



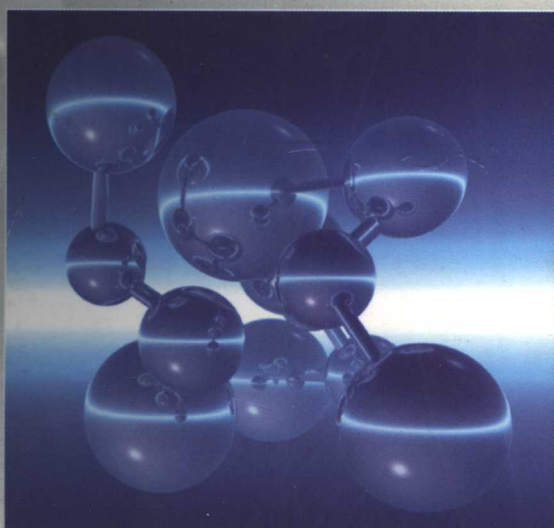
1998

第二届

国际微量元素与食物链学术研讨会

论文集

中国农学会微量元素与食物链研究会 编著



中国农业出版社

第二届国际微量元素与食物链学术研讨会

论 文 集

中国农学会微量元素与食物链研究会 编著

中 国 农 业 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

第二届国际微量元素与食物链学术研讨会论文集/中国农学会微量元素与食物链研究会编著. - 北京: 中国农业出版社, 1999.12

ISBN 7-109-06208-2

I. 第… II. 中… III. ①微量元素-国际学术会议-文集②食物链-国际学术会议-文集 IV. Q493-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 71657 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 沈镇昭

责任编辑 赵立山

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

1999 年 12 月第 1 版 1999 年 12 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 26.75

字数: 626 千字 印数: 1~1 000 册

定价: 60.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

前 言

1992 年第一届国际微量元素与食物链学术研讨会成功召开之后，对国内外影响较大，先后收到不少国内外朋友的来信、来电，要求能召开第二届国际微量元素与食物链学术研讨会。

我们研究会（中国农学会微量元素与食物链研究会）在 1996 年的贵阳常务理事会上，考虑到国际朋友们的信任，国内同行们的希望，以及国际上同行们在本学科领域的研究进展，有必要举行第二届国际会议，以扩大学术交流，增进友谊，为更好更快地促进这一新兴学科的发展，迎接 21 世纪新的机遇的到来，为人类健康、生态环境的平衡，子孙后代的繁衍与幸福作出应有的贡献，一致通过在 1998 年举行第二届国际微量元素与食物链学术研讨会，并报告我会名誉会长于若木同志，获得她的积极而有效的支持。经过三年来的筹备，在中国农学会的大力支持下，经国家科委与国家科协批准，决定于 1998 年 11 月 12~15 日在武汉市举行。整个会议由中国农学会、中国农学会微量元素与食物链研究会、湖北新世纪绿色生物工程股份有限公司、华中农业大学联合主办。

第一届南昌国际会议的中心议题是：研讨如何促进食物链中微量元素的转化、功能及平衡调节的系统研究，以利于改善食物结构、生态环境的平衡调节，提高人们的健康水平。第二届国际会议在上述议题基础上，研讨了下述主要课题：

1. 土壤和肥料中微量元素与稀土元素；
2. 植物中微量元素与稀土元素；
3. 微量元素和畜、禽、水生动物；
4. 微量元素与人体健康和疾病；
5. 人体对微量元素的需求；
6. 微量元素间的相互作用，微量元素与生态平衡的关系；
7. 食物链中微量元素的分子生物学；
8. 中药中微量元素的研究；
9. 用微量元素强化食物、饲料及微量元素有关的其它产品对健康的保护；
10. 环境和微量元素的关系；
11. 新的微量元素分析技术和研究进展。

考虑到这次会议是本世纪内本学科的最后一次国际性学术会议，为了迎接新世纪将以生物科学为发展重点的挑战，我们侧重在土壤、植物、动物、食品、饲料、人体中的有关微量元素和微量元素与微生物相互关系议题上进行深入的讨论。

会议共收到国内外学者提交的论文 156 篇，其中有来自美、英、法、德、日、比利时、澳大利亚、奥地利、俄罗斯、加拿大、土耳其、科威特、波兰、印度、孟加拉、新西兰、意大利等国学者论文 21 篇，除了出版英文摘要集外，还应广大与会学者的要求，从中选出部

分论文以中文全文文集形式正式出版。在英文摘要集中，我们开辟了新产品一栏。自第一届南昌会议以后，为了适应市场需要，许多学者以自己研究成果为基础，开发了以微量元素为内涵的多种产品，都取得了不同程度的经济效益和社会效益，说明了微量元素的研究，已经开始理论与应用相结合起来了。

