

畜禽肉品质及调控

文 杰

中国农业科学院畜牧研究所

2004年3月25日 北京

目 录

前言

一、肉质性状形成规律

二、育种对肉品质的改善作用

三、饲料营养对肉品质的调控

四、饲喂制度对肉品质的影响

五、畜禽产品质量标准

结语

(一) 肉品生产的发展趋势

畜牧业：数量型→质量型

畜牧生产：生产性能→肉品质

➤牛肉：役用牛肉→肉牛肉

➤猪肉：瘦肉→适度脂肪含量肉

➤鸡肉：快大型白鸡→优质肉鸡

法国、日本、中国等国优质肉鸡生产呈上升趋势。

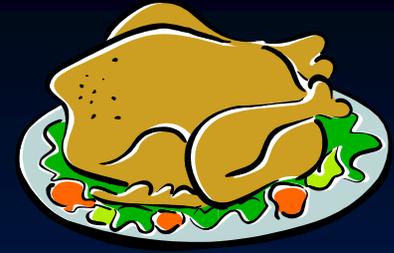


表1 1995年日本鸡肉市场结构

种 类	数量 (吨)	市场份额 (%)
肉仔鸡肉	766000	49
优质鸡肉	200000	13
淘汰蛋鸡	72000	5
进口鸡肉	536000	33
合 计	1574000	100

资料来源: Komai, T. 1997 Branded Quality Chicken Booms in Japan, Poultry International, 3: 343-6

(二) 肉品质的涵义

- 肉品品质是指与鲜肉或加工肉的外观、适口性和营养性等有关的一些理化特性的综合。
- 肉的色泽、持水性、嫩度、风味、多汁性等物理特性决定着消费者对肉品的可接受性；肉的化学成分则与营养性关系密切。

(三) 影响肉品质的因素

- 遗传育种 (品种)
- 饲料营养
- 饲养管理
- 环境应激和疫病
- 运输、屠宰技术、贮存

通过对遗传育种、饲料营养、饲养管理等途径，可以为肉品的加工生产提供优质的原料。

(一) 肉质生化指标

表2 石岐黄鸡与AA肉鸡胸肉pH值及化学组成

Table 2. pH and proximate composition of breast meat of SQH chicken and AA broiler

日龄 Age	品种 Strain	PH	DM (%)	CP (%)	EE (%)
56d	SQH	5.97	25.0	23.1	1.64
	AA	6.00	24.7	23.6	0.88
90d	SQH	5.94	26.2	24.4	1.61
	AA	5.91	24.5	23.5	0.85

表3 石歧黄鸡与AA肉鸡胸肉硫胺素、总还原糖、肌苷酸含量

Table 3. Concentrations of thiamine, total reducing sugar and IMP in breast meat of SQH chicken and AA broiler

日龄 Age	品种 Strain	Thiamine $\mu\text{g}/\text{kg}$	TRS mmol/kg	IMP $\text{mmol}/100\text{g}$
56d	SQH	519	<i>2.98</i>	<i>0.49</i>
	AA	536	<i>1.61</i>	<i>0.42</i>
90d	SQH	486	<i>3.17</i>	<i>0.58</i>
	AA	459	<i>1.99</i>	<i>0.45</i>

