

前与先进国家的差距还不小。很多企业还没有通过 ISO9000 质量认证和 HACCP 危害分析关键点控制,产品的质量和安全性没有保证,影响出口。同时,我国在羊屠宰场的设置、畜禽屠宰环节的检验程序及产品无害化处理等方面,尚无严格的法规。这些问题不早日解决,我国羊肉的出口难以继续扩大。

四是出口品种单一,价格便宜,羊肉出口以冻肉和冷却肉占主导地位,高科技含量和附加值的精深加工品比例极低,难以形成效益优势。

五是出口企业无序竞争现象严重,有的企业为了抢生意,采取了竞相压价,自相残杀,搞“窝里斗”,使外商得利而自己亏损。

3. 羊产业发展前景

从目前的国际羊肉市场来看,产量正在不断下降。自从英国相继发生“疯牛病”和“口蹄疫”后,欧洲各地对畜群实行了严格检疫和大规模屠杀,导致羊肉产量下降了10%左右,约为11万吨,自给率由81%降到76%。美国向澳大利亚、新西兰开放了羊肉市场,澳、新两国的羊肉产量减少了2000t左右。俄罗斯近两年冬季寒冷,导致肉羊存栏下降,羊肉生产也受到一定限制。

从国内羊肉市场来看,随着人民生活水平的提高和消费的多元化,羊肉已越来越成为大众喜爱的食品之一,市场对羊肉需求旺盛,生产者的积极性较高,羊肉的消费量正呈直线上升趋势,羊优良品种的选育和养殖新技术的不断应用,羊肉加工工业的蓬勃发展,养羊的效益还会有所提高,羊肉市场行情将继续看好,市场需求越来越大。

同时,养羊业也符合国家的产业政策,我国各地政府把加快发展优质草食畜作为畜牧结构调整的重点,农民增收的热点,出台了一系列相应的扶持政策和措施,投资与支持力度加强,并不断加大肉羊的改良、生产和加工投入力度,推动了肉羊生产的快速增长。发展养羊业的环境条件趋于优化,加之羊肉生产又是一项比较稳定的项目,发展空间较大。预计2004年我国羊肉生产将继续保持快速增长态势,羊肉价格也会保持有利地位,羊肉出口还会继续增长,我国出口厂商应抓住目前的有利时机,积极扩大羊肉的国际市场份额。

二、羊肉的营养价值

1. 羊肉的营养成分研究

根据测定,羊肉的粗蛋白含量为12.8%~8.6%,低于牛肉(16.2%~9.9%),高于猪肉(13.5%~6.4%)。粗脂肪含量为16%~7%,低于猪肉(25%~7%),高于牛肉(11%~8%)。蛋白质中所含主要氨基酸的种类和数量,符合人体生长和组织代谢的需要。羊肉肌肉蛋白评分值,随年龄有所波动,但第一限制性氨基酸(缬氨酸)不受年龄的影响,羊肉中的赖氨酸、精氨酸、组氨酸含量都高于牛肉、猪肉、鸡肉。而且羊肉中所含的硫胺素、核黄素也比其他肉品高。

羊肉中的胆固醇含量比牛肉和猪肉低得多,每100g羊肉脂肪中含有胆固醇仅29mg,而牛肉为75mg,猪肉为74.5-126mg,人对羊肉的消化率亦高,因此一些国家把羊肉列为上等食品,可谓是一种“理想的肉食”。

2. 羊肉的膻味成分研究

羊肉的膻气,主要产生于羊脂肪中,这种膻味的产生是因为有一种挥发性脂肪酸所致,主要存在于羊尾脂肪、皮下脂肪、羊皮脂腺分泌物和肌肉间隙的脂肪中。其中绵羊比山羊膻味小,羯羊比公羊膻味小。

孟宪敏、鲁红军等(1990)利用气相色谱分析仪对羊肉中的致膻成分进行定性定量分析,确定羊肉膻气的主要化学成分为C₆、C₈、C₁₀等低级挥发性脂肪酸,其中C₁₀成分对羊肉膻味起主要影响作用,其含量与膻味的强度呈一定规律性变化,且C₆、C₈、C₁₀之间比例为0.5:1:9,并在一定条件下结合成稳定的络合物或缔合物时,膻味才明显。