从与会学者提供的论文和报告来看，与第一届南昌会议不同，农业方面的论文比较多，研究较为深入，提出了一些新的观点和见解。在宏观到微观的理论研究又有了新的进展，这些进展表明了国际上在这项研究领域内的新的动态，元素的研究领域不断扩展，研究深度不断向纵深方面延伸，已经在超微领域内的探索，研究的成果也正在不断转化为生产力，造福于人类。

微量元素作为食物链中的重要环节，它在食物链中某一环节平衡失调，就会直接或间接造成整个人类生态环境平衡失控，特别是现代文明与现代科学技术的发展，已经给人类和其后代带来了生物学方面的不良后果。我们的各项科学研究必须造福人类、造福子孙后代，必须面对这个事实，不容置疑地要切实调整科研与技术开发的方向和结构，否则，整个地球就会毁灭在人类自己所创造的文明上。事实上，我们已经受到大自然给我们的严重惩罚。因此，在本世纪中叶，世界上许多科学家，对食物链中微量元素的课题，自动地自觉或不自觉艰苦地进行探索，并且不断取得成效，一些成果也逐渐被人们所认识与接受。不容否认，当一新的成果出现时，有的人会很好地爱护，加以科学栽培，使其成熟，开花结果，有的人则反其道而行之，不是折磨和歪曲便是以另一种伪科学方式，夸大宣传，滥加开发，欺世盗名，大发横财，名利双收，而造灾于人，后果更为严重。

对食物链中的微量元素，不少善良的人民，已经在人类健康与防病、治病以及促进农业生产、环境保护、生态平衡的作用已有一定认识，但对其有改善和调节生态平衡的作用还是认识不够，尤其不恰当使用微量元素时，对人类造成的副作用，还没有足够的认识，因此，往往是善良的愿望被伪科学所欺，而造成严重的恶果。事实证明，微量元素的副作用所造成的不良后果，要比它的正面影响，深广得多。因此，迎接即将到来的新世纪，而对着知识经济的到来，生物科学与技术是新世纪研究开发的重点，食物链中的微量元素又是生命科学技术一项重要研究内容。我们满怀热情希望在新世纪初召开第三届国际微量元素与食物链的学术研讨会，能具有划时代的辉煌成果，使我们这一学科能紧紧跟随着时代发展的步伐。

第二届国际微量元素与食物链学术研讨会胜利的在武汉市召开，本书的出版，自始至终都获得湖北新世纪绿色生物工程股份有限公司、华中农业大学的大力支持与成功的配合，在此一并致以诚挚的感谢，同时，也获得了广大国内外朋友们真诚的合作，衷心希望通过这次会议的交流和友谊，以实现许多朋友所提出的“建立一个固定的而有效的合作渠道和机构”卓有远见的愿望，来有效地促进本学科的国际合作，因为，微量元素与食物链学科，本身就是国际合作的产物，它的成果是属于国际性合作的产物，也必然会对国际大家庭的成员与共同生活的生态环境产生深远的影响。

第二届国际微量元素与食物链学术研讨会开得很成功，受到国内外学者一致的赞扬，并且一致要求要使国际微量元素与食物链学术研讨会能长期定期开下去，而且保持国际水准，必须成立一个常设机构，叫做“国际微量元素与人类食物链科学委员会”，缩写为“ISC”。为此，我们研究会接受第二届国际会议组织委员会与顾问委员会委托筹备组建国际科学委员会的任务，正在酝酿组建筹备小组的工作，以便有组织有计划地开展筹备活动。

“微量元素与食物链”第一集、第二集国际会议论文集已经相继出版了，反映与记录了国际微量元素与食物链科学研究成果与动态，具有一定的历史意义，我们希望今后能有第三集、第四集、第五集……永远继续下去，这是我们发出内心的愿望，是我们这一代人的衷心的愿望。

陈 义 风

1998.12.

第二届国际微量元素与食物链学术研讨会欢迎词

——中国农学会微量元素与食物链研究会名誉会长

于 若 木

女士们、先生们：

第二届国际微量元素与食物链学术研讨会，在主办单位的努力下，在国内外同行们的支持下，今天在中国武汉市如期召开了。我谨以中国微量元素与食物链研究会名誉会长的名义，并代表第二届国际微量元素与食物链学术研讨会顾问委员会、组织委员会，向来自美、法、意、日、土、波等国和中国的科学家和朋友们表示热烈的欢迎，向大会的胜利召开致以热烈的祝贺。

不论是海洋、陆地、空气、天体还是包括动物、植物、微生物在内的所有生物都含有微量元素，可以说微量元素是无所不在。很多微量元素直接关系到生态环境的平衡，直接关系到人类的健康幸福及其后代的繁衍。食物链是生物圈中的中心链，它将人与动物、植物和环境紧密结合在一起；微量元素乃是串联食物链中始而反复连绵不断的基本环节，因此，微量元素与食物链这一学科关系到人类与生物圈的生态循环，她是一门多学科交叉的新兴学科，牵涉到地球化学、地质、生物、化学、医药、环保、农业、生态等 23 个学科的研究领域，是一门朝气蓬勃很有发展前途的学科，也是 21 世纪重点研究的学科。