(二) 风味性状

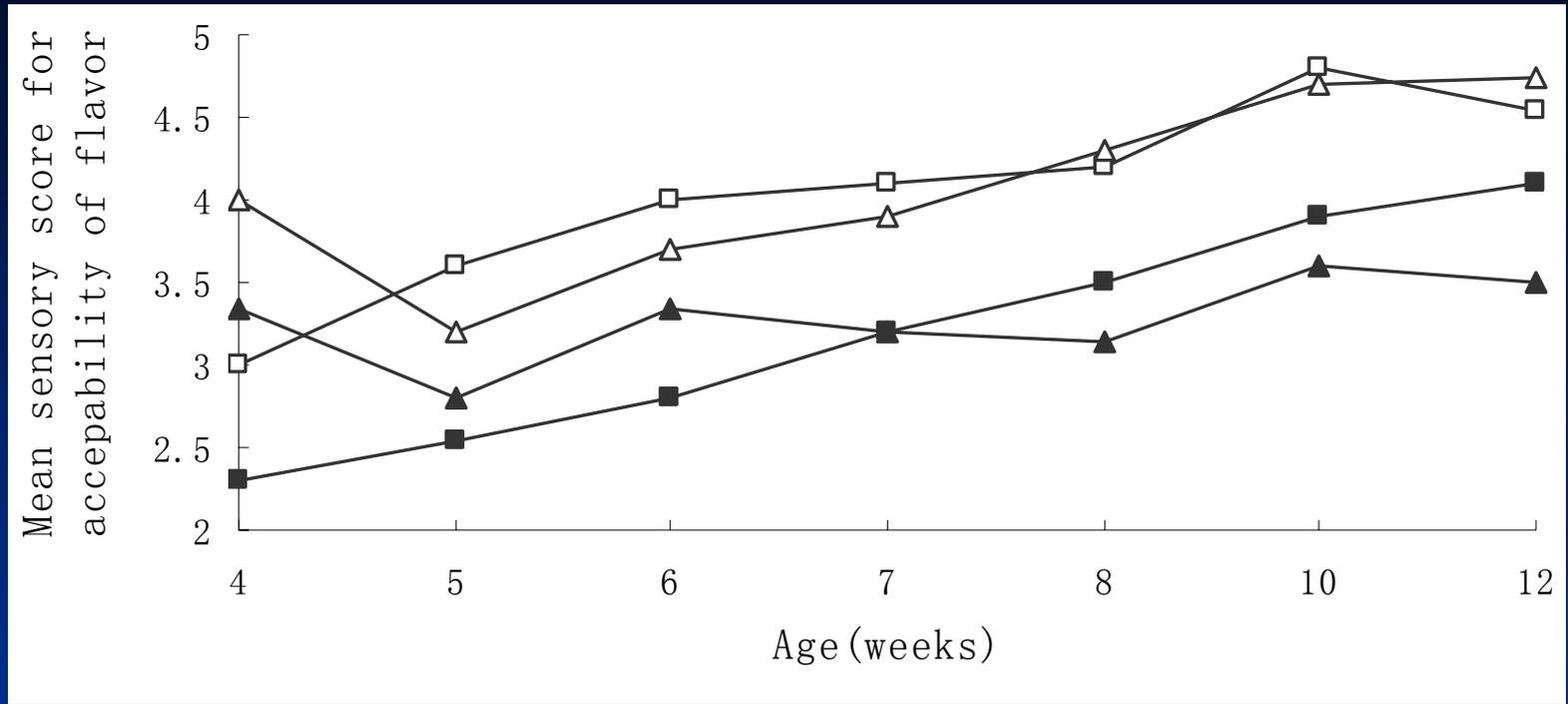


图1. 两试验中日龄对公鸡和母鸡混合样品风味可接受性的影响。□, 试验一胸肉; △, 试验二胸肉; ■, 试验一腿肉; ▲, 试验二腿肉
Fig 1. Effect of age on flavor acceptability of meat from mixed male and female birds in two experiments. □, Breast Exp 1; △, Breast Exp 2; ■, Thigh Exp 1; ▲, Thigh Exp 2 (Farmer, 1999).

