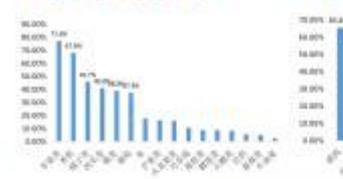
## 背景

本次“内蒙古居民膳食营养与健康状况初步调查”主要了解内蒙古居民膳食结构信息。参与调查的居民反映了内蒙古地区膳食结构情况。

### 1. 日常蔬菜选择总体情况



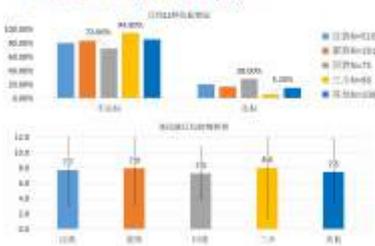
### 2. 日常水果选择总体情况



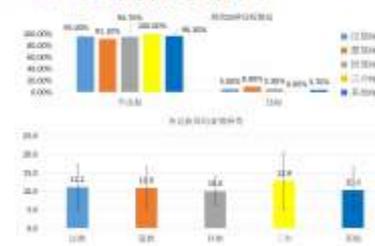
### 3. 日常肉类选择总体情况



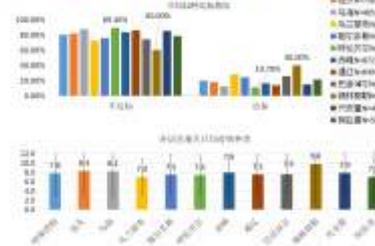
### 4. 不同民族日均食物多样情况



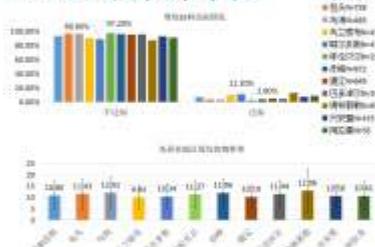
### 5. 不同民族每周食物多样情况



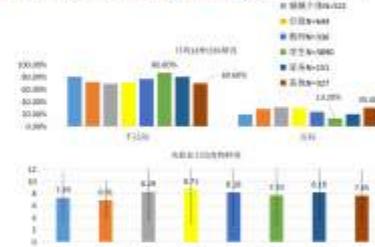
### 6. 不同地区日均食物多样情况



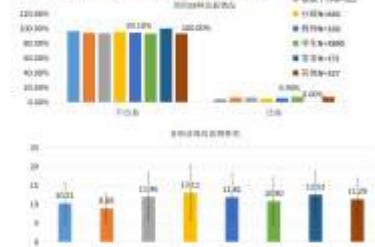
### 7. 不同地区每周食物多样情况



### 8. 不同职业日均食物多样情况



### 9. 不同职业每周食物多样情况



### 10. 不同民族全谷物摄入情况



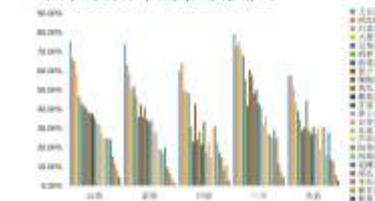
### 11. 不同地区全谷物摄入情况



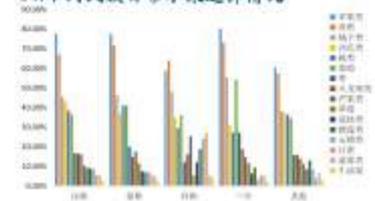
### 12. 不同职业全谷物摄入情况



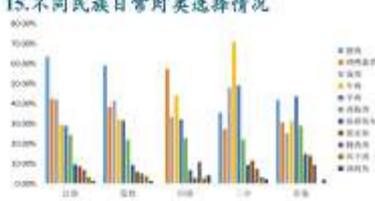
### 13. 不同民族日常蔬菜选择情况



### 14. 不同民族日常水果选择情况



### 15. 不同民族日常肉类选择情况



## 致谢

该项目系内蒙古科学技术协会2017年建言献策学术交流项目。诚挚感谢内蒙古科学技术协会资金支持。

## 作者简介

鄂晶晶, 女, 在读博士, 内蒙古营养学会会员, 从事农产品加工与贮藏工程方向研究。



# 慢性呼吸系统疾病住院患者营养风险筛查

内蒙古自治区人民医院临床营养中心

杨帆, 阿丽玛, 王欢, 马翠翠, 郭瑞芳\*

## 目的

对慢性呼吸系统疾病患者进行早期营养风险筛查评估, 有助于预测及预防患者营养不良的发生。

## 方法

采用定点连续采样的方法, 对2018年2月至2018年8月期间在内蒙古自治区人民医院呼吸与危重症医学科住院患者1628例进行录入登记, 排除住院不足24h, 入院时长大于48h, 年龄<18岁或>90岁, 拒绝参加调查研究患者共13例, 收录1615例。在患者入院48h内, 运用营养风险筛查2002 (NRS2002) 进行营养风险筛查, 评分<3分患者住院期间每周重新筛查一次, 评分≥3分患者采用SGA评分表进行营养状况评估, 并对患者膳食摄入量及接受教育程度进行统计, 进行膳食及营养关注度评价。

## 结果

(一) 入组患者中, 慢阻肺患者786人, 占调查总人数48.2%, 大于65岁患者占76.6%; 其他慢性呼吸系统疾病患者829人, 占调查总人数50.9%, 大于65岁患者占43.3%, 结果见表1。

(二) 入组患者中, 慢阻肺患者营养风险的发生率为91.9%, 营养不足发生率为89.6%, 患者病程越长、年龄越大, 营养风险发生率越高; 其他慢性呼吸系统疾病入院患者营养风险的发生率为85.5%, 营养不足发生率为76.6%, 结果见图1。

(三) 对于NRS2002评分≥3分患者经SGA主观全面评定, 慢阻肺患者营养良好占8.1%、轻度营养不良占29.9%、中度营养不良占31.7%、重度营养不良占30.3%; 其他慢性呼吸系统疾病患者营养良好占14.5%、轻度营养不良占37.9%、中度营养不良占33.0%、重度营养不良占14.8%, 慢阻肺患者重度营养不良比例明显高于其他慢性呼吸系统疾病患者, 结果见图2。

(四) 对患者进行日常膳食评估, 慢阻肺患者膳食评价5分占2.55%、4分占15.05%、3分占18.06%、2分占47.69%、1分占16.67%; 其他慢性呼吸系统疾病患者膳食评价5分占10.47%、4分占41.36%、3分占29.14%、2分占11.52%、1分占7.5%, 慢阻肺患者相较于其他慢性呼吸系统疾病患者, 膳食摄入量减少明显, 结果见图3。

(五) 患者对营养知识的关注度与受教育程度成正比, 结果见图4。

表1 慢性呼吸系统疾病患者基本情况

组别	总例数	占呼吸与危重症医学科入院总人数	年龄	
			<65岁	≥65岁
慢阻肺	786	48.2%	184 (23.4%)	602 (76.6%)
其他慢性呼吸系统疾病	829	50.9%	470 (56.7%)	359 (43.3%)
总计	1615	99.1%	654 (40.5%)	961 (59.5%)

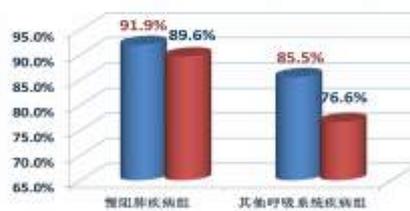


图2 慢阻肺和其他慢性呼吸系统疾病患者营养状况评价

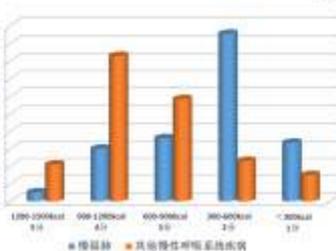


图3 慢阻肺和其他慢性呼吸系统疾病患者膳食评价



图4 慢阻肺和其他慢性呼吸系统疾病患者受教育程度及营养关注度

## 结论

- 慢性呼吸系统疾病营养风险及营养不良的发生是不容忽视的临床问题。
- 慢阻肺患者疾病过程中膳食摄入量减少明显, 长期处于营养摄入不足状态。
- 目前绝大多数患者获取营养知识途径少, 重视程度不够, 导致疾病拖延不愈。
- 早期进行营养风险筛查及营养知识教育可以明显改善患者预后。



# 内蒙古牛羊和羊肉硒含量检测比较

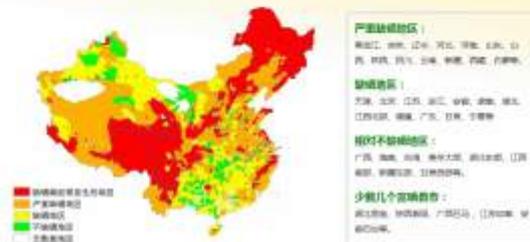
雒帅、吕娇、郭静婷、郭军\*

内蒙古呼和浩特市, 内蒙古农业大学 食品科学与工程学院

## 背景

硒 (Selenium, Se) 是动植物生命活动必需的一种微量矿物质营养元素, 组成成分是**红细胞谷胱甘肽过氧化物酶 (Glutathione peroxidase, GSH-Px)**。人体中硒元素与肝功能和肌肉代谢有关, 硒在**抗氧化、抗衰老、抗病毒、预防心血管疾病、防癌**等方面有着重要作用, 也能改善情绪状态。硒过量或缺乏, 均会导致人体产生疾病, **硒摄入量过低**, 会引发大骨节病, 克山病等; **当硒摄入量高于耐受上限400 $\mu$ g/d**, 会出现头发指甲易断、肠胃混乱、脱发或皮肤粗糙、易怒等现象。而**硒元素在人体内代谢较快**, 能够不断吸收, 不断排出, 所以人体需要不断地补充硒。

## 中国土壤硒元素含量分布图



我国是世界缺硒最严重的地区, 全国低硒地区占全国总面积的72%。

## 目的

为建立内蒙古地区家畜肉食物营养成分数据库/表、矿物质溯源和家畜肉真实性判别模型研究提供数据; 评估我区居民硒摄入水平、对膳食补硒及富硒食品的开发提供参考。

## 结果

表1 不同地区牛肉中硒含量比较 ( $\mu$ g/100g)

物种	地区	数量	均值	标准差	均值的95%置信区间		最小值	最大值
					下限	上限		
牛	鄂温克旗	12	4.97 <sup>a</sup>	3.58	2.63	7.26	0.40	34.10
	巴林右旗	16	12.64 <sup>b</sup>	7.13	9.04	16.64	2.13	27.47
	苏尼特旗	6	11.55 <sup>b</sup>	4.40	6.95	16.16	2.94	15.34
	苏右旗	27	13.62 <sup>b</sup>	6.60	11.01	16.23	1.04	23.01
	固阳县	14	10.69 <sup>b</sup>	4.74	7.95	13.43	4.34	18.31
	呼中旗	10	13.56 <sup>b</sup>	7.10	8.40	18.64	4.52	28.33
马中旗	11	16.20 <sup>c</sup>	6.71	11.70	20.71	5.73	25.10	
总样本	96	13.14	6.70	10.78	13.49	0.40	28.33	

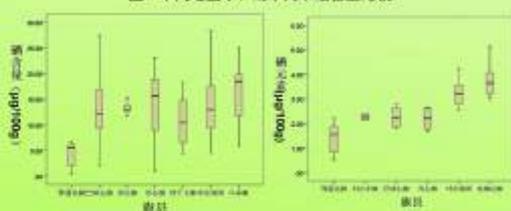
注: 同一列不同字母表示差异显著 ( $p < 0.05$ )

表2 不同地区绵羊肉中硒含量比较 ( $\mu$ g/100g)

物种	地区	数量	均值	标准差	均值的95%置信区间		最小值	最大值
					下限	上限		
绵羊	鄂温克旗	21	1.41 <sup>a</sup>	0.57	1.16	1.66	0.49	2.23
	科右中旗	6	2.27 <sup>a</sup>	0.98	1.66	2.87	1.37	3.17
	巴林右旗	4	2.25 <sup>a</sup>	0.47	1.59	3.06	1.74	2.78
	苏右旗	4	2.19 <sup>a</sup>	0.48	1.43	2.96	1.69	2.66
	呼中旗	6	3.45 <sup>b</sup>	0.58	2.84	4.05	2.55	4.32
	杭锦旗	6	4.22 <sup>b</sup>	0.82	3.36	5.09	3.23	5.31
总样本	49	2.24	1.15	1.91	2.57	0.49	5.31	

注: 同一列不同字母表示差异显著 ( $p < 0.05$ )

图1 不同地区牛、绵羊肉中硒含量比较



注: 左、右两图分别为不同地区牛肉、绵羊肉中硒含量箱式图

## 结果

四种家畜肉之间存在差异。总体看**骆驼、马和牛肉**硒含量显著高于**绵羊肉**, 鄂温克旗三种家畜肉中,**马肉和牛肉**硒含量是**绵羊肉**的**1.6**倍和**1.5**倍。内蒙西部达茂旗马肉硒含量是东部区鄂温克旗马肉硒含量的**1.6**倍。

表3 内蒙古牛和绵羊肉中硒含量与食物成分表比较 ( $\mu$ g/100g)

物种	部位	测定数据	中国 FCT	40%	荷兰 FCT	40%
牛	背最长肌	13.14	3.57	268.35	10	31.5
	腿二头肌	11.44	3.63	215.15	11	2.00
绵羊	腿二头肌	2.49	9.06	-72.52	2	24.50

注: 同一列不同字母表示差异显著 ( $p < 0.05$ )

表4 鄂温克旗与达茂旗马肉中硒含量比较

物种	地区	数量	均值	标准差	均值的95%置信区间		最小值	最大值
					下限	上限		
马	鄂温克旗	4	7.29	3.86	1.14	13.43	4.68	13.02
	达茂旗	2	13.42	0.58	8.25	18.60	13.01	15.83
总样本	6	9.35	4.36	4.75	13.91	4.68	13.83	

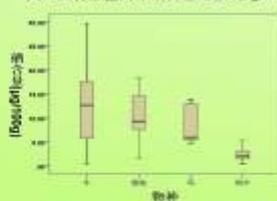
注: 同一列不同字母表示差异显著 ( $p < 0.05$ )

表5 四种家畜肉中硒含量比较 ( $\mu$ g/100g)

物种	部位	数量	均值	标准差	均值的95%置信区间		最小值	最大值
					下限	上限		
牛	腿二头肌	27	11.44 <sup>a</sup>	6.89	9.02	13.71	0.40	27.47
	背最长肌	33	2.49 <sup>a</sup>	1.42	2.09	2.87	0.49	6.37
骆驼	腿二头肌	9	15.59 <sup>b</sup>	8.62	8.93	22.17	1.62	25.24
马	腿二头肌	6	9.35 <sup>b</sup>	4.36	4.75	13.91	4.68	13.83
总样本	腿二头肌	125	7.84	7.90	6.58	9.10	0.40	27.47

注: 同一列不同字母表示差异显著 ( $p < 0.05$ )

图2 四种家畜肉中硒含量箱式图



注: 四种家畜肉中硒含量箱式图

## 作者简介

雒帅, 男, 2017级研究生, 研究方向: 食品营养与安全

\*通讯作者: 郭军, 男, 医学博士, 教授

从事营养与食品安全领域的教学和科研工作。



# 内蒙古三个地区绵羊肉矿物质的测定和地理特征研究

王倩<sup>1</sup> 王燕<sup>1</sup> 张宏博<sup>2</sup> 郭军<sup>1\*</sup>

(1.内蒙古农业大学食品科学与工程学院 2.内蒙古食品检验检测中心)

## 背景

内蒙古绵羊肉品质独特、口感鲜嫩，倍受消费者青睐。矿物质元素是绵羊肉中一类重要营养素，地理环境又是影响绵羊肉中矿物质含量的重要因素之一，但内蒙古地区绵羊肉矿物质含量及其地理特征缺乏系统的检测和研究。

## 目的

测定内蒙古地方品种绵羊肉中矿物质的含量，探索矿物质与地区之间的关系，筛选重要的地理特征指标。为今后绵羊肉中矿物质元素研究实验提供参考数据，并为绵羊肉产地溯源和羊肉真实性提供准确、可靠的数据。

## 方法



## 结果

### ● 8种矿物质元素地区差异分析：

内蒙古三个地区PCA分析见图1，苏尼特旗绵羊肉与乌珠穆沁旗、达拉特旗绵羊肉中矿物质元素整体显著分离，乌珠穆沁旗与达拉特旗在三维空间上部分有胶着，但也呈现分离趋势，其中达拉特旗结果总体靠上。

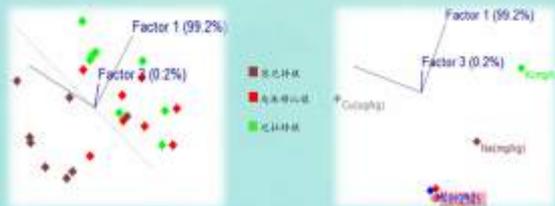


图1 绵羊肉中8种矿物质元素地区PCA分析图 左得分向量图 右根向量图

PCA分析发现矿物质元素整体地区间在三维空间中有分离效果，进一步做配伍方差分析见图2，发现8种矿物质元素整体在地区间存在显著性差异。

## 结果

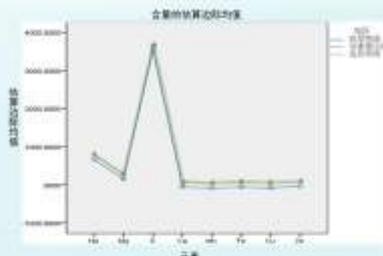


图2 绵羊肉中8种矿物质元素地区配伍方差分析图

### ● 绵羊肉中4种常量元素地区差异比较：

苏尼特旗绵羊肉中常量元素K和Mg的值与其他两个地区有显著性差异( $P < 0.05$ )。

表1 3个地区4种常量元素测定结果( $\bar{x} \pm SD$ , mg/kg)

地区	N	Na	K	Cu	Mg
苏尼特旗	8	687.66 ± 169.93	3043.74 ± 396.50 <sup>a</sup>	22.29 ± 4.34	209.79 ± 20.34 <sup>a</sup>
乌珠穆沁旗	8	786.77 ± 197.09	3809.84 ± 307.90 <sup>b</sup>	24.75 ± 4.39	231.64 ± 15.87 <sup>b</sup>
达拉特旗	8	754.85 ± 157.93	4009.13 ± 315.30 <sup>b</sup>	24.62 ± 3.75	248.49 ± 24.83 <sup>b</sup>

注：同一元素同列标注不同字母表示差异显著或极显著 ( $P < 0.05$ )

### ● 绵羊肉中4种微量元素地区差异比较：

达拉特旗地区绵羊肉中的Fe含量与其他两个地区有显著性差异( $P < 0.05$ )。

表2 3个地区4种微量元素测定结果( $\bar{x} \pm SD$ , mg/kg)

地区	N	Fe	Zn	Cu	Mn
苏尼特旗	8	16.47 ± 2.76 <sup>a</sup>	36.77 ± 13.54	1.18 ± 0.26	0.12 ± 0.03
乌珠穆沁旗	8	17.59 ± 4.45 <sup>a</sup>	37.79 ± 16.03	1.05 ± 0.23	0.11 ± 0.02
达拉特旗	8	21.83 ± 4.50 <sup>b</sup>	42.67 ± 11.55	1.29 ± 0.35	0.11 ± 0.04

注：同一元素同列标注不同字母表示差异显著或极显著 ( $P < 0.05$ )

## 结论

- 苏尼特旗绵羊肉中常量元素K 3043.74 ± 396.50 和Mg 209.79 ± 20.34 的值与其他两个地区有显著性差异 ( $P < 0.05$ )，K、Mg 元素可作为苏尼特旗绵羊肉中的特征元素。
- 达拉特旗绵羊肉中的Fe 21.83 ± 4.50 含量与其他两地区有显著性差异 ( $P < 0.05$ )，Fe 元素可以作为达拉特旗绵羊肉产地溯源的有效特征指标。
- 8种矿物质元素整体在地区间存在显著差异，说明矿物质元素具有地理特征性，可作为产地溯源依据。

## 作者简介

王倩，女，2018级硕士，研究方向：营养与食品安全  
\*通讯作者：郭军，男，医学博士，教授  
从事营养与食品安全领域教学和科研工作



# 母羊胎儿早期营养的关键调控技术

吴宝升 孙海洲\* 张崇志 桑丹 金鹿 李胜利 张春华 乃门塔娜  
内蒙古呼和浩特市 内蒙古农牧业科学院 动物营养与饲料研究所

## 背景

母羊胎儿早期营养的科学供给可以缓解胎儿宫内发育迟缓、提高羔羊出生重及双羔成活率等，羔羊生命早期700天的营养均衡对于动物机体健康和其生产性能的发挥至关重要。

在母羊繁殖期草场营养供应不足的情况下，根据胎儿程序化发育关键窗口期的营养需求特点，利用日粮营养调控技术来保障母羊及胎儿的营养供给，可实现母羊-羔羊同步提高的生产目标。

## 试验方法

选择体况良好，鄂尔多斯妊娠期细毛羊母羊40只分为 NCG1组（N-氨甲酰谷氨酸，饲喂基础日粮+0.30 g NCG/d），NCG2组（饲喂基础日粮+0.40 g NCG/d）和对照组（饲喂基础日粮），进行5个月母羊妊娠期饲喂试验。



妊娠检查 样品采集 样品采集 媒体宣传

## 试验结果

表1 日粮中添加NCG对胎儿体重、体尺指标和器官重量的影响

项目	妊娠第45天					妊娠第90天				
	对照组	NCG 1组	NCG 2组	SEM	P值	对照组	NCG 1组	NCG 2组	SEM	P值
体重 (g)	12.36	11.32	11.98	0.67	0.15	408.31	517.50	467.50	62.94	0.22
体长 (cm)	3.38	3.43	3.25	0.24	0.27	14.90	15.08	15.24	0.97	0.52
体高 (cm)	3.34	3.49	3.27	0.27	0.46	14.48	15.15	15.16	1.05	0.58
心脏 (g)	0.14	0.17	0.29	0.03	0.08	4.57	5.08	5.11	1.29	0.13
肺脏 (g)	0.16	0.14	0.19	0.01	0.76	22.53	27.70	26.69	3.49	0.02
肾脏 (g)	0.65	0.75	1.05	0.23	0.26	26.17	30.06	33.47	5.79	0.09
脾脏 (g)	—	—	—	—	—	0.75	0.84	0.81	0.35	0.66
肝脏 (g)	0.13	0.12	0.34	0.05	0.11	4.23	5.05	4.52	1.38	0.13
胰腺 (g)	—	—	—	—	—	0.51	0.58	0.58	0.37	0.88
淋巴结重量 (g)	—	—	—	—	—	1.23	1.49	1.71	0.43	0.14

注：—表示为空值；数据为平均值±SEM，具有不同字母表示显著，P<0.05。

表2 日粮中添加NCG对母羊胎水和胎盘及其附属物发育的影响

项目	妊娠第45天					妊娠第90天				
	对照组	NCG 1组	NCG 2组	SEM	P值	对照组	NCG 1组	NCG 2组	SEM	P值
胎水 (mL)	76	89	96	12.68	0.40	810	1180	1208	86.13	0.32
胎膜重 (mg)	77	83	81	8.83	0.57	172	183	221	43.03	0.82
胎膜占胎膜重 (g)	195	191	288	27.13	0.21	1181	1213	1348	16.34	0.14

注：数据为平均值±SEM，具有不同字母表示显著，P<0.05。

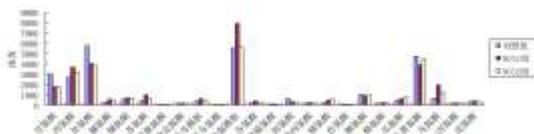


图1 妊娠90天NCG对尿液中的氨基酸浓度的变化 (单位:  $\mu\text{mol/L}$ )



图2 妊娠90天胎儿血浆中的氨基酸浓度的变化 (单位:  $\mu\text{mol/L}$ )

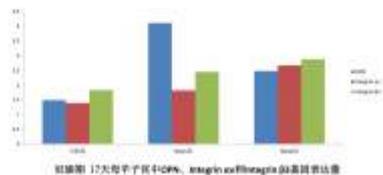


图3 日粮添加NCG对母羊子宫内胎盘滋养层关键基因mRNA表达的影响

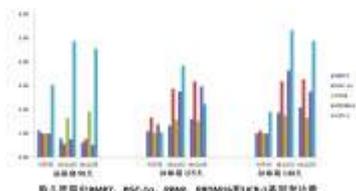


图4 日粮添加NCG对胎儿褐色脂肪基因表达量的影响

## 结论

- 1、妊娠期母羊日粮中添加不同剂量的NCG可以促进妊娠识别和早期胚胎定植及子宫内膜滋养层的发育。
- 2、妊娠期母羊日粮中添加不同剂量的NCG有效促进胎儿生长发育、提高胎儿组织器官的重量和褐色脂肪沉积，提高尿液和胎儿血浆中氨基酸浓度。

## 作者简介

吴宝升，男，硕士，研究方向：动物营养  
\*通讯作者：孙海洲，男，研究员，硕士  
研究方向：动物营养  
E-mail:sunhaizhou@china.com



# 功能性氨基酸对羊肉品质的影响

李胜利 谷英 孙海洲\* 桑丹 张春华 张崇志 金鹿 乃门塔娜  
内蒙古呼和浩特市 内蒙古农牧业科学院 动物营养与饲料研究所

## 研究背景

- 动物营养研究的内容之一是满足动物的营养需要，提高饲料利用率，为人类提供安全、健康的肉、蛋、奶等畜产品。
- N-乙酰甲酰谷氨酸(NCG)是精氨酸代谢产物N-乙酰谷氨酸(NAG)类似物，NCG与精氨酸有类似的功效，能够促进蛋白合成，调节机体代谢。
- 在添加功能性调控剂时应更多关注肉食品安全，因此，往往通过添加中间代谢产物来提高动物的生产性能，以保证肉、蛋和奶的安全。
- 精氨酸在生产实践中的成本高，而NCG成本较低。

## 结果与分析

表1 NCG对羊屠宰性能的影响

指标	公羊		母羊	
	试验组	对照组	试验组	对照组
宰前活重 (kg)	34.90±3.71 <sup>a</sup>	39.00±2.13 <sup>a</sup>	32.10±3.17 <sup>a</sup>	28.80±3.72 <sup>a</sup>
胴体重 (kg)	15.77±2.05 <sup>a</sup>	15.7±2.32 <sup>a</sup>	15.63±1.53 <sup>a</sup>	10.67±1.72 <sup>a</sup>
胴体长 (cm)	66.67±2.52 <sup>a</sup>	75.00±2.01 <sup>a</sup>	66.67±2.52 <sup>a</sup>	66.00±1.00 <sup>a</sup>
克重值	1.24±0.16 <sup>a</sup>	0.84±0.11 <sup>a</sup>	1.25±0.09 <sup>a</sup>	0.78±0.11 <sup>a</sup>
胴体面积 (cm <sup>2</sup> )	11.73±0.58 <sup>a</sup>	10.86±0.99 <sup>a</sup>	10.36±1.15 <sup>a</sup>	10.37±1.13 <sup>a</sup>
净肉重 (kg)	12.54±1.12 <sup>a</sup>	10.34±2.01 <sup>a</sup>	12.52±1.11 <sup>a</sup>	5.52±1.86 <sup>a</sup>
屠宰率 (%)	45.20±0.62 <sup>a</sup>	40.25±0.54 <sup>a</sup>	48.71±0.06 <sup>a</sup>	36.97±2.46 <sup>a</sup>
净肉率 (%)	33.89±0.56 <sup>a</sup>	26.51±0.67 <sup>a</sup>	37.60±0.45 <sup>a</sup>	22.44±0.55 <sup>a</sup>
胴体净肉率 (%)	74.20±0.91 <sup>a</sup>	65.86±0.54 <sup>a</sup>	77.28±0.65 <sup>a</sup>	63.45±1.13 <sup>a</sup>
肉骨比	3.10±0.23 <sup>a</sup>	2.57±0.23 <sup>a</sup>	3.89±0.67 <sup>a</sup>	2.15±1.09 <sup>a</sup>

NCG对公羊和母羊的克R值、屠宰率、净肉率、胴体净肉率和肉骨比都有显著的影响，并且对母羊的影响高于公羊。

表2 NCG对羊肉的理化特性的影响

指标	背最长肌		臀二头肌		臀三头肌	
	试验组	对照组	试验组	对照组	试验组	对照组
pH值	6.43±0.13 <sup>a</sup>	6.38±0.06 <sup>a</sup>	6.41±0.08 <sup>a</sup>	6.44±0.12 <sup>a</sup>	6.48±0.24 <sup>a</sup>	6.59±0.04 <sup>a</sup>
剪切力 (N)	32.21±3.12 <sup>a</sup>	32.96±1.45 <sup>a</sup>	30.28±2.51 <sup>a</sup>	31.48±2.23 <sup>a</sup>	31.80±2.80 <sup>a</sup>	31.12±2.12 <sup>a</sup>
熟肉率 (%)	78.39±2.39 <sup>a</sup>	77.16±2.72 <sup>a</sup>	75.63±0.99 <sup>a</sup>	75.53±1.45 <sup>a</sup>	81.71±2.11 <sup>a</sup>	80.08±2.03 <sup>a</sup>
热肉率 (%)	48.77±1.31 <sup>a</sup>	47.91±0.67 <sup>a</sup>	46.22±0.73 <sup>a</sup>	47.22±0.94 <sup>a</sup>	46.44±0.37 <sup>a</sup>	45.81±0.04 <sup>a</sup>

试验羊羊肉的pH值显著低于其对照组 (P<0.05)，而剪切力、系水力和熟肉率无显著差异 (P>0.05)，但剪切力有下降的趋势，熟肉率有上升的趋势。

表3 NCG对羊肉常规营养成分的影响

组别	臀二头肌		臀三头肌		背最长肌	
	试验组	对照组	试验组	对照组	试验组	对照组
粗蛋白 (%)	21.41±0.59 <sup>a</sup>	18.38±0.13 <sup>a</sup>	20.57±0.50 <sup>a</sup>	0.04 <sup>a</sup>	19.37±0.42 <sup>a</sup>	19.83±0.45 <sup>a</sup>
肌内脂肪 (%)	2.63±0.11 <sup>a</sup>	2.01±0.15 <sup>a</sup>	2.44±0.08 <sup>a</sup>	1.87±0.04 <sup>a</sup>	2.68±0.08 <sup>a</sup>	1.87±0.02 <sup>a</sup>
水分 (%)	1.11±0.06 <sup>a</sup>	1.03±0.05 <sup>a</sup>	1.13±0.07 <sup>a</sup>	1.09±0.03 <sup>a</sup>	1.08±0.06 <sup>a</sup>	1.04±0.02 <sup>a</sup>
磷 (%)	0.22±0.01 <sup>a</sup>	0.22±0.04 <sup>a</sup>	0.24±0.03 <sup>a</sup>	0.20±0.02 <sup>a</sup>	0.22±0.01 <sup>a</sup>	0.22±0.01 <sup>a</sup>
钙 (mg/kg)	18.84±	20.46±	22.53±	18.17±	19.17±	18.17±
铁 (mg/kg)	0.81 <sup>a</sup>	0.82 <sup>a</sup>	14.54±0.75 <sup>a</sup>	0.05 <sup>a</sup>	0.54 <sup>a</sup>	24.62±0.50 <sup>a</sup>
铜 (mg/kg)	1.49±0.13 <sup>a</sup>	1.33±0.13 <sup>a</sup>	1.86±0.08 <sup>a</sup>	1.69±0.07 <sup>a</sup>	1.50±0.08 <sup>a</sup>	1.49±0.10 <sup>a</sup>
锰 (mg/kg)	0.027±0.03 <sup>a</sup>	0.022±0.07 <sup>a</sup>	0.023±0.02 <sup>a</sup>	0.04 <sup>a</sup>	0.021±0.01 <sup>a</sup>	0.020±0.01 <sup>a</sup>
锌 (mg/kg)	34.32±1.54 <sup>a</sup>	36.82±0.81 <sup>a</sup>	25.25±	35.48±	25.53±	31.16±