1992 年 10 月在我国南昌市成功召开了第一届国际会议，时经 6 年，国内外在这方面的研究进展很快。当我们发出第一轮通知后，来自五大洲 26 个国家的学者反应热烈，发回了回执，其中有不少是世界知名学者。仅俄罗斯就有 8 位教授，其中有 4 名科学院和医学科学院院士要求参加会议，并分别寄来了论文。他们虽然或是因为国内经济变化，或是因为年老有病，或是因为临时有重大任务没有成行，但仍表明了国际上对本届国际会议的重视及对本学科发展趋势的关注。

这次到会的共有 12 个国家的 150 余位学者，这是中国科学家与国际朋友的一次学术交流盛会。会议将讨论如何进一步加强合作与交流，使微量元素与食物链这一重要学科取得更快的发展与更高的成就。

本届会议能够顺利召开，我们应该感谢中国国家科委、科协与湖北省委、省政府，感谢湖北新世纪绿色生物工程股份有限公司和华中农业大学的大力支持。

最后预祝大会取得圆满成功！

谢谢！

第二届国际微量元素与食物链学术研讨会 组委会及顾委会联席会会议记录

时 间: 1998 年 11 月 14 日晚 8: 00

地 点: 武汉市新宜大酒店

主 席: 陈义凤

翻 译: 李述远

与会代表: 唐任寰、危克周、吴晋强、邓泽元、徐辉碧、朱莲珍、曹治权、张家年、陈焕春、Yukawa. M (日本)、Arakawa. Y (日本)、Maciejewska. A (波兰)、Rambeck. W. A (德国)、Windisch. W (德国)、N. K. Aras (土耳其)、H. D. Stowe (美国)

主 旨: 具体讨论今后如何进一步提高国际微量元素与食物链学术研讨会的学术交流质量及组织情况。

有关内容

研讨会的命名

第一届及第二届研讨会都是以“国际微量元素与食物链学术研讨会 (International Symposium on Trace Elements and Food Chain)”命名, 但是许多学者对这个名称所包含的范围并不明确, 研讨会的名称应该更为具体一些。出于这种考虑, 大家建议今后研讨会的名称应改为“国际微量元素与人类食物链学术研讨会”, 缩写为 ISTEHFHC。

ISTEHFC 的目的

为了进一步提高今后研讨会提交的论文以及学术交流质量, 有以下几点建议:

1. 为有关人类食物链中微量元素的实验提供研究资料;
2. 为国内外科学家同行之间的会晤提供场所;
3. 为国内外学者展示研究成果提供机会, 提供有组织的口头表述和宣传信息;
4. 为国内外有志于微量元素与食物链研究的学者们提供合作的机会。

有关研讨会举办时间与地点的建议

1. 这类学术研讨会应该是不间断的, 最好是每三年一届。
2. 研讨会在中国举行数次后可考虑在其他国家举行, 如在东亚或东南亚的其他国家。
3. 关于选择国际会议地址标准的几点建议: ①具有有研究实力的大学; ②有足够的条件和人力来组织大会; ③该城市必须交通便利 (有飞往北京、上海以及世界各地的航班); ④必须提供价格合理的住宿条件和大会所需设备; ⑤名胜古迹和旅游景点。

为了使该研讨会保持国际水准, 建议成立国际科学委员会 (ISC)。国际科学委员会成员由来自日本、北美洲、欧洲、中国以及其他国际组织类似于国际原子能机构 (IAEA) 和

联合国教科文组织（UNESCO）的学者。

这个国际科学委员会将会有利于：①使该领域的著名学者展示他们的研究成果；②使研讨会上提交的论文能够在相关的国际杂志上出版；③寻求国际上的资金以资助研讨会，特别是邀请外国学者的费用；④建立当地的组织委员会以便于研讨会的组织。

其他建议

每届研讨会的当地组委会成员应由大多数中国学者和至少一名其他国家的 ISC 成员组成。

整理者：Namik K. Aras（土耳其）

Howard D. Stowe（美国）

1998.12.22

目 录

通过提高动物饲料中碘含量的方法来克服人类的

碘缺乏 Walter A. Rambeck Maolong He Francois Delange (1)
中国高辐射区域土壤和植物中铀和钍含量及其向人类转移量的测定

..... Masae Yukawa Yoshito Watanabe 等 (5)
硒在农业畜牧业中的应用及其对野生生物的影响 B. T. CHENG (8)