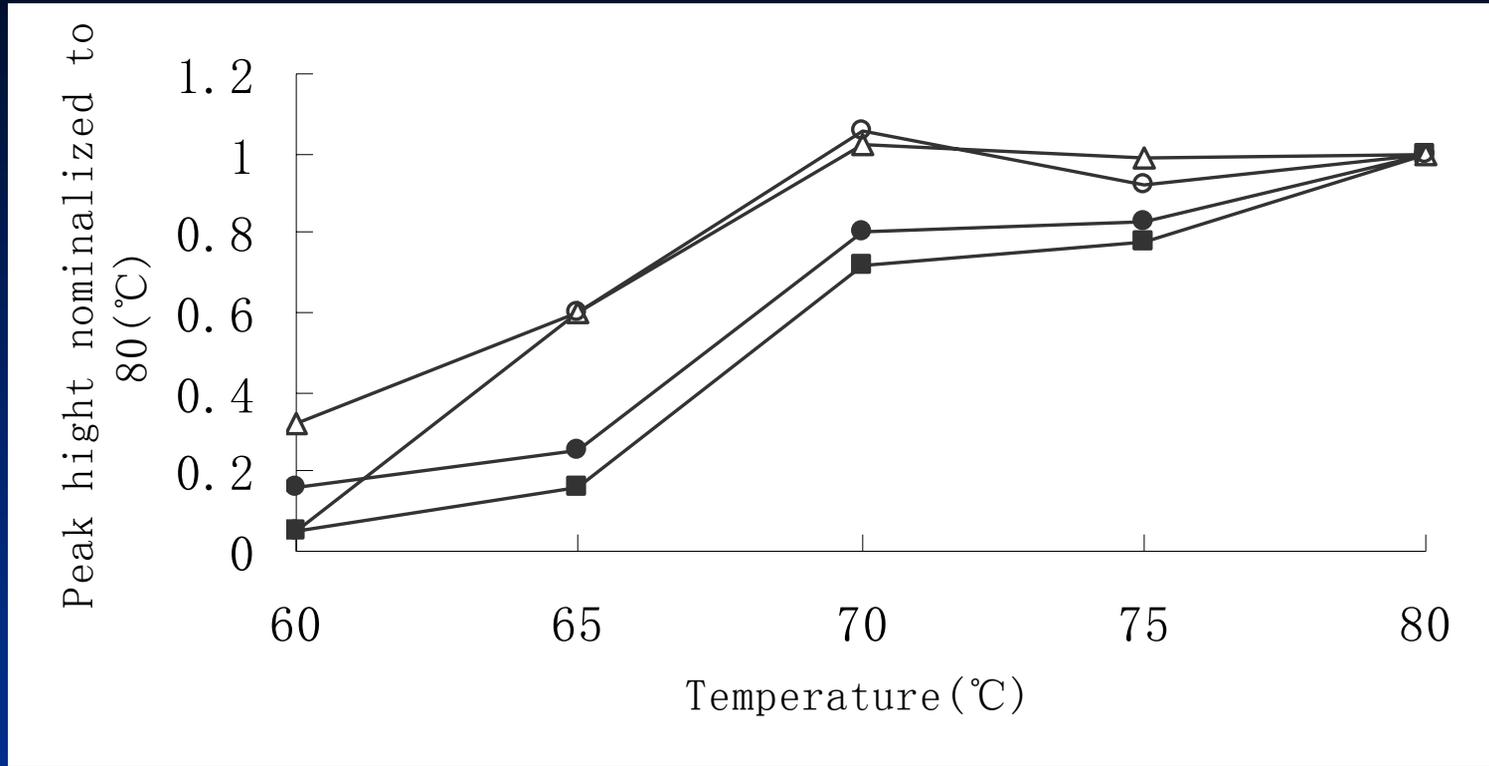


图2. 加热温度对鸡肉部分Maillard反应产物和脂类氧化产物的影响。

▲, 壬醛; ●, 2,3-丁二酮; ■, 二甲基二硫醚; ○, 2-庚酮。

Fig. 2. Effect of temperature on the amounts of selected Maillard and lipid oxidation products, obtained from chicken breast meat using a dynamic headspace technique. ▲, nonanal; ●, 2,3-butanedione; ■, dimethyl- disulphide; ○, 2-heptanone (Ang et al, 1996).