试验组的羊肉中蛋白质、磷和铜的含量均高于对照组，但差异不显著 (P>0.05)；试验组的肌内脂肪均显著高于对照组 (P<0.05)；试验组肉中的锰显著高于对照组差异 (P<0.05)。

## 试验结论

NCG可促进经济杂交羊的屠宰率和净肉率，提高羊的产肉性能；添加NCG有提高试验羊肉中蛋白质含量的趋势，并且影响着肉中其它营养成分；NCG提高了经济杂交羊肌内的单不饱和脂肪酸含量；添加NCG有提高试验羊肉中必需氨基酸含量的趋势。

## 作者简介

李胜利，男，助理研究员，博士，研究方向：反刍动物营养与调控。  
谷英，女，内蒙古鄂尔多斯人，研究方向：动物营养与饲料科学。  
孙海洲\*，男，研究员，硕士，从事反刍动物营养研究。E-mail:sunhaizhou@china.com

## 材料与方法

### 试验动物及地点

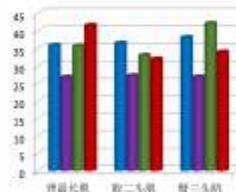
• 本试验在鄂尔多斯市鄂托克旗进行，选取100只六月龄杂文斯奶羔羊，初始体重为25.67±3.66 Kg，公羊和母羊各半。

### 日粮设计

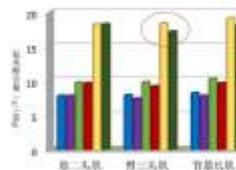
• 功能性氨基酸NCG添加精料中进行饲喂，NCG添加量为0.40g/Kg 精料。

### 羊肉样品采集及分析

• 经60天饲喂后，选择试验羊公母各3只，并选取同等试验条件下，体重相近，但日粮不添加NCG的其他羊作为对照组羊。



添加NCG提高了羊肌肉的单不饱和脂肪酸含量，并且提高了肌肉脂肪含量。



添加NCG有提高试验羊肉中必需氨基酸含量的趋势。

## 资金支持

现代农业产业技术体系建设 (CARS-39-11)  
内蒙古农牧业科技创新基金项目 (2018CXJM04)  
国家公益性行业 (农业) 科研专项 (201303062)



# 光照和日粮能量干预对内蒙古白绒山羊 毛囊活性和血液代谢组的影响

张崇志 孙海洲\* 李胜利 桑丹 张春华 金鹿 乃门塔娜  
内蒙古呼和浩特市 内蒙古农牧业科学院 动物营养与饲料研究所

## 背景

绒山羊绒的生长是短日照季节性生长，主要决定于皮肤毛囊细胞的数量和功能，其生长过程受光照条件、营养水平、饲养管理、生态环境和遗传等综合因素的影响。研究发现，短光照条件使绒山羊产绒量显著增加，绒长度和细度发生显著变化，并提高绒山羊对营养物质的消化率；日粮高能量水平显著提高绒山羊产绒性能和营养物质的表现消化率。

本试验通过控制外界光照条件和日粮中的能量水平，研究对内蒙古白绒山羊毛囊活性和血液代谢组的影响，为绒山羊实际的生产管理提供一定的理论依据。

## 试验方法

绒羊选择体况良好，体重为(20.36±2.63) kg的2周岁内蒙古白绒山羊24只，随机分为4组，每组6只，分别为高能量自然光照组、高能量短光照组、低能量自然光照组和低能量短光照组，进行5个月的光照控制饲喂试验。



试验动物 样品采集 指标测定 团队合影

## 试验结果

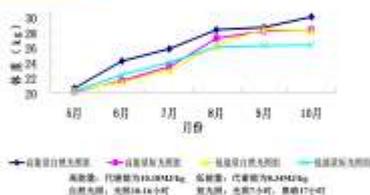


图1 光照和能量水平对绒山羊体重的影响

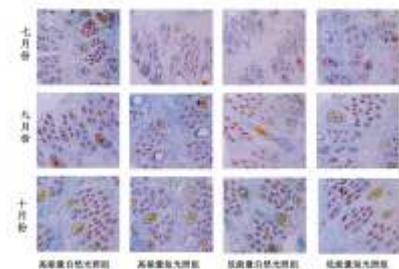
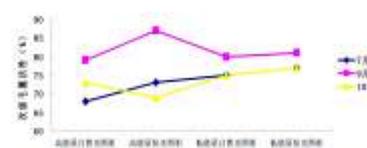


图2 光照和能量水平对绒山羊次级毛囊活性的影响

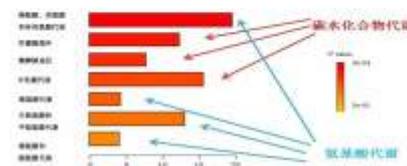
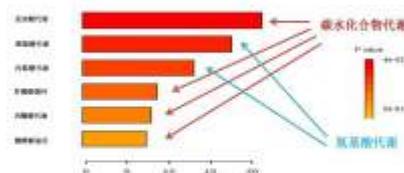


图3 光照和能量水平对绒山羊血液代谢组的影响

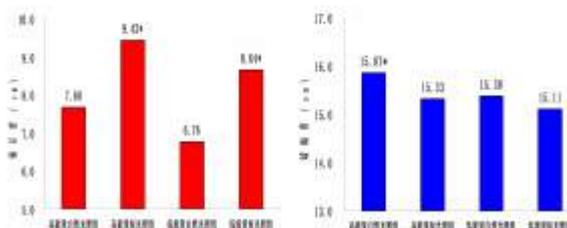


图4 光照和能量水平对绒山羊绒长度和细度的影响

## 结论

- 1、在本试验条件下，高能量组试验羊平均体重提高6.98%，低能量组试验羊的绒细度减少；短光照提高试验羊皮肤次级毛囊活性，增加试验羊的绒长度。
- 2、在本试验条件下，光照条件主要影响亚油酸代谢，酪氨酸代谢，丙氨酸代谢，柠檬酸循环等代谢通路；能量水平主要影响缬氨酸、亮氨酸和异亮氨酸代谢，柠檬酸循环，半乳糖代谢，甲硫氨酸代谢等代谢通路。

## 作者简介

张崇志，男，博士，助理研究员 研究方向：动物营养  
\*通讯作者：孙海洲，男，研究员，硕士  
研究方向：动物营养。E-mail:sunhaizhou@china.com

# 母乳低聚糖 (HMOs) 研究

叶文慧 王变丹

内蒙古伊利实业集团股份有限公司

## 背景

母乳低聚糖 (Human milk oligosaccharides, HMOs) 是母乳重要组分之一, 通常由3-10个单糖组成。目前在母乳中发现超过100种HMO。母乳中HMO由5种单体组成: D-葡萄糖 (Glc)、D-半乳糖 (Gal)、N-乙酰氨基葡萄糖 (GlcNAc)、L-岩藻糖 (Fuc) 和唾液酸 (Sia)。HMO具有多种生理功能<sup>1</sup>, 如益生元作用、抗黏附抗菌剂、调节肠上皮细胞反应、免疫调节作用及促进大脑发育。但有关中国母乳低聚糖的研究与国外相比仍然较少。2015年, 伊利与荷兰瓦赫宁根大学合作开展中国母乳低聚糖研究项目。

## 目的

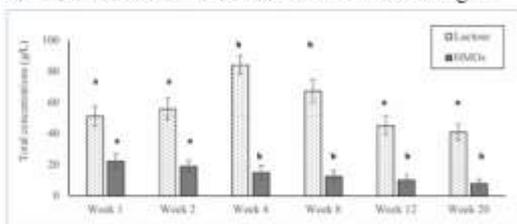
分析中荷母乳低聚糖含量差异及在不同泌乳期含量变化。

## 方法

实验追踪30位中国母亲于产后第1, 2, 4, 8, 12及20周共6个时间点的HMOs组成及含量变化情况。同时对比分析28位荷兰母亲产后第4周的HMOs组成及含量。上清液中的HMOs通过石墨化碳固相萃取 (SPE) 的方法分离。经衍生化和标记后, 利用毛细管电泳-激光诱导荧光 (CE-LIF) 法分析HMOs组成和含量。根据APTS标记的木糖的摩尔响应因子进行量化, 测得浓度与已知其含量的测量的HMOs有较好的可比性。

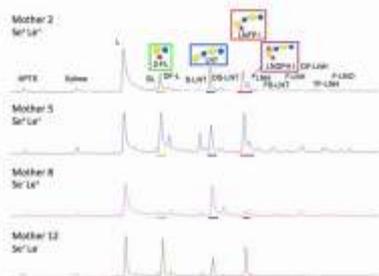
## 结果

- 中国母乳中总低聚糖含量为8-23g/L, 随着泌乳期的延长, 含量呈下降趋势。
- 荷兰母乳 (第4周) 中总低聚糖含量范围为4-27g/L。

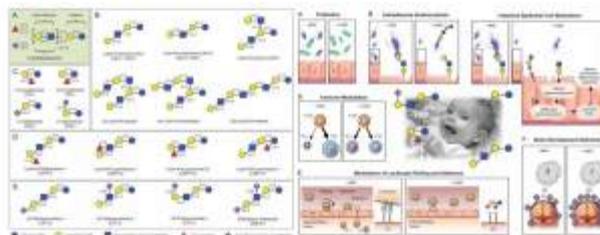


中国母乳中乳糖和HMOs含量在20周内变化情况

- 本研究的中国母乳呈现三种路易斯分泌型, 以第一种 Se<sup>-</sup>Le<sup>+</sup>为主;
- 不同类HMO(酸性、非岩藻糖基类和岩藻糖基类)随泌乳期和路易斯分泌型有不同变化。



四位中国母亲在产后第一周初乳中几种关键低聚糖的毛细管电泳图谱, 其中2'-FL, LNT, LNFP I与LNDF I可用于区分三种主要的路易斯分泌型。

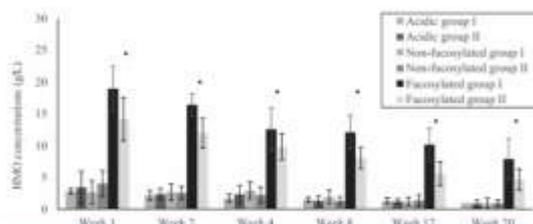


HMO通用结构式<sup>1</sup>

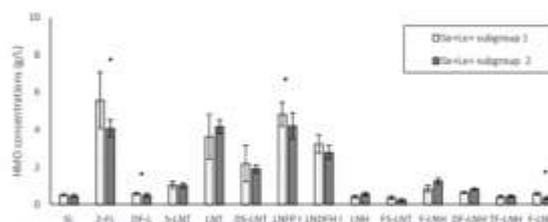
HMO的多种生理功能<sup>1</sup>

## 结果

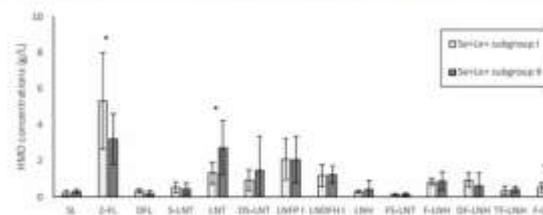
- 由中性HMO中岩藻糖基类低聚糖组分含量区分中国母乳 Se<sup>-</sup>Le<sup>+</sup>两种亚型 (亚型I比亚型II该组分含量高约20%)。
- 区分中国母乳中 Se<sup>-</sup>Le<sup>+</sup>两种亚型的HMO为: 2'-FL, DF-L, LNFP I及F-LNO; 区分荷兰母乳中 Se<sup>-</sup>Le<sup>+</sup>两种亚型的HMO为: 2'-FL, LNT及F-LNO。



中国母乳 Se<sup>-</sup>Le<sup>+</sup> 两种亚型人群中酸性与中性HMO总含量



中国母乳中路易斯分泌型均为阳性 (Se<sup>-</sup>Le<sup>+</sup>) 的亚型区分及各HMO含量



荷兰母乳中路易斯分泌型均为阳性 (Se<sup>-</sup>Le<sup>+</sup>) 的亚型区分及各HMO含量

## 创新点

项目的创新点在于首次将中国母乳与荷兰母乳的低聚糖数据对比 (28位荷兰母亲的母乳), 并首次建立了在中荷母乳中用相关低聚糖来区分不同路易斯阳性分泌型亚型的方法。2018年6月, 该项目的部分研究成果已刊登于SCI期刊 Journal of Agricultural and Food Chemistry 上 (影响因子 3.412)。

[1] Bode L. Human milk oligosaccharides: every baby needs a sugar mama. Glycobiology.2012,22(9):1147-62.

[2] Elwakiel et al. Human milk oligosaccharides in colostrum and mature milk of chinese mothers: lewis positive secretor subgroups. Journal of Agricultural and food chemistry.2018,66(27):7036-43.



# 包头市牧区蒙古族超重/肥胖儿童体成分、抗氧化及炎症因子的研究

姜红梅, 包艳\*

(包头医学院公共卫生学院, 内蒙古 包头 014060)

## 目的:

了解包头市牧区7~13岁蒙古族正常、超重、肥胖儿童体成分指标, 血清抗氧化指标及炎症细胞因子水平。

## 方法:

采用整群抽样的方法, 选择346名内蒙古包头市牧区7~13岁蒙古族儿童进行身高体重的测量并计算BMI值, 严格按照同学校、同年龄、同性别相匹配的原则筛选出正常、超重和肥胖儿童各20名作为研究对象, 对其进行体成分的测定、血清中抗氧化指标及炎症细胞因子水平的检测。

## 结果:

- (1) 包头市牧区蒙古族儿童超重、肥胖检出率分别为15.90%、16.18%, 其中男童超重、肥胖检出率分别为20.12%、18.90%, 女童超重、肥胖检出率分别为12.09%、13.74%; 三组儿童体成分均有明显差异, 男童、女童体成分各项指标肥胖组显著高于超重组及正常组 ( $P < 0.05$ )。
- (2) 肥胖组血清SOD活力和GSH-Px酶活力低于正常组 ( $P < 0.05$ ), 而MDA含量和T-AOC浓度高于正常组儿童 ( $P < 0.05$ )。
- (3) 超重和肥胖组血清中IL-1 $\beta$ 水平高于正常组 ( $P < 0.05$ ), IL-10、IL-4水平低于正常组 ( $P < 0.05$ )。

表1 包头市牧区蒙古族不同性别及各年龄儿童超重、肥胖检出率 (%)

变量	调查人数 (n)	超重人数 (n)	肥胖人数 (n)	超重检出率 (%)	肥胖检出率 (%)
性别	男	164	33	20.12	18.90
	女	182	22	12.09	13.74
年龄 (岁)	7~	19	1	5.26	21.05
	8~	54	5	9.26	12.96
	9~	70	16	22.86	15.71
	10~	62	8	12.90	16.13
	11~	48	9	18.75	18.75
	12~	61	14	22.95	18.03
	13	32	2	6.25	12.50
	总计	346	55	56	15.90

注: \*与正常组比较,  $P < 0.05$ ; \*与超重组比较,  $P < 0.05$

表2 蒙古族正常、超重和肥胖儿童体成分比较 ( $\bar{X} \pm S$ )

指标	正常组 (n=20)	超重组 (n=20)	肥胖组 (n=20)
BMI	17.25 $\pm$ 0.77	21.25 $\pm$ 1.45*	26.65 $\pm$ 3.63*
脂肪体重 (kg)	8.04 $\pm$ 2.19	13.76 $\pm$ 3.07*	21.35 $\pm$ 7.15*
脂肪百分比 (%)	21.25 $\pm$ 4.50	27.72 $\pm$ 3.18*	34.30 $\pm$ 4.16*
去脂体重 (kg)	29.96 $\pm$ 5.22	35.78 $\pm$ 6.72*	39.85 $\pm$ 8.38*
身体总水分 (L)	21.91 $\pm$ 3.55	25.80 $\pm$ 4.81*	28.66 $\pm$ 5.73*
基础代谢率 (cal/day)	910.50 $\pm$ 158.33	1088.05 $\pm$ 204.94*	1211.60 $\pm$ 255.28*

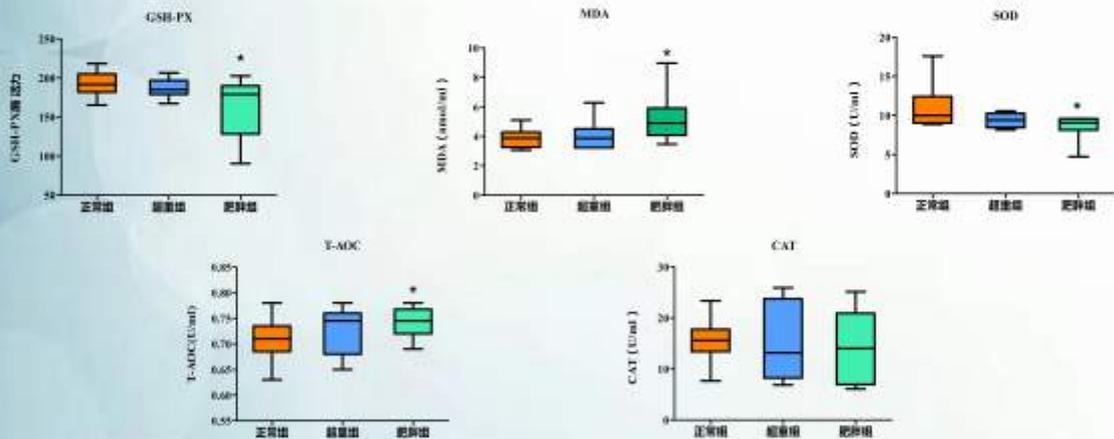


图1 蒙古族正常、超重和肥胖儿童血清抗氧化指标比较, \*与正常组相比较,  $P < 0.05$

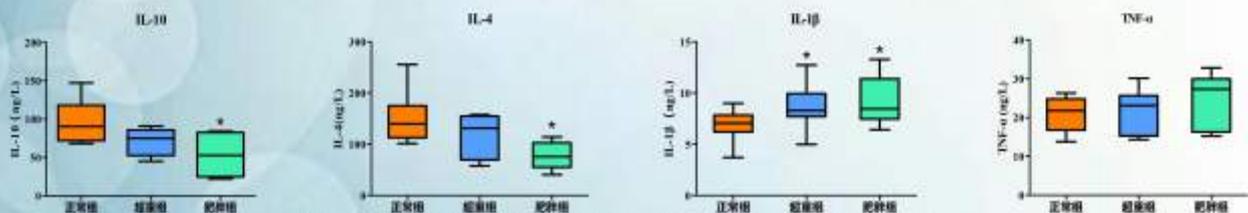


图2 蒙古族正常、超重和肥胖儿童血清炎症细胞因子比较, \*与正常组比较,  $P < 0.05$

**结论:** 包头市牧区蒙古族超重肥胖儿童的各项体成分指标发生改变, 超重、肥胖儿童机体发生了不同程度的炎症反应与氧化损伤。因此建议该地区定期进行健康体检, 重视肥胖的发生发展, 并加强“慧吃慧动”、“吃动平衡”等健康宣教, 减少有关代谢综合征发病, 提高儿童体质健康水平。

基金项目: 国家自然科学基金地区项目 (81560150), 内蒙古自然科学基金(2017MS(LH)0815)

作者简介: 姜红梅 (1995), 硕士在读, 专业: 公共卫生与预防医学, Email:jhm950424@163.com

\*通讯作者: 包艳 (1977-), 博士, 教授, 从事营养和卫生学教学和科研工作, Email:by\_1977@163.com



## 肠道菌群构成与肥胖易感性及炎症反应的关系研究

高佳琪, 包艳\*, 张梦洁, 姜红梅, 袁甜  
(内蒙古科技大学包头医学院公共卫生学院)

基金项目: 国家自然科学基金地区项目(81560150); 内蒙古自治区卫生和计划生育委员会科研计划项目(201701085)  
作者简介: 高佳琪(1993-), 硕士在读, 专业: 公共卫生与预防医学。Email: 2228508392@qq.com  
\*通讯作者: 包艳(1977-), 博士, 教授, 从事营养和卫生学教学和科研工作。Email: by\_1977@163.com

**目的:** 比较高脂饮食诱导的肥胖(OP)及肥胖抵抗(OR)大鼠肠道菌群构成的不同及炎症反应的差异。

**方法:** 通过高脂饮食诱导建立肥胖和肥胖抵抗大鼠模型, 采集血液和粪便样本。酶联免疫检测仪检测血清中炎症细胞因子白细胞介素(interleukin, IL)-4、IL-10和肿瘤坏死因子(tumor necrosis factor, TNF)- $\alpha$ 水平; 北京安诺优达基因科技有限公司对粪便样品的细菌总DNA进行16S rDNA V3-V4可变区基因组测序。

**结果:**

(1) CON、OP和OR组大鼠血清IL-4浓度呈依次递减趋势, 且任两组间IL-4浓度差异有统计学意义( $P<0.05$ ), OP和OR组大鼠血清IL-10浓度低于CON组( $P<0.05$ ), TNF- $\alpha$ 浓度高于CON组大鼠( $P<0.05$ ), 如图1。

(2) 菌群相对丰度: OP组大鼠肠道内厚壁菌门丰度高于CON组和OR组大鼠, CON组大鼠肠道拟杆菌门丰度高于OP和OR组大鼠, 变形菌门丰度却低于OP和OR大鼠, 图2。统计相对丰度 $>1\%$ 的菌属为优势菌属。OP与OR组大鼠肠道内Bacteroidales\_S24-7、Lachnospiraceae\_unclassified、Lachnospiraceae\_NK4A136\_group和Ruminococcaceae\_unclassified的数量均高于CON组( $P<0.05$ ), 其中OP组大鼠肠道内Lachnospiraceae\_NK4A136\_group相对丰度高于OR大鼠( $P<0.05$ )。OP和OR大鼠肠道内Lactobacillus相对丰度低于CON组( $P<0.05$ )。OR大鼠Desulfovibrio相对丰度高于CON组, Prevotellaceae\_NK3B31\_group相对丰度低于CON组( $P<0.05$ ), 如表1。

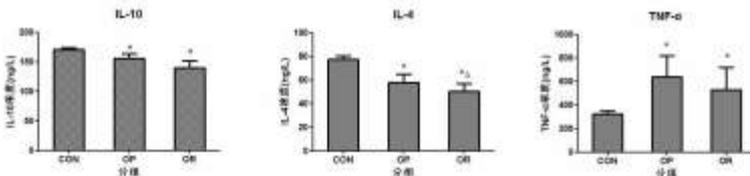


图1 CON、OP和OR组大鼠血清炎症细胞因子浓度比较  
(注: \*与CON组比较,  $^*P<0.05$ ;  $^{\Delta}$ 与OP组比较,  $^{\Delta}P<0.05$ )

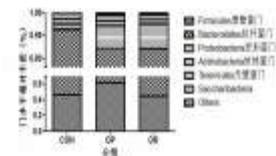


图2 CON、OP和OR组大鼠粪便菌群相对丰度(门水平)

表1 CON、OP和OR组大鼠粪便差异菌属分析(n=8)

菌属	CON	OP	OR	F	P
Bacteroidales_S24-7_group_norank	19.29±5.92	28.68±4.27*	27.42±6.81*	4.647	0.026
Lactobacillus	33.77±13.27	4.84±3.49*	3.08±2.73*	31.516	<0.001
Prevotella_9	12.10±11.61	7.75±3.33	6.40±7.05	0.869	0.438
Lachnospiraceae_unclassified	1.34±0.69	5.80±2.71*	5.06±3.01*	7.212	0.005
Lachnospiraceae_NK4A136_group	2.97±2.97	9.67±4.24*	5.16±4.31 $^{\Delta}$	6.273	0.008
Desulfovibrio	0.77±0.45	1.95±1.47	2.99±1.56*	5.522	0.012
Ruminococcaceae_UCG-014	2.39±1.49	2.16±1.45	3.11±3.20	0.377	0.691
Ruminococcaceae_unclassified	1.18±0.67	2.57±1.18*	2.88±1.63*	4.372	0.027
Prevotellaceae_NK3B31_group	3.21±1.18	2.31±1.37	1.09±1.08*	4.495	0.028

注: \*与CON组比较,  $^*P<0.05$ ;  $^{\Delta}$ 与OP组比较,  $^{\Delta}P<0.05$

**结论:**

长期高脂饮食可诱导OP和OR大鼠体内炎症反应的发生。CON、OP和OR组大鼠肠道菌群构成显著不同, 优势菌属有显著改变, 高脂饮食可能通过引起OP和OR大鼠肠道内脱硫弧菌属的升高, 进而促进炎症反应的发生。



## 沙棘熊果酸对H<sub>22</sub>荷瘤小鼠抑瘤活性及其机制的探讨

张男男, 李可欣, 高龙, 杨冬晗, 贾逸林, 苗晓涵, 戈娜\*  
(包头医学院营养与食品健康研究所, 内蒙古 包头 014040)

基金: 1. 国家自然科学基金项目(81760586) 2. 内蒙古自治区科技计划项目(201602069)  
3. 自治区级大学生创新创业训练(201810130004) 4. 包头医学院花蕾计划(大学生创新训练)项目(2018BYJJ-HL-04)

### 背景

肝癌起病隐匿, 发现时大多已进入中晚期, 愈后复发转移率高, 现存治疗方法副作用大且易出现耐药现象。因此寻找一种高效、低毒、疗效稳定的天然抗肝癌活性物质成为研究的热点。沙棘(*Hippophae rhamnoides L*)蒙名其察日嘎纳, 含多种生物活性成分, 是珍贵的药食同源植物资源。本课题组前期从沙棘中提取熊果酸, 是一种五环三萜类植物化学物, 早在1990年熊果酸就被日本列为最有希望的抗癌预防药物之一。本研究旨在观察沙棘熊果酸(ursolic acid, UA)对小鼠H<sub>22</sub>移植瘤的抑制作用并探讨其可能的作用机制。

### 方法

以H<sub>22</sub>荷瘤小鼠为研究对象, 分为模型组、环磷酰胺组(cyclophosphamide, CP 25 mg/kg-d)、沙棘UA低、中、高剂量组(100、150、300 mg/kg-d), 每组10只。除CP组采取腹腔注射给药外, 其它组均采用灌胃的方式给药, 并连续两周。末次给药12h后, 称重并断头取血。剥离小鼠肿瘤并称重, 计算抑瘤率; 酶联免疫吸附法检测荷瘤小鼠血清中白介素-12(IL-12)、肿瘤坏死因子(TNF-α)水平; 免疫组化测定肿瘤组织中基质金属蛋白酶-2(MMP-2)的表达; 免疫印迹法检测肿瘤组织中血管内皮生长因子(VEGF)及Ras蛋白表达量。

### 结果

#### 1 沙棘熊果酸对小鼠肿瘤生长的抑制作用

表1 沙棘熊果酸对小鼠肿瘤的影响 (x̄±s, n=10)

组别	光密度值(A)	平均灰度值
CP对照组	0.18±0.03*	161.67±15.82*
模型组	0.32±0.06	117.79±16.51
UA高剂量组	0.23±0.03*	157.99±10.72*
UA中剂量组	0.24±0.07	148.81±18.51*
UA低剂量组	0.25±0.02*	146.99±9.71*

注: A值: 肿瘤面积; B值: 模型组; C组: UA高剂量组; D组: UA中剂量组; E组: UA低剂量组, 与模型组比较, \*表示P<0.05; 与CP对照组比较, #表示P<0.05; 与高剂量组比较, \*表示P<0.05。

#### 2 沙棘熊果酸对小鼠肿瘤组织MMP-2的表达的影响



图1 各组H<sub>22</sub>荷瘤小鼠移植瘤MMP-2在各组肿瘤组织中的表达情况 (SABC, ×400)

表2 沙棘熊果酸对肿瘤组织MMP-2表达的影响 (x̄±s, n=10)

组别	给药剂量 [mg/(kg·d)]	瘤重 (g)	抑瘤率 (%)
CP对照组	25	1.18±0.46*	55.59%
模型组	-	2.65±1.11	-
UA高剂量组	300	1.19±0.81*	55.22%
UA中剂量组	150	1.72±1.01*	35.11%
UA低剂量组	100	2.38±1.29*	17.46%

#### 3 沙棘熊果酸对小鼠血清中TNF-α和 IL-12的影响

表3 沙棘熊果酸对小鼠血清中TNF-α和IL-12的影响

组别	TNF-α浓度(pg/ml)	IL-12浓度(pg/ml)
正常组	49.08±23.32	351.29±29.79
CP对照组	109.23±18.61**	265.64±87.93*
模型组	72.82±33.74	177.00±60.26*
UA高剂量组	119.72±20.82**	309.70±91.94*
UA中剂量组	100.00±31.64*	261.90±108.53*
UA低剂量组	90.00±5.84**	216.72±72.70**

注: 与模型组比较, \*表示P<0.05; 与高剂量组比较, #表示P<0.05; 与正常组比较, \*\*表示P<0.05。

#### 4 沙棘熊果酸对小鼠肿瘤组织VEGF与RAS蛋白表达的影响

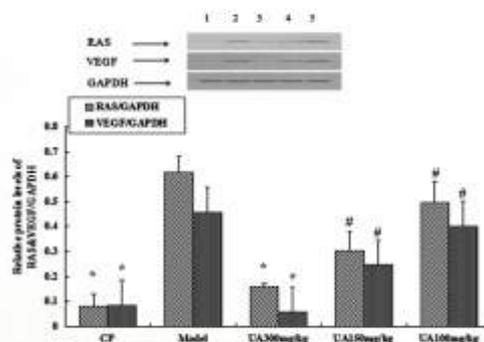


图2 沙棘熊果酸对VEGF、RAS蛋白表达的影响

### 结论

沙棘熊果酸能够抑制H<sub>22</sub>荷瘤小鼠肿瘤的生长, 其作用机制可能与其提高血中IL-12等抗肿瘤活性细胞因子的浓度诱导细胞免疫, 提高机体免疫力, 抑制肝癌细胞外基质降解以及新生血管形成有关。



# 沙棘熊果酸对大鼠酒精性肝损伤的改善效果及抗炎作用研究

李可欣, 戈娜\*, 张男男, 贾逸林, 杨冬哈  
(包头医学院营养与食品健康研究所, 内蒙古 包头 014040)