屠宰猪体内汞、砷、镉、铅、铬含量分析与食物链

关系研究 马成林 陈琦昌 高晓伟 (10)
土壤—作物—动物生态体系中微量元素含量的研究

..... 邢廷铤 李丽立 彭 艺 (15)
稀土元素在食物链中迁移、转化行为的研究 高俊全 (22)

针铁矿表面对磷酸根和砷酸根的吸附作用 刘 凡 何 慧 贺纪正等 (28)

迅速发展的中国铝肥研究 王运华 胡承孝 魏文学等 (33)

自然生态生产的和经施用化学肥料生产的食物中微量元素的比较

..... Quazi Salamatullah M. N. Farugue Harun KM Yusuf (42)
镁与微肥对作物产量和品质的影响 余崇祥 汤海涛 (47)

来自褐煤的有机矿质肥料对不同类型作物 Zn、Pb、Cd

吸收的影响 Alina Maciejewska (51)
镁硼铝关系及其在蔬菜施肥中的实践 李春花 杨 清 褚天铎 荣向农 (56)

微生物生物量在土壤—植物生态系统养分循环中的作用 吴金水 (61)

鄂南丘陵区棕红壤硼的形态及有效性 曹湊贵 蔡崇发 张光远 王运华 (67)

稀土环境效应研究 常 江 章力干 熊金莲等 (72)

NH₄-膨润土对砖红壤上稻根 Fe、Mn 分布的影响及其

营养意义 邓智心 刘可星 廖宗文 游植麟 (77)
施铝对冬小麦品质影响研究 魏文学 徐驰明 段明元等 (80)

施用微量元素对玉米、小麦籽粒氨基酸含量的影响

..... 谢 红 陈 阳 吴俊兰 (85)
硼对棉蚜发育和棉花抗蚜性的影响 毛 雪 李彩霞 高丽锋等 (91)

桉树施用中量和微量元素的效应 廖新荣 李淑仪 蓝佩玲等 (95)

应用电子探针技术研究茶树体内铝的分布

..... 石锦芹 丁瑞兴 刘友兆 孙玉华 (99)
铁与苹果生长发育及果实品质关系的研究 魏书奎 毛静琴 (104)

稀土元素对甘蔗叶片几种酶活性的影响 邝炎华 马 林 (108)

硒与 $GA_4 + GA_7$ 对麦芽质量的影响	汪志君 (112)
稀土元素对甘蔗磷素代谢的影响	邝炎华 马 林 (117)
微量元素锌锰对油菜营养价值及硝酸盐含量的影响	谢 红 陈 阳 吴俊兰 (122)
中国恩施地区硒茶的元素及元素结合态分析	谢明勇 蹇新华 Alex von Bohlen Klaus Guenther (127)
72 个元素水培稻苗的生物效应及其基因型和器官差异	裘凌沧 潘 军 段彬伍 (135)
不同锰水平下垂穗披碱草锰吸收特性及吸收其它矿质 营养元素的研究	周志宇 付 华 张洪荣 (141)
不同油菜基因型硼吸收效率的研究	娄运生 任丽轩 杨玉爱等 (147)
定位施锌对水稻产量及土壤锌含量的影响	邓 英 黄开勋 徐辉碧 谢振翅 (153)
混农杨树林微量元素循环研究	肖 扬 陈林娜 姚延涛等 (158)
杨树柠条混交林镁和微量元素循环研究	姚延涛 肖 杨 杨风岐等 (162)
奶牛变形蹄的发生与微量元素	唐朝忠 温伟业 唐中伟 (166)
不同动物肝脏维生素 A、铜、锌、铁、锰的含量及其 相关性分析	李秀锦 (171)
包被处理微量元素对蛋鸡产蛋性能和蛋品质影响的研究	闫素梅 赵志恭 冯金辰 (175)
饲料中微量元素含量和净吸收率测定及畜禽日粮 微量元素盈缺分析的研究	李绍钰 祁凌云 吕其昌等 (181)
吡啶羧酸铬对生长肥育猪胴体品质的影响	安汝义 王修启 邱红星等 (185)
饲料中添加稀土对生长肥育猪生产性能的影响	何若钢 夏中生 (189)
蛋氨酸锌螯合物中的锌在山羊体内代谢规律的研究	李丽立 张 彬 李海屏等 (194)
锌、锰、铜和硒对肉鸡脂质过氧化作用和生长速度 影响的研究	刘桂林 古少鹏 董淑娟等 (199)
微量元素缓释丸在山羊瘤胃内营养代谢的研究	何瑞国 王玉莲 马立保等 (203)
日粮中无机钴添加量与山羊体内维生素 B_{12} 合成量 关系的研究	何瑞国 姚艳平 杨晓静等 (208)
日粮中补充硒对感染艾美尔球虫病的肉用鸡的影响	周 泓 阚培翔 (214)
妊娠母猪皮下注射 V_E 、Se 对其哺乳仔猪体内免疫 球蛋白的影响	庞全海 侯红萍 张春有 芦俊彦 (221)
用稳定同位素 ^{13}C 标记 VFA 作标记物测定瘤胃中 VFA 产量的模型探讨	陈喜斌 S. Tamminga H. Boer 等 (226)
核桃实生单系营养成分及主要微量元素分析	吴国良 赵梁军 陈国秀等 (232)
江西七宝茶有机成分及微量元素分析研究	张小林 李 鸣 陶秉莹 (236)
利用水培技术进行蔬菜富锌和富铁的初步研究	刘士哲 陈鹏生 姚丽贤 (241)
武汉地区 9 种鱼类汞含量的分析	李小定 吴谋成 杨尔宁 (247)