马丽珍、蒋福虎等(2001)进一步证明C₁₀组分对羊肉膻味起主要决定作用,为致膻的主要成分之一,且必须有C₆、C₈脂肪酸存存时才能呈现典型的膻味。对羊胴体不同部位肉中的C₁₀组分测定结果表明,羊前腿肉>后腿肉>羊肩肉>腹部肉。一般羊在其犄角基部和尾部分泌一种具有强烈气味的物质,使羊体和肉具特殊气味,这种特殊气味和C₁₀组分混合后,将会导致羊膻味更浓厚。

Kettle和Wegille通过许多实验也证明,羊奶膻味是某些游离脂肪酸结合成一种稳定络合物或缔合物形成的复合气味。

3. 脱膻方法与机理分析研究

3.1 脱膻方法

对于羊肉脱膻的方法,概括起来有以下几种:

3.1.1 民间传统脱膻法

一是水煮加料去膻气法：萝卜脱膻：煮羊肉时每1kg羊肉放入250g白萝卜或胡萝卜，并将萝卜打孔加水同煮，煮开15min后，倒出水和萝卜，羊肉膻味即可去除。也可在锅中同时放几粒绿豆或红枣，都可除去腥膻味。甘蔗去膻：煮羊肉时，每1g羊肉加入剖开的甘蔗200g，肉烧熟后既可去掉膻味又可增加鲜味。咖喱粉去膻：烹制羊肉时，1kg羊肉放大半包咖喱粉，可除去膻味。

二是强化调味去膻法：烹调羊肉前，可先加入适量食醋(每1kg羊肉加水1kg，滴食醋50g)，煮到开锅，取出羊肉，再行烹调，膻气便可解除，或加入适量白酒除膻。因为酒中的醇和醋中的醋酸等，在热的作用下可以使羊肉中的膻气形成醇、酯、酚等，随蒸气蒸发掉，并有增加香味的作用。还可加入辛辣味浓的调味品去膻，如白葱、大蒜、八角、桂皮、花椒、丁香、生姜(用布包)等，这些调味料在烹制过程中会产生浓厚的香气，食用时再加蒜及稀辣椒少许(辣椒油或者辣椒面和水搅拌成的稀糊)，膻气可进一步减轻。

三是漂洗去膻气法：烹调前，可将羊肉肥瘦分割，并剔去肌肉间隙带脂肪的筋膜，切制成块。然后分开漂洗。因羊脂熔点较高，冬天可用45℃的温水，夏天可用凉水进行漂洗，漂洗时间30min。经过漂洗，一般可清除屠羊剥皮时膻气物质在羊肉上的残留物，同时也可漂去肌肉间隙中的膻脂成分。

3.1.2 中草药脱膻法

利用中草药如白芷、砂仁；杏仁、核桃、板栗、山楂(核桃外壳上敲几个小洞或将板栗、山楂果压裂)；绿豆(每1kg羊肉加进10g绿豆，煮沸10min后，将水和绿豆一起倒掉)等进行脱膻，但产品经冷却贮藏后，膻味又重新恢复。说明其脱膻只能起到暂时的掩盖作用，而致膻物质的化学成分并未得到彻底的去除或改变其存在的特殊形式。另外在煮羊肉时，放少许桔皮、红枣、杏仁或一小包茶叶同煮，也可除膻。

3.1.3 物理、化学脱膻法

用蒸气直接喷射进行超高温杀菌，同时结合真空急骤蒸发的原理进行脱膻。

3.1.4 微生物脱膻法

山西农业大学食品学院采用植物乳杆菌

(*Lactococcus Plantarum*)和乳脂链球菌(*Streptococcus Cremoris*)制成混合((1:1)发酵剂，接种于调制好的肉馅中，搅拌均匀后迅速灌入肠衣，漂洗后晾挂发酵三周，即可获得无膻味而具有良好滋味的脱膻羊肉香肠。还可将成熟适度的结球甘蓝清理、洗净、晾干后，加入配制好的质量分数为1%的CaCl₂和2.25%的NaCl溶液，压实密闭后，在10-13℃条件下腌制发酵10d左右，将此腌渍液接种于羊肉馅，也可达到同样的效果。经该处理后的羊肉香肠致膻成分脱除率达30%~4%，人的生理感官已经辨识不出膻味的存在，效果比较理想，适用于工业化生产。