基金: 1. 国家自然科学基金(81550044) 2. 2018年内蒙古自治区研究生创新课题项目  
3. 内蒙古自治区卫生计生科研项目201701084) 4. 包头医学院花蕾计划(大学生创新训练)项目(2017BYJJ-HL-11)

## 背景

酒精性肝损伤又称酒精性肝病(alcoholic liver disease, ALD), 是指由于长期/过量饮酒而导致的肝脏损害及其一系列病变。ALD按照病变程度可分为: 轻度酒精性肝病、酒精性脂肪肝、酒精性肝炎、酒精性肝纤维化和酒精性肝硬化5种类型。酒精性肝损伤的发病机制复杂, 与酒精及其代谢产物的毒性作用、氧化应激水平、肠源性内毒素血症、细胞凋亡等因素有关。因此, 明确酒精性肝损伤发生机制, 开发保肝有效功能成分对防治酒精性肝损伤的发生具有重要的意义。沙棘(*Hippophae rhamnoides L.*) 蒙名其察日嘎纳, 是珍贵的药食两用植物资源, 作为蒙医习用传统药材历史悠久, 其具有抗氧化、抗炎、抗肿瘤等作用。沙棘除多种营养成分外, 还含有丰富的生物活性物质。本课题前期从沙棘中提取熊果酸(ursolic acid, UA), 其是一种天然五环三萜羧酸类化合物, 已有研究发现熊果酸具有抗氧化、抗炎、抗肿瘤等多种生物学活性。既往有研究发现熊果酸具有保肝功效, 但其作用机制不明。本研究利用动物实验及分子生物学技术, 评价熊果酸改善酒精性肝损伤的效果并探讨其对肝脏炎症反应的影响, 并探寻熊果酸对酒精性肝损伤保护作用机制, 这也为今后酒精性肝损伤的防治提供了新的研究思路。

## 结果

### 1 熊果酸对酒精暴露大鼠肝脏组织病理学改变的保护作用

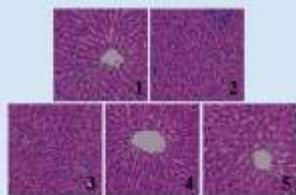


图1 HE染色观察大鼠肝脏组织的病理学改变 (×400)  
(1)正常对照组; (2)酒精模型组; (3)UA低剂量组; (4)UA中剂量组; (5)UA高剂量组。

### 2 熊果酸对酒精诱导肝损伤大鼠肝功能及脂质代谢水平的影响

表1 熊果酸对酒精性肝损伤大鼠血清转氨酶及肝脏TG含量的影响 (x̄±s, n=10)

组别	ALT (U/L)	AST (U/L)	TG (mmol/gprot)
正常对照组	45.50±6.00	84.10±11.89	0.522±0.080
酒精模型组	82.10±8.88*	115.90±13.20*	1.248±0.021*
UA低剂量组	81.50±14.00*	110.70±20.54*	1.151±0.017*
UA中剂量组	63.33±11.03**	86.00±9.75**	0.597±0.033*
UA高剂量组	64.33±9.74**	88.33±12.25**	0.579±0.074*

注: 与正常对照组比较, \*P<0.05; 与酒精模型组比较, \*\*P<0.05; 与UA低剂量组比较, \*P<0.05。

### 3 熊果酸对酒精性肝损伤大鼠血清中促炎因子的影响

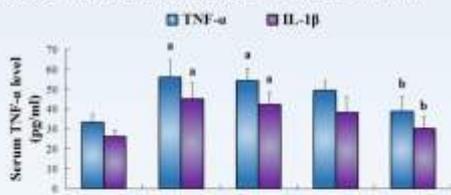


图2 熊果酸对酒精性肝损伤大鼠血清TNF-α和IL-1β的影响  
注: 与正常对照组比较, \*P<0.05; 与酒精模型组比较, \*\*P<0.05。

## 目的

探讨沙棘熊果酸对大鼠酒精性肝损伤的改善效果及抗炎作用, 分析其保肝作用机制。

## 方法

2月龄雄性Wistar大鼠50只按体重随机分为5组, 每组10只(正常对照组; 酒精模型组; 熊果酸低、中、高剂量组)。空白对照组每日给予生理盐水灌胃1次, 持续8周; 酒精模型组给予50% (V/V) 酒精8 ml/(kg·bw·d)灌胃2w, 第3周把酒精剂量提高至12 ml/(kg·bw·d), 持续灌胃6w; 熊果酸低、中、高剂量组每日分别给予50、100、150 mg/(kg·bw·d)熊果酸, 1h后再灌酒精, 剂量同模型组。各组大鼠自由进食和饮水, 每天上午灌胃, 连续8周, 末次灌胃12h后, 3%戊巴比妥钠麻醉, 腹主动脉取血, 留取肝组织。HE染色法观察肝脏组织形态学变化; 赖氏法检测血清中谷丙转氨酶(ALT)和谷草转氨酶(AST)的活性; GPO-PAP法测定肝脏甘油三酯(TG)含量; 酶联免疫吸附法(ELISA)检测血清中TNF-α和IL-1β的浓度; Western Blotting法检测大鼠肝组织COX-2、p-NF-κB p65和p-I-KB蛋白的表达。

### 4 熊果酸对酒精性肝损伤大鼠肝组织COX-2蛋白表达的影响

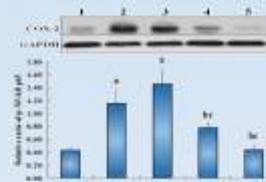


图3 熊果酸对酒精性肝损伤大鼠肝组织COX-2蛋白表达的影响  
注: 与正常对照组比较, \*P<0.05; 与酒精模型组比较, \*\*P<0.05; 与UA低剂量组比较, \*P<0.05。

### 5 熊果酸对酒精性肝损伤大鼠肝组织NF-κB信号通路关键蛋白表达的影响

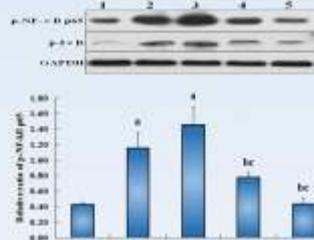


图4 熊果酸对酒精性肝损伤大鼠肝组织p-NF-κB p65和p-I-KB蛋白表达情况的影响  
注: 与正常对照组比较, \*P<0.05; 与酒精模型组比较, \*\*P<0.05; 与UA低剂量组比较, \*P<0.05。

## 结论

沙棘熊果酸明显改善酒精诱导的肝损伤, 其可能机制是通过降低促炎因子的表达水平, 抑制由酒精引起的肝组织COX-2蛋白的表达以及调节NF-κB信号通路关键蛋白, 最终达到保肝护肝作用。



# PLLA-PEG-PLLA嵌段共聚物对圣女果的保鲜效果影响

张新 道日娜 云雪艳 董同力\*  
内蒙古农业大学 食品科学与工程学院

## 目的

圣女果的营养价值高，是人们常食用的生鲜果蔬，但其不耐贮藏保鲜，导致营养价值损失，市面上的包装方式并不能完全满足圣女果的贮藏特性，又不能降解，气调保鲜方法的保鲜效果很明显，而且安全性也很高。综合考虑这些问题，试验选择使用了不同臂数的PEG通过共聚改性PLLA薄膜，制备星型拓扑结构的网络状共聚物薄膜，来提高薄膜CO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>的透过率，提升PLLA薄膜的包装性能，并应用于圣女果的保鲜包装当中，研究薄膜对圣女果自发电调保鲜效果。

## 方法

- 1、L-丙氨酸重结晶用于制备PLLA
- 2、经本体聚合的方法制备PLLA-PEG-PLLA
- 3、将不同拓扑结构共聚物分别按20%、40%的比例和PLLA进行共混，共称取2g溶于80mL的氯仿中，倒入提前调整好水平度的封边玻璃板上，置于通风厨中干燥，干燥8h后揭下薄膜，室温真空干燥一个月以上备用。



图1 合成实验



图2 薄膜制备

## 讨论

圣女果进行自发电调保鲜包装时，相对于空白组，包装组的圣女果感官品质下降较慢，包装组中8-40% PLLA/PEG共混薄膜保鲜的圣女果保鲜效果最好，且包装袋内气氛含量较稳定，保鲜效果最佳。

## 结果

### 1. 顶空气体组分

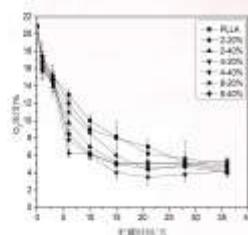
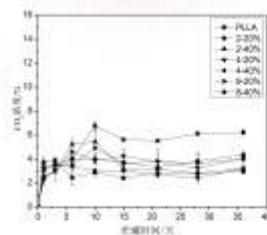


图3 贮藏包装袋中气体浓度变化

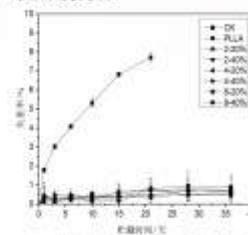
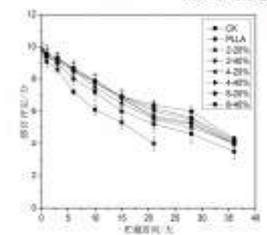


图4 圣女果感官评定

图5 共混薄膜袋中失重率的变化

图3为共混薄膜中气体浓度变化。从图中可以看出在贮藏前期氧气浓度在急剧下降，二氧化碳呈现上升趋势，这是由于在贮藏前期，圣女果刚采摘后会进行呼吸作用，消耗大量的O<sub>2</sub>，呼出大量的CO<sub>2</sub>，导致O<sub>2</sub>急剧下降，CO<sub>2</sub>逐渐上升。随着贮藏时间的延长，圣女果的呼吸作用使得O<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>的浓度变得平稳。贮藏第5天，PLLA薄膜包装内CO<sub>2</sub>含量达到8%左右，高于其他几个包装组。4-40%和8-40%薄膜包装组的CO<sub>2</sub>含量维持在3-4%范围内，O<sub>2</sub>含量相对稳定，维持在3-5%。这对于圣女果的气调保鲜十分有利。

图4为圣女果感官评定。从图中可以看出不同共混薄膜包装内圣女果的感官变化可以发现4-40%和8-40% PLLA/PEG组的感官变化较为缓慢，保鲜效果最好。此外，包装袋内圣女果感官变化与包装内果蔬重量也有一定的关系。

图5为共混薄膜袋中失重率的变化。从图中可以明显的看出经过包装后的圣女果失重率明显低于空白组，由于空白组没有任何防止水分散失的措施，失水最快，而其他薄膜包装组的失重率差异不大。随着PEG的含量增加和PEG臂数的增多，薄膜的水蒸气透过率也增大。结合袋内气体浓度，CO<sub>2</sub>抑制果蔬细胞呼吸，所以一定程度减少了水分和营养的代谢，导致果蔬失重率的差异。

### 2. 贮藏第36天时各包装组圣女果的外观品质





# PBAT/PCL共混薄膜对双孢菇保鲜效果的影响

春艳 王治洲 董通力\*  
\*whom corresponding should be addressed. E-mail: dongtlg@163.com

内蒙古农业大学 食品科学与工程学院

## 背景

双孢菇味道鲜美，肉质肥嫩，营养丰富，富含8种人体必需氨基酸，且具有保健、治疗和抗癌的作用，是一种公认的高蛋白、低脂绿色食品，深受消费者青睐。随着市场经济进一步发展和培植技术的提高，在保持出口大国地位的同时国内消费量逐年增加，进一步改变和刺激了双孢菇栽培业的发展和进步。它的保藏方式有：a.干制 b.罐头 c.低温冷藏（冷库）d.辐照保藏（紫外）e.化学防腐剂保藏（抑菌剂）f.气调贮藏，其中气调贮藏效果好，绿色环保可重复利用。

自发热调包装：1.通过分压差自发调节包装袋内的气体组分 2.延长新鲜果蔬货架期 3.使用可降解材料，绿色环保。

## 材料与方法

### 材料简介：

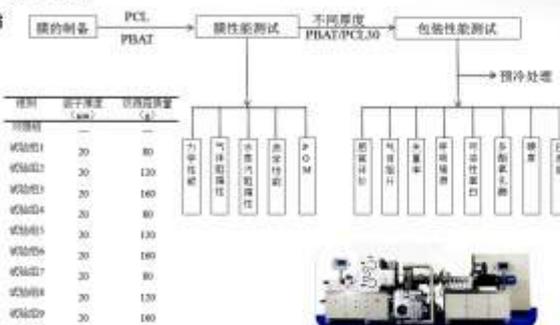
**PBAT：**聚对苯二甲酸-己二酸-丁二醇酯

- 1.较好的延展性和断裂伸长率
- 2.新型的完全生物可降解材料
- 3.较好的透气性
- 4.较高的结晶度

**PCL：**聚己内酯，属于聚合型聚酯

- 1.良好的生物相容性
- 2.结晶性低和玻璃化转变温度
- 3.较好的力学性能
- 4.较好的溶剂溶解性

### 技术路线：



## 结果与分析

### ►► PBAT/PCL共混薄膜阻隔性能：

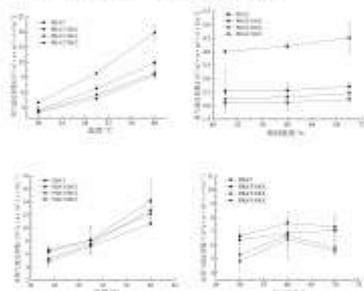


图1 PBAT/PCL共混薄膜阻氧及水蒸气透过系数

图1(1)为PBAT及不同比例混合的薄膜在湿度为50% RH的条件下，随着温度的升高，其氧气透过系数在增大，说明随着温度的升高，共混薄膜的氧气透过性能在增强。图1(2)为PBAT/PCL共混薄膜在恒温(20℃)变湿条件下的氧气透过系数。随着PCL添加量的增加，薄膜的氧气透过性能有所下降。

如图1(3)所示随着温度的升高，其水蒸气透过系数也在增大。说明随着温度的升高，共混薄膜的水蒸气透过性增大。图1(4)是PBAT/PCL共混薄膜在恒温(23℃)变湿条件下的水蒸气透过系数。可以看出，随着PCL用量的增加，共混薄膜的水蒸气透过性能减弱，且与PCL用量呈负相关，如在湿度为50% RH时，20%PCL的水蒸气透过系数相对于10%PCL下降了约17%，而30%PCL的氧气透过系数相对于20%PCL时下降了约8.6%。

### ►► 改性PBAT/PCL共混薄膜的偏光显微镜分析：



图2 不同共混薄膜的POM谱图 200°C熔融状态

图2为PBAT和PBAT/PCL共混薄膜在200℃熔融态时的相分离谱图。从图可以看出，纯PBAT出现均匀熔融态，添加PCL时出现相分离现象，随着PCL含量增加，其相分离现象越来越明显。

### ►► 双孢菇贮藏实验分析：



图3 双孢菇贮藏期回效果对比

### ►► 贮藏期内感官评分：

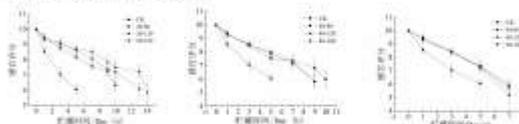


图4 双孢菇在不同包装条件下贮藏过程中感官评分的变化

图4中(a)、(b)、(c)分别代表20PBAT/PCL、40PBAT/PCL和60PBAT/PCL包装的感官评分。从图中可以看出，所有样品都随着贮藏时间增加，其感官评分在降低。空白组在保鲜的第1天，得分低于保鲜组，在第5天降到6分左右 ( $p < 0.05$ )，变得难以接受，失去商业价值。图4(a)中20-120和40-160质量较多 ( $p > 0.05$ ) 致使 $O_2$ 含量过低，导致 $CO_2$ 中毒。同理，60PBAT/PCL由于厚度较高，在实际贮藏中难以与外界有效的进行气体交流，从而使得三组得分变化不大 ( $p > 0.05$ )，但可以发现，在第5天时(即气体组分达到平衡后)其 $O_2$ 含量随质量减少而增大，而 $CO_2$ 则相反。

### ►► 可溶性蛋白含量的变化：

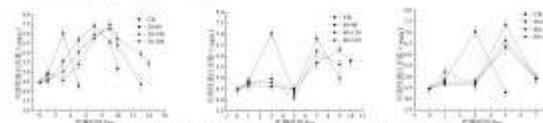


图5 双孢菇在不同包装条件下贮藏过程中可溶性蛋白含量的变化

从图中可以看出，空白组在采摘后的第1d，其可溶性蛋白含量与包装组并无差异。而在第3d，空白组可溶性蛋白含量有一个较大的飞跃(7.5 mg/g左右)，而包装组在前5d，可溶性蛋白含量保持在一个稳定状态，而在第7d有一个较大的提升，20-120和20-160由于包装有良好的持水性，可保持并延缓其含量的变化，在第7-10d含量保持平稳，并在其后的贮藏中缓慢下降。40PBAT/PCL解释同上。

### ►► 结论：

- (1) 通过在PBAT中以质量比加入PCL熔融共混制得的薄膜，可以适当增加薄膜的阻隔性，在保证材料力学性能的同时，使得薄膜的 $CO_2/O_2$ 的选择透过比为8.1，适用于果蔬包装。
- (2) 共混膜作为沟内外气体交换介质，使得贮藏中后期，气体交换达到动态平衡，起到自发气调的功效，且不同厚度的薄膜和不同质量的双孢菇会共同影响内部气体组分。
- (3) 在保鲜过程中，使用不同厚度的PBAT/PCL30共混薄膜可以有效延长双孢菇的保鲜期为14 d。



# 适用于咖啡黄葵自发电调保鲜PLLA/PCL拓扑结构保鲜膜的制备及其保鲜效果的研究

胡健, 徐畅, 云雪艳, 董闻力\*

内蒙古农业大学食品科学与工程学院

## 摘要



咖啡黄葵是一种新世纪理想的绿色营养保健蔬菜。其采摘后由于呼吸作用很强, 若不及时食用应注意保鲜。为响应国家保护生态环境, 可持续发展号召, 在保鲜果蔬过程中应尽量避免产生白色垃圾和污染环境。固本次试验采用的均为环保型可降解材料。使用对CO<sub>2</sub>选择透过性较高的聚己内酯(PCL), 合成出PLLA-十二醇-PCL和PLLA-甘油-PCL拓扑结构共聚物, 可以改善PLLA的韧性、加工性能, 对CO<sub>2</sub>的渗透、CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>选择透过性以及水蒸气透过性, 使其满足生鲜果蔬自发电调包装特性的要求。试验结果显示, PLLA-甘油-PCL拓扑结构共聚物CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>选择透过比为6.9±0.1, 约是纯PLLA的2倍; 水蒸气透过性WVP为9.8±0.5, 约为纯PLLA的3倍。PLLA-甘油-PCL拓扑结构共聚物符合包装保鲜膜的力学性能且符合自发电调气体薄膜的透过性能。根据差示扫描量热分析(DSC)、傅里叶表面红外测试分析可以看出PCL的嵌入明显改善PLLA的性能。利用合成成功的共聚物制作出适合咖啡黄葵保鲜包装的拓扑结构共聚物薄膜, 在贮藏环境下薄膜依靠自身气体渗透性可以自发建立和维持较理想气氛条件, 最终达到延长咖啡黄葵保鲜期的目的。

## 材料与方法



## 结果与分析

### 材料的结构和表面分析

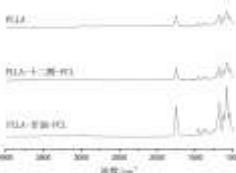


Figure 1. 傅里叶红外光谱测试结果

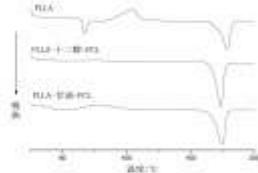


Figure 2. 差示扫描量热分析测试结果

### 包装内O<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>组分变化

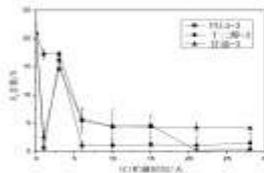


Figure 3. 贮藏期内O<sub>2</sub>含量变化

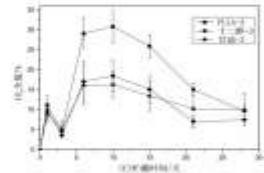


Figure 4. 贮藏期内CO<sub>2</sub>含量变化

### 薄膜的气体透过性分析

Tab.1 薄膜的O<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>和H<sub>2</sub>O蒸气的透过性能分析

样品名称	厚度 (μm)	CDP (10 <sup>-7</sup> cm <sup>3</sup> ·cm/(m <sup>2</sup> ·s·Pa))	OP (10 <sup>-7</sup> cm <sup>3</sup> ·cm/(m <sup>2</sup> ·s·Pa))	CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> 透过比	WVP (10 <sup>-7</sup> g·m/(m <sup>2</sup> ·d·Pa))
PLLA	31.5±0.3	6.1±0.2	1.6±0.2	3.8±0.3	3.7±0.6
PLLA-十二醇-PCL	30.5±0.5	17.0±0.1	2.9±0.1	5.8±0.1	6.3±0.6
PLLA-甘油-PCL	31.3±0.3	20.4±0.2	3.0±0.1	6.9±0.1	9.8±0.5

注: 二氧化碳和氧气测试条件为: 10℃, 0RH; 透湿性测试条件为: 23℃, 65%RH

Tab.1为拓扑共聚物薄膜的二氧化碳渗透系数(CDP)、氧气渗透系数(OP)和H<sub>2</sub>O透过系数(WVP)。可以看到测试温度下纯PLLA具有相对低的CO<sub>2</sub>和O<sub>2</sub>通透性, 且对两种气体的透过比为3.8。当PCL链段嵌入后, PLLA-十二醇-PCL的CDP值增大到17.0, OP值增加到2.9, WVP增加到6.3。当PCL-甘油嵌入时, OP、CDP和WVP值的增大趋势明显。PLLA-甘油-PCL的CDP、OP、WVP分别为20.4、3.0、9.8, 较纯PLLA薄膜分别增大了235.5%、87.5%、164.9%。此外, PLLA-甘油-PCL的透过比增大至6.9, 接近理想气调包装的比值(8-10:1)。PCL和PLLA本身是不相容的体系, 只有在某种组分含量较少时才有相容性。本次合成聚合物均采用高分子量合成。此时会出现相分离现象, 相分离导致分子链间隙变大, 气体分子容易通过相区, 所以薄膜透过性会增大。随着端基的增加, 相分离现象也会更加明显。所以如表所示, PLLA-甘油-PCL的气体透过性大于PLLA-十二醇-PCL大于PLLA。

贮藏第21天



### 贮藏期内秋葵失重率变化

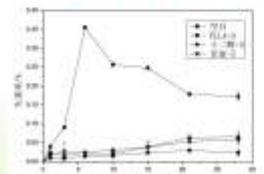


Figure 5. 贮藏期内失重率变化

Figure 5是包装条件下以及在无包装条件下的秋葵的失重率变化曲线, 从整体看空白的失重率变化最大, 贮藏第15天时秋葵已经成为秋菜干。PLLA组的失重率变化最小, 这是由于PLLA薄膜较其他两种薄膜的水蒸气透过性较小。随着贮藏天数的增加PLLA组的失重率趋于平稳, 重量几乎没有变化。根据观察PLLA组有结露现象的产生, 且第21天PLLA组

有雾变现象的产生, 这可能也是由于阻水性过差的原因导致。经过对比可看出, 甘油组的失重最为合理, 包装袋内的内环境减少了营养物质的损耗。此外, 较好的水蒸气透过性能在保持一定的水分的同时避免结露现象的产生。

## 结论

本次试验合成了改善PLLA性能的PLLA-十二醇-PCL、PLLA-甘油-PCL拓扑结构共聚物薄膜, 并将其应用于果蔬保鲜。新合成的拓扑结构薄膜属于可降解薄膜, 有效减少白色垃圾产生。经过实验发现, PLLA-甘油-PCL三端拓扑结构薄膜较纯PLLA薄膜更适用于咖啡黄葵的保鲜, 且拓扑结构薄膜能自发电调不需要借助外力, 在保鲜方面能在延长咖啡黄葵贮藏期的同时保持其仍具有商品价值。

\*whom corresponding should be addressed. E-mail: dongtg@163.com



# 马铃薯及其鲜切产品在静电场协同阻隔性包装中的保鲜效果研究

卢月圆, 张敏欢, 董通力嘎\*

College of Food Science and Engineering, Inner Mongolia Agricultural University,  
306 Zhaowuda Road, Hohhot, Inner Mongolia, China, 010018

## 摘要

本论文对于马铃薯的两种主要食用类型, 即鲜切马铃薯以及采后鲜食块茎分别进行保鲜研究, 以期延长各自货架期。以低温冷藏为前提(均设4℃、85%相对湿度), 分别选用静电场结合真空包装和静电场结合自充气调包装对各自样品贮藏保鲜, 均获得了较为理想的保鲜效果。具体如下:

鲜切马铃薯保鲜试验, 选用高阻隔性材料尼龙/聚乙烯(polyamide/polyethylene, PA/PE)复合膜、聚乳酸(Poly(L-lactic acid), PLLA)薄膜进行真空包装及无任何包装的空白组为对照, 分别置于电场和无电场两组环境贮藏。结果显示, 电场-PA/PE组能有效减缓褐变, 抑制失重, 并较好的保持了VC含量和可溶性固形物含量, 贮藏期达到了15 d。

采后鲜食马铃薯块茎保鲜试验, 以PLLA薄膜为包装材料, 对块茎进行自充气调包装, 并置于电场环境贮藏, 设置电场-CK、非电场-PLLA和非电场-CK做对照。结果显示, 电场可以显著抑制马铃薯表皮变绿及发芽, 电场-PLLA组保鲜效果最佳, 其失重减缓, 各项营养成分损失较慢, 贮藏期达150 d仍具有食用价值。

## 结果与分析

### 1 鲜切马铃薯贮藏期间品质的变化

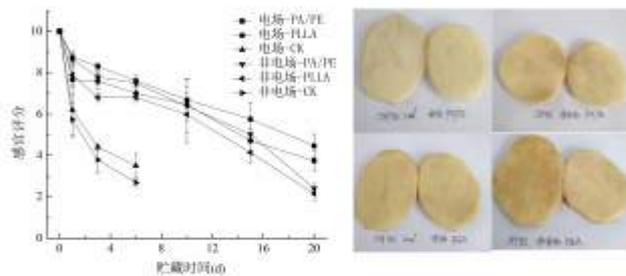


图1 鲜切马铃薯贮藏期间感官评分的变化

图2 贮藏第20 d时各鲜切马铃薯外观图

### 2 采后马铃薯贮藏期间品质的变化

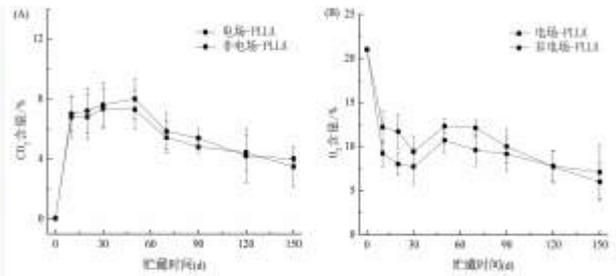


图7 贮藏期间PLLA包装内CO<sub>2</sub>和O<sub>2</sub>的变化

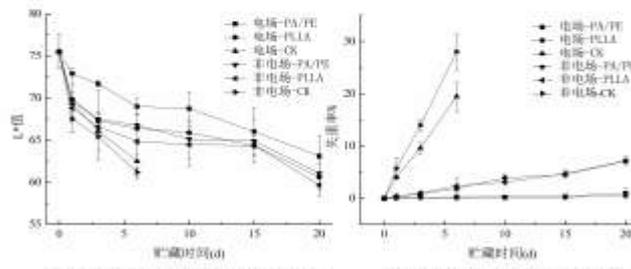


图5 鲜切马铃薯贮藏期间VC含量的变化

图6 鲜切马铃薯贮藏期间可溶性固形物含量的变化

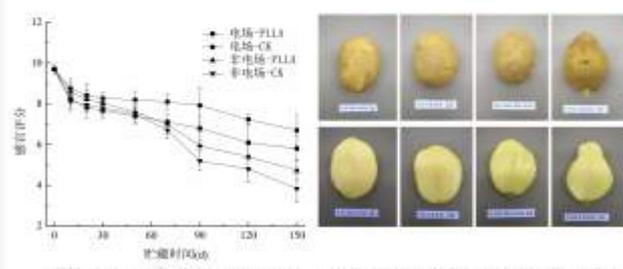


图8 马铃薯贮藏期间感官评分的变化

图9 贮藏第150 d时各组马铃薯外观及切面图

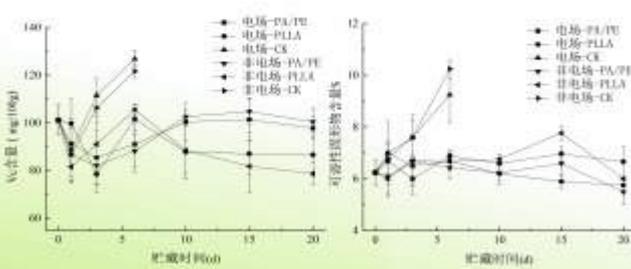


图10 马铃薯贮藏期间失重率的变化

图11 马铃薯贮藏期间色度a\*值的变化

### 3 结论

本论文对于马铃薯的两种主要食用方式, 加工用薯的鲜切马铃薯以及采后鲜食马铃薯分别进行保鲜研究。以低温冷藏为前提, 分别选用静电场结合真空包装和静电场协同自充气调包装对各自样品保鲜贮藏, 静电场结合PA/PE真空包装组鲜切马铃薯有效的抑制了褐变产生, 减缓了自身水分散失, 营养物质保持较好的同时保持了感官品质, 贮藏期达到了15 d。静电场协同PLLA薄膜自充气调包装保鲜新鲜马铃薯, 抑制了马铃薯表皮变绿及发芽, 失重减缓, 各项营养成分损失较慢, 贮藏期达150 d仍具有食用价值。

- 本研究得到的主要结论总结如下:
- (1) 静电场具有抑制鲜切马铃薯褐变, 减缓失重的保鲜作用。
  - (2) 静电场能够抑制马铃薯表皮变绿及发芽。
  - (3) 静电场能够延长马铃薯的休眠期, 有利于马铃薯的长期贮藏。

\*whom corresponding should be addressed. E-mail: dongtlg@163.com



# 高阻隔抑菌性生物可降解薄膜对冷鲜肉的保鲜效果研究

陆浩 张玉琴 云霄艳 董同力\*

## 背景

通过包装材料、包装技术及脱氧剂等物质的综合使用，在阻隔氧气、光线、水蒸汽、异味等进入鲜肉内部产生显著效果，防止鲜肉变质，保持鲜肉的品质。冷鲜肉进行适宜的包装，既可实现安全卫生的需求，又可有效延长其货架期。目前冷鲜肉使用比较广泛及新型有效的包装方式均依赖于包装材料、包装技术的选择，一般要求材料氧气透过率低，且对二氧化碳和氮气有阻隔作用，结合包装技术取得显著效果。