西藏植物性饲料微量元素含量测定	张光圣 张嘉保 李春信 王玉平 (251)
青霉菌(圆弧青霉和混合青霉)对饲料常规营养成分和 微量元素影响	文利新 袁 慧 黄朱勇等 (256)
天然富硒牛奶的实验研究	张乃生 龚 伟 叶远森等 (259)
高硒地区蘑菇富硒及耐硒能力研究	张晓昱 林 云 周井炎 (266)
饲料微量元素添加剂的公共卫生学研究	齐德生 张喜德 (271)
安陆县河西地区饲料中某些微量元素的代谢规律研究	彭 健 蒋思文 陈义凤 刘华桥 (275)
重金属汞在人体的蓄积及影响	朱文娴 蒋光栋 顾洪波 (279)
多酚酸对铝贮留的急性和慢性影响	邓泽元 Laurent Gouzoux Charles Coudray 等 (284)
动脉粥样硬化病人血清铁高铬低的探讨	张晓林 曹 槐 杨丽霞等 (290)
影响铝肠胃吸收的因素	邓泽元 Coudray Charles Rayssiguier Yves 陈义凤 (293)
论飞行员对微量元素的需要量	张卫民 蒋光栋 王长树 (300)
食物摄入总量中微量元素的来源:一种统计方法	N. K. Aras I. Olmez A. Chart (303)
代谢性锌交换的定量动力学	Wilhelm Windisch Manfred Kirchgessner (309)
补肾药右归丸对家兔血液微量元素影响的因子分析研究	边可君 徐辉碧 薛 莎 (315)
中成药中重金属的毒性及其限量标准研究的新思路 ——中药中化学物种形态与生物活性关系的研究	曹治权 (317)
砷在中国传统医药学中的应用	赵 霖 鲍善芬 程增江 孙亚丽 (325)
LaCl_3 对光合磷酸化的促进作用	潘登魁 王玉国 丁起盛 (328)
论生物体内的生物元素图谱	唐任寰 (333)
硒对癌细胞基因表达及恶性表型逆转的调控作用	于树玉 陈 雷 刘新光等 (346)
硒蛋白基因的硒代半胱氨酸插入序列	瞿祥虎 黄开勋 徐辉碧 (358)
三元 $\text{Cu}(\text{ATP})(\text{BIm})^{2-}$ 配合物稳定性研究	乐学义 何庭玉 廖宗文 (362)
厌氧废水处理中微量元素的应用研究	刘 雷 林 波 张文涛 (365)
使用同位素稀释法研究破壁处理对松花粉中锌生物 利用度的影响	赵 霖 W. Windisch M. Kirchgessner (368)
复合蛋白锌的基础研究与保健功能试验	尹德瑛 王鸿运 梁学俭 (372)
微量元素平衡肥在农作物生长中的作用	钟炳南 黄品超 钟晓东 (375)
富硒南瓜汁的研制	李远志 (378)
酵母菌对 Fe、Zn、Cu、Se 富集作用的探讨	徐尔尼 刘文群 华洋林等 (381)
锌强化酸乳饮料工艺条件的研究	李秀锦 仲 飞 常学东等 (385)
赭曲霉毒素 A 的研究进展	许 杨 孙红斌 曾令春 (390)
中药中微量元素的作用	曾繁平 (396)
中国营养平衡米的研究	林长清 李华文 丁顺珍等 (399)

毛竹园施用“稀土林用复合肥”的增产效果与微量元素在
毛竹平衡营养中的作用 连友钦 屠星南 (403)

锂、铷元素在食物链中的传递以及它们的生物重要性
..... Anke M. L. Angelow W. Arnold 等 (406)

德国成年人锌的摄入量与性别、时间、季节、年龄、体重、饮食习惯的
相关性和评价方法 Anke M. B. Roharig M. Gleis 等 (408)

通过提高动物饲料中碘含量的 方法来克服人类的碘缺乏

Walter A. Rambeck¹ Maolong He¹ Francois Delange²

(1 慕尼黑大学动物生理学院, 慕尼黑, 德国;

2 国际控制碘缺乏症委员会, 布鲁塞尔, 比利时)