3.2 脱膻机理分析

利用生物脱膻剂进行羊肉制品的脱膻，主要因为微生物在代谢过程中可以合成多种酶类，利用这些不同的酶类来改变致膻物质的存在形式或破坏膻味成分的构型，以达到去除膻味的目的。利用乳酸菌代谢过程中合成的脂酶和酯酶以及蛋白酶的协同作用，来分解致膻成分或改变其存在的特殊构型，做到既能脱除羊肉制品中的膻味，又不破坏羊肉制品的营养成分和风味。

天津市化学试剂研究所周良彦研究出一种环醚型脱膻剂，加入羊奶中可能与低级脂肪酸发生酯化反应，原具有膻味的游离脂肪酸则变为有香味的酯类化合物，而除去膻味。

三、羊肉加工技术研究

在肉类加工技术与理论研究方面，国内外研究最多的当属猪肉和牛肉，近年来世界食肉方向开始向羊肉、鸡肉、兔肉等转移，并取得了一些进展，但总体上看，羊肉研究依然处于弱势状态，理论研究尚不系统和深入，加工技术相对简单，品种比较单一，熟制品尚不足20%，分割肉、小包装肉比例较低，还有待加强。

1. 羊肉的形态学与组织学研究

羊肉肥瘦适度，肌肉纤维细嫩、柔软，蛋白质含量丰富，可消化蛋白质含量较高。脂肪纯白色，硬度大，熔点高，脂肪对肉的风味有较大影响，如果肌肉的内肌鞘和外肌鞘部分有脂肪积蓄时，结缔组织失去弹性，使肌束等容易分离，容易咀嚼。同时当肌肉中有大量脂肪交错其中时，可以防止水分的蒸发使肉质柔软，增加风味。但其中含量极少的挥发性脂肪酸(约占羊脂肪的0.2%)则是羊肉

膻味的最重要成分。

在肉用品种或经过育肥的羊胴体中，脂肪渗入肋骨的瘦肉内，美国称其为“羽毛状肉”，即在体侧肌肉内，臀部、腰部肌肉上有条状脂肪，这种胴体品质较好。不同品种之间羊肉适口性没有明显差异，但细毛羊的胴体比半细毛羊或粗毛羊品种的嫩度稍差。细毛羊的肉膻味较大。

绵羊肉与山羊肉比较，绵羊肉致密而柔软，横切面细密，但不呈大理石纹状，肉质纤维柔软，一般肌肉间不加杂脂肪，老龄羊肉为暗红色，成年羊肉为鲜红色或砖红色，羔羊肉为玫瑰色。育肥的绵羊肉肌肉间有脂肪，呈白色，质坚韧，山羊肉则呈淡红色，老龄羊肉色较深，脂肪含量少(约4%)，蛋白质含量可达20.65%，营养成分与中等肥育的牛肉接近，肉质稍差。

羊肉又可分为大羊肉和羔羊肉两种。一般将周岁以上的羊只所产的羊肉称为大羊肉，而把周岁以内羊只所产的羊肉称为羔羊肉。就目前条件而言，进一步开展羔羊肉生产是尽快解决羊肉短缺的主要途径。

在羊肉胴体中，肌肉组织占49-56%，脂肪组织4-18%，结缔组织7-11%，骨组织20-35%，血液0.8-1.0%。羔羊与成年羊相比较，结缔组织蛋白中的胶原水平显著不同，总胶原在羔羊背长肌比例为23.3%，成年羊仅17.1%。N.A.White(1978)报道，用组织化学染色法研究羊股回头肌纤维型别，羊肌肉组织的组织化学型可分为三种： α 型(氧化性的，染色淡)、 β 型(混合氧化性的——解糖性的，染色较暗)、 γ 型(解糖性的，染色最暗)。

在饲养管理与肉质分析方面 Pauline(1964)报道，羊喂食苜蓿加全麦，其精肉百分数大大高于喂食三叶草及杂草放牧之羊。B.D ZINIESKI(1974)指出，饲料中蛋白质来源对羊肉的嫩度、多汁性、风味和一般可接受性不受影响，而性别对多汁性影响明显。

Sokarovski(1969)报道，羔羊第6周断奶时，肋条肉的精肉百分数最高，可分离的脂肪最低。B.D ZINIESKI 提出，早断奶的羔羊，在肥育时可获得较佳品质的精肉。Callow 发现，幼龄羊肥育慢于较老的绵羊，因此，掌握时机断奶和肥育，对获得理想肉质比较重要。