## 目的

具材料来源广泛的PLLA，以其良好机械性能、成膜后极高的透明度和极好的生物相容性赢得了塑料行业的关注；PVA作为水溶的高分子材料，避免了有机溶剂的同时也可以实现生物降解，其突出的气体阻隔性能使其在包装材料领域获得了青睐；PCL是一种生物相容性及延展性能极佳的生物降解材料，低熔点、疏水性使其应用在包装膜内层既降低了热封温度节约能源又适合应用在食品冷链中的保鲜与运输。本实验以PLLA作为主要基材，使用PVA作为中间层和PCL作为内层来改性PLLA进行多层复合，结合使用抑菌剂如乳酸链球菌素(Nisin)、山梨酸钾(PS)、茶多酚(TP)和海藻糖(TH)制备PLLA/PVA/PCL(LVC)高阻隔性抑菌复合薄膜，以真空包装的方式对冷鲜肉进行保鲜贮藏延长货架期。

## 方法

第一采用溶液浇铸法制备薄膜并结合抑菌剂使用制备抑菌膜，第二对制备的薄膜的力学性能、热学性能、阻隔性能及切面及膜表面特征进行测试和表征，第三对制备薄膜的包装性能进行测试，对采购肉样进行预处理后切割分装贮藏在4℃环境下，定期对它的菌落总数、挥发性盐基氮、pH值、色差及感官评定等指标进行测定。



图1 技术路线图

## 结果-包装材料的POM表征



图2 复合膜横切面POM图像

图2(a)给出了PLLA/PVA/PCL的横切面的POM图像，三层膜之间有清晰的分界线PLLA、PVA及PCL层的厚度分别为40、25及12 $\mu$ m。比较亮的一层为结晶度较高的PCL层，而颜色较深的为PLLA和PVA的结合层。因为PVA是一个富含羟基的高聚物，主链上每一个碳原子都连有一个羟基，PLLA与PVA之间存在的氢键作用能够提高PLLA与PVA之间的可混合性和结合能力，同时也能提高它们之间的界面键合力和约束性，因此，三层复合膜在使用的过程中不易出现分层的现象。并且在使用的过程中，表层的PLLA和底层的PCL能够起到保护中间层的作用，因此复合膜能够极大地改善PLLA的阻隔性。图2(b)(c)(d)(e)分别是含有抑菌剂海藻糖(TH)、茶多酚(TP)、乳酸链球菌素(N)、山梨酸钾(PS)的复合膜切面结构图，从图中可以看到抑菌剂镶嵌在内层PCL的表面，在应用于冷鲜肉的包装时，抑菌剂可以逐渐溶解在肉的表面起到缓释的作用。

## 结果-包装材料的阻隔性能测试

包装材料的阻隔性能直接影响包装内容物的品质及货架期的长短，它不仅能起到隔绝空气中的灰尘及细菌落到食物的表面同时也能很好的保留食物的气味，而对于肉品的包装材料对水蒸气的阻隔性能和对氧气的阻隔性能尤为重要，直接关系到肉品贮藏期间水分的保持及肉品氧化及腐败程度的影响。膜材料的氧气透过率(OTR)及水蒸气透过率(WVTR)结果如表2所示，PVA膜的OTR值为0.43 mL/m<sup>2</sup>·d 远远低于PLLA膜的306.0 mL/m<sup>2</sup>·d和PCL膜的1229.3 mL/m<sup>2</sup>·d，说明PVA的氧气阻隔性能突出，作为复合膜的中间层能够显著的改善PLLA的阻氧性能，复合膜的OTR值与PLLA单膜相比显著降低，阻氧性能约是PLLA膜的300倍。PCL膜的阻湿性能较同等厚度下WVTR值达到了516 g/m<sup>2</sup>·d，而PLLA和PVA膜的透湿量大概在190 g/m<sup>2</sup>·d经过复合后，整体的透湿性能没有发生太大改变。LVC-TP复合膜的透湿性能较优于其他复合膜，可能归因于茶多酚粉末较细在PCL层上形成了均匀的抑菌剂层，起到了一定的阻隔性能。

表1 复合膜阻隔性能测试

Sample	OTR(mL/m <sup>2</sup> ·d)	OP (10 <sup>3</sup> mol·m <sup>2</sup> ·s <sup>-1</sup> ·Pa)	WVTR(g/m <sup>2</sup> ·d)	WVP (10 <sup>3</sup> g·m <sup>2</sup> ·s <sup>-1</sup> ·Pa)
PLLA	306.0±4.2	227.8±6.8	195.6±3.5	67.0±2.5
PVA	0.43±4.7	7.8±2.9	188.8±9.7	76.4±3.9
PCL	1229.3±2.66	503.6±1.1	516.0±0.1	181.5±3.4
LVC	0.98±0.1	0.98±0.05	190.3±3.40	81.8±2.58
LVC-TH	0.83±0.08	0.93±0.10	180.4±1.75	106.5±5.34
LVC-TP	0.87±0.10	1.19±0.18	185.1±1.5	67.5±1.81
LVC-PS	1.01±0.05	1.29±1.41	180.9±3.08	88.4±3.25
LVC-N	1.01±0.05	1.29±0.18	175.1±0.82	71.4±1.55

## 结果-菌落及感官分析

不同组别的冷鲜肉货架期就菌落总数来说依次为空白组(11days) < PLLA (13days) < LVC (19days) < LVC-TH (21days) < LVC-TP/N (23days) < LVC-PS (31days)。与空白组相比LVC-PS抑菌膜的货架期显著的延长至31天，山梨酸钾的抑菌效果较显著，保鲜效果与在牛肉中添加乳酸链球菌素来降低菌落总数延长货架期至32天相似。

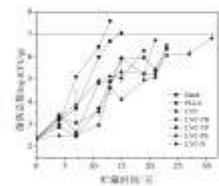


图3 不同包装材料的菌落总数

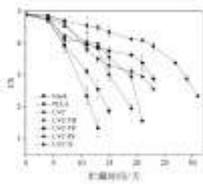
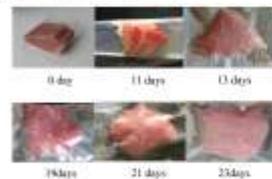


图4 不同包装材料的冷鲜肉的感官分析

## 讨论

将制备的PLLA膜与复合膜应用在冷鲜肉的保鲜贮藏中，同时在复合膜中结合使用抑菌剂后保鲜效果突出，PLLA/PVA/PCL-PS复合膜包装的冷鲜肉货架期延长至31天左右，PLLA/PVA/PCL-TP和N效果相当延长货架期至23天左右，PLLA/PVA/PCL-TH货架期延长至21天，仅使用PLLA单膜的冷鲜肉在15天左右开始腐败，而空白组的肉样仅放置9天左右。经过复合后拓宽了PLLA膜的实用性且结合山梨酸钾包装冷鲜肉，贮藏过程中各项指标几乎维持在较低且稳定的水平，贮藏效果佳。

## 作者简介

陆浩，男，2017级硕士 研究方向：食品包装与贮藏  
\*通讯作者：董同力，男，工学博士，教授  
从事食品包装与贮藏领域教学与科研工作



# 高透湿性聚乙烯薄膜的制备及实际应用效果

于一凡 许兵 云雪艳 董同力 嘎\*  
内蒙古农业大学 食品科学与工程学院

## 目的

市面上大多数的保鲜膜均由聚乙烯(PE)制成,虽然PE具有较高的透气性,但对CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>的选择透过比低,而水汽阻隔性较大,对于贮藏类似于黄瓜这样含水量较大、呼吸旺盛的果蔬时,包装起不到抑制呼吸的作用,且袋内易产生对贮藏极为不利的结露现象,导致腐败发生。本研究的目的将PE与透湿性能较好的聚对苯二甲酸-己二酸-丁二酯(PBAT)共混,制备出一种新型保鲜膜,以期能改善PE薄膜的保鲜性能,使其更加适用于黄瓜的保鲜包装,在保证新鲜营养的前提下延长其货架期。

## 方法

### 1. 制备PE/PBAT共混单轴拉伸薄膜

将PE、PBAT母粒以9/1、8/2、7/3的比例混匀,置于60℃真空干燥箱中干燥24 h。将干燥好的颗粒注入流延拉伸机喂料口,料筒区温度依次调整在100-190℃,熔融挤出温度为190℃。最后调节牵引速度得到厚度约为20 μm的共混薄膜。根据PBAT添加量,将薄膜标记为PE/10PB-L、PE/20PB-L、PE/30PB-L。



图1 双螺杆挤出流延拉伸机

### 2. 制备PE/PBAT共混吹塑薄膜

将PE、PBAT母粒以9/1、8/2、7/3的比例混匀,置于60℃真空干燥箱中干燥24 h。把干燥好的颗粒注入吹膜机,将料筒区温度依次调整在150-180℃,模头区温度维持在150℃。通过调节挤出速度,充气和牵引速度,得到厚度约20 μm的共混吹塑薄膜。根据PBAT的添加量,将薄膜标记为PE/10PB-C、PE/20PB-C、PE/30PB-C。



图2 小型精密挤出吹膜机

## 讨论

(1) PBAT的添加提高了PE的透湿性和PE薄膜的气体阻隔性,降低了薄膜内外的气体交换速率,升高了CO<sub>2</sub>与O<sub>2</sub>的气体透过比,在应用于包装时,可以维持适度的高CO<sub>2</sub>低O<sub>2</sub>环境,抑制果蔬呼吸,更有利于果蔬的贮藏。

(2) 将薄膜应用于小黄瓜的贮藏保鲜中,PE/30PB-L组和PE/20PB-C组薄膜包装的小黄瓜在整个贮藏过程中的VC、可溶性固形物等营养成分含量最高,下降最为缓慢,色泽保持较好,失重率始终处于较低水平,且拥有良好的感官品相,保鲜效果较为突出。

(3) 进一步对比PE/30PB-L薄膜在气体透过性、透湿性等方面更适合小黄瓜的包装,且在贮藏20天后,小黄瓜各项指标均优于PE/20PB-C组,适合较长时间贮藏。而PE/20PB-C组薄膜的柔韧性更好,制作简单,设备及材料的成本较为低廉,拥有较好的生产价值和前景,比较适合用于贮藏期为20天内的短期贮藏或运输包装。

## 结果

### 1. 顶空气体组分

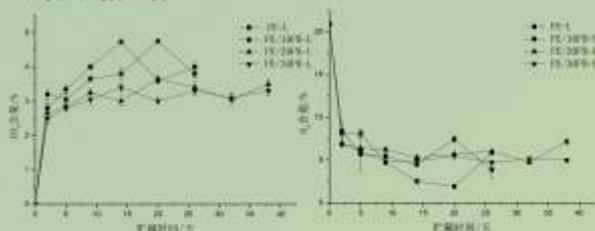


图3 流延薄膜气调包装中气体浓度变化

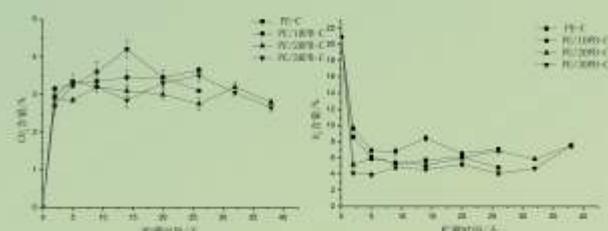
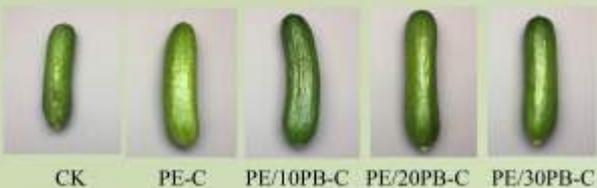
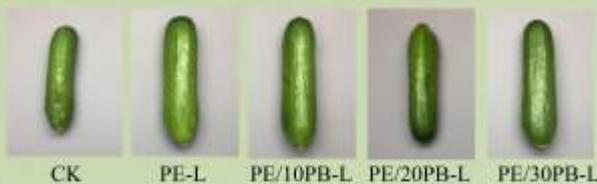


图4 吹塑薄膜气调包装中气体浓度变化

图3为13℃保藏条件下流延薄膜包装袋内CO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>在保藏过程中的变化趋势图。从图中可以看出纯PE薄膜和PE/10PB-L膜对气体的调控能力较差,气体含量随贮藏时间的延长波动较大,并且在贮藏后期,CO<sub>2</sub>含量在3%以上,O<sub>2</sub>含量在5%以上,这对于黄瓜的保鲜极为不利,而对于保鲜效果较为突出的PE/20PB-L组和PE/30PB-L组,其O<sub>2</sub>浓度在5天后就下降至5%左右,CO<sub>2</sub>稳定在3%左右,这样对于气调保鲜黄瓜,就气体成分来说较为有利。

图4为13℃条件下,吹塑薄膜包装袋内CO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>的变化趋势图。从吹塑薄膜袋内气体组分可以看出,三组共混薄膜较PE组对气体调控作用都较好,较稳定,其中PE/20PB-C组CO<sub>2</sub>含量较其他三组含量低,更适宜于黄瓜的气调保鲜。其中PE/20PB-C组O<sub>2</sub>稳定在5%左右,与CO<sub>2</sub>达到良好的气调比,为黄瓜的贮藏提供了较好的气调环境。

### 2. 贮藏第26天时各包装组小黄瓜的外观品质





# 胡麻油苯并芘污染水平的ELISA和HPLC法检测评价

汪洋, 郝梦, 刘梦静, 郭军\*  
内蒙古农业大学食品科学与工程学院, 内蒙古 呼和浩特

## 引言

中国作为食用油最大生产消费国, 产量位于世界第二位, 主要种植在西北和华北地区, 其中内蒙古草原分布最多。我国胡麻籽单位面积产量从2011年1113.48公斤/公顷增加到2014年1262.70公斤/公顷, 增加13%。每年消耗高达上亿吨, 胡麻油市场快速发展, 品质问题成为各大生产商相互竞争关键。

随着生活质量的日益提高, 胡麻油作为一种对身体有益的植物油受到热烈的追捧, 其消费量逐年增加, 而植物油苯并芘事件、反式脂肪酸问题出现使消费者更加关注其安全问题。随着科学、农业、生物技术的逐年进步, 原有标准难以适应新的发展需求更多的问题相继出现, 植物油品质判定需要时刻规范并增加安全性的指标。

## 材料与与方法

### ELISA法

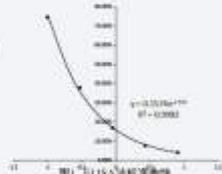
#### 样品前处理步骤:

称量10mL→加20mL 70%甲醇→磁力震荡3min混匀→离心10min 4000r/min→过滤→得到前处理液在4℃冰箱保存备用。

#### ELISA试剂盒步骤: ▶ 竞争法

具有浓度梯度的苯并芘标准品  
酶标板→前处理液加样本稀释液→抗苯并芘抗体酶结合物→温浴→洗板5次→显色液A→显色液B→温浴→终止液→酶标仪测光值。

HPLC法方法参考国标GB 5009.27-2016  
(本部分在内蒙古食品检验检测中心完成)



## 结果

### 1. 苯并芘测定值正态性检验

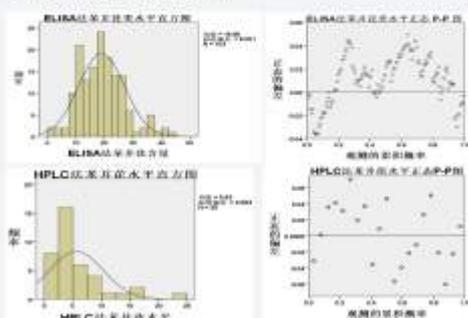


图2 ELISA法、HPLC法检测胡麻油苯并芘和苯并(a)芘水平分布图

对ELISA法、HPLC法测得胡麻油中苯并芘测定数据进行正态性检验, 如图2, ELISA频数图呈正态分布, 而HPLC正偏态分布(右偏态)。频数分布P-P检验结果分别在-0.04~0.04, -0.06~0.06之间, ELISA法测定胡麻油中苯并芘结果符合正态分布, HPLC法测定结果基本符合正态分布, 说明本次ELISA和HPLC法测定结果有统计学规律, 数据具有参考价值, 可以做后续分析评价。

作者简介: 汪洋(1995-), 男, 硕士研究生, 研究方向为食品加工与安全

通讯作者: 郭军\*, 男, 医学博士, 教授

从事营养与食品安全领域教学和科研工作

## 2 ELISA和HPLC法苯并芘测定结果



图3 ELISA法和HPLC法检测胡麻油苯并芘和苯并(a)芘含量的分布图

ELISA法和HPLC法测定胡麻油中苯并芘类和苯并(a)芘分别是 $19.73 \pm 9.48$ ,  $5.63 \pm 4.69$  ( $\pm$ SD,  $\mu\text{g/L}$ , kg), 差异极显著( $P < 0.000$ ), ELISA结果比HPLC法整体高4倍。4倍矫正后ELISA法苯并芘配对T检验与HPLC法差异不显著, 两组数据分布区域基本一致(图3); ELISA数据离散度(SD值)小于HPLC; 但两者数值整体缺乏相关性。

冷榨胡麻油苯并芘类检出水平比热榨法的高约2倍, 而HPLC法测定的冷榨法苯并(a)芘均值也明显低于热榨胡麻油, 但HPLC法测定结果SD值相对较大, 未检出显著性差异。

表2 ELISA与HPLC法测定的胡麻油苯并芘类和苯并(a)芘超标率

方法	工艺	N	超标数	超标率
ELISA	冷榨	12	7	58.33%
	热榨	27	25	92.60%
	合计	39	32	82.10%
HPLC	冷榨	12	2	16.70%
	热榨	27	3	11.10%
	合计	39	5	12.80%
ELISA校正结果	冷榨	12	6	50%
	热榨	27	3	11.10%
	合计	39	9	23.08%

表3 两种方法精密度、回收率的比较

方法	ELISA法	HPLC法
标准曲线	$Y = 0.2374x - 1.75$	$Y = 792.8x + 236.5$
$R^2$	0.9982	0.998
回收率/%	96.97	97
RSD	8%	0.22%

HPLC法测定的苯并(a)芘超标率为12.8%; 冷榨和热榨胡麻油超标率分别为16.7%和11.1%, HPLC法冷榨和热榨胡麻油苯并(a)芘检出结果矛盾, HPLC法结果频数图为偏态分布, 稳定性欠佳, 但规律性相对好, 冷榨和热榨胡麻油苯并芘类检出水平也符合常识和共识。

本研究所用试剂盒标准曲线、结果重现性和标准品回收率均表现良好(如表3), 与HPLC结果接近, 但实际测定值相差很大, 39个样品ELISA结果是HPLC的约4倍。ELISA 4倍矫正后与HPLC法差异不显著, 数据分布区域基本一致, 但两者结果缺乏相关性。

## 结论

(1) ELISA法胡麻油苯并芘类检出水平显著高于HPLC法, 整体ELISA检测结果为HPLC结果的约4倍。ELISA(苯并芘类)和HPLC[苯并(a)芘]测定结果分别是 $19.73 \pm 9.48 \mu\text{g/L}$ 和 $5.63 \pm 4.69 \mu\text{g/L}$ 。经4倍矫正后的ELISA数据整体分布与HPLC数据分布基本一致, 但两者缺乏相关性。

(2) ELISA和HPLC法检测胡麻油样品苯并芘类超标率是82.1%和12.8%; ELISA法冷榨胡麻油超标率是58.3%, 热榨工艺的超标率是92.6%, HPLC冷榨工艺超标率是16.7%, 热榨超标率是11.1%。



## Effect of feeding regimen on meat quality and AMPK activity and gene expression of postmortem Sunit sheep

Yanru Hou, Puxin Hou, Yanping Bai, Lin Su, Lihua Zhao, Ye Jin\*

### Research Background

The nature and quantity of feed is one of the most significant factors influencing animal growth and meat quality. Reasonable fattening can improve the performance of animals and improve the quality of meat. AMP-activated protein kinase (AMPK), a heterotrimeric enzyme with  $\alpha$ ,  $\beta$  and  $\gamma$  subunits, is considered a critical regulator of energy metabolism. AMPK is a highly conserved eukaryotic serine-threonine kinase protein that controls cell and energy homeostasis. It also plays an important role in glucose metabolism, and glycolysis is the main cause of decreased pH of postmortem muscle in animals. The variation speed and range of pH value after slaughter can affect the color, tenderness, hydraulic power and cooking loss of muscle. The way they were raised had an effect on meat quality, and AMPK could affect meat quality by regulating the degree of glycolysis after animal slaughter. Therefore, it is undoubtedly a new approach to improve meat quality to study the effect of breeding methods on the activity and gene expression of post-mortem AMPK in animals.

### Research Purpose

The aim of the present study was to compare the effect of two feeding regimens, free pasture grazing and forage-fed, on meat quality, AMPK activity and gene expression of AMPK and MyHC isoforms in the biceps femoris muscle of Sunit sheep.

### Materials and Methods

Two groups of Sunit sheep from Inner Mongolia, China were used in this investigation. One group (5 rams and 5 ewes) was allowed to graze freely on natural pasture for 12 months that mainly consisted of the following grasses: *Achnatherum splendens*, *Allium mongolicum*, *Caragana intermedia*, *Agropyron desertorum* and *Allium polyrhizum*; the other group was similarly composed but was housed for 12 months in an animal shelter and fed a controlled diet of forage mainly consisting of corn stalks, skin of sunflower seed, and adding corn's concentrate and fattening feed. AMPK activity was measured using a Sheep Phosphorylated Adenosine monophosphate activated protein kinase(p-AMPK) ELISA Assay Kit. The gene expression was determined by RNA extraction and RT-PCR.

### Results

#### Influence of feeding regimen on meat quality

Table 1 Effect of feeding regimen on weight and muscle quality in Sunit sheep(n=10)

	pastured	fed
Live weight (kg)	38.92±2.69b	47.86±1.66a
Carcass weight(kg)	17.84±1.12b	24.76±2.70a
L*	27.83±2.41a	24.74±2.33b
a*	20.73±1.76a	19.33±3.28a
b*	7.34±1.58a	3.93±1.57b
pH <sup>a</sup>	6.35±0.09a	6.56±0.10a
pH <sub>24</sub>	5.71±0.08a	5.77±0.07a
WBSF(kg/cm <sup>2</sup> )	45.47±6.73b	52.90±5.98a

WBSF: Warner-Bratzler shear force. Values in rows followed by different letters are significantly different ( $p<0.05$ ).

#### AMPK activity and gene expression

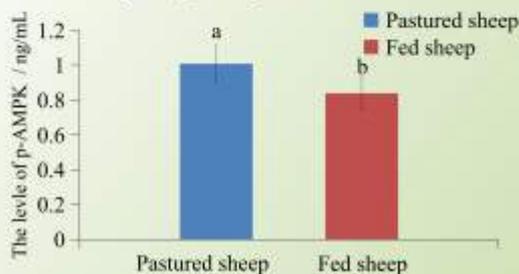


Fig. 1 The level of p-AMPK in pastured and fed sheep(n=10)

Columns with different letters for the same subunit are significantly different ( $p<0.05$ )

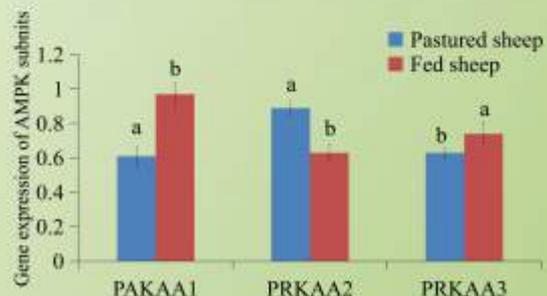
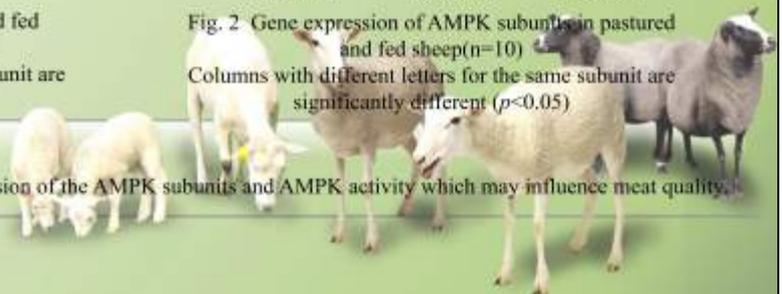


Fig. 2 Gene expression of AMPK subunits in pastured and fed sheep(n=10)

Columns with different letters for the same subunit are significantly different ( $p<0.05$ )

### Conclusion

Changes in feeding regimen indicates expression of the AMPK subunits and AMPK activity which may influence meat quality.





# 骨骼肌卫星细胞分离纯化过程中特异性蛋白 Pax7 蛋白表达分析

张敏 苏日娜 黄欢 靳焯\*

(内蒙古农业大学食品科学与工程学院, 内蒙古 呼和浩特 010018)

## 背景

骨骼肌卫星细胞(Skeletal muscle satellite cells, SMSCs)是机体肌源性干细胞, 动物基因的研究和生产过程中, 需要对转基因细胞系进行基因表达的鉴定和验证。因此, 骨骼肌卫星细胞体外培养模型的建立就显得十分迫切和重要。Pax7基因作为骨骼肌卫星细胞的特异性蛋白, 是骨骼肌发育、再生过程中起关键作用的细胞因子。通过体外培养骨骼肌卫星细胞并定向诱导其分化为成肌细胞、成脂肪细胞, 可以为后续增加肌内脂肪、提高肉质嫩度提供体外实验基础, 并与宰后的肉质品质进行相关性分析, 为改善肉质提供理论支持。

## 目的

通过原代细胞培养和分离纯化获取大量高纯度的骨骼肌卫星细胞, 建立SMSCs体外培养模型及其鉴定方法; 同时研究其增殖和分化能力, 为提高肉中营养价值和食用品质提供理论依据。

## 方法



## 结果

1. 原代肌细胞通过差速贴壁法 (0h、2h、12h) 进行纯化分离

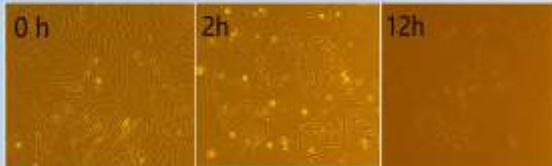


图1 原代肌细胞培养图(×20)

2. 样品BCA蛋白浓度梯度标准曲线

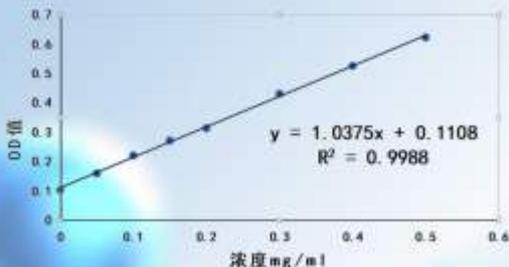
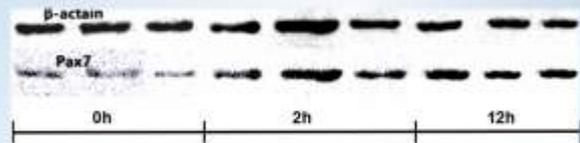


图2 BCA蛋白浓度梯度标准曲线

3. SMSCs在分离纯化过程中特异性蛋白Pax7的灰度显示图



4. SMSCs在分离纯化过程中Pax7蛋白表达量的差异分析

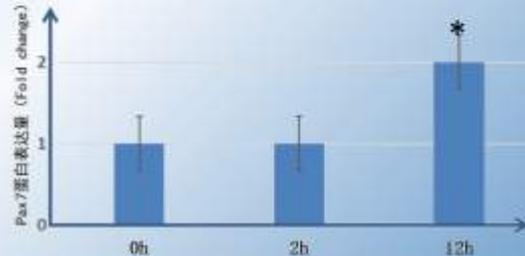


图4 不同分离纯化时间对Pax7蛋白表达量的影响

## 结论

通过分离纯化原代肌细胞得到骨骼肌卫星细胞, 测定SMSCs在分离纯化过程中内参蛋白 $\beta$ -actin和目的蛋白Pax7的灰度值, 并利用ImageJ软件分析得知原代肌细胞(0h)以及纯化2h、12h后的Pax7蛋白表达量分别为0.55、0.60和0.83。对纯化过程中的三组细胞样品Pax7蛋白表达量进行差异性分析可知: 纯化12h后的培养所得的细胞Pax7的蛋白表达量显著高于0h和2h( $P < 0.05$ ), 表明经过12h时后贴壁的细胞基本均为骨骼肌卫星细胞, 可由此建立稳定传代的骨骼肌卫星细胞系及其鉴定方法, 为今后骨骼肌卫星细胞在培养和诱导等相关方面的研究和应用提供实验基础。



## 两种饲养方式下苏尼特羊肉中的鲜味物质及相关调控基因表达量的研究

李文博, 罗玉龙, 刘畅, 窦露, 赵丽华, 靳焯\*  
(内蒙古农业大学 食品科学与工程学院)

### 背景

苏尼特羊是我国优良的绵羊品种, 产肉性能好, 膻味轻, 肉质鲜美, 有很高的营养价值; 近年来, 随着国家限牧政策的施行, 苏尼特羊饲养方式开始由放牧向舍饲转变; 研究表明, 舍饲羊的风味品质已呈现下降趋势, 鲜味是衡量羊肉风味的一项重要指标, 其中决定肉质鲜味的为核苷酸与呈鲜味氨基酸等, 这些成分通过与舌上皮细胞的 G 蛋白偶联受体作用产生味觉。其中肌苷酸 (IMP) 是最强的鲜味物质, 能够提高肉质鲜味。而腺苷酸脱氨酶 (AMPD1), 腺苷酸琥珀酸裂解酶 (ADSL), 次黄嘌呤核苷酸环水解酶 (ATIC) 等可以调控鲜味物质的形成, 是鲜味研究的候选基因。

### 结果

#### 1. 两种饲养方式下苏尼特羊肉的味觉特征

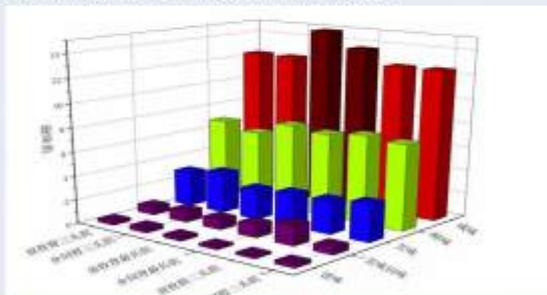


图1 两种饲养方式下苏尼特羊肉的味觉特征差异分析

#### 2. 两种饲养方式下苏尼特羊肉的鲜味物质含量

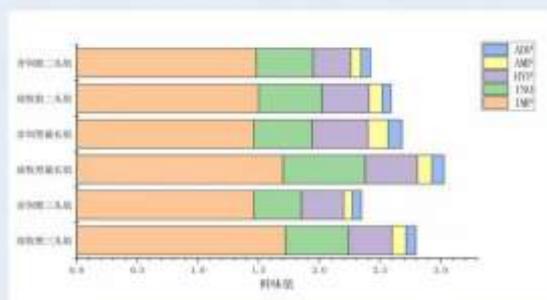


图2 两种饲养方式下苏尼特羊肉的鲜味物质含量比较

### 目的

比较放牧和舍饲条件下苏尼特羊肉的味觉差异和鲜味物质含量, 并分析鲜味物质含量与相关调控基因表达量的相关性, 为羊肉鲜味形成机理提供理论依据, 为改进饲养管理模式、改善羊肉风味品质提供参考。