碘缺乏是神经发育受阻的最常见的原因^[1]。在德国等一些欧洲国家碘缺乏仍有发生。Hampel 等^[4]对德国 32 个地区 6000 多人进行调查研究发现德国有 50% 的成年人甲状腺肿大, 这些人从尿中排出含碘物质 - 肌酸酐为 $76\mu\text{g/g}$ (根据 WHO 报道, 在地方性缺碘地区, 尿中肌酸酐的排出量小于 $100\mu\text{g/g}$)。Pfannenstiel^[5]报道, 在德国每年用于诊断与治疗碘缺乏症的费用超过 20 亿马克。因此, 从维护人们身体健康和经济上来讲消除碘缺乏是很必要的。

在世界上很多国家采用的方法主要是在食盐中加碘来提高人们对碘的摄入量, 然而这种方法并不能满足所有人的需要, 特别是孕妇和小孩。而且盐通常是在烹调前加入, 在这一过程中碘会损失。

我们建议在动物饲料中添加碘, 人们食入这些动物的产品 - 肉、奶、蛋来提高碘的摄入量。这种方法通常是在动物饲料中添加碘盐, 或是富含碘和 n-3 脂肪酸的海藻。为了证明在饲料中添加碘盐是否可能预防碘缺乏, 我们用小鸡、产蛋鸡、猪和泌乳牛做了以下试验。

1 材料与方法

饲养试验

1.1 选择 600 只 1 日龄的公鸡 (洛曼肉鸡), 分成 4 组, 在每组饲料中分别添加碘 0、0.1、1 和 10mg/kg (以 KIO_3 形式)。记录体增重。试验期为 12 周。在试验结束时, 进行屠宰, 每组取 6 只鸡分析其肌肉、心、肾、肝中碘的含量^[3]。

1.2 选择 4 周龄德国长白猪 X 皮特因猪杂交猪 24 头, 分成 2 组, 一组日粮不加碘, 另一组日粮加入碘 30mg/kg (以 KIO_3 形式添加); 试验期从 4 周龄开始持续 120d。测定指标: 采食量、体重、肉的品质、肌肉、心、肝和肾中的碘含量。

1.3 选择 25 头荷兰泌乳牛, 试验分为 4 期, 每期 3 周, 每期的试验饲料是分别在普通日粮中添加碘 0、20、60、 150mg/kg (以 KIO_3 形式添加)。在试验期间有规律地采集牛奶样品分析碘的含量。在每期试验结束时, 测定以下指标: 采食量、泌乳量、乳的品质 (感观、乳蛋白的含量、乳脂率及乳糖的含量) 和血清中甲状腺激素 [三碘腺原氨酸 (T_3)、甲状腺素 (T_4)、促甲状腺激素 (TSH)] 的含量。

1.4 选择 40 只产蛋鸡分成 7 组, 每组日粮分别添加不同浓度的碘 (以 KIO_3 形式添加或以海藻的形式添加), 试验期为 4 周。其中 4 个组 (每组 6 只) 在日粮中分别添加碘 0.5、1.0、2.0、 5.0mg/kg (以 KIO_3 形式添加), 2 个组 (每组 6 只) 在日粮中添加 5% 和 10% 的干海藻, 相应的每千克日粮中含碘分别为 2.5 和 4.9mg 。

在试验开始和开始后 2 周、4 周时收集蛋样分析其含碘量，蛋白、蛋黄分别称重和深度冷冻，用以测定碘含量，并记录每周的采食量及整个试验期的产蛋量。在试验结束时宰杀，取右部胸肌（M. 胸肌）分析测定碘的含量。

1.5 分析方法

组织、肌肉、奶、蛋及尿中碘含量的测定方法同 Groppel^[2]所采用的方法，原理如下：通过 As^{3+} 与 Ce^{4+} 催化反应，碘被释放出来，同时生成有色的三价铈复合物，然后用分光光度计在 450nm 下测定其光密度，计算出碘的含量。

乳中的碘含量采用气相色谱仪（电子捕获仪）进行测定，我们在下述方法上对 1997 年 Prei β 等^[6]发表的方法作了如下修改：碘与酮（2-丁酮）生成 1-碘-2-丁酮，用己烷提取，然后把己烷提取液注入毛细管柱，在气相色谱仪上进行测定。

2 结果

2.1 小鸡饲养试验

结果表明小鸡肌肉、心、肝、肾中碘的含量取决于日粮中的碘浓度，当日粮中添加碘 10mg/kg 时，组织中的碘含量显著升高（如图 1）。所有试验组在试验结束时的平均体重差异不显著。