(三) 皮肤色度

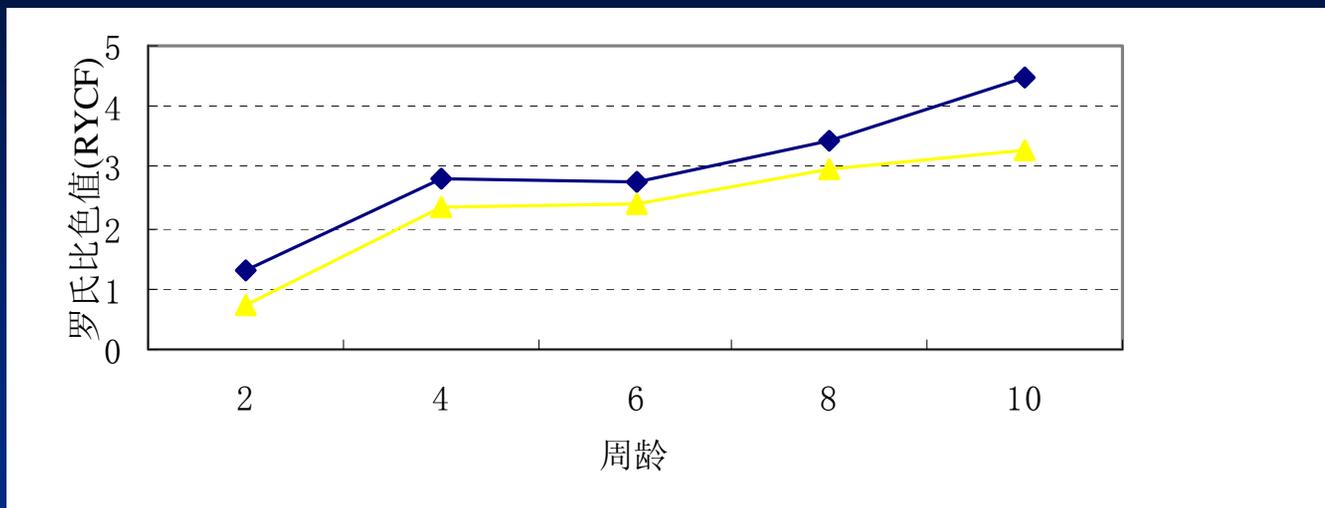


图3 不同周龄鸡胫部颜色变化 (-■-黄羽肉鸡-▲-白羽肉鸡)

表4 70日龄鸡皮肤黄度（黄色指数）

项目	黄羽肉鸡	白羽肉鸡
爪	90.1±6.9	80.6±4.7
腿	53.1±3.3	44.8±7.4
背	54.4±4.6	47.8±4.9

(一) 常规育种

一些肉质性状具有较高的遗传力，国内外利用数量遗传原理改进畜禽肉品质的研究取得进展。

表5 北京油鸡部分性状遗传力

肌苷酸	肌内脂肪	腹脂率	睾丸重	鸡冠重
0.34	0.32	0.18	0.16	0.14
皮脂厚	脂带宽	胸肌率	腿肌率	系水力
0.42	0.50	0.40	0.25	0.20

- Schworer (1994) 报道将肌肉脂肪含量等肉品指标列入选择指数，在生产性状继续提高的同时，肉质性状得到改进。
- 国内将肌肉脂肪列入猪、鸡选育指标，将嫩度等指标列入肉牛选育指标。

表5 鸡肌苷酸品系选育进展

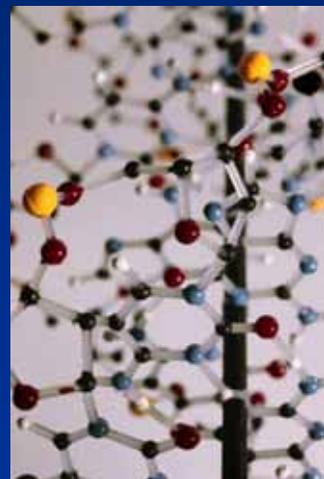
系别	项目	0世代	1世代
白耳鸡	56天体重 (g)	423.7	438.9
	66周产蛋量 (个)	162.5	165.3
	90天肌苷酸 (mg/g)	1.95	2.33
北京油鸡	56天体重 (g)	677.0	618.8
	66周产蛋量 (个)	107.3	112.3
	90天肌苷酸 (mg/g)	2.47	3.16

表7 鸡肌肉脂肪品系选育进展

品系	项目	一世代	二世代
D2系	家系数	70	80
	56日龄体重	752	647
	66周龄产蛋数	178.6	178.9
	90日龄IMF%	3.17	3.24
A系	家系数	40	40
	56日龄体重	738.6	750
	66周龄产蛋数	174	178
	90日龄IMF%	5.24	5.82