### 方法

随机选择苏尼特羊育种园区的放牧与舍饲条件下健康无病的12月龄苏尼特羊各10只 (公、母各5只)。舍饲以饲草料为主 (玉米秸秆、葵盘粉等, 并补充玉米精料及育肥饲料), 放牧以天然牧草为主 (芨芨草、蒙古葱、沙生冰草、碱韭等)。用电子舌测定苏尼特羊肉的味觉指标; 使用高效液相色谱仪测定羊肉中的鲜味物质; 采用PCR-荧光定量测定相关基因表达量。

#### 3. 两种饲养方式下调控制鲜味物质的候选基因表达量

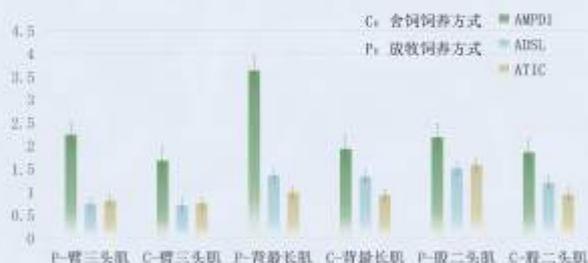


图3 两种饲养方式下调控制鲜味物质候选基因表达量的差异比较

#### 4. 肌苷酸和相关调控基因的相关性比较

表1 苏נית羊肉中调控肌苷酸基因与肌苷酸相关性分析

相关性		AMPD <sub>1</sub>	ADSL	ATIC
放牧	IMP	0.864**	0.392	0.816*
	P值	0.006	0.337	0.013
舍饲	IMP	0.504	0.677	0.833*
	P值	0.203	0.065	0.01

### 结论

1. 放牧苏נית羊肉鲜味和咸味以及 IMP 和 INO 含量均高于舍饲羊, 即放牧羊的鲜味物质高, 肉质更鲜美。
2. 放牧羊肉的 AMPD<sub>1</sub>、ADSL、ATIC 基因表达量较舍饲羊活跃, 说明通过调控形成鲜味物质的酶可提高羊肉中鲜味物质。
3. 分析 IMP 与相关基因的相关性, 发现 IMP-AMPD<sub>1</sub>、IMP-ATIC 之间呈正相关性, 表明当 IMP 调控基因的表达量高时, 相关酶的活性提高, 肉中的 IMP 也随之提高。



## 沙葱及其提取物对羊肉发酵香肠品质的影响

孙学颖, 刘建林, 辛晓琦, 杜梅, 赵丽华\*

### 背景

随着人们生活水平的提高和保健意识的增强, 对膳食结构和营养的要求也越来越高, 尤其是不使用任何化学添加剂的食品已成为人们追求的目标。天然植物香辛料除了能够矫正食品的异味、赋予香气, 还有着色、抗氧化、抗菌(防腐)、保鲜以及生理药理作用。

沙葱是我国北方广泛分布的野生植物, 是一种优质牧草、营养丰富, 绵羊采食沙葱后对羊肉的品质和风味都有明显的改善作用。但在羊肉深加工产品中的应用及研究尚属空白, 因此本研究在发酵羊肉香肠生产过程中添加沙葱及沙葱水溶性和脂溶性提取物, 探讨沙葱及沙葱提取物对发酵羊肉香肠pH值、Aw值和脂肪酶活性的影响, 为沙葱及其提取物在羊肉深加工产品中的应用提供科学依据。

### 目的

本试验以蒙古羊羊肉和羊尾脂肪为原料, 添加沙葱及其提取物, 采用相同的工艺配方和条件生产四组羊肉发酵香肠, 分别为对照组、添加沙葱水溶性提取物组(AWE)、添加沙葱脂溶性提取物组(AFE)和添加沙葱组(AMR)。重点研究添加沙葱及其提取物对发酵羊肉香肠加工过程中风味品质和脂肪酶活性的影响, 旨在为下一步沙葱及其提取物在改善发酵羊肉香肠风味的应用提供理论依据。

### 方法

本试验共分4组, 第1组为对照组, 第2组为添加沙葱水溶性提取物组, 第3组为添加沙葱脂溶性提取物组, 第4组为添加沙葱组。将绞碎的瘦肉与切丁后的羊尾肥膘混匀, 4组均按不同的配方加入辅料, 在0~4℃下进行腌制12~15h, 然后灌装在24~26mm的天然羊肠衣中(以10cm为一节), 排气、漂洗后挂在恒温恒湿培养箱中, 在24~25℃、RH 95%~98%条件下发酵36h, 在14~15℃、RH 85%~90%条件下干燥36h, 在14~15℃、RH 75%~80%条件下干燥48h, 在10~13℃、RH 65%~70%条件下成熟48h。真空包装后在室温贮藏。

### 结果

#### 1. 沙葱及其提取物对发酵香肠pH的影响



图1. 发酵香肠在加工过程中pH的变化  
Fig. 1 Changes of pH in fermented sausages during processing

#### 2. 沙葱及其提取物对发酵香肠水分活度的影响



图2. 发酵香肠在加工过程中Aw的变化  
Fig. 2 Changes of Aw in fermented sausages during processing

#### 3. 沙葱及其提取物对发酵香肠TBARS的影响

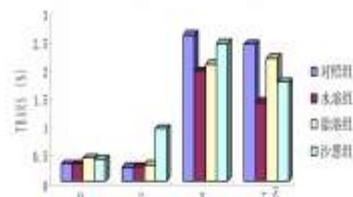


图3. 发酵香肠在加工过程中TBARS的变化  
Fig. 3 Changes of TBARS in fermented sausages during processing

#### 4. 沙葱及其提取物对发酵香肠HSL活性的影响

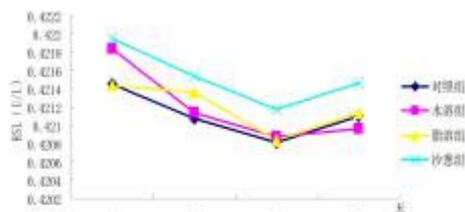


图4. 发酵香肠在加工过程中HSL的变化  
Fig. 4. Changes of HSL in fermented sausages during processing

#### 5. 沙葱及其提取物对发酵香肠ATGL活性的影响

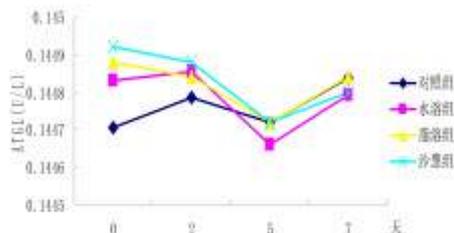


图5. 发酵香肠在加工过程中ATGL的变化  
Fig. 5. Changes of ATGL in fermented sausages during processing

### 讨论

在发酵羊肉香肠生产过程中, 添加沙葱及其提取物能迅速降低发酵羊肉香肠的pH值(5.3以下)和Aw值(0.8以下), 同时降低其水分含量和TBARS值, 抑制脂肪氧化, 从而保证发酵羊肉香肠的安全性和贮藏性。添加沙葱及其提取物的羊肉发酵香肠中的HSL活性在灌肠后、发酵结束、干燥中期均高于对照组和其他试验组( $P < 0.05$ ), 其中沙葱组>脂溶组>水溶组>对照组, 说明沙葱及其提取物中的活性成分对HSL活性变化产生显著影响。添加水溶性提取物中的ATGL活性在干燥(第5天)下降最快, 但沙葱和沙葱提取物对羊肉发酵香肠中ATGL活性的影响不显著( $p > 0.05$ )。

### 作者简介

孙学颖, 女, 2018级博士研究生, 农产品加工及贮藏工程专业  
\*通讯作者: 赵丽华, 女, 工学博士, 教授  
从事肉制品质量与安全领域教学科研工作



# 饲养方式对苏尼特羊肠道菌群与脂肪酸代谢的影响

杜瑞 王柏祥 王宇 赵丽华 罗玉龙 新焱\*

内蒙古呼和浩特市 内蒙古农业大学 食品科学与工程学院

## 背景

苏尼特羊是内蒙古独特的优良羊种，蛋白高且膻味轻。而胃肠道微生物是一个由宿主和大量胃肠道微生物组成的共生生态系统，组成复杂多样。研究发现羊肠道菌群的变化与肉中化学组成的变化有密切的联系。

首先脂肪沉积与拟杆菌属和厚壁菌属的比例有密切关系，其次细菌基因可能调控与脂代谢途径相关基因。肠道微生物代谢产物短链脂肪酸作为机体的能源物质，可调控G蛋白偶联受体（GPCR 41和GPCR 43）的活性，其与脂肪代谢相关基因（脂肪酸合成酶、乙酰辅酶A羧化酶等）间具有相互协同，相互调控的作用。

## 结果

### 1. 饲养方式对肠道菌群的影响

通过应用高通量测序技术对两组粪便样品进行测序分析可知，从门水平上来说，肠道菌群以厚壁菌门和拟杆菌门为主，约占94%；从属水平上来说，测序结果中丰度大于1%的主要包括拟杆菌属、Alistipes、纤维杆菌属、Phocaeicola和瘤胃球菌属。

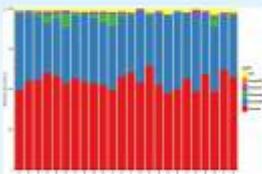


图1 肠道菌群门水平相对丰度

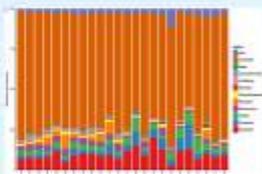


图2 肠道菌群属水平相对丰度

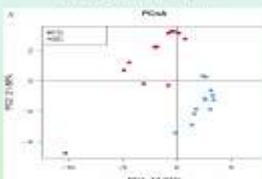


图3 肠道菌群PCA图与相关性

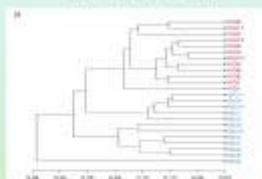


图4 肠道菌群聚类分析树图

放牧+舍饲组中拟杆菌属、Alistipes和Phocaeicola的丰度显著高于放牧组（ $P < 0.05$ ），而纤维杆菌属和瘤胃球菌属的丰度显著低于放牧组。

## 结论

放牧组苏尼特羊中纤维杆菌属和瘤胃球菌属的丰度显著高于放牧+舍饲组，而拟杆菌属、Alistipes和Phocaeicola的丰度显著低于放牧+舍饲组。放牧+舍饲组中乙酸和丁酸的含量显著高于放牧组，而丙酸的含量显著低于放牧组。

放牧条件下菌群结构更有利于短链脂肪酸的产生，进而有利于PUFA沉积，提高了羊肉营养价值。

## 研究创新性

动物体内胃肠道微生物的研究是个热点，胃肠道微生物在营养代谢方面的作用主要包括碳水化合物代谢、蛋白质和氨基酸代谢、脂代谢、维生素代谢及矿物质代谢等。研究不同饲养模式下苏尼特羊肠道微生物及代谢产物和血液与羊肉中脂肪酸的相互关系，可为今后改善放牧羊圈养后羊肉品质的劣化提供理论依据。



实验动物



胴体



采样

### 2. 饲养方式对肠道微生物代谢物的影响

肠道菌群代谢物主要是短链脂肪酸，以乙酸、丙酸、丁酸、异丁酸、戊酸和异戊酸为主。放牧组中乙酸、丁酸和戊酸的含量显著低于放牧+舍饲组（ $P < 0.05$ ），而丙酸和异戊酸的含量显著高于放牧+舍饲组（ $P < 0.05$ ）。

表1 饲养方式对肠道微生物代谢物含量的影响

脂肪酸	放牧组	放牧+舍饲组
乙酸	99.78±4.46b	186.58±15.68a
丙酸	42.10±3.89a	54.16±2.98b
丁酸	21.46±0.94b	24.12±0.61a
戊酸	48.53±1.53b	56.26±1.67a
异戊酸	13.78±0.55b	13.04±0.45b

### 3. 饲养方式对肌肉中脂肪酸的影响

表2 饲养方式对苏尼特羊背最长肌中脂肪酸含量的影响

脂肪酸	放牧组	放牧+舍饲组
棕榈酸（C <sub>16:0</sub> ）	32.24±1.59 <sup>a</sup>	22.65±1.58 <sup>b</sup>
硬脂酸（C <sub>18:0</sub> ）	19.39±1.80 <sup>a</sup>	19.69±1.29 <sup>a</sup>
油酸（C <sub>18:1n-7</sub> ）	36.47±3.49 <sup>a</sup>	38.08±3.29 <sup>a</sup>
反式亚油酸（C <sub>18:2n-7</sub> ）	5.97±1.41 <sup>a</sup>	6.85±1.01 <sup>b</sup>
棕榈酸（C <sub>16:1n-7</sub> ）	2.86±0.47 <sup>a</sup>	3.95±0.32 <sup>b</sup>
花生四烯酸（C <sub>20:4n-6</sub> ）	2.67±0.83 <sup>a</sup>	2.62±0.67 <sup>a</sup>
二十碳五烯酸（C <sub>20:5n-3</sub> ）	1.66±0.31 <sup>a</sup>	0.75±0.23 <sup>b</sup>
二十二碳六烯酸（C <sub>22:6n-3</sub> ）	1.27±0.23 <sup>a</sup>	0.93±0.26 <sup>a</sup>
共轭亚油酸（CLA <sub>n-7</sub> ）	1.64±0.19 <sup>a</sup>	0.62±0.22 <sup>b</sup>

在两种饲养方式下苏尼特羊背最长肌中脂肪酸主要以棕榈酸、硬脂酸和油酸为主，约占78%，其所占比例依次为油酸>棕榈酸>硬脂酸。

放牧组反式油酸的含量显著高于放牧+舍饲组（ $P < 0.05$ ），放牧组中EPA（C20:5）和DHA（C22:6）所占总脂肪酸的比例显著高于放牧+圈养组（ $P < 0.05$ ）。

## 作者简介

杜瑞，女，2017级研究生，研究方向：食品与安全性

\*通讯作者：新焱，男，博士，教授 研究方向：畜产品加工方向。



# 苏尼特羊不同部位肌肉抗氧化系统的差异

刘畅, 罗玉龙, 张亚琨, 李文博, 赵丽华, 苏琳, 靳焯\*  
(内蒙古农业大学食品科学与工程学院, 内蒙古呼和浩特 010018)

## 背景

羊肉品质不仅受性别、年龄、品种、饲养方式等因素的影响, 部位也是重要的影响因素之一。近年, 诸多对羊肉的研究表明, 不同部位肌肉品质存在着较大差异, 包括pH, 色泽, 嫩度以及风味物质等。羊的不同部位活动量存在较大差异, 这使其具有不同的生理功能, 从而影响肌肉氧化系统与抗氧化系统之间的动态平衡, 这会进一步引起肉的色泽和风味物质等感官指标的差异。因此, 本试验对苏尼特羊股二头肌、臀三头肌、背最长肌的脂质蛋白氧化程度、抗氧化能力、抗氧化酶活性以及色差和pH进行了研究, 以分析不同部位肌肉组织氧化与抗氧化系统的差异性及其二者之间的相互关系, 为羊肉品质的进一步研究提供理论基础。

## 结果

表1 不同部位苏尼特羊肌肉的抗氧化系统

测定指标	股二头肌	臀三头肌	背最长肌
SOD (U/mgprot)	112.500±13.85b	133.732±8.82a	92.555±14.38c
CAT (U/mgprot)	2.110±0.83b	2.376±0.84ab	2.826±0.79a
GPX (U/mgprot)	6.521±1.30ab	7.303±1.96a	5.838±1.61b
CUPRAC (mg/g)	2030.351±382.78b	1899.596±242.31b	2296.828±278.60a
RSA(%)	24.238±3.01ab	22.788±3.27b	24.868±2.06a
pH	6.68±0.29a	6.49±0.37ab	6.43±0.38b
L	34.8651±2.18a	39.9697±2.42b	39.1331±1.70b
a	17.3403±1.82a	20.7041±1.80b	21.1283±0.86b
b	2.5737±0.79a	4.4893±0.68b	4.5662±0.64b

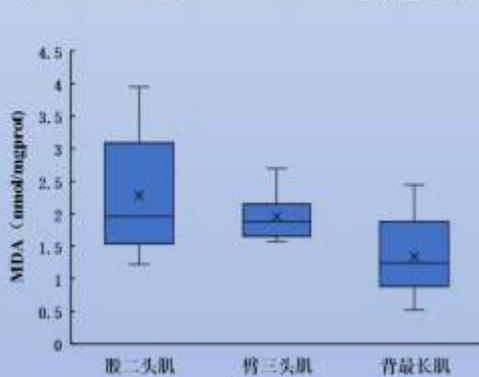


图1 苏尼特羊不同部位肌肉的丙二醛含量

## 方法

25只12月龄的苏尼特羊屠宰后立即测定股二头肌、臀三头肌和背最长肌的pH值和色差, 取肌肉样品为试验材料, 样品放置于-80°C, 测定丙二醛(MDA)、氧合肌红蛋白(OMb)、高铁肌红蛋白(MMb)含量、抗氧化酶活性(超氧化物歧化酶SOD; 过氧化氢酶CAT; 谷胱甘肽过氧化物酶GSH-Px)、抗氧化能力(降铜离子还原能力CUPRAC; 自由基清除率RSA)。

## 目的

探究部位因素对羊肌肉抗氧化系统的影响, 旨在为通过调控羊体内抗氧化系统改善羊肉品质提供理论基础。

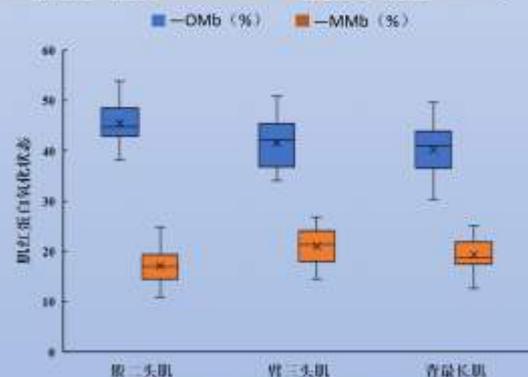


图2 苏尼特羊不同部位肌肉肌红蛋白氧化状态

## 结论

1. 苏尼特羊肉中背最长肌的MDA显著低于股二头肌和臀三头肌 ( $P<0.05$ ), 表明背最长肌的脂质氧化程度低; 股二头肌的OMb值显著高于背最长肌和臀三头肌 ( $P<0.05$ ), 但MMb值显著低于背最长肌和臀三头肌 ( $P<0.05$ )。臀三头肌的SOD与GSH-Px活性最高。背最长肌中CUPRAC值显著高于股二头肌和背最长肌 ( $P<0.05$ ), RSA值显著高于臀三头肌 ( $P<0.05$ )。
2. 整体上, 苏尼特羊背最长肌中抗氧化物质含量较高, CAT活性最强, a\*值最高, 色泽最好。

## 作者简介

刘畅, 女, 2018级博士, 研究方向: 食品科学  
\*通讯作者: 靳焯, 男, 博士, 教授, 博士生导师  
从事畜产品安全生产领域的教学和科研工作





# 苏尼特羊和小尾寒羊的屠宰性能、肉品质以及脂肪酸比较

窦露 罗玉龙 刘畅 李文博 赵丽华 苏琳 靳焯\*

(内蒙古农业大学食品科学与工程学院, 内蒙古 呼和浩特 010018)

## 前言:

苏尼特羊体格大, 产肉性能好, 含蛋白高, 膻味轻, 具有很高的营养价值; 小尾寒羊产羔率高, 具有耐粗饲、抗病性强等特点。羊肉的肉品质有一些重要指标如pH值、色差、蒸煮损失率、嫩度等; 肉的pH值能影响到肉的颜色、系水力、多汁性等指标, 蒸煮损失率则反映了肉在蒸煮过程中的损失, 与肉的吸水性相关。同时, 脂肪酸含量也是影响肉质的重要指标。



## 目的:

本实验通过对苏尼特羊和小尾寒羊的屠宰性能、肉品质以及肌肉脂肪酸含量进行测定和对比, 旨在客观评价苏尼特羊和小尾寒羊肉, 并促进其肉类资源的开发, 为实现肉羊的改良育种提供理论基础。

## 方法:

### 1. 屠宰性能测定

按照GB/T 9961—2008《鲜、冻胴体羊肉》进行胴体分割与各项分析, 测定胴体质量、骨质量、净肉质量, 计算屠宰率、净肉率、肉骨比等。

### 2. 肉品质测定

羊屠宰45 min后, 依次测定背最长肌的pH值和色差。然后将羊肉放置在排酸库排酸24 h后测pH值、嫩度及熟肉率。

### 3. 脂肪酸提取

称取5 g粉碎肉样, 参照Folch等的方法提取肉中的总脂肪, 最后利用气相色谱仪进行分析。

## 结论:

1. 苏尼特羊的净肉率和肉骨比均显著高于小尾寒羊( $P < 0.05$ ), 在屠宰性能上有一定的优势; 苏尼特羊的色泽( $a^*$ 、 $b^*$ )显著高于小尾寒羊( $P < 0.05$ ), 剪切力值显著低于小尾寒羊( $P < 0.05$ ), 整体上苏尼特羊肉质较嫩, 且色泽优于小尾寒羊。
2. 从脂肪酸含量分析发现, 苏尼特羊肉中SFA与PUFA含量均高于小尾寒羊, 其中C16:0和C18:0含量显著高于小尾寒羊( $P < 0.05$ )。羊肉中含量比较丰富的不饱和脂肪酸如C18:1、C18:2n6c和C20:4n6, 在2种羊之间没有显著差异( $P > 0.05$ )。整体上苏尼特羊肉的脂肪酸含量丰富, 有一定的优势。

## 作者简介:

窦露, 女, 2018级研究生, 研究方向: 食品科学

\*通讯作者: 靳焯, 男, 博士, 教授, 博士生导师, 从事畜产品安全生产领域的教学和科研工作

## 结果:

### 1. 苏尼特羊和小尾寒羊屠宰性能比较

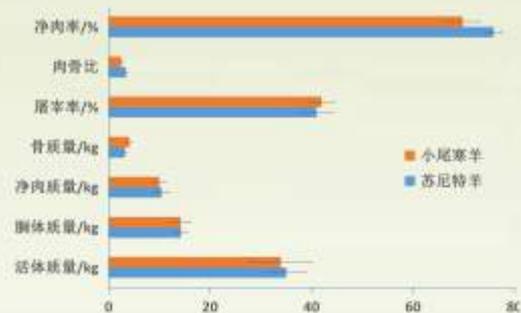


图1 苏尼特羊和小尾寒羊屠宰性能比较

### 2. 小尾寒羊和苏尼特羊肉品质比较

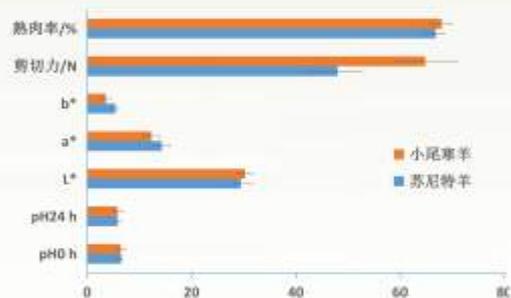


图2 小尾寒羊和苏尼特羊肉品质比较

### 3. 苏尼特羊和小尾寒羊脂肪酸的含量比较

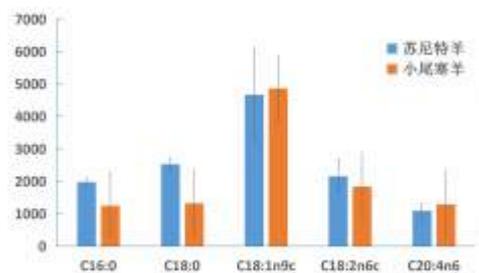


图3 苏尼特羊和小尾寒羊脂肪酸的含量比较



# 免疫凝胶扩散法鉴别牛肉中掺假马肉方法的建立

姬彩霞, 乌恩其, 张鑫, 郭军\*  
内蒙古农业大学 食品科学与工程学院

## 背景

牛肉因肉质鲜美, 营养价值丰富被大多数人所喜爱。近年来, 国内外肉制品掺假事件靡然成风, 2013年, 在我国出现了沃尔玛“狐狸肉”事件, 同时辽宁省多家肉市场低价出售牛羊肉, 不法商家将驴肉掺假狐狸肉, 鸭肉掺假牛羊肉卖入市场, 扰乱市场秩序, 这一事件引发市民广泛关注。2012年, “牛肉丑闻”风波席卷欧洲大陆, 引起社会很大的反响。主要是由于在英国牛肉价格较高, 不良商家将马肉掺入牛肉中, 制成牛肉卷和牛肉块等, 使掺假肉流入市场中, 致使市场秩序混乱, 从而降低了消费者对政府食品监管的信任。

## 目的

采用牛肉制品作未知样, 通过免疫血清与免疫球蛋白在琼脂板上发生特异性结合, 产生沉淀线, 以此来研究牛肉中是否含有马IgG掺入, 以达到鉴别牛肉中是否有马肉掺假, 同时测定马肉中IgG含量的目的。

## 方法

**免疫双向扩散法 (Double immunodiffusion method)** 最早由Ouchterlony创立, 大分子物质可在琼脂介质中自由扩散, 这种分子的扩散作用使可溶性抗原与其相对应的抗体相遇, 在比例合适时形成具有一定类型沉淀线。具有特异性强, 灵敏度高、方便快捷、检测成本低、安全可靠等优点。

**免疫单向扩散法 (Single immunodiffusion method)** 是一种普遍使用的定量检测抗原含量的方法。将一定量的抗体滴加到塑料平板上, 浇注琼脂成板后, 在水平台上摇匀, 没有气泡产生, 待凝固冷却后, 打孔滴加抗原, 抗原会在琼脂介质中自由扩散, 这种分子的扩散作用使可溶性抗原与琼脂中的抗体结合, 在浓度比例合适时形成的具有一定类型沉淀线, 待测抗原的含量可以通过不同浓度的标准抗原制成的标准曲线中求出。

## 结果

样品	牛肉	马肉	驴肉	猪肉	羊肉	鸡肉
兔抗马IgG抗血清	+	++	++	-	-	-

注: “+”表示有反应, “-”表示没有反应

抗IgG抗体	样品					
	牛肉	马肉	驴肉	猪肉	羊肉	鸡肉
兔抗马IgG抗血清	2 <sup>4</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>2</sup>	-

注: “-”表示没有反应, 2<sup>2</sup>, 2<sup>3</sup>, 2<sup>4</sup>, 2<sup>5</sup>, 2<sup>6</sup>, 2<sup>7</sup>, 2<sup>8</sup>, 稀释倍数分别为不稀释, 2倍, 4倍, 8倍, 16倍, 32倍, 64倍

由表1和表2可知, 兔抗马IgG抗血清与马肉和驴肉发生完全交叉反应, 与猪肉, 羊肉和牛肉反应均发生部分交叉反应, 与鸡肉不发生交叉反应。兔抗马IgG抗血清与马肉和驴肉原肉汁反应效价为2<sup>4</sup>, 与猪肉, 羊肉和牛肉原肉汁反应效价为2<sup>0</sup>, 但与鸡肉汁并不反应。稀释肉汁可以消除交叉反应, 但是马肉与驴肉和马肉发生交叉反应, 表明存在同源性的马肉和驴肉之间的交叉反应不能通过稀释法消除。

由此可知, 通过兔抗马IgG抗血清鉴别, 牛肉掺假马肉是可以采用免疫双向扩散的方法, 但是不能消除牛肉中是否有驴肉掺入的影响。由于马肉与牛肉的感官性质较为相似, 从牛肉中鉴别是否有马肉掺假, 需要将肉汁稀释, 消除牛肉与马肉之间的交叉反应, 由此可鉴别牛肉中是否有马肉掺假。

## 结果

兔抗马IgG抗血清效价	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
2 <sup>4</sup>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 <sup>5</sup>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 <sup>6</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

注: “+”表示有反应, “-”表示没有反应

由表3中结果可知: 在牛肉与马肉得混合试样中, 兔抗马IgG抗血清工作效价为2<sup>4</sup>和2<sup>5</sup>时, 可以检测出能够发生反应的检出限为10%。

## 结果



免疫单向扩散试验结果

浓度 (mg/ml)	0.125	0.25	0.5	0.75	1.0
平均直径 (mm)	3.40	4.74	6.74	8.39	9.21
直径平方 (mm <sup>2</sup> )	11.58	22.47	45.42	70.38	84.82

免疫单扩试验结果如图所示, 用游标卡尺量取与抗血清反应出现的沉淀圈最大和最小直径, 取平均值, 制作标准曲线得出 $y=86.227x+1.6651$ 。再量取四个马肉样的沉淀圈最大直径与最小直径的大小, 见上表, 取平均直径大小, 将平均直径平方值带入标准曲线中, 通过计算得出马肉中马IgG含量为0.65 mg/g。

## 讨论

- (1) 每种动物产生的抗体都有特异性;
- (2) 动物肌肉中均含有能够刺激机体产生抗体的抗原物质, 其他动物肌肉中某些蛋白质可能与同一种动物肌肉蛋白质的抗血清产生一定的交叉反应;
- (3) 马肉与猪肉, 羊肉和牛肉有部分交叉反应。通过稀释肉汁法, 可消除交叉反应, 因此可使用免疫双向扩散试验的方法鉴别牛肉掺假马肉;
- (4) 选用牛抗马IgG抗血清可以避免牛肉与马肉之间的交叉反应;
- (5) 有亲缘关系的两种动物的肉类不能使用免疫双向扩散试验鉴别。马肉和驴肉之间存在同源性, 与牛肉掺假后很难用免疫沉淀试验的方法鉴别出来, 具体鉴别方法还有待研究;
- (6) 免疫双向扩散法与免疫单扩散法相配合使用, 可提高检测结果的准确性。免疫学技术以其检测成本低, 检测用时较短, 操作方便、特异性强、稳定性好等特点, 被大多数人所采纳。

## 作者简介

姬彩霞, 女, 2018级硕士, 研究方向: 营养与食品安全  
郭军\*, 男, 医学博士, 教授  
从事营养与食品安全领域教学和科研工作。



# 牛、马和骆驼乳脂肪酸测定及特征分析

贾佳 张鑫 郭军\*

内蒙古呼和浩特市 内蒙古农业大学 食品科学与工程学院

## 背景

内蒙古以其得天独厚的牧草资源和广阔的草场面积，具有发展牛、马和骆驼乳业的自然条件。牛、马和骆驼乳业是内蒙古畜牧业的重要组成部分，并且是我国畜牧业生产中最具有发展潜力的一大产业。我国目前对牛乳脂肪的研究报道相对较多，马乳和双峰驼乳脂肪的检测也均有报道，内蒙古是我国最大的优质奶源基地，但乳及其制品的营养成分数据并不完善，缺乏系统的检测和评价，如蒙古马乳、蒙古牛乳和双峰驼乳的营养成分均未见报道。