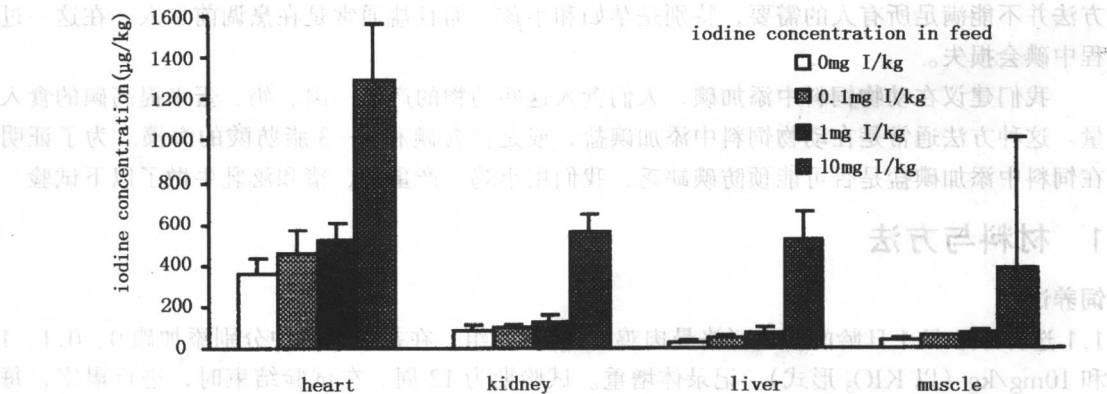


Figure 1 Iodine concentration in heart, kidney, liver and muscle of chickens depending on iodine supplementation (Average $\pm$ SD)

2.2 猪的饲养试验

在日粮中添加碘 30mg/kg 时，肌肉、心、肝、肾中的含碘量显著高于对照组（如图 2）。但试验组的体增重、采食量、饲料转化率及肉的品质和对照组无显著差异。

2.3 泌乳牛饲养试验

采食高水平的碘能显著提高乳中的碘浓度（如图 3），但对乳牛的采食量、泌乳量和乳的品质没有明显影响。

碘的食入量对甲状腺激素（三碘甲状腺原氨酸和甲状腺素）的浓度没有影响。TSH 的浓度降低，但不显著。TSH 的浓度降低的一个原因可能是增加碘的食入量，在饲养期间还有其它因素（如泌乳阶段、气候等）也影响 TSH 的分泌。我们还不清楚当乳牛每天食入碘达到 150mg/d 会有什么影响。

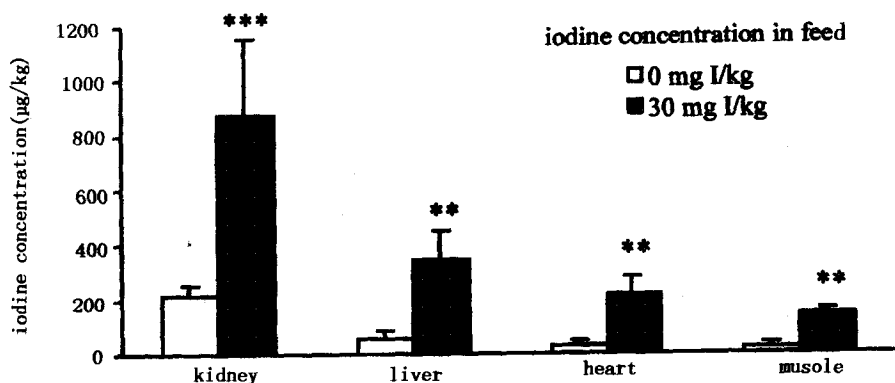


Figure 2 Iodine concentration in heart, kidney, liver and muscle of pigs depending on iodine supplementation (Average $\pm$ SD): $P^{**} < 0.01$, *** : $P < 0.001$

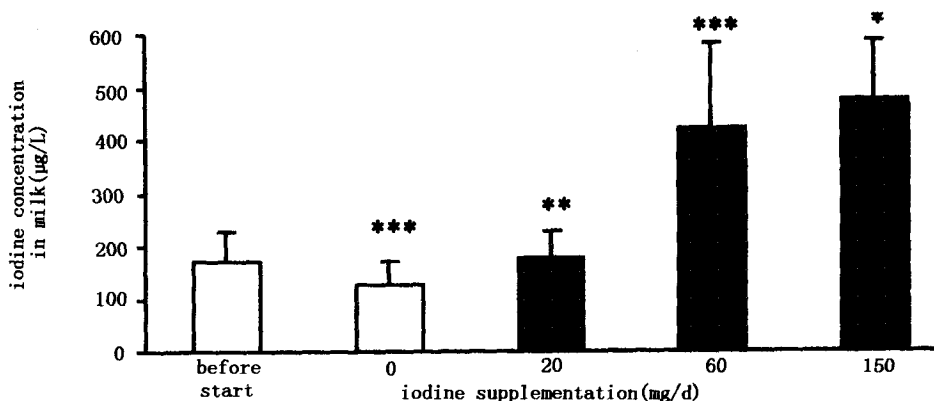


Figure 3 Iodine concentration in milk depending on iodine supplementation in feed (Average $\pm$ SD)