2. 羊肉的初加工

羊肉的初加工在我国历史比较悠久，工艺相对简单，类似于牛肉初加工，不再赘述。

3. 羊肉的冻结与冷藏

羊肉因其表面脂肪含量较为丰富，而脂肪组织的pH值呈中性，呼吸活性差，故羊肉在0-1.0℃下散堆冷藏一般只能保藏5-7天，而且质量难以保证。但这层脂肪对屠宰以后的冷冻，可以起到隔离层的作用，能够减少羊肉的老化。张凤宽(1997)用低透氧率的塑料薄膜和铝箔复合膜真空包装羊肉，在 0 ± 1 ℃条件下可分别冷藏40d和60d以上，若通过添加乳酸钠辅助铝箔复合膜真空包装和微波杀菌进行冷藏，可延长至90d左右，而且可大幅提高其货架寿命。

冻藏是羊肉贮藏的最主要形式，羊肉的冻结与冷藏现已基本摒弃传统的“悬挂自然散热”工序，而是在屠宰后其体温尚在38℃左右时，迅速进行冻结(速冻)，这样可防止肉品的微生物污染。因为“自然散热”就意味着为细菌的繁殖敞开了大门，使肉品的新鲜度和贮藏寿命受到损害。“先行予冷”技术目前大多数生产者也已经不常采用，取而代之的是经济、实用的“一次速冻”，Love(1962)认为，冻结对肉质可逆性影响(即蛋白质变性)的关键因素是冻结速度，这一点早已被现代工业生产所证实。为保证质量，缓慢解冻或采用高压解冻、真空解冻也非常重要。

冷冻贮藏时应在屠宰僵死前迅速冷冻，可避免羊肉变老。研究还证明，皮下脂肪薄的胴体比脂肪覆盖厚的胴体在冷冻时更易变老。因此，现代速冻库房的设计库温一般为-23℃，蒸发温度-33℃，空气流速1.5-2.0m/s，相对湿度85-95%，冻结时间20-26h。待中心温度降至-18℃时，送入-18℃ ± 0.5 ℃，相对湿度90-95%冷库进行冷藏。

4. 羊肉的分等标准与切块

参见《家畜生产学》上册(P208-211)，四川科技出版社，ISBN7-5364-2672-0/S.477，1993年。

5. 羊肉再制品加工

近年来，羊肉再制品加工在保持传统产品种类和品种的基础上，出现了一些新的变化和发展，研究较多的集中于软包装快餐即食肉的加工技术方面，部分成果在工业上已得到应用。

5.1 腌腊制品

较著名的产品有“咸羊肉”、“西安老董家腊羊

肉”等。产品色泽金黄光润、香味浓郁、肥而不腻，耐久藏等特点。以传统手工业生产为主，技术关键是老汤的熬制和肉的腌、煮。

5.2 酱卤制品

是羊肉加工的重点类型，制品色泽鲜艳，金黄透亮，酥软多汁，酱香浓郁，风味独特，变化多样。著名的产品有原“北京月盛斋酱羊肉”、“白魁烧羊肉”等。加工技术上在保持传统生产工艺的基础上，通过应用一些现代食品加工设备和技术(如蒸煮成套设施的应用、杀菌与包装新技术的应用等)，使劳动强度大为降低，生产效率大幅提高，产品质量稳定一致，保质期延长近一倍。其技术关键是煮肉时调味料的配方和卤制。

5.3 干制品

干制品是新鲜羊肉经高温煮透、脱水加工而成的制品。主要产品类型有肉松、肉脯、肉干。产品独具特色，食用方便，便于保存，不易变质。山西农业大学孟宪敏教授(1996)研制生产的羊肉脯改变了传统肉脯原料只使用坐臀部位纯精瘦肉的选料原则，利用羊胴体的全身瘦肉，经绞碎、斩拌、拌馅、铺片、定型和熟制过程生产肉脯，使肉利用率提高了3.62倍，经济价值提高了2.7倍，风味独特，质量更优。黄友鹰教授还将国际上最先进的“HACCP”质量控制体系应用于藏山羊肉干制品的生产，提高了企业经营管理水平，保证了肉制品的耐藏性。