## 目的

本研究通过测定内蒙古部分地区牛、马和骆驼乳中脂肪酸组成和含量，采用描述性统计结合化学计量学PCA分析模块比较物种间脂肪酸特征差异，以期为乳中脂肪酸营养评价及物种真实性鉴别提供参考依据，为内蒙古特色食物营养成分表提供有参考价值的数据。

## 方法

技术路线



## 结果

### 1 物种间脂肪酸特征比较

对牛、马和骆驼乳脂肪酸指纹数据作PCA分析，结果如图1所示，三种乳脂肪酸指纹物种间差异极为显著，在三维空间投射到完全不同的区域且距离很远，说明不同物种间脂肪酸种类存在明显差异，证明利用脂肪酸指纹建立物种真实性判别模型是完全可行的。从根向量图（图2）中可找出造成物种间分离的特征脂肪酸，牛乳为C4:0、C6:0和C14:1，马乳为C18:2n6c、C18:3n6、C18:3n3和C20:2，骆驼乳为C18:0、C18:2n6t和C20:0。

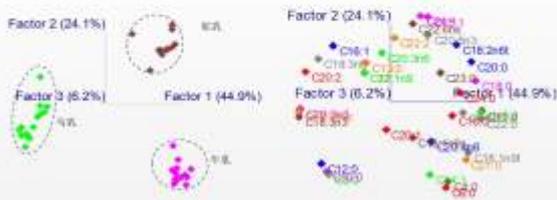


图1 牛、马和骆驼乳脂肪酸特征PCA分析得分向量图

图2 牛、马和骆驼乳脂肪酸特征PCA分析根向量图

描述性统计结果显示牛、马和骆驼乳脂肪酸组成和含量差异显著（表1）。牛乳主要由C14:0、C16:0、C18:0和C18:1n9c组成，且牛乳中C4:0(0.82±0.44)、C6:0(1.22±0.31)、C14:1(0.83±0.42)、C18:1n9c(21.01±4.22)和C21:0(1.54±0.82)含量均显著高于马乳和骆驼乳(P<0.05)。马乳主要由C16:0、C18:1n9c、C18:3n3、C18:2n6c组成，其中C18:2n6c(6.87±1.39)和C18:3n3(23.64±5.70)含量均显著高于其他两个物种(P<0.05)，牛乳和骆驼乳差异不显著。骆驼乳主要由C14:0、C16:0、C18:0、C18:1n9t和C18:1n9c组成，其中C18:0(14.64±7.03)和C18:1n9t(6.39±1.39)为三个物种中显著最高(P<0.05)。

## 结果

表1 三种物种乳中脂肪酸组成 (±2SD, g/100g fat)

脂肪酸种类	牛乳 (n=15)	马乳 (n=15)	驼乳 (n=16)
C4:0	0.82±0.44	ND	0.05±0.27
C6:0	1.22±0.31	0.10±0.11	0.08±0.34
C8:0	0.81±0.24	1.27±0.81	0.10±0.43
C10:0	1.96±0.64	3.24±1.88	0.33±1.97
C12:0	2.55±0.70	4.35±2.06	0.77±0.80
C14:0	10.31±1.48	5.72±1.59	9.95±5.98
C14:1	0.83±0.42	0.45±0.27	0.41±0.27
C16:0	1.30±0.29	0.32±0.06	1.24±0.63
C16:1	27.79±5.05	23.21±4.83	26.54±4.41
C16:1	1.70±0.89	5.59±2.55	4.83±2.96
C17:0	0.85±0.31	0.26±0.06	0.87±0.27
C18:0	11.66±3.72	1.17±0.39	14.64±7.03
C18:1n9t	4.50±2.69	0.02±0.09	6.39±1.39
C18:1n9c	21.01±4.22	18.25±6.42	18.31±7.85
C18:2n6t	0.17±0.07	ND	0.35±0.24
C18:2n6c	1.39±0.53	6.87±1.39	1.63±0.82
C20:0	0.28±0.14	0.01±0.04	0.44±0.23
C18:3n6	0.01±0.05	0.18±0.11	0.09±0.10
C20:1	0.22±0.12	0.23±0.13	0.18±0.12

注：ND代表低于检测限；ND表示乳中未检出；ND表示脂肪酸的检出率(%)。

### 2 三种乳中SFA、MUFA和PUFA比较

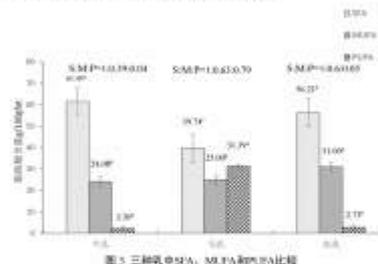


图3 三种乳中SFA、MUFA和PUFA比较

不同物种乳脂肪中脂肪酸含量比较如图3可知，马乳中SFA(39.74±5.09)显著低于牛乳和骆驼乳，PUFA则显著高于(31.39±6.77)其他两个物种，其中马乳PUFA中的α-亚麻酸(C18:3n3)分别是牛乳的31.5倍，骆驼乳的31.1倍，亚油酸(C18:2n6c)分别是牛乳的4.9倍，骆驼乳的4.2倍。骆驼乳中MUFA(31.00±7.55)显著高于其他三个物种。牛、马和骆驼乳SFA:MUFA:PUFA比列分别为1:0.39:0.04、1:0.63:0.79和1:0.6:0.05，PUFA/SFA(P/S)分别为0.04、0.79和0.05，Ω-6/Ω-3比例分别为1.8、0.3和2.1。

## 结论

(1) 牛、马和骆驼乳脂肪酸特征差异显著，在PCA分析图中分离明显且距离较远，马乳中α-亚麻酸和亚油酸含量显著高于牛乳和骆驼乳，而肉豆蔻酸、棕榈酸和硬脂酸含量显著低于其他两个物种。

(2) 通过描述性统计得出牛、马和骆驼乳中SFA含量分别为61.49±6.25、39.74±5.09和56.21±11.48(g/100gfat)；MUFA含量分别为24.08±4.48、25.00±8.19和31.00±7.55(g/100gfat)；PUFA含量分别为2.26±0.60、31.39±6.77和2.73±0.85(g/100gfat)。牛、马和骆驼乳SFA:MUFA:PUFA(S:M:P)分别为1:0.39:0.04、1:0.63:0.79和1:0.6:0.05，PUFA/SFA(P/S)分别为0.04、0.79和0.05，Ω-6/Ω-3分别为1.8、0.3和2.1。

(3) 利用脂肪酸指纹特征结合化学计量学鉴别牛、马和骆驼乳具有可行性。



# 燕麦陈化品质变化及对面团质构特性的影响

张晶 李佳原 张美莉\* 张立莹

内蒙古农业大学食品科学与工程学院, 内蒙古 呼和浩特

## 引言

燕麦营养丰富, 蛋白质在谷物作物中居于首位, 饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸比例符合人体营养需求, 可以降低胆固醇、调节血糖、改善肠道菌群、降低血压。

陈化是随着储藏时间的延长, 粮食物理化学性质发生一些变化, 导致其营养价值、食用品质及其加工副产品的综合利用价值降低的现象。储藏时间、温度、湿度及其交互作用是影响粮食陈化的关键因素。

本实验以燕麦粉为原料, 考察不同贮藏温度下燕麦粉营养成分、酸价及过氧化值的变化, 并探索不同的加水量及陈化对燕麦面团质构特性的影响, 为燕麦加工企业提供理论和技术参考, 对燕麦的储藏及深加工具有实践价值。

## 材料与amp;方法

**样品采集:** 2017年1月收集燕麦样品, 粉碎后过80目筛, 密封, 分别在-20℃及室温下放置一年。2017年3月和2018年3月分别测定燕麦粉营养成分、酸值、过氧化值及面团质构特性。

**面团制作:** 分别称取新采集的燕麦粉、-20℃及室温条件下贮藏一年的燕麦粉50g, 按加水量40%、50%、60%、70%制备面团, 和面机和面20min, 取出放入温度(30±1)℃、相对湿度(80±5)%恒温恒湿培养箱中醒面30min, 测定面团的质构特性。

**质构测定:** 取面团制作成长20mm、宽15mm、高15mm的长方体, 进行TPA测定, 选取硬度、弹性和黏聚性3种物性指标。面团TPA测试设定参数为: 选用P6探头, 压缩比为50%, 探头测前下降速度1.5 mm/s, 测试速度1.5 mm/s, 测后的上升速度1.5 mm/s, 两次测定时间间隔为5s, 重复测定5次, 取平均值。

**营养成分测定:** 水分、灰分、脂肪、蛋白质、淀粉、过氧化值、酸价的测定均参照国标方法, 每个样品测定3次, 取平均值。

## 结果

### 1. 不同贮藏温度下燕麦营养成分变化



贮藏一年后, 燕麦各营养成分含量均有所下降, 且室温贮藏条件下各营养成分含量下降更为明显。燕麦在室温贮藏一年后, 水分含量由9.56g/100g降为7.38g/100g, 与新样品及-20℃贮藏样品水分含量差异极显著; 燕麦灰分、脂肪及蛋白质含量在贮藏期间有所下降, 但差异性分析显示不同贮藏条件下燕麦灰分、脂肪及蛋白质含量差异不显著; 燕麦淀粉含量在贮藏期间下降明显, 不同贮藏条件下燕麦淀粉含量差异极显著。

### 2. 不同贮藏温度下燕麦酸价和过氧化值变化

表2 不同贮藏温度下燕麦过氧化值、酸价测定结果

指标	贮藏条件	样1	样2	样3	样4	样5
过氧化值 (meq/kg)	-20℃贮藏一年	7.7	7.2	6.3	6.9	7.5
	室温贮藏一年	27.5	26.9	24.1	25.2	26.1
酸价 (mg NaOH/g)	-20℃贮藏一年	13.7	12.1	12.7	13.9	11.7
	室温贮藏一年	31.5	29.2	29.7	32.2	29.9

贮藏温度越高, 燕麦油脂过氧化值和酸价上升得越快。

在室温条件下储存, 燕麦油脂过氧化值含量明显高于-20℃储藏条件, 这是由于高温可以引发油脂自动氧化链反应, 促进游离基产生, 促进氢过氧化物分解、聚合, 从而加快氧化反应的进行, 使得过氧化值升高。在室温贮藏一年后, 燕麦油脂酸价均超过贮存控制指标(国家标准: 酸价≤25mg KOH/100g), 贮藏温度越高, 酸价上升得越快, 原因是温度高有利于霉菌的生长、繁殖、分泌脂肪酶, 导致脂肪水解速度加快, 酸价增高。

### 3. 不同加水量及贮藏温度下面团质构特性变化

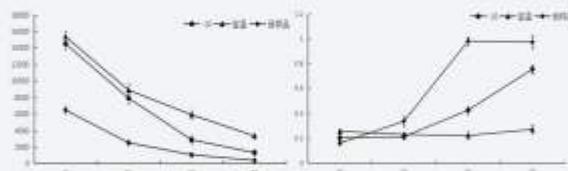


图1 不同加水量条件下燕麦面团硬度的变化 图2 不同加水量条件下燕麦面团弹性的变化

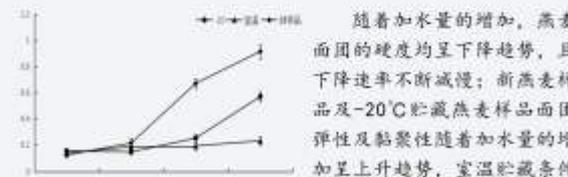


图3 不同加水量条件下燕麦面团黏聚性的变化

随着加水量的增加, 燕麦面团的硬度均呈下降趋势, 且下降速率不断减慢; 新燕麦样品及-20℃贮藏燕麦样品面团弹性及黏聚性随着加水量的增加呈上升趋势, 室温贮藏条件下燕麦面团弹性变化不显著。燕麦富含膳食纤维, 亲水性较强, 在面团形成过程中会与淀粉竞争性争夺水分, 影响淀粉吸水溶胀, 另外燕麦面筋蛋白含量低, 随着水分含量的增加, 有利于面筋网络结构的形成及淀粉吸水溶胀, 从而硬度降低。贮藏一年后燕麦面团硬度增大, 在贮藏过程中, 燕麦受到微生物、酶、湿度等因素的影响发生陈化, 脂肪水解产生游离脂肪酸, 与直链淀粉构成复合物, 蛋白质与淀粉的相互作用强化, 影响淀粉的溶胀吸水; 另一方面巯基在储存过程中被氧化导致含量降低, 巯基含量与硬度呈负相关。

燕麦粉和水混合后, 随着加水量的增加, 蛋白质、淀粉吸水膨胀, 分子间相互连接, 形成一个连续的三维网状结构, 经过适当揉搓从而赋予面团粘弹性。燕麦贮藏期间发生陈化, 蛋白质结构发生变化, 影响了面筋网络的形成, 导致面团面筋网络结构不完整, 被压迫变形后较难恢复原状, 因此陈化后面团弹性、黏聚性较低, 室温贮藏条件下燕麦样品陈化明显, 因此随着加水量的增加, 面团弹性几乎不变。



基金项目: 内蒙古自治区研究生教育创新计划资助项目 (B20171012919); 国家重点研发计划“传统杂粮加工关键新技术装备研究及示范”。  
作者简介: 张晶 (1989-), 女, 博士研究生, 研究方向为植物食品资源利用。  
通讯作者: 张美莉 (1966-), 女, 教授, 博士, 研究方向: 植物食品资源利用。



# 一种无矾粉条添加剂用量和压床（漏粉）孔径与质构参数相关性

杨惠茹, 黄亚东, 郭军\*

内蒙古呼和浩特市 内蒙古农业大学 食品科学与工程学院

## 研究背景

在以无矾粉条配工艺基础上, 进一步摸索掌握粉条压粉孔径和关键添加剂用量与质构参数关系。制作不同压粉孔径粉条时始终保持同一质地和最佳口感, 争取做到知道粉条压粉孔径, 就可知道关键添加剂用量或确定添加剂组配方。

## 结果与分析

### 1 质构参数数据整理

9个添加剂和5个压床孔径组合成45个粉条配工艺组, 每个配方粉条测定记录质构参数10次。结果整理和统计结果见表1。

表1 添加剂用量与压床孔径组合的硬度均值表 (硬度<sub>10</sub> 单位/g)

添加剂用量 (%)	压床孔径 (mm)				
	1.8	2.0	3.0	4.0	5.0
0.00	172677.2	2132641.0	3581630.8	4564618.5	107426203.6
0.25	25426164.7	38176103.0	45326130.7	83696217.4	111026355.6
0.50	82126189.3	10166992.6	11046162.3	134286178.8	183656435.4
0.75	111136301.7	117956134.5	15816281.3	189316328.1	284286648.0
1.00	12829601.7	1855611.3	168946371.9	249826273.3	2873661204
1.25	118266136.3	139066155.1	179226347.1	198386281	389636576.3
1.50	107116294.0	163096227.4	191146302.7	25736275.9	367526388.4
1.75	207616308.8	220126301.7	319186479.6	308166404.2	343146558.1
2.00	172896353.2	194386217.2	204316151.7	27286221.2	358376186.5

### 2 回归关系的初步检验

利用硬度均值对添加剂用量和压床孔径做散点图见图1和图2, 其他质构参数的散点图从略。结果表明硬度与添加剂和压床孔径均存在一定的线性关系, 且正相关。可判断两个因素可对硬度进行拟合建立二元回归方程。

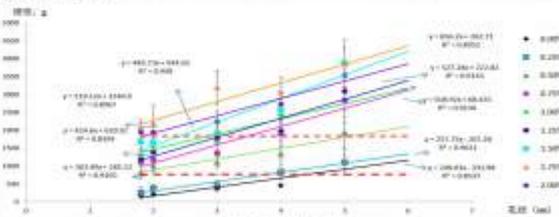


图1 孔径-硬度散点图

压床孔径为1.8mm和2.0mm时, 添加剂用量在0.5%~1.5%都在传统粉条硬度范围, 但随压床孔径增大, 应适量减少添加剂用量, 否则粉条可能会太硬, 且成本会增高; 如孔径为5.0mm时, 添加剂适宜用量为0.25%和0.5%。

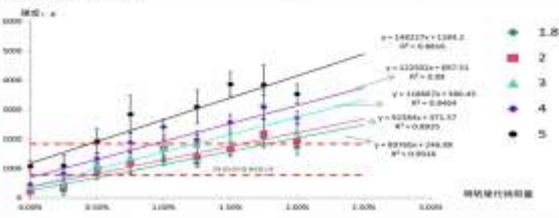


图2 添加剂用量-硬度散点图

图2注: 压床孔径分别为1.8mm和2.0mm时, 添加剂适宜用量为0.5%~1.5%, 压床孔径为3.0mm时, 添加剂适宜用量为0.25%~1.0%, 压床孔径为4.0mm和5.0mm时, 添加剂适宜用量为0.25%~0.5%。

从图2可以判断, 添加剂适宜用量为0.5%~1.0%时, 无矾粉条硬度都在传统粉条硬度范围内。虽然可以通过散点图判断适宜的添加剂用量和孔径, 但不够科学, 因此需要建立二元校正模型。

### 3 多元线性回归模型的建立和验证

用SPSS 20进行多元回归分析, 建立和验证添加剂和压床孔径对6个质构参数的回归公式(校正模型)。

以添加剂用量和压床孔径对6个质构参数进行多元回归分析, 得到的校正模型常数和系数见表2; 模型、回归系数均有显著性, 结果见表3和表4。6个质构参数中, 硬度、胶着性、咀嚼度对回归系数都很大, 且相关系数分别为0.856、0.850和0.844, 优势淘汰弹性、粘聚性、恢复性三个参数。考虑到硬度较好理解, 选择硬度模型。

表2 回归系数汇总表

	硬度	胶着性	咀嚼度	粘聚性	恢复性	弹性
常数项	-764.365	-638.324	-608.927	0.088	0.311	0.954
添加剂	112840.418	87291.41	80793.532	-5.789	-3.191	-0.858
孔径	425624	571.184	359.671	0.085	0.091	0.080

表3 模型显著性检验

模型	显著性	F
硬度	0	8.856
胶着性	0	8.850
咀嚼度	0	8.844
粘聚性	0	0.307
恢复性	0	0.316
弹性	0	0.284

表4 模型各参数显著性检验汇总表

质构参数	显著性	F
硬度	0	0
胶着性	0	0
咀嚼度	0	0
粘聚性	0	0.001
恢复性	0	0
弹性	0	0

### 硬度模型多元线性方程为

$$y = -764.4 + 112840.4x_1 + 425.624x_2$$

其中添加剂用量系数是孔径系数的265倍, 说明添加剂用量是硬度的主要影响因素。在实践中, 压床孔径的变化不大, 一旦确定压床孔径, 上述回归模型就变成一元线性回归公式  $y = a + bx_1$ , 即粉条的物性特性完全取决于添加剂用量。

### 4 模型的外部验证

为进一步确定模型的真实性与可行性, 对硬度建立的模型进行验证, 根据表5中添加剂用量与压床孔径计算预测值, 三组添加剂用量和压床孔径组合10个实测值与预测值进行单样本t检验, 差异均不显著。说明模型预测结果较为准确。

表5 三组添加剂用量和压床孔径组合硬度预测值与实际值对比表

添加剂用量 (%) / 压床孔径 (mm)	0.25% / 3.0	0.5% / 4.0	1.0% / 5.0
预测值	1137.852	1934.812	2896.123
	1093.235	1836.858	3351.542
	7249.913	1383.907	3220.251
	771.998	1684.047	1573.997
	714.197	1355.943	1213.788
	479.582	1701.756	1553.147
	1660.239	1817.315	1839.943
	800.808	1348.267	1853.132
	811.884	1849.707	1520.887
	857.121	1939.006	1755.865
预测值	-764.573	1502.208	1660.878

注: 三组数据均与预测值单侧t检验差异不显著。

## 结论

- (1) 无矾粉条明矾替代添加剂用量、压床孔径均对粉条质构品质有直接的相关性, 模型验证有效, 可建模预测未知项。
- (2) 硬度模型为  $y = -764.4 + 112840.4x_1 + 425.624x_2$ , 添加剂用量对硬度有绝对的决定性, 作用远大于粉条直径。
- (3) 用本研究的方案可以建立其他粉条添加剂用量的判断模型。

## 作者简介

杨惠茹, 女, 2018级研究生, 研究方向: 食品营养与安全  
\*通讯作者: 郭军, 男, 医学博士, 教授  
从事营养与食品安全领域的教学和科研工作



# 脂肪酸指纹判别特种家畜乳真实性的可行性分析

许韵晖<sup>1</sup>, 张鑫<sup>1</sup>, 刘莉敏<sup>1</sup>, 郭军<sup>1\*</sup>, 王竹<sup>2</sup>, 向青松<sup>2</sup>, 杨月欣<sup>2</sup>

1. 内蒙古农业大学食品科学与工程学院, 呼和浩特 010018

2. 中国疾病预防控制中心营养与健康所, 北京 100050

## 背景

我国牛羊乳业发展的同时, 马、骆驼和牦牛等特种动物乳也逐步得到商品化开发。由于特种乳供应量少, 风味独特, 又具有较高营养价值及保健功能, 其产品经常供不应求且价格远高于牛羊乳。

## 目的

物种之间脂肪酸含量有显著差异, 根据这种特性本实验以化学计量学为基础利用物种之间脂肪酸含量分析鉴别牛、马、羊、骆驼和牦牛等特种家畜乳的差异与真实性。

## 材料与与方法

从内蒙古不同地区人工采集原乳样品后, 将同物种同地区部分样品按比例混合, 得到待测样品51份, 其中牛乳15份、山羊乳5份、马乳15份、双峰驼乳16份。为了建立判别模型, 随机选取马乳和牛乳样品制备3种不同比例(马乳中掺入10%、25%、50%牛乳)混合样品各14份, 每个样本为一种马乳和一种牛乳随机配对调配而成, 零下40℃下冷藏, 测定前于室温下解冻、均质后检测分析其脂肪酸种类及含量。

脂肪酸数据→导入Excel整理→Spss20.0描述统计和差异检验  
矩阵结合PCA←Priouctter4.5预处理(Autoscale)←结果导出  
初步判断建模可行性

## 结果与分析

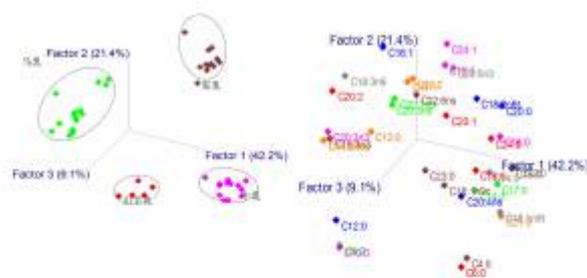


图1 四个物种脂肪酸特征PCA分析得分向量

对脂肪酸指纹数据作PCA分析, 结果如图1, 四种乳脂肪酸指纹物种差异显著, 在三维空间投射到完全不同的区域, 且距离较远, 说明不同物种间脂肪酸种类存在明显差异, 证明利用脂肪酸指纹建立物种真实性判别模型是完全可行的。从根向量图(图2)中可找出相应的特征脂肪酸, 与描述性统计结果基本一致。

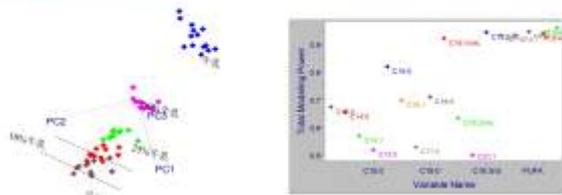


图3 马乳掺入牛乳脂肪酸SIMCA得分向量

图4 各种脂肪酸对SIMCA模型建立的贡献率

SIMCA判别模型建立及验证马乳、牛乳和3个比例混合样品的脂肪酸谱组成的训练样本集建立SIMCA判别模型, 如图3所示。本次建模将SFA、MUFA、PUMA和UFA含量也纳入指标集, 每一种脂肪酸对建立SIMCA模型的贡献率见图4。

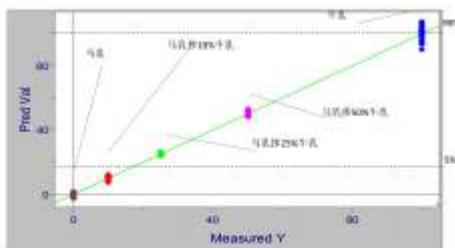


图5 马乳与牛乳PLS定量校正模型

以32个验证样本牛乳掺假量计算结果, RSD约为3.3%, 结果十分理想, 足以建立判别乳及乳制品物种和品质真实性和掺假的方法。

## 讨论

指纹判别是多指标判别, 掺假会破坏乳的天然脂肪酸组成和比例, 本研究4种乳脂肪酸指纹数据PCA分析结果显示各物种有明显的分离, 提示可利用家畜乳脂肪酸指纹鉴别物种真实性, 并尝试采用SIMCA模型对马乳、牛乳以及2种乳混合样品的判别正确率达91%。若想建立一个非常成熟稳健的模型, 仍需要大量代表性样品。

指纹判别可应用于研究乳及乳制品掺假。化学掺假会改变乳及乳制品的化学组分/营养素的种类和含量比例, 从而使其不符合正常乳的指纹特征模型。如果将掺假样品纳入模型建立, 可准确地确定掺假物质的种类。

## 结论

不同物种乳脂肪酸种类及含量差异显著, 将脂肪酸指纹与化学计量学相结合, 采用PCA可明显区分, 可以同时运用SIMCA和PLS模块可建立马乳和牛乳的掺假定性和定量判别模型。利用脂肪酸指纹判别特种乳真实性是可行的, 且该方法在食品掺假、造假鉴别领域有很大的应用空间。

## 作者简介

许韵晖, 女, 2018级研究生, 研究方向: 食品营养与安全  
\*通讯作者: 郭军, 男, 医学博士, 教授  
从事营养与食品安全领域教学和科研工作



# 山荆子果啤酿造工艺的研究

张钰皎, 王中健, 满都拉, 孙子羽, 陈忠军\*

内蒙古农业大学 食品科学与工程学院, 内蒙古自治区呼和浩特市, 010018

## 山荆子营养价值

山荆子, 又称山丁子、林荆子, 属蔷薇科落叶乔木。山荆子广泛分布于内蒙古大兴安岭地区, 是一种具有丰富营养价值和观赏价值的野生植物。山荆子含有丰富的营养物质, 其叶的主要成分是黄酮类和多酚类化合物, 据研究表明, 山荆子叶具有抗氧化、降血脂和减肥等功效。山荆子果实的有机酸含量超过苹果的一倍以上, 成熟后的山荆子果实可直接食用, 也可用于加工蜜饯、果酱和清凉饮料等食品。

## 目的

啤酒是以大麦芽、酒花和水为主要原料, 经酵母发酵而成的一种富含CO<sub>2</sub>的低酒精度饮品。随着人民生活水平的日益提高, 保健食品受到了越来越多人的喜爱。以大麦芽和山荆子为原料制得的保健型果啤不仅丰富了保健食品的种类, 也为我国的果品和啤酒发展起到了促进作用。

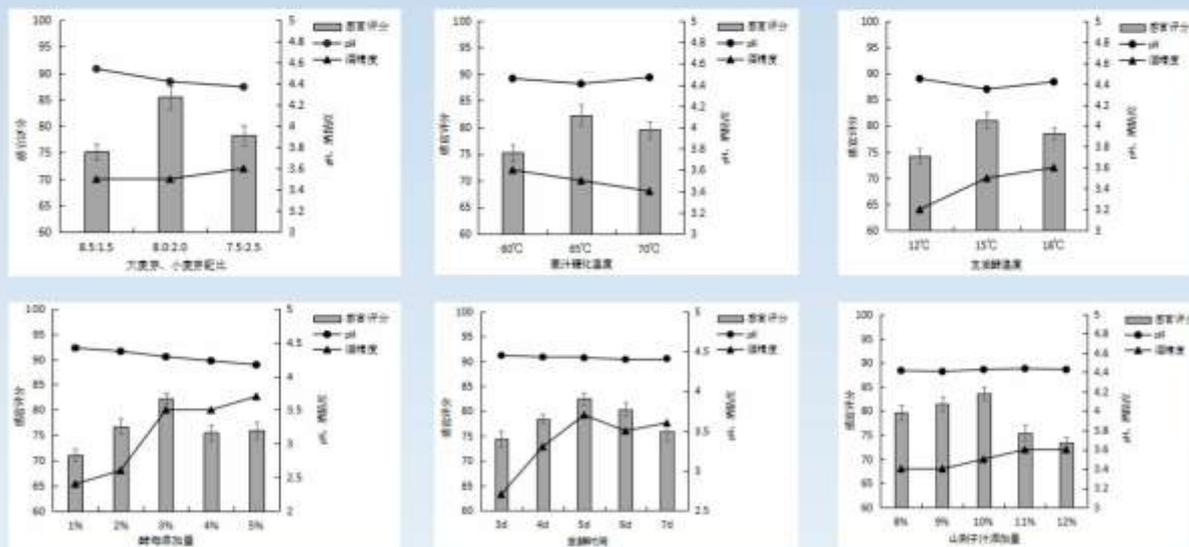
## 果啤加工工艺

小麦芽粉碎

山荆子榨汁→山荆子果汁→蜂蜜调配

大麦芽粉碎→按比例混合→糖化→加酒花煮沸→过滤→杀菌冷却→接种→主发酵→后发酵→过滤→杀菌→灌装→成品

## 结果



## 讨论

采用单因素试验及正交试验的方法, 得出了山荆子果啤的最佳发酵工艺条件: 添加20%小麦芽于65°C糖化至终点后, 将10%山荆子汁与10% P麦芽汁混合, 并添加3.0%的啤酒酵母后于15°C下发酵5 d。此条件下所得的山荆子果啤颜色纯正、口感浓郁醇厚、杀口感突出、酒体丰满, 是一款具有山荆子的酸甜可口和优质啤酒特征的特色果啤。

## 作者简介

作者简介: 张钰皎(1995-), 女(汉), 硕士研究生, 研究方向为食品微生物学

\*通信作者: 陈忠军(1971-), 女(汉), 教授, 博士生导师, 研究方向为食品微生物及发酵工程

# 乳酸菌调控胆固醇代谢关键因子的研究进展

李权威<sup>1</sup>, 张开屏<sup>2</sup>, 赵艳红<sup>1</sup>, 杜瑞<sup>1</sup>, 田建军<sup>1\*</sup>, 靳焯<sup>1\*</sup>

(1. 内蒙古农业大学食品科学与工程学院, 内蒙古呼和浩特 010018;

2. 内蒙古商贸职业学院食品工程系, 内蒙古呼和浩特 010070)

**摘要:** 乳酸菌作为人体肠道内的正常菌群, 它在调节人体内的代谢等方面发挥着十分重要的作用。人体内胆固醇代谢失衡会引发多种疾病, 严重威胁着人类的健康, 因此如何调控机体内外胆固醇的代谢是当今至关重要的课题之一。乳酸菌可以通过调控胆固醇代谢过程中的关键因子的表达对机体内外胆固醇水平起到调节作用, 如: 调节胆固醇合成代谢中的 3-羟基-3-甲基戊二酰辅酶还原酶 A 还原酶 (HMG-CoA); 调控胆固醇分解代谢中的胆固醇 7 $\alpha$ -水解酶 (CYP7A1); 调节胆固醇吸收及转运过程中的 ATP 结合盒转运蛋白家族成员 ABCG5/G8 及多蛋白跨膜蛋白 NPC1L1 蛋白等。文中对上述内容进行了综述, 旨在为深入研究乳酸菌调控机体胆固醇代谢提供理论基础。

**关键词:** 乳酸菌, 胆固醇, 关键因子, 调控

**Abstract:** The metabolism disorders of cholesterol would trigger several diseases, which could threaten human health seriously. How to regulate and control the metabolism of cholesterol in vitro and vivo is supposed to be one of the most important issue nowadays. The Lactobacillus is the normal flora existing in human intestine, acting as an important role on adjusting the metabolism. The Lactobacillus can influence the level of cholesterol through regulating the expression of key factors in the process of cholesterol metabolism. Those factors include, the HMG-CoA in the synthesizing process of cholesterol metabolism, the CYP7A1 in the catabolism process of cholesterol metabolism, the ABCG5/G8 and NPC1L1 in the absorption and transportation process of cholesterol metabolism, etc. This paper states the related research in terms of key factors that act on the process of the Lactobacillus regulate and control the metabolism of cholesterol. The aim of the paper is to provide theoretical basis of further study on Lactobacillus regulate cholesterol metabolism.