(二) 肉质性状的分子遗传标记

- 肉质性状不易测量，需要屠宰动物，成本高，给常规遗传选择带来一定困难。
- 分子遗传标记辅助选择具有较大潜力。



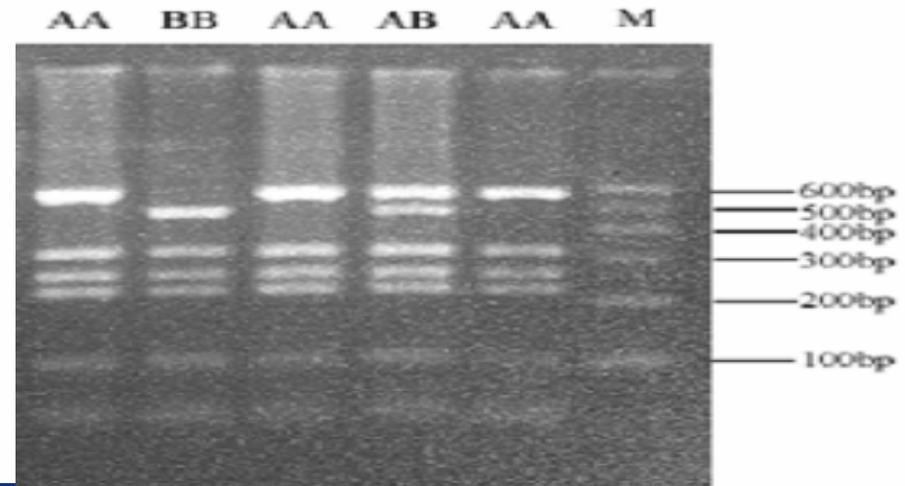
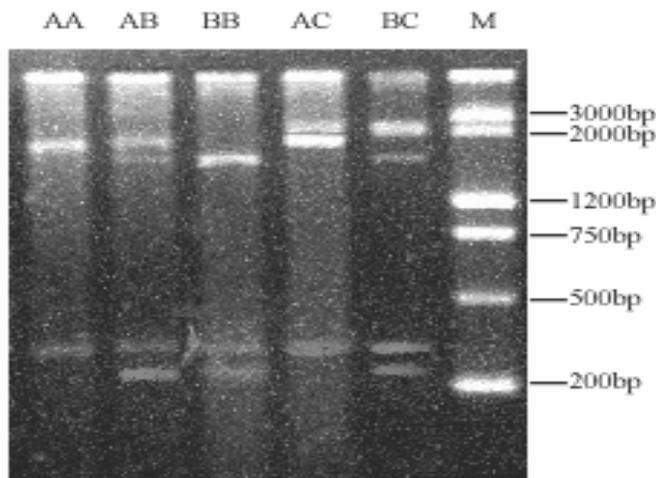
肌苷酸候选基因：腺苷磷酸脱氨酶1 (AMPD1)

表8 4个鸡品种中AMPD 1基因的基因频率和基因型频率

品种	数量	基因型频率						基因频率		
		AA	BB	CC	AB	AC	BC	A	B	C
北京油鸡	226	0.03 (6)	0.49 (111)	0.02 (5)	0.19 (42)	0.05 (11)	0.23 (51)	0.14	0.70	0.16
乌骨鸡	40	0 (0)	0.25 (10)	0.58 (23)	0 (0)	0 (0)	0.18 (7)	0	0.34	0.66
AA鸡	39	0.15 (6)	0.46 (18)	0 (0)	0.26 (10)	0 (0)	0.13 (5)	0.28	0.65	0.06
崇仁麻鸡	39	0.23 (9)	0.13 (5)	0.13 (5)	0.15 (6)	0.15 (6)	0.21 (8)	0.38	0.31	0.31

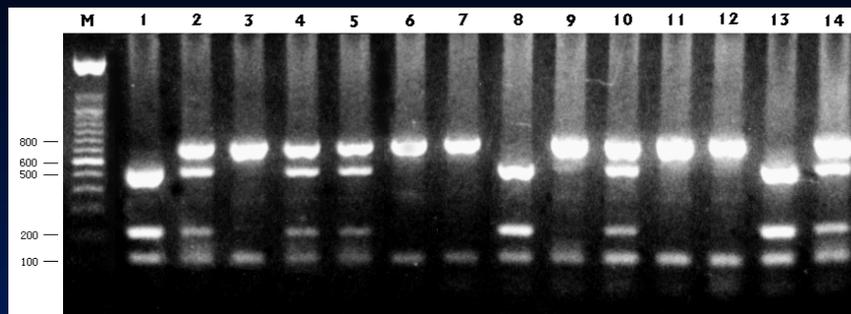
肌肉脂肪候选基因：脂肪酸结合蛋白基因（FABP）

研究发现H-FABP基因第二内含子Hha I PCR-RFLP（左）及A-FABP基因第三内含子Hinf I PCR-RFLP（右）两个酶切多态性位点。



肌肉脂肪候选基因:

脂蛋白脂酶 (LPL) 基因



Hha I 酶切938 bp PCR产物的琼脂糖凝胶电泳图谱
M: 100bp的DNA Ladder, Lane 1,8 & 13: AA =
72+235+131(bp), Lane 2,4-5,10 & 14: AB
=807+572+235+131(bp), Lane 3,6-7,9 & 11-12: BB =
807+131 (bp)

表9 北京油鸡 (BG) 和AA肉鸡LPL基因*HhAI* (938bp) 的基因型和基因频率

品种	基因型			基因频率	
	AA	AB	BB	A	B
BG (n=45)	45	0	0	1.000	0
AA (n=37)	8	12	17	0.3784	0.6216

（一）日粮成分对肉品质的影响

法国优质鸡（label chicken）生产标准规定，4周龄前饲料不加动植物脂肪，4周后脂肪总含量控制在5%以内。28日龄后，饲料中应含有75%的谷物和谷物产品；禁用动物肉骨粉和生长激素。

1、能量饲料

- 能量低的饲料使肌肉的嫩度增高，而风味则有所降低。
- 鸡肉、猪肉对胴体的要求。饲料油脂决定胴体脂肪组成和含量。
- 玉米、小麦、燕麦、大麦、高粱、甘薯、木薯等饲料对胴体脂肪有影响。

2、蛋白质饲料

不同蛋白质饲料影响鸡肉风味和体脂肪的蓄积。

- 鱼粉：鱼腥味
- 菜籽粕：硫葡萄糖甙产生异味
- 玉米蛋白粉：鸡肉皮肤着色
- 羽毛粉：降低腹脂和胴体脂肪

Table 10 Effect of Increasing Lysine Level on Percentage of **Breast Meat in Heavy Strain Turkey (% Evis. Carcass)**

	Lysine levels			
	1	2	3	4
Stags@20 weeks	30.2	31.3	32.0	32.5
Hens@ 16 weeks	29.8	29.5	30.8	30.2

levels=1:Cx0.9; 2:Cx1.1; 3:Cx1.3; 4:Cx1.5

Where C=0.64%lysine @ 20 wks, C=0.73%lysine@16 wks

3、矿物质和微量元素

提高生产性能—保护环境—注意肉质

镁：宰前饲喂降低PSE

磷：两面性。低磷改善生产性能，对部分肉质指标有利，但对骨骼发育不利。环保低磷排放不要影响肉质。

表 11 慢性磷缺乏和去除后期饲料磷对肉仔鸡分割产品的影响

冷却胴体		宰前失重(克)	腹脂重(克)	胴体重(克)	%宰前活重
	3-6周龄	NS	***	***	*
	NRC	169	55	1909	67.8
	低磷	184	45	1769	67.2
	6-7周龄	*	NS	NS	NS
	NRC	186	50	1852	67.5
	后期无磷	167	50	1827	67.5
胴体残损率%		小腿骨折	锁骨骨折	胸部水疱	背部瘀伤
	3-6周龄	NS	NS	**	***
	NRC	0.6	25.0	26.3	22.1
	低磷	2.8	25.3	17.0	13.6
	6-7周龄	*	*	*	**
	NRC	0.5	21.3	28.9	21.3
	后期无磷	3.0	29.0	18.4	14.4
分割鸡		去皮骨胸肌%	去皮骨腿肉%	股骨载荷kg	%股骨头残损
	3-6周龄	NS	NS	***	NS
	NRC	20.5	15.5	31.4	9.3
	低磷	20.5	15.2	25.3	13.1
	6-7周龄	NS	NS	***	***
	NRC	20.3	15.4	31.6	3.0
	后期无磷	20.5	15.3	25.1	19.4

铜、铁：抗氧化（活体酶）和氧化过程（屠宰后），生产上高铜对肉品保存不利。

锌：腹泻、促生长、促进猪生长后期瘦肉生长

硒：降低肉品的滴水损失，有机硒效果好。

铬(Cr)：葡萄糖耐受因子，增强胰岛素功能，提高蛋白质合成。

镍(Ni)：胴体皮肤黄。

锂(Li)：提高猪眼肌面积和胴体瘦肉率。

4、维生素

- 维生素对改善肉蛋的品质有一定作用，是人类和动物共同的营养素，给动物饲喂高剂量维生素已成为市场上“含丰富维生素”肉、禽蛋品的根据。
- 与矿物元素不同，高剂量无毒无污染。

维生素E：抗氧化，延长肉品的货架寿命