在肉干生产中，产品偏硬和成品率低等问题比较突出，黄艾祥(1998)通过复煮加高压蒸煮、缩短蒸煮时间、降低烘烤温度及搓揉等工艺使问题得到了部分解决。

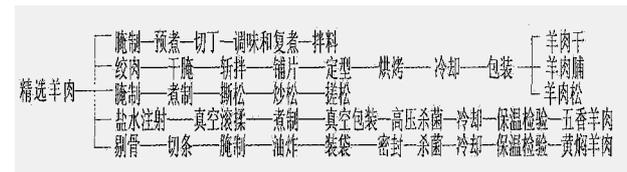
5.4 灌肠制品、熏制品、罐头制品等

羊肉灌肠制品加工方法与猪肉香肠加工法基本一致。熏制品著名的产品有“槐店熏羊肉”。罐头制品主要有“红烧羊肉罐头”、“咖喱羊肉罐头”、“浓汁羊肉罐头”等。

5.5 全羊系列产品的研制开发

近年来，我国在全羊系列产品的研究开发方面，取得的成果较多，研制的产品主要有西式腊羊肉(清香、浓香和麻辣风味)；羊肉干、羊肉松、羊肉脯(五香、咖喱、果味、麻辣和怪味)；快餐羊杂割；软包装快餐全羊；五香羊蹄、五香羊舌、五香羊耳、层层碎羊头肉、风味油茶；明眼羊肝；羊肉

方便面调料；羊肝酱；烤羊肉；风味油茶；羊肉串；羊肉饺子和羊肉丸子等几十种不同风味、不同类型的全羊系列制品，实现了羊肉加工的综合利用，对充分利用自然资源，提高企业经济效益开辟了一条更为广阔的发展之路。其主要产品生产工艺概述如下：



羊副产品加工：

a. 羊副产品(心、肝、肺、肾、肚、肠、舌)一去筋、去膜、去油脂—按种类进行整理、清洗—分别预煮—切片或切丝—计量装袋—真空包装—高温杀菌—冷却—外包装(内放料包：辣椒油包、骨髓汤、调料包)—软包装快餐羊杂割。

b. 原料羊肝—解冻/清洗修整—切块、称重—预煮—切条(片或颗)—卤制—炒制增香—烘烤脱水—冷却—成品抽样检验—包装—合格品入库—出厂(明眼羊肝)

6. 羊肉加工新技术及其理论研究

根据莱斯特博士的“屏障效应”理论，干制品之所以能在常温下长时间贮存，主要是通过控制干制品的水分含量、水分活度 A_w 和氧气等因素。在羊肉干制品加工过程中，可以通过添加保水剂以降低 A_w 值，或添加不同种类和比例的防腐剂以及包装过程中采用真空包装、微波处理、辐照、添加脱氧剂等方法来延长产品保质期。如仅仅通过减少水分，制品可能出现干硬、口感差、出品率低等缺陷，在制品中添加2%的麦芽糖和3%的山梨醇，不仅可使制品保持较好的口感，而且可降低产品的水分活性 A_w ，从而抑制微生物繁殖。

马丽珍(2000)研究证明，并在风味羊肉干系列产品的研制开发过程中，通过“高压蒸煮”工艺，缩短了煮制时间和烘烤时间2h以上(60—70/3—4h)，降低了劳动强度，缩短了生产周期，提高了生产效率，结合抽真空包装可使其货架寿命延长至6个月。在五香羊肉腌制液配料中，常用的三种磷酸盐对产品率的影响顺序是SHMP>STP>SPP，获得最大出品率时的最优磷酸盐质量分数为SHMP 14.1%，STP 56.2%，SPP 29.7%。用90—95 温度条件下杀菌30min，冷却30min，

重复进行两次的低温杀菌方法效果较好。

在羊肉嫩化问题研究方面,叶青等研究证明,在盐腌过程中,食盐浓度不得高于蛋白质的溶解度,否则使蛋白质呈不溶状态而失去可逆性,从而影响到羊肉的持水性和弹性。通过添加磷酸盐类改良剂可获得较好的嫩化效果。因为磷酸盐可以提高制品的持水性,减少营养物质流失,增加肉的弹性和结着力,并改善肌肉的组织状态,增进其风味。磷酸盐还是一种良好的金属离子螯合剂和缓冲剂,当它呈碱性溶液时,能调节肌肉的pH值,促进某些蛋白质溶解和水解,当它呈酸性溶液时,又能转化糖类,能起到疏松、膨胀、发色、嫩化等作用。