**Key words:** Lactic acid bacteria; cholesterol; key factor; regulation

近几年, 高发的心血管疾病已经成为人类的主要死因之一<sup>[1]</sup>, 食品中及体内胆固醇含量过高是引发此类疾病的主要原因<sup>[2]</sup>。有研究表明, 每降低 1% 的血清总胆固醇含量, 冠心病等疾病的发病率可降低 2%~3%<sup>[3]</sup>。他汀类药物虽可起到明显的防止并控制疾病的效果, 但其成本过高且副作用较大, 故天然代替品的研究显得尤为重要, 如食源性乳酸菌。食源性乳酸菌由于来源于食品本身, 其安全性被人们所认可, 且已有研究表明乳酸菌在体内可以起到维持肠道菌群平衡, 调节人体脂类代谢及糖代谢等作用<sup>[4-5]</sup>。到目前为止已有大量研究人员通过体内外试验筛选并证明乳酸菌具有降解胆固醇的能力, 对其机理也已进行了比较深入的研究。因此, 文中对乳酸菌调控胆固醇代谢机理进行了总结归纳。

## 1 胆固醇的概述

胆固醇又名胆甾醇, 一种环戊烷多氢菲的衍生物<sup>[6]</sup>。从 18 世纪起, 人们就从胆石中发现了该物质, 1816 年由化学家本歇尔将这种物质命名为胆固醇<sup>[7]</sup>。胆固醇是动物组织细胞中极为重要的物质, 它参与细胞膜的形成, 同时还是合成胆汁酸, 维生素 D 以及甾体激素的原料。

基金项目: 国家自然科学基金地区项目 (31660439); 国家重点研发计划(2016YFE0106200);

内蒙古自治区自然科学基金面上项目 (2016MS0311; 2017MS0363);

内蒙古自治区科技计划资助项目(201701008, 发酵肉制品安全生产关键技术和产业化开发);

内蒙古自治区高等学校科学研究项目 (NJZY17445);

内蒙古自治区研究生科研创新项目 (乳酸菌降胆固醇的影响因素及其机理的研究)

作者简介: 李权威 (1993—), 女, 硕士研究生, 研究方向为食品质量与安全。E-mail: 1003947119@qq.com

\*通信作者: 田建军 (1975—), 男, 副教授, 博士研究生, 研究方向为食品科学。E-mail: imaut@163.com;

靳焯 (1964—), 男, 教授, 博士生导师, 研究方向为畜产品安全生产。E-mail: jinyeyc@sohu.com

人体内胆固醇主要来自于两种途径：内源性生物合成及外源性胆固醇的吸收，其中内源性合成占 80%<sup>[8-10]</sup>。目前已经研究出多种可以存活在人体肠道中的乳酸菌，它们在体内降低胆固醇的机制较复杂，可能的途径主要有：（1）降低肝脏胆固醇的生物合成；（2）促进胆固醇的分解代谢；（3）调节胆固醇的吸收及转运。而这些途径主要就是通过调控 3-羟基-3-甲基戊二酰辅酶 A 还原酶(HMGCR)的合成和表达、调节胆固醇 7 $\alpha$ -水解酶(CYP7A1)的合成和表达、调节 ATP 结合盒转运蛋白(ATP binding cassette, ABC) 家族成员 G5 和 G8(ABCG5/G8) 及多蛋白跨膜蛋白 NPC1L1 的表达、改变固醇调节原件结合蛋白 SREBP 的表达完成的<sup>[11-12]</sup>。也就是说这些机制主要是通过调节人体内胆固醇代谢通路中的关键控制因子来实现的。

表 1 调控体内胆固醇代谢的关键控制因子

Table 1 The key regulatory factor of cholesterol metabolism

关键控制因子	存在部位	主要调节作用	乳酸菌作用方向	参考文献
HMGCR	内质网膜	调控胆固醇的自身合成	抑制此蛋白的表达 可以阻碍胆固醇合成	[13]-[19]
CYP7A1	肝脏	调控胆固醇转化为胆汁酸	上调此蛋白的表达会 促进胆固醇转化	[20]-[24]
NPC1L1	肠上皮细胞	调控胆固醇的肠吸收	下调此蛋白的表达会	[25]-[30]
	肝脏		抑制胆固醇肠吸收	[34]-[35]
ABCG5/G8	肝细胞	调控胆固醇的肠代谢	上调此蛋白的表达会促 进其肠代谢	[31]- [33]
	胆管细胞			[36]
	胆囊上皮细胞			
	小肠上皮细胞			
SREBP	肝脏	调控胆固醇的肝吸收	上调此蛋白的的表达会 抑制胆固醇的肝吸收	

## 2 乳酸菌对体内胆固醇代谢的调控作用

### 2.1 体内胆固醇代谢概述

体内胆固醇的代谢主要分为胆固醇合成，胆固醇的分解及胆固醇的吸收与转运三大部分，如图 1 所示，肝脏是胆固醇内源性合成和分解的主要部位，胆固醇的合成是以乙酰辅酶 A 为原料，经过一系列的反映最终转变成胆固醇，其中 HMGCR 是肝脏内胆固醇合成的关键限速酶，它催化甲羟戊酸的合成，这是合成胆固醇的关键前体物质，乳酸菌对胆固醇合成代谢的调控作用主要就是通过影响此因子的表达实现的。肝脏内的胆固醇除了由内源性合成外还有部分是从血液中吸收而来，血液中含有的高密度脂蛋白胆固醇(HDL-c)和低密度脂蛋白胆固醇(LDL-c)会通过基底膜(肝细胞与肝窦间)上 B1 型清道夫受体(SRB1)以及低密度脂蛋白受体(LDLR)被肝脏吸收，低密度脂蛋白胆固醇的吸收过程主要靠 SREBPs 来调控，这也是乳酸菌调控肝脏胆固醇吸收的主要作用因子。为了维持肝脏内胆固醇的平衡，肝脏会将部分胆固醇在 CYP7A1 的控制下转化为结合型胆酸盐，在胆汁酸的作用下随粪便排出。剩余部分的游离胆固醇会从肝细胞中排出，经过一系列反应，与胆盐和磷脂共同形成乳糜微粒再被肠道吸收，小肠对于胆固醇的吸收主要依靠肠上皮细胞中的 NPC1L1 蛋白来控制，将小肠内多余的胆固醇转移出小肠的主要调控原件是 ABCG5/G8。乳酸菌通过肝脏 X 受体(LXRs)对小肠中的这两个关键因子进行调控，从而影响小肠内胆固醇的代谢。

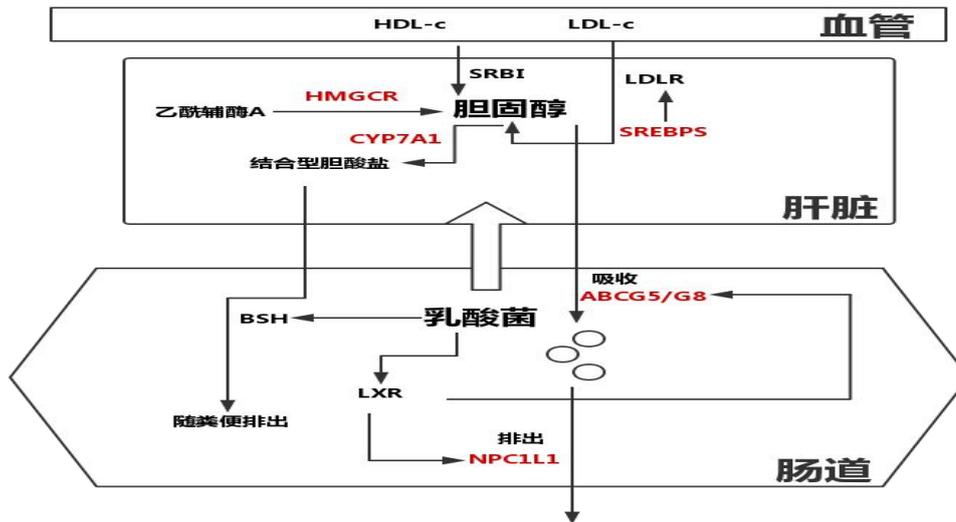


图 1 体内胆固醇代谢模型

Fig 1 The model of cholesterol metabolism in vivo

## 2.2 乳酸菌抑制胆固醇的自身合成

HMGCR 是胆固醇生物合成中的限速酶，它催化 HMG-CoA 还原为甲羟戊酸<sup>[13]</sup>。所有哺乳动物的 HMGCR 都位于内质网膜上，人类的 HMGCR 蛋白共有 888 个氨基酸残基，被分为两个相邻的区域，还原酶的 N 末端结构域由 339 个氨基酸组成，并通过八个由短环分开跨膜区段整合到膜中，其中第 89 位和第 248 位为两个可受甾醇调节的氨基酸位点（如图 2 所示），还原酶的 C 末端由 548 个氨基酸组成，是 HMGCR 发挥催化活性主要区域<sup>[14]</sup>。

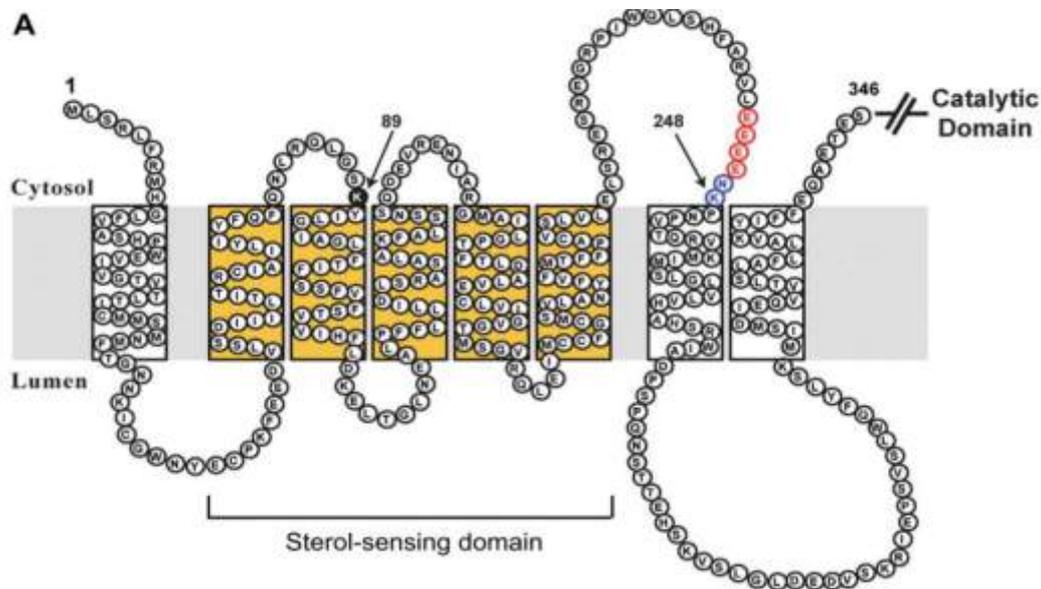


图 2 HMGCR 拓扑结构图

Fig 2 The topology of HMGCR

HMGCR 的活性是控制胆固醇从头合成的主要方法，因此常被作为降低体内胆固醇含量的药物靶标，例如目前医学上最常用的他汀类药物，是治疗高胆固醇血症的最常用药物之一，这种药物的作用机理就是通过抑制 HMG-CoA 还原酶活性来干扰胆固醇的重头合成，从而降低胆固醇含量<sup>[15]</sup>。2014 年周喻等人对来自海洋的腐皮镰刀菌 FG319 进行了深入的研究，结果表明该菌的粗提物对 HMG-CoA 还原酶的抑制能力随着其浓度的升高而增强，且当浓度达到 150 ug/ml 时抑制率达到最高为 80%。之后随着代谢粗产物浓度的再度升高，抑制率出现了下降的趋势<sup>[16]</sup>。慢慢的人们发现除了海洋微生物以外，食源性的乳酸菌也具有调控胆固醇合成的能力，由于其本身就来源于食物，安全性更加受到人们的信任，也因此对这方面的研究越发的广泛和深入。

2016年郭均发现活菌与死菌对 HMGCR 的活性影响差异很大,活的乳酸菌会下调 HMGCR 基因的表达从而抑制胆固醇的合成,死的乳酸菌却会上调 HMGCR 基因的表达<sup>[17]</sup>。随着研究的深入,乳酸菌对于 HMGCR 的调控机理也越发的明确,由 Lee-Ching Lew 等在 2018 年研究表明植物乳杆菌 DR7 降低胆固醇的性质可以沿着 AMPK 途径进行,AMPK 是一种能够维持细胞能量水平的能量传感器,已成为代谢性疾病的潜在治疗靶点。从机制上讲,AMPK 直接磷酸化可以控制许多主要代谢调控因子和主要参与控制葡萄糖和脂质代谢的转录因子的活性<sup>[18]</sup>。乳酸菌通常是通过促进 AMPK 的磷酸化,导致 HMGCR 基因的表达降低<sup>[19]</sup>。

### 2.3 乳酸菌促进胆固醇的分解代谢

降低胆固醇的另一个主要途径就是通过促进胆固醇在体内的分解作用,减少其在体内的含量,CYP7A1 是胆固醇转化为胆汁酸(BA)途径中的合成限速酶,仅在肝脏中表达,每天能为人体排除 400 至 600mg 的多余胆固醇。对于这个因子的调控方式首先就是人们熟知的运动法,由 廖吉等研究表明脂肪堆积会显著降低体内 CYP7A1 mRNA 的表达,从而影响胆固醇向胆汁酸的转化,使胆固醇堆积至出现高胆固醇血症,同时,以小鼠试验证明了中度运动可以有效的促进该基因的表达从而改善小鼠的胆固醇转化障碍<sup>[20]</sup>。随着研究的深入,对于此因子的调控不仅限于运动这一种方式,由 Serkan Kir 等在 2012 年发现了成纤维细胞生长因子 19(FGF19)通过涉及核受体 SHP 的机制抑制 CYP7A1 转录,他们的研究显示核受体 HNF4 $\alpha$  和 LRH-1 对于 CYP7A1 的调节作用具有双重性<sup>[21]</sup>。

近几年,随着乳酸菌调控胆固醇代谢的相关研究的深入,人们逐渐发现了乳酸菌可以提高 CYP7A1 的表达来加速肝脏内胆固醇的降解速度,使胆固醇快速的分解为胆汁酸从而降低肝脏内胆固醇的含量。Martinez R C 等通过给大鼠喂食植物乳杆菌,实验结果显示饲喂活菌组的大鼠低密度脂蛋白胆固醇和血浆三酰甘油水平显著降低,分别为 42%和 32% (P<0.05),粪便胆汁酸排泄加速 45%,低密度脂蛋白受体表达受到轻微的影响,通过检测发现活植物乳杆菌喂养后的大鼠体内 CYP7A1 的基因表达和蛋白水平显著上调(mRNA 上调至 80%,蛋白质表达上调至 60%),这便充分证明了该菌对 CYP7A1 的表达具有一定的促进作用<sup>[22]</sup>。随后人们发现对 CYP7A1 起调控作用的是乳酸菌中含有的胆盐水解酶(BSH),肠道内乳酸菌含有胆盐水解酶,此酶会增加体内的游离胆汁酸的分泌,这些游离胆汁酸会抑制法尼醇 X 受体(FXR),再由 FXR/Fgf15 轴将信号从肠道传递到肝脏内,从而上调肝脏内 CYP7A1 的表达,以此加快胆固醇向胆汁酸转化的速度,降低肝脏内胆固醇的含量<sup>[23]</sup>。Potthoff M J 等人也证实了益生菌可以在功能性 FXR 信号通路的辅助下促进粪便 BA 的流失并诱导肝脏 BA 合成<sup>[24]</sup>。

### 2.4 乳酸菌调控胆固醇的吸收及转运

如图 3 所示,胆固醇在小肠内的吸收及转运作用主要由 NPC1L1 蛋白及 ABCG5/G8 蛋白两种蛋白控制,膳食中的胆固醇需要与小肠上皮细胞中的 NPC1L1 蛋白特异性结合才能进入到肠腔中,完成小肠对胆固醇的吸收过程,而肠腔内的游离胆固醇需要形成胶束状态才能被转运到刷状缘膜表面,在小肠的刷状缘膜表面存在着 ABCG5/G8 蛋白,此蛋白是调控肠腔中游离胆固醇转运的关键蛋白,通过它胆固醇才可以进入肠上皮细胞,在细胞内经过酯化作用形成乳糜微粒被转运出细胞,完成小肠中胆固醇的转运过程。乳酸菌对小肠内胆固醇的吸收及转运代谢的调控也是通过调控这两个关键蛋白的表达实现的。

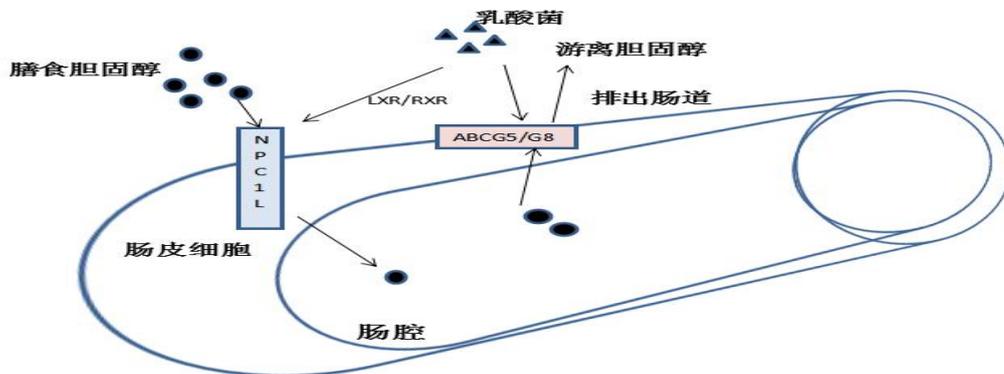


图 3 胆固醇肠代谢模型

Fig 3 The model of cholesterol metabolism in intestine

最近有研究表明 NPC1L1 蛋白是人体吸收胆固醇所必需的蛋白质，其在吸收性肠上皮细胞的顶端高度表达<sup>[25]</sup>。Sairyo M 通过免疫荧光研究显示啮齿类动物中，NPC1L1 蛋白主要在小肠上表达，在肝脏组织中表达极少<sup>[26]</sup>。小肠中的胆固醇在近端空肠区域表达量较高，此处恰好是胆固醇的吸收部位，胆固醇通过与 NPC1L1 蛋白结构域的特定结合实现高度特异性的转运，穿过肠上皮细胞后，在经过一系列的转运最终到达肝脏<sup>[27]</sup>，在此过程中，下调 NPC1L1 蛋白的表达就能在一定程度上调控小肠对胆固醇的吸收，最终达到降低肝脏内胆固醇含量的效果<sup>[28]</sup>。对 NPC1L1 有调控作用的物质有很多，比如 Chang 等研究发现三磷酸鸟苷结合蛋白酶家族成员 cdc42 能与 NPC1L1 相互作用共同调控胆固醇的转运<sup>[29]</sup>；Alrefai 等也发现，SREBP-2 在 NPC1L1 蛋白启动子处与 ACAT2 和 PLTP 两个固醇调节原件结合，激活 NPC1L1 蛋白启动子的活性，增强 NPC1L1 蛋白的表达，肝细胞核因子 4 $\alpha$  (HNF4 $\alpha$ ) 和肝 X 受体 (liver X receptors, LXRs) 均有降低 NPC1L1 蛋白表达的作用<sup>[30]</sup>。

ABCG5/G8 这对基因主要在肝细胞、胆管细胞、胆囊上皮细胞以及小肠上皮细胞刷状缘表达。在小肠中该蛋白主要在小肠上皮细胞的刷状缘膜表达<sup>[31]</sup>。最近有研究表明增加 ABCG5 蛋白和 ABCG8 蛋白在小肠中的表达可显著降低胆固醇吸收<sup>[32]</sup>。且有研究发现 ABCG5 蛋白和 ABCG8 蛋白是 LXRs 在肠道中的直接靶基因，两者需要共同作用才能对胆固醇起到有效的调节作用，Cheng Y 等人通过原位杂交试验发现在 LXR 激动剂治疗的肠细胞中 ABCG5 蛋白和 ABCG8 蛋白的表达水平显著增加，这足以证明维持体内胆固醇稳态是由肠中 ABC 甾醇转运蛋白和 LXR 依赖性表达协同调节的<sup>[33]</sup>。

在小肠中，乳酸菌对于 NPC1L1 蛋白和 ABCG5/G8 蛋白这两种因子的调控是依靠肝脏 X 受体 (LXRs) 介导的。LXR 主要包括两种核受体 LXR- $\alpha$  和 LXR- $\beta$ ，它需与类视黄醇 X 受体 (RXR) 结合形成杂合二聚体后才具有转录因子活性。在肠道内 LXR/RXR 杂合二聚体通过下调 NPC1L1 蛋白的表达来抑制肠道对胆固醇的吸收。由 Ying Huang 等研究表明嗜酸乳杆菌 4356 对体内胆固醇代谢有影响，嗜酸乳杆菌 4356 饲喂后，十二指肠和空肠内 NPC1L1 蛋白的表达显著降低，通过研究其机理发现饲喂乳杆菌的小鼠肝脏内的肝脏 X 受体被激活，下调了 NPC1L1 蛋白的表达，所以才起到了抑制胆固醇合成的作用<sup>[34]</sup>。LXR/RXR 杂合二聚体在下调 NPC1L1 蛋白的表达抑制胆固醇合成的同时还会上调 ABCG5/G8 蛋白的表达，促进肠道内胆固醇的外排，从而减少体内胆固醇的含量<sup>[35]</sup>。两年后由 Ying Huang 再次通过小鼠试验证明嗜酸乳杆菌 ATCC4356 具有上调 LXR 在小肠中的表达水平的能力，且 LXR 的激活显著上调了 ABCG5/G8 蛋白的表达水平，这有利于胆固醇从细胞输出到腔内基底外侧隔室。可见乳酸菌完全可以通过 LXR 调控 ABCG5/G8 蛋白和 NPC1L1 蛋白的表达进而调控小肠内胆固醇的代谢<sup>[36]</sup>。

### 3 结论

对于降胆固醇乳酸菌的研究已经进行了近半个世纪，大量的动物实验充分证明了存在乳酸菌可以起到调控体内胆固醇代谢的作用，尽管不同菌株之间存在明显的特异性。与体外相比，对于乳酸菌在体内降解胆固醇的机制的研究相对滞后。随着近几年的深入研究发现，乳酸菌在体内降解胆固醇的机制大致可从以上提到的合成，吸收，转运三个方面展开分析，且这些调控作用主要是通过调节三大代谢通路中的几个关键控制因子发挥的。目前，这些研究结果仅仅是依靠乳酸菌干预后的动物体内的蛋白质表达量变化推测出来的，也就是说目前的判断依据相对表面，还缺乏更加深入更加本质的证据。此外，乳酸菌在体内对于胆固醇的调控具体是由其本身还是其个别的代谢产物所导致的，是直接可以控制胆固醇代谢中的某个关键步骤还是只能通过其他间接的方式对其产生影响，都还没有很详细明确的证明，相信随着科研的进一步深入，乳酸菌对胆固醇代谢的调控机制会更加明朗。

参 考 文 献

- [1] Ridaura V K, Faith J J, Rey F E, et al. Gut microbiota from twins discordant for obesity modulate metabolism in mice[J]. *Science*, 2013, 341(6150):1079-1089.DOI: 10.1126/science.1241214.
- [2] Huang J H, Huang S L, Li R H, et al. Effects of nutrition and exercise health behaviors on predicted risk of cardiovascular disease among workers with different body mass index levels[J]. *International Journal of Environmental Research & Public Health*, 2014, 11(5):4664-4675.DOI: 10.3390/ijerph110504664.
- [3] Geronimus A T, Bound J, Waidmann T A, et al. Excess mortality among blacks and whites in the United States[J]. *N Engl J Med*, 2016, 335(21):1552-1558.DOI:10.1056/NEJM199611213352102.
- [4] Rial S A, Karelis A D, Bergeron K, et al. Gut Microbiota and Metabolic Health: The Potential Beneficial Effects of a Medium Chain Triglyceride Diet in Obese Individuals[J]. *Nutrients*, 2016, 8(5):281.DOI: 10.3390/nu8050281.
- [5] Cammarota G, Ianiro G, Cianci R, et al. The involvement of gut microbiota in inflammatory bowel disease pathogenesis: Potential for therapy[J]. *Pharmacol Ther*, 2015, 149:191-212.DOI: 10.1016/j.pharmthera.2014.12.006.
- [6] Wang Y Q, Wu T, Hu D Q, et al. Intracellular hepatitis B virus increases hepatic cholesterol deposition in alcoholic fatty liver via hepatitis B core protein[S]:[J]. *Journal of Lipid Research*, 2018, 59(1):58-68. DOI: 10.1194/jlr.M079533.
- [7] Sossi O. [Considerations on certain cases of cholesterin pleurisy][J]. *Annali dell'Istituto "Carlo Forlanini"*, 1951, 13(3):247.
- [8] 黄燕燕, 郭均, 黎恒希, 等. 降胆固醇乳酸菌的体外筛选及其降胆固醇机理探讨 [J]. *食品科学*, 2018, 39(6):88-94.DOI: 10.7506/spkx1002-6630-201806015
- [9] Damgaard T D, Otte J A H, Meinert L, et al. Antioxidant capacity of hydrolyzed porcine tissues[J]. *Food Science & Nutrition*, 2014, 2(3):282-288.DOI: 10.1002/ fsn 3.106
- [10] Liu Z, Zhang Y, Zhang R, et al. Promotion of classic neutral bile acids synthesis pathway is responsible for cholesterol-lowering effect of Si-miao-yong-an decoction: Application of LC-MS/MS method to determine 6 major bile acids in rat liver and plasma[J]. *Journal of Pharmaceutical & Biomedical Analysis*, 2017, 135:167-175. DOI:0.1016/j.jpba.2016.12.021.
- [11] Hang J, Chen S, Cai D, et al. Long noncoding RNA lncARSR promotes hepatic cholesterol biosynthesis via, modulating Akt/SREBP-2/HMGCR pathway[J]. *Life Sciences*, 2018,203:48-53.DOI:10.1016/j.lfs.2018.04.028.
- [12] Mercer K E, Bhattacharyya S, Diaz-Rubio M E, et al. Infant Formula Feeding Increases Hepatic Cholesterol 7 $\alpha$  Hydroxylase (CYP7A1) Expression and Fecal Bile Acid Loss in Neonatal Piglets[J]. *Journal of Nutrition*, 2018, 148(5): 702-711. DOI: 10.1093/jn/nxy038.
- [13] Booth L, Roberts J L, Poklepovic A, et al. The levels of mutant K-RAS and mutant N-RAS are rapidly reduced in a Beclin1 / ATG5 -dependent fashion by the irreversible ERBB1/2/4 inhibitor neratinib[J]. *Cancer Biology & Therapy*, 2018, 19(2):132-137.DOI: 10.1080/15384047.2017.1394556.
- [14] 孟晓琴, 吴文惠, 周喻, 付强, 郭锐华, 包斌. 发酵罐发酵腐皮镰刀菌株产出 HMG-CoA 还原酶抑制剂的研究 [J]. *天然产物研究与开发*, 2016, 28(03):359-365.DOI:10.16333/ j.1001- 6 880.2016.3.007
- [15] 刘杰, 欧国春, 曾静, 梁豪, 胡厚祥. 不同强度他汀类药物对中国人群冠状动脉粥样硬化性心脏病疗效及安全性的系统评价 [J]. *国际心血管病杂志*, 2018, 45(02):117-122.DOI:10.3969 /j.issn.1673-6583.2018.02.014.
- [16] Jiang Z, Barret MO, Boyd KG, et al. JM47, a cyclic tetrapeptide HC-toxin analogue from a marine *Fusarium* species[J]. *Phytochemistry*, 2002, 60(1): 33-38.DOI: 10.1016/S0031-9422(02)00061-4.
- [17] 郭均. 降胆固醇乳酸菌的筛选及其体内降胆固醇作用[D]. 华南理工大学, 2016.
- [18] Park H, Kaushik V K, Constant S, et al. Coordinate regulation of malonyl-CoA decarboxylase, sn-glycerol-3-phosphate acyltransferase, and acetyl-CoA carboxylase by AMP-activated protein kinase in rat tissues in response to exercise[J]. *Journal of Biological Chemistry*, 2002, 277(36):32571-32577.DOI: 10.1074/jbc.M201692200.
- [19] Cho N J, Lee C, Pang P S, et al. Phosphatidylinositol 4,5-bisphosphate is an HCV NS5A Ligand and Mediates Replication of the Viral Genome[J]. *Gastroenterology*, 2015, 148(3):616-625. DOI: 10.1053/j.gastro.2014.11.043 .