*: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$, ***: $P < 0.01$

2.4 产蛋鸡的饲养试验

在日粮中添加碘 5mg/kg 时, 蛋黄中碘的含量从 $100\mu\text{g/g}$ 左右升至 $300\mu\text{g/g}$ 以上。而在日粮中添加海藻时, 蛋黄中碘的含量升至 $200\mu\text{g/g}$ 左右。当德国志愿者吃了这些蛋 (每天 1 枚) 后, 碘的排出量从 $150\mu\text{g/L}$ 明显提高至 $250\mu\text{g/L}$ 。

3 讨论

试验结果表明可以通过提高动物饲料中的碘浓度来提高动物性食品中的碘含量。牛乳中的碘是最有效的。当乳牛饲料中的含碘量在 2mg/kg (约 40mg/d) 左右时, 可以通过喝牛奶来满足人们对碘的需要。虽然碘转移至肉的效率低, 但也是可行的, 特别是在那些牛奶还不

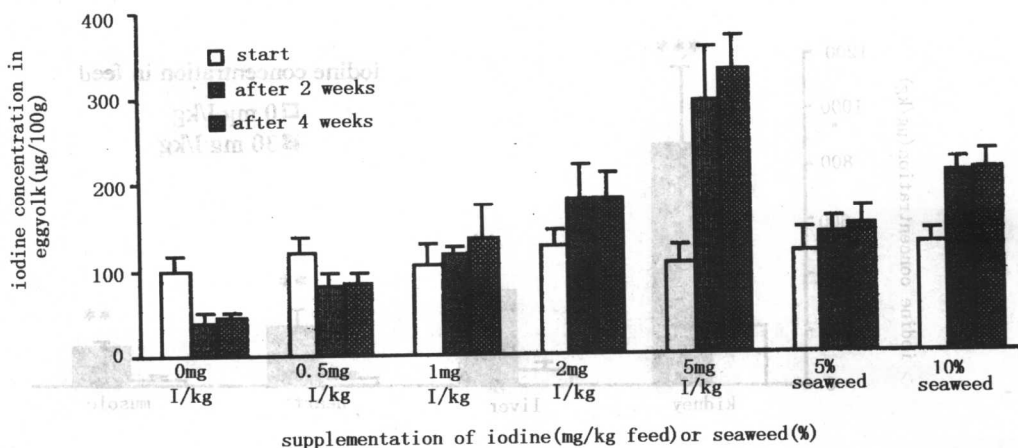


Figure 4 Iodine concentration in egg yolk ($\mu\text{g}/100\text{g}$) following iodine supplementation in feed at start and after 2 and 4 weeks (Average $\pm$ SD)

是传统食品的地区，肉可以用来作为碘的媒介物。在马来西亚和印度尼西亚等一些国家特别喜欢用富含碘的海藻来作为一种碘源添加在饲料里面。

总之，这些饲养试验表明：饲料中的碘转至食物能丰富人类的含碘食品；海藻作为一种碘源优于无机碘盐。这种新方法是同时添加碘盐，不能完全替代碘盐。

参 考 文 献

- [1] Delange, F. The disorders induced by iodine deficiency. *Thyroid*. 1994, 4: 107~128
- [2] Groppe, B. Jodmangelerscheinungen, Jodversorgung und Jodstatus des Wiederkauers (Rind, Schaf, Ziege). Promotion B, Wissenschaftliche Rat der Karl-Marx-Universität, Leipzig. 1987
- [3] Groppe, B., Rambeck, W. A., Groppe, J. Jodanreicherung in Organen und Geweben von Mastkuhen nach Iodsupplementation des Futters. in: Anke, M., Groppe, B., Gurtler, H., Grun, M., Lombeck, I., Schneider, H. J. (Hrsg.): Mengen und Spurenelemente, 11. Arbeitstagung. Verlag MTV Hammerschmidt. 1991, Jena: 300~308
- [4] Hampel, R., Kuhlberg, T., Klein, K., Jerichow, J. U., Pichmann, E. G., Clausen, V., Schmidt, I. Strumaprevalenz in Deutschland größer als bisher angenommen. *Med Klein*. 1995, 90: 324~329
- [5] Pfannenstiel, P. Jod und Ernährung. *Nukl Med*. 1995, 18: 257~265
- [6] Preiß, U., Alfaro-Santos, C., Spitzer, A., Walnofer, P. R. Der Jodgehalt der Bayrischen Konsummilch. *Z Ernährungswiss*. 1997, 36: 220~224

ADDITIONAL STRATEGY TO OVERCOME IODINE DEFICIENCY IN MAN BY INCREASING IODINE CONTENT IN ANIMAL FEED

Walter A. Rambeck MaoLong He Francois Delange

Institute for Animal Physiology, University of Munich, Germany