在快餐羊杂割技术研究方面,通过把羊副产品按一定比例配合,充分利用各内脏器官独特的营养保健功能,起到对人体的滋补作用。软包装快餐羊杂割的技术原理是:将羊肉剔除筋膜、肥脂后同羊肝、心脏、肾及羊骨同煮,至断血后捞出,分别切片。羊骨继续煮至酥烂,汤呈乳白色,将煮羊骨的汤过滤,加调味品并适量加明胶,使之冷却后凝成块状。然后将羊肉、羊肝、心、肚、肾、肺及生羊血按一定比例称量后装入铝箔袋中,再将适量羊骨冻块装入上述袋中,真空包装后送入高温高压杀菌锅中,经121℃,30min杀菌后迅速冷却至室温。装外包装袋时再将辣椒油包、骨髓汤和调料包一同装入。

在黄焖羊肉软罐头生产上,通过采用复合薄膜真空包装(PET/Al/PP蒸煮袋,0.083Mpa真空度)、高温高压杀菌(10—35—15min/120℃,0.14Mpa蒸汽压)、反压冷水冷却等新工艺,使产品保质期可以达到6个月以上。

在烤羊肉新技术应用上,注重了用后腿羊肉为原料,采用盐水注射、真空滚揉的西式工艺与技术,辅以滋补强身的药食兼用中草药成分,再经烧烤、真空包装和杀菌等工序而制成的方便食品,受人们欢迎。徐桂花(2002)采用嫩化液(CaCl₂23%,菠萝蛋白酶0.01%,复合磷酸盐0.4%,嫩化温度60℃,时间10min)对冷冻山羊肉进行嫩化处理,用抑膻增香料进行除膻,通过低盐腌制(食盐3%,腌制温度4—10℃,时间8—12h)、趁热上色(乙基麦芽酚和柠檬酸铁混合增色)、分级焙烤(100℃/20min—190℃/18min—160℃/12min)、高温高压杀菌(蒸

汽和空气混合气体121℃/30min)等工艺,生产的外观金黄色润、肉质细嫩而有弹性的嫩化羊肉软罐头,安全、卫生、方便,市场前景广阔。

7.今后关于羊肉加工理论与技术的研究与开发重点

7.1 羊肉脱膻机理研究

主要研究目标为:一是搞清生物脱膻的机理及膻味物质脱除后的去向;二是性成熟后的羊肉膻味强度更大的原因及其与膻味物质成分的关系。

7.2 羊肉的化学成分、形态学及组织学研究

羊肉的化学组成,尤其是膻味成分的来源、化学构造及理化性质,羊肉的成熟过程及机理,羊肉的组织学特征特性等。

7.3 食品加工新技术的应用研究

如超微粉碎技术、UHP杀菌技术、生物工程技术等在羊肉加工业上的应用。

7.4 羊肉加工品技术标准化研究

如羊肉分等定级标准、羊肉初加工技术标准、羊肉再制品技术标准、无公害羊肉生产标准、羊肉卫生检验规程及相关技术标准等。

参考文献

- [1]L.莱斯特.肉制品开发与防腐保鲜[M].德国:慕尼黑出版社,1992.10.1—44.
- [2]闵连吉.肉的科学及加工技术[M].北京:中国食品出版社,1988.291—298.
- [3]束彤.高原地区食物中脂肪和脂肪酸的分析研究[J].食品科学,199(5):52—55
- [4]郭燕军.软包装快餐全羊的生产工艺[J].肉类工业,1996(3):18—19
- [5]武建晔.羊肉加工利用现状[J].肉类工业,1996(9):21—23
- [6]郑灿龙.羊肉的营养价值及其品质的影响因素[J].肉类研究,2003(1):47—48
- [7]RichtwertederFleischtechnologie(F.WilthL.Leistner,W.Rcedel,1990)
- [8]FoodPreservationbycombinedmethods(L.Leistner,1991)
- [9]LourdesSRiver development of processes for maximum utilization of goat products and byproducts. Congress thesis of international food processing in Thailand, 1998