- [20] Arathi Mani,Hongzhu Li,Guangdong Yang,Lingyun Wu,Rui Wang.CSE/H<sub>2</sub>S 通路缺失影响小鼠肝脏胆固醇和脂肪酸代谢(英文)[J].Science Bulletin, 2015, 60(03): 336-347.DOI 10.1007/s11434-014-0722-7.
- [21] Kir S, Zhang Y, Gerard R D, et al. Nuclear Receptors HNF4 $\alpha$  and LRH-1 Cooperate in Regulating Cyp7a1 in Vivo[J]. Journal of Biological Chemistry, 2012, 287(49):41334-41341. DOI: 10.1074/jbc.M112.421834 .
- [22] Martinez R C, Bedani R, Saad S M. Scientific evidence for health effects attributed to the consumption of probiotics and prebiotics: an update for current perspectives and future challenges[J]. British Journal of Nutrition, 2015, 114 (12):1993-2015. DOI: 10.1017/S0007114515003864 .
- [23] Degirolamo C, Rainaldi S, Bovenga F, et al. Microbiota modification with probiotics induces hepatic bile acid synthesis via downregulation of the Fxr-Fgf15 axis in mice[J]. Cell Reports, 2014, 7(1):12-18. DOI: 10.1016/j.celrep.2014.02.032 .
- [24] Potthoff M J, Potts A, He T, et al. Colesevelam suppresses hepatic glycogenolysis by TGR5-mediated induction of GLP-1 action in DIO mice[J]. American Journal of Physiology Gastrointestinal & Liver Physiology, 2013, 304(4):G371-G380. DOI: 10.1152/ajpgi.00400.2012 .
- [25] Wulp M Y M V D, Verkade H J, Groen A K. Regulation of cholesterol homeostasis[J]. Molecular & Cellular Endocrinology, 2013, 368(1-2):1-16.DOI: 10.1016/j.mce.2012.06.007.
- [26] Sairyo M, Kobayashi T, Masuda D, et al. A Novel Selective PPAR $\alpha$  Modulator (SPPAR $\alpha$ ), K-877 (Pemaifibrate), Attenuates Postprandial Hypertriglyceridemia in Mice[J]. Journal of Atherosclerosis & Thrombosis, 2018, 25(2):142-152.DOI: 10.5551/jat.39693
- [27] Li P S, Fu Z Y, Zhang Y Y, et al. The clathrin adaptor Numb regulates intestinal cholesterol absorption through dynamic interaction with NPC1L1[J]. Nature Medicine, 2014, 20(1):80.DOI: 10.1038/nm.3417.
- [28] Hernandez L M R, Mejia E G D. Bean peptides have higher in silico, binding affinities than ezetimibe for the N-terminal domain of cholesterol receptor Niemann-Pick C1 Like-1[J]. Peptides, 2017, 90:83-89.DOI: 10.1016 /j.peptides. 2017.02.011.
- [29] 谭志辉,张先林.胆固醇结石形成的相关性因素研究[J].中国普外基础与临床杂志,2016,23(01):123-126.DOI: 10.7507/1007-9424.20160034.
- [30] Xie C, Li N, Chen Z J, et al.The small GTPase Cdc42 interacts with Niemann-Pick C1 Like 1 NPC1L1 and controls its movement from endocytic recycling compartment to plasma membrane in a cholesterol dependent manner[J]. J Biol Chem,2011,286 (41): 35933-35942. DOI: 10.1074/jbc.M111.270199 .
- [31] Alrefai WA; Annaba F; Sarwar Z; Dwivedi A; Saksena S; Singla A; Dudeja PK; Gill RK. Modulation of human Niemann-Pick C1-like 1 gene expression by sterol: role of sterol regulatory element binding protein[J]. Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol, 2007, 292(1):369-76.DOI: 10.1152/ajpgi.00306.2006.
- [32] Graf GA, Li WP, Gerard R D, et al. Coexpression of ATP-binding cassette proteins ABCG5 and ABCG8 permits their transport to the apical surface [J]. J Clin Invest,2002,110( 5) : 659-669.DOI: 10.1172/JCI0216000.
- [33] Repa J J, Berge K E, Pomajzl C, et al. Regulation of ATP-binding cassette sterol transporters ABCG5 and ABCG8 by the liver X receptors alpha and beta[J]. Journal of Biological Chemistry, 2002, 277(21):18793-18800. DOI: 10.1074/jbc. M1099272 00 .
- [34] Huang Y, Wang J, Cheng Y, et al. The hypocholesterolaemic effects of Lactobacillus acidophilus American type culture collection 4356 in rats are mediated by the down-regulation of Niemann-Pick C1-like 1[J]. British Journal of Nutrition, 2010, 104(6):807-812.DOI: 10.1017/S0007114510001285.
- [35] Yoon H S, Ju J H, Lee J E, et al. The probiotic Lactobacillus rhamnosus BFE5264 and Lactobacillus plantarum NR74 promote cholesterol efflux and suppress inflammation in THP - 1 cells[J]. Journal of the Science of Food & Agriculture, 2013, 93(4):781-787.DOI: 10.1002/jsfa.5797.
- [36] Huang Y, Wang J, Quan G, et al. Lactobacillus acidophilus ATCC 4356 prevents atherosclerosis via inhibition of intestinal cholesterol absorption in apolipoprotein E-knockout mice[J]. Applied & Environmental Microbiology, 2014, 80 (24):7496- 7504.DOI: 10.1128/AEM.02926-1

# Ca<sup>2+</sup>信号通路调控肌纤维类型转化的研究进展

侯普馨<sup>1</sup>, 侯艳茹, 白艳苹, 苏琳, 赵丽华, 靳焯\*

(内蒙古农业大学 食品科学与工程学院, 内蒙古 呼和浩特 010018)

项目基金: 国家自然科学基金地区项目 (31660439); 国家重点研发计划国际科技合作项目 (中美合作 2016YFE0106200); 内

蒙古自治区高等学校科学研究项目 (NJZY16060); 内蒙自然科学基金面上项目 (2018MS03050)

作者简介: 侯普馨 (1995—), 女, 硕士研究生, 研究方向为食品质量与安全。E-mail: houpuxin9501@163.com

通讯作者: 靳焯 (1964—), 男, 教授, 博士生导师, 研究方向为畜产品安全生产。E-mail: jinyeyc@sohu.com

**摘要:** Ca<sup>2+</sup>信号通路包括钙调神经磷酸酶 (calcineurin, CaN) 和钙调蛋白激酶 (calmodulin kinase, CaMK) 两条 Ca<sup>2+</sup>依赖性信号传导途径, 其被激活都会促进快肌纤维向慢肌纤维转化。本文综述了 CaN 和 CaMK 的组成结构、作用机理相关研究、影响 Ca<sup>2+</sup>信号通路调控的主要因素、Ca<sup>2+</sup>信号通路在肌纤维类型转化中的作用以及与肉品质的关系。对其研究方向作出展望, 为今后通过遗传、营养等措施改善肉品品质提供理论依据。

**关键词:** CaN 途径; CaMK 途径; 肌纤维类型转化; 肉品品质

肌纤维是肌肉组织的基本组成单位, 其类型是决定肉品质的一个重要因素。肌纤维的密度、数量、直径大小、横截面积、不同类型肌纤维的数量比例以及面积比例都与肉品质密切相关。特别是当肉品中氧化型肌纤维所占比例高时, 肌肉的 pH、肉品的风味、颜色、大理石纹评分和肌内脂肪含量较高, 肌肉的系水力强, 细嫩多汁, 肉质良好。目前通过改变肌纤维类型组成从而改善肉品质已经成为肉品科学领域的研究热点。

骨骼肌的可塑性较强, 当机体受到刺激时, 骨骼肌能够激活细胞内相关的信号通路使肌纤维特异性基因的表达改变从而使得肌纤维类型发生改变以适应需求。大量研究均表明, 肌纤维类型的转化遵循 I 型 (慢收缩氧化型) → II a 型 (快收缩氧化酵解型) → II x/d 型 (中间型) → II b 型 (快收缩酵解型) 的转化路径。肌纤维类型的转化受到多种信号通路的调控, 如 AMPK (AMP - activated kinase, 单磷酸腺苷活化蛋白激酶) 通路、PPAR (Peroxisome proliferator - activated receptor, 过氧化物酶体增殖物激活受体) 通路、Wnt/β - catenin (Wnt/β - 连环蛋白) 通路、Ras/MAPK (rat sarcoma/Mitogen - activated protein kinase, 大鼠肉瘤蛋白/细胞分裂素活化蛋白激酶) 通路等。研究较多的两条途径为 CaN/NFAT (calcineurin/Nuclear factor of activated T cells, 钙调神经磷酸酶/T 细胞核因子) 和 MRFs (myogenic regulatory factors, 生肌调节因子) 途径, 其主要是细胞内 Ca<sup>2+</sup>浓度和代谢产物的变化激活了下游信号分子通路, 从而调节与肌纤维类型相关的基因, 引起肌纤维类型发生转变。本文总结了 CaN 与 CaMK 的组成结构, Ca<sup>2+</sup>信号通路调控肌纤维类型转化的作用机理与相关研究, 影响 Ca<sup>2+</sup>信号通路调控的主要因素以及 Ca<sup>2+</sup>信号通路与肉品质的关系。为今后通过遗传、营养等措施改善肉品品质提供理论依据。

# 不同饲养条件下苏尼特羊的屠宰性能、羊肉营养品质及脂质氧化特异性差异分析

杜瑞, 王柏辉, 王宇, 罗玉龙, 赵丽华, 靳焯\*

(内蒙古农业大学食品科学与工程学院, 内蒙古呼和浩特 010018)

基金项目: 国家自然科学基金(31660439) 国家重点研发计划(2016YFE0106200)

作者简介: 杜瑞(1994—), 女, 硕士, 研究方向为质量与安全

通信作者: 靳焯(1964—), 男, 教授, 博士, 研究方向为畜产品安全生产

**摘要:** 以 12 月龄两种饲养条件下的(放牧和舍饲)苏尼特羊臀三头肌为试验材料, 采用高效液相色谱(HPLC)和气相色谱质谱联用技术(GC-MS)研究两种饲养方式下苏尼特羊的屠宰性能、羊肉营养品质和脂质氧化性能的差异。结果表明, 舍饲羊的活体重、胴体重和净肉重显著高于放牧( $P<0.05$ )。饲养方式对羊肉中脂肪含量有显著影响, 且放牧组大于舍饲组( $P<0.05$ ), 而对羊肉中蛋白质和胆固醇含量无显著影响( $P>0.05$ )。羊肉中多不饱和脂肪酸的含量显著高于舍饲( $P<0.05$ ), 其主要包括 CLA、 $\alpha$ -亚麻酸、EPA 和 DHA 等。; 通过贮藏实验发现放牧羊肉中 TBA 值显著低于舍饲组( $P<0.05$ ), 从而表明放牧羊肉具有较高的抗氧化分解能力。舍饲羊肉在屠宰加工方面有一定优势, 而放牧羊肉则具有较高的营养价值, 因此在生产中应考虑其不同用途从而选择不同饲养模式。

**关键词:** 饲养方式; 屠宰性能; 肉品质; 脂肪酸; 脂质氧化

**结果图表:**

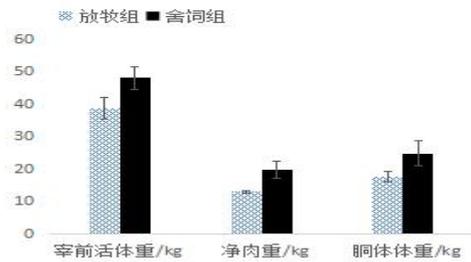


图 1 饲养方式对苏尼特羊屠宰性能和胴体品质的影响

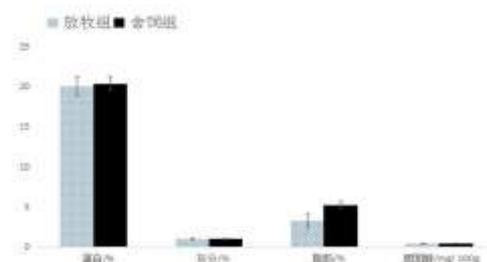


图 2 饲养方式对苏尼特羊肉常规营养物质的影响

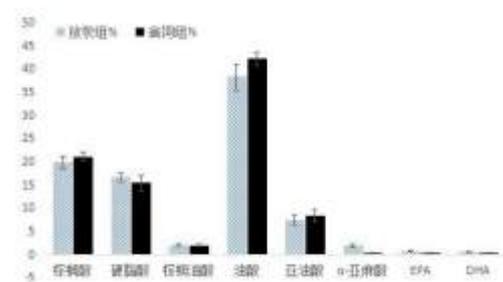


图 3 饲养方式对苏尼特羊脂肪酸的影响



图 4 饲养方式对苏尼特羊脂质氧化性能的影响

## 结论

通过对两种饲养方式下苏尼特羊的屠宰性能, 羊肉营养品质和脂质氧化性差异分析, 可得出以下结论:

1. 舍饲羊的活体重、胴体重和净肉重均高于放牧羊, 这表明舍饲方式的屠宰性能和胴体品质方面优于放牧方式。
2. 放牧羊肉中肌内脂肪含量低于舍饲组, 而胆固醇和蛋白质含量无显著差异。放牧羊肉中多不饱和脂肪酸的含量高于舍饲, 特别是亚麻酸、DHA 和 EPA。从营养价值来说, 放牧羊肉具有较高的营养价值和食用价值。
3. 贮藏 3 个月后, 放牧组羊肉的 TBA 值低于舍饲组, 表明放牧羊肉抗脂质氧化性能优于舍饲, 有利于羊肉货架期的延长。

## 发酵羊肉干中亚硝酸盐及亚硝胺的残留量检测

刘建林, 刘逸群, 孙学颖, 辛晓琦, 杜梅, 王倩, 赵丽华\*

(内蒙古农业大学 食品科学与工程学院, 呼和浩特 010018)

基金项目: 内蒙古自然科学基金项目 (2016MS0313)

作者简介: 刘建林 (1994-), 硕士, 专业: 农产品加工与贮藏工程。Email:977682427@qq.com

\*通讯作者: 赵丽华 (1971-), 博士, 教授, 博士生导师, 从事肉品加工领域教学科研工作。Email:867051675@qq.com

**摘要:** 实验设置对照组、发酵剂组、沙葱组、沙葱+发酵剂组四组发酵羊肉干, 参照国标 GB 5009.33-2016 法和温演庆的方法对四组的过程样进行亚硝酸盐及亚硝胺的检测。结果表明, 对照组和沙葱组在成熟后含量最低, 分别为 5.586 和 5.700 mg/kg; 而沙葱+发酵剂组残留量最大, 为 7.994 mg/kg。发酵羊肉干在制作过程中共生成两种亚硝胺, 二乙基亚硝胺和亚硝基吡咯烷。其中沙葱+发酵剂组成品中两种亚硝胺残留量最少, 分别为 1.341 和 37.398 mg/kg; 而发酵剂组成品中残留的二乙基亚硝胺含量最大, 为 13.088 mg/kg; 沙葱组成品中亚硝基吡咯烷残留量最大, 为 110.519mg/k。综合考虑, 沙葱+发酵剂组更优于其他组。

**关键词:** 发酵羊肉干; 亚硝酸盐; 亚硝胺; 残留量

### 研究背景:

发酵肉制品是通过有益微生物的发酵作用进而引起肉中蛋白质的变性与降解, 这样既可改善产品的质地, 又可提高人体对蛋白质的吸收率; 同时微生物发酵还可以产生乳酸、菌素等代谢产物, 从而降低发酵肉制品的 pH 和水分含量, 这将提高发酵肉制品的安全性和货架期。并且通过微生物的发酵以及内源酶的共同作用, 会赋予发酵肉制品独特的风味。因此发酵肉制品具有营养价值高、良好的色泽、独特风味以及易消化等特点, 深受广大消费者的喜爱。目前国内外发酵肉制品亚硝酸盐、亚硝胺残留是一个研究热点。亚硝酸盐广泛添加在肉制品加工过程, 但亚硝酸盐与胺类或酰胺类物质会形成强致癌性的亚硝基化合物, 目前已知的亚硝胺有 300 多种, 90%以上具有致癌性。

### 结果图表

#### 1 发酵羊肉干



图1 成品图

#### 2 亚硝酸盐含量变化

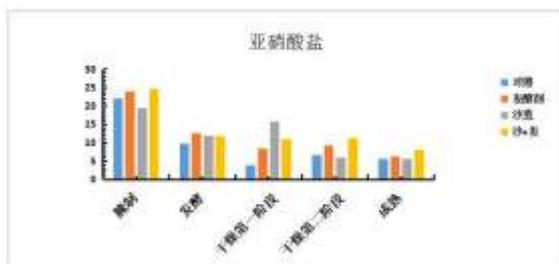


图2 四组发酵羊肉干中亚硝酸盐残留量

#### 3 二乙基亚硝胺含量变化

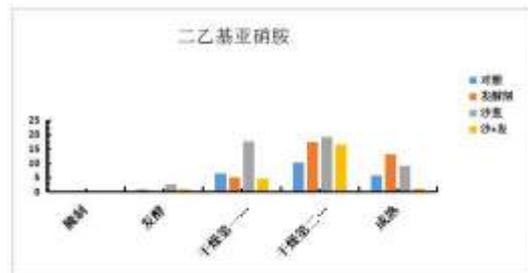


图3 四组发酵羊肉干中二乙基亚硝胺残留量

#### 4 亚硝基吡咯烷含量变化

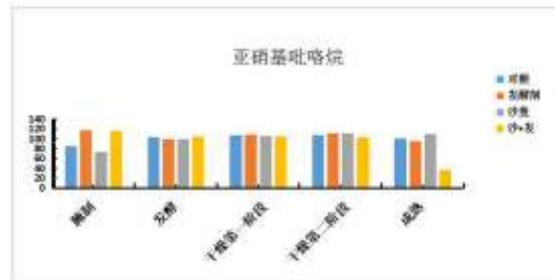


图4 四组发酵羊肉干中亚硝基吡咯烷残留量

# 母乳中乳酸菌的分离鉴定及潜在益生菌的初步筛选（删减版）

陈美瑄，多拉娜，郭艳荣，刘文俊，孟和毕力格\*

（内蒙古农业大学食品科学与工程学院，内蒙古 呼和浩特 010018）

作者简介：陈美瑄，女，1993.2 生，硕士，食品科学专业。

\*通讯作者：孟和毕力格，男，1965.1 生，博士，教授，博士研究生导师，从事乳酸菌资源及乳酸菌生理生化学与代谢特性研究为主的科研工作。

**摘要：**母乳尤其是初乳含有丰富的抗感染物质，能保护婴儿减少患病，提高婴儿对消化道、呼吸道和某些传染病的抵抗力。特别是其中的有益微生物在分娩和喂养过程中通过多种途径进入婴儿体内并最终在肠道定植，对婴儿的免疫系统发育和形成具有十分重要的作用。同时，耐酸耐胆盐是益生菌通过人体胃肠液并发挥作用的必要条件，筛选母乳中具有潜在益生特性的乳酸菌，可以为乳酸菌的开发应用提供基础数据。本研究采集呼市地区健康的哺乳期妇女的母乳，采用微生物纯培养技术和 16S rDNA 序列分析法对乳酸菌进行分离鉴定。最终在 45 份母乳样品中分离菌株 210 株，包括双歧杆菌 17 株，乳杆菌 31 株等，对其中三株双歧杆菌菌株 M8、8-4、FB-16 和一株鼠李糖乳杆菌菌株 M9 对照实验室前期筛选的益生菌 *B. lactis* V9 进行模拟胃肠液耐受性及耐胆盐试验。研究结果表明，菌株 M8、M9 在人工胃液中的存活率分别为 85.38%、83.72%，在人工肠液中的存活率分别为 97.25%、78.33%，在胆盐耐受性试验中的生长延滞期分别为 1.58h，1.92h，具有良好的耐受性，因此 M8、M9 菌株可作为具有潜在益生特性的乳酸菌，进行深入研究。

**关键词：**母乳；乳酸菌；分离鉴定；耐酸耐胆盐

## 结果图表

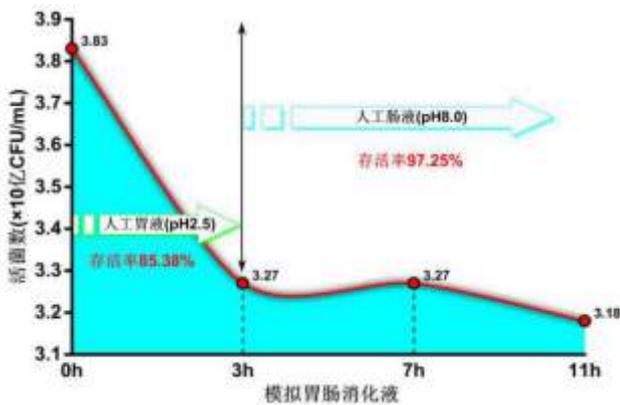


图 1 双歧杆菌 M8 对人工胃肠液耐受性结果

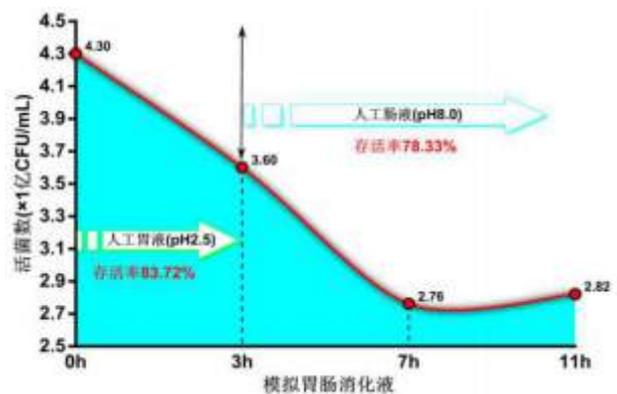


图 2 鼠李糖乳杆菌 M9 对人工胃肠液耐受性结果

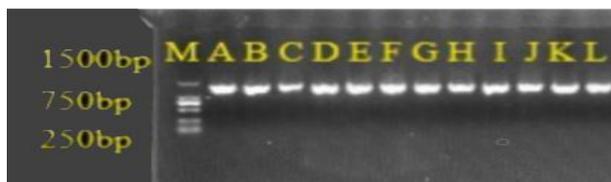


图 3 部分 16S rDNA 的 PCR 扩增产物电泳图



图 4 部分菌株菌体形态

## 结论

本研究对 4 株供试菌株进行人工胃肠液和胆盐耐受性的测定结果表明：各菌株对胃肠液和胆盐的抗逆性有差异，经过与对照菌株 *B. lactis* V9 对比发现，只有 M8、M9 与 *B. lactis* V9 的耐酸耐胆盐特性相当，存活率高。

# 苏尼特羊不同部位肌肉挥发性风味成分分析

李文博, 罗玉龙, 刘畅, 窦露, 赵丽华, 靳焯\*

(内蒙古农业大学食品科学与工程学院, 内蒙古 呼和浩特 010018)

基金项目: 国家自然科学基金地区科学基金项目 (31260378; 30471225);

作者简介: 李文博, 女, 1996 年生, 硕士研究生, 研究方向为食品科学。

通讯作者: 靳焯, 男, 1964 年生, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向为畜产品安全生产。

**摘要:** 以 12 月龄苏尼特羊不同部位的肌肉为实验材料, 取股二头肌、背最长肌、臀三头肌 3 个部位肌肉进行挥发性成分的测定。采用顶空固相微萃取-气相色谱-质谱联用技术分析苏尼特羊肌肉中的挥发性成分。结果表明: 3 个部位羊肉的挥发性风味成分, 共鉴定出 44 种挥发性化合物, 包括醛类 17 种、醇类 11 种、酮类 3 种、酸类 3 种、烃类 6 种、其他化合物 4 种, 通过比较 3 个不同部位羊肉的挥发性风味成分, 筛选出影响风味的物质为醛类和醇类, 主要风味化合物为己醛、壬醛、1-辛烯-3-醇和 2,3-辛二酮, 背最长肌中的己醛、1-辛烯-3-醇、2,3-辛二酮含量均显著高于臀三头肌和股二头肌 ( $P<0.05$ ), 壬醛含量显著高于股二头肌 ( $P<0.05$ )。总体来说, 背最长肌中的醛类和醇类物质含量高于臀三头肌和股二头肌, 具有良好的风味品质。

**关键词:** 苏尼特羊; 挥发性物质; 固相微萃取; 气相色谱-质谱联用

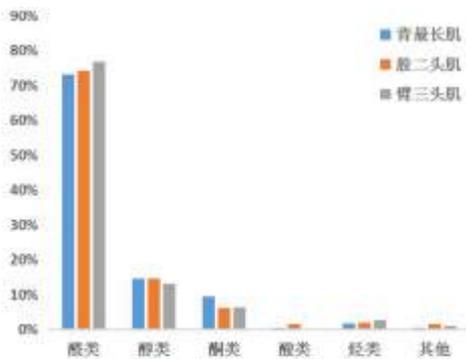


图 1 苏尼特羊不同部位挥发性物质相对含量对比

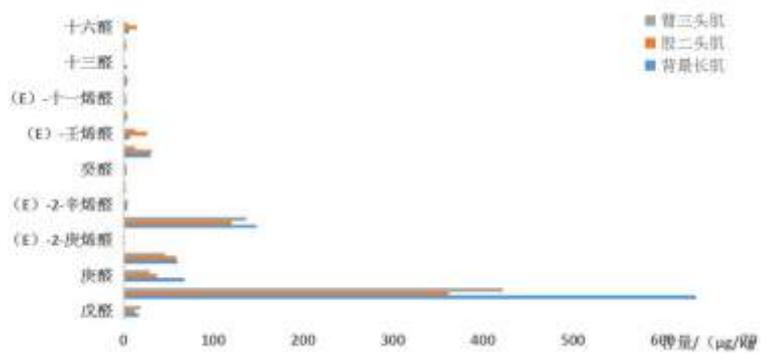


图 2 苏尼特羊不同部位醛类物质含量对比

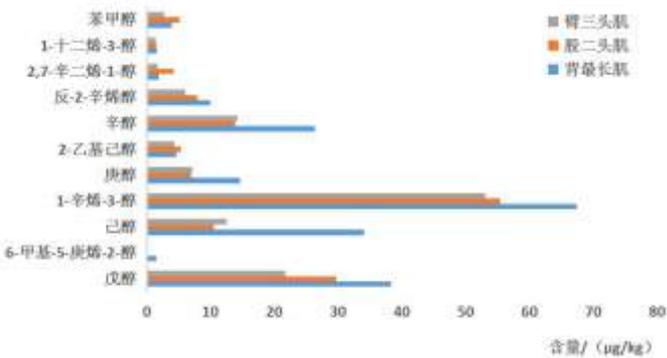


图 3 苏尼特羊不同部位醇类物质含量对比

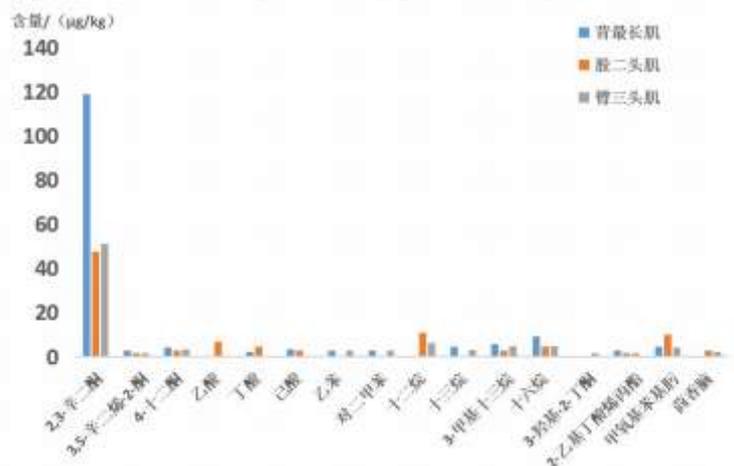


图 4 苏尼特羊不同部位其他类物质含量对比

## 结论

采用顶空 SPME-GC-MS 联用分析 3 个部位羊肉的挥发性风味物质, 共鉴定出 44 种挥发性化合物, 主要包括醛类、醇类、酮类、酸类及烃类等化合物, 其中醛类和醇类的挥发物种类较多, 含量较高; 而酮类、酸类及烃类的种类较少, 含量较低, 筛选主要风味化合物为己醛、壬醛、1-辛烯-3-醇和 2,3-辛二酮, 影响不同部位羊肉的挥发性物质主要是醛类和醇类, 背最长肌中的醛类和醇类含量高于臀三头肌和股二头肌。



内蒙古农业大学

食品科学与工程学院

## 简介

食品学院建于1988年，在时代潮流中迅猛发展，为我市我国承担和发挥着教育、科研和社会服务职责。2016年在校本科生2033人（69个班），全日制博士及硕士生研究生共273人，另有在职研究生180余人。为自治区内外食品和其他行业输送了大量的人才！该院教育、教学和学生服务管理很有特色。遵循“因材施教”和“为民族教育服务”办学方略，设有一本双语班、蒙语班、二本班、蒙语预科班和项目生班，施行本科生班主任制度和导师制度，关怀每个学生的教育和成长。学院下设食品科学与工程、食品质量与安全、包装工程三个教学系和“益得”乳品加工厂。增设我区特色优势本科专业乳品工程系教师和科研人才20余人。该院国家级和自治区级科研和实践教学平台有，“乳品生物技术与工程”教育部重点实验室、“乳品生物技术”教育部工程研究中心、“畜产品加工”国家级特色优势学科专项资助实验室；“乳制品研究”自治区重点开放实验室、“畜产品加工”内蒙古工程技术研究中心。另还有“食品质量与安全实验室”、“果蔬加工实验室”、“粮油加工实验室”等常规教学和一般科研开发实验室。

在“十三五”期间该院拟引进和招聘博士以上学历教师和科研人才20余人，在继续做强乳肉优势专业和学科基础上，大力建设食品质量与安全本科专业和研究生营养与食品安全学科学位点。

### 近年博士研究生专业和研究方向（注：以当年招生信息为准）

学科/学位点	研究方向	指导教师
食品科学 (一级学位点)	肉制品科学与技术	靳焯、格日勒图
	乳酸菌资源开发与利用	孙天松、孙志宏
	食品微生物与生物技术	双全、贺银凤、吉日木图
农产品加工及贮藏工程	乳制品生物技术与工程	张和平、王俊国
	植物食品资源利用	张美莉
	食品包装与储运	董同力嘎
	肉制品加工技术	赵丽华

### 近年硕士研究生专业和研究方向（注：学硕3年制、专硕2年制，以当年招生信息为准）

学科/学位点	研究方向	指导教师
食品科学 (一级学位点)	肉品科学与技术	靳焯、格日勒图、高爱武、田建军
	乳酸菌资源开发与利用	陈永福、孙志宏、丹彤、刘文俊、张文羿、孙天松、孟和毕力格
	食品微生物与生物技术	双全、贺银凤、吉日木图、吴敬、陈霞、陈忠军、张凤梅、乌云达来
	营养与食品安全	郭军、段艳、宝音都古荣·金花、杨飞芸
农产品加工及贮藏工程	乳制品生物技术与工程	张和平、王俊国、白英
	肉制品加工技术	苏琳、莎丽娜、赵丽华
	食品保鲜与安全控制技术	杨晓清、董同力嘎、孙文秀
	果蔬加工与贮藏	韩玉梅、李正英
粮食、油脂及植物蛋白工程	粮油及植物蛋白工程	张美莉、包小兰

不忘初心，

不断进步中的内蒙古营养学会！



责任编辑：郭军

执行主编：雒帅

编辑校对：冯利芳、黄亚东、乌恩其、刘梦静、刘宇婷、郭珍琪、姬彩霞

杨惠茹、许昀辉、胡晓晓、汪洋、王倩、白扬、贾佳

内蒙古农业大学食品科学与工程学院“实验室里的青春”工作组

通讯地址：内蒙古农业大学西区乳品楼侧楼202室

通讯电话：0471—4317891

电子邮箱：nmg\_yyxh@163.com

学会网站：www.nmgyyxh.com

会议赞助：内蒙古自治区科学技术协会



ᠨᠢᠮᠠᠨᠢ ᠰᠣᠶᠢᠨᠢ ᠶ᠋ᠢᠨᠠᠭᠤᠨ  
Inner Mongolia Society of Nutrition  
内蒙古营养学会

会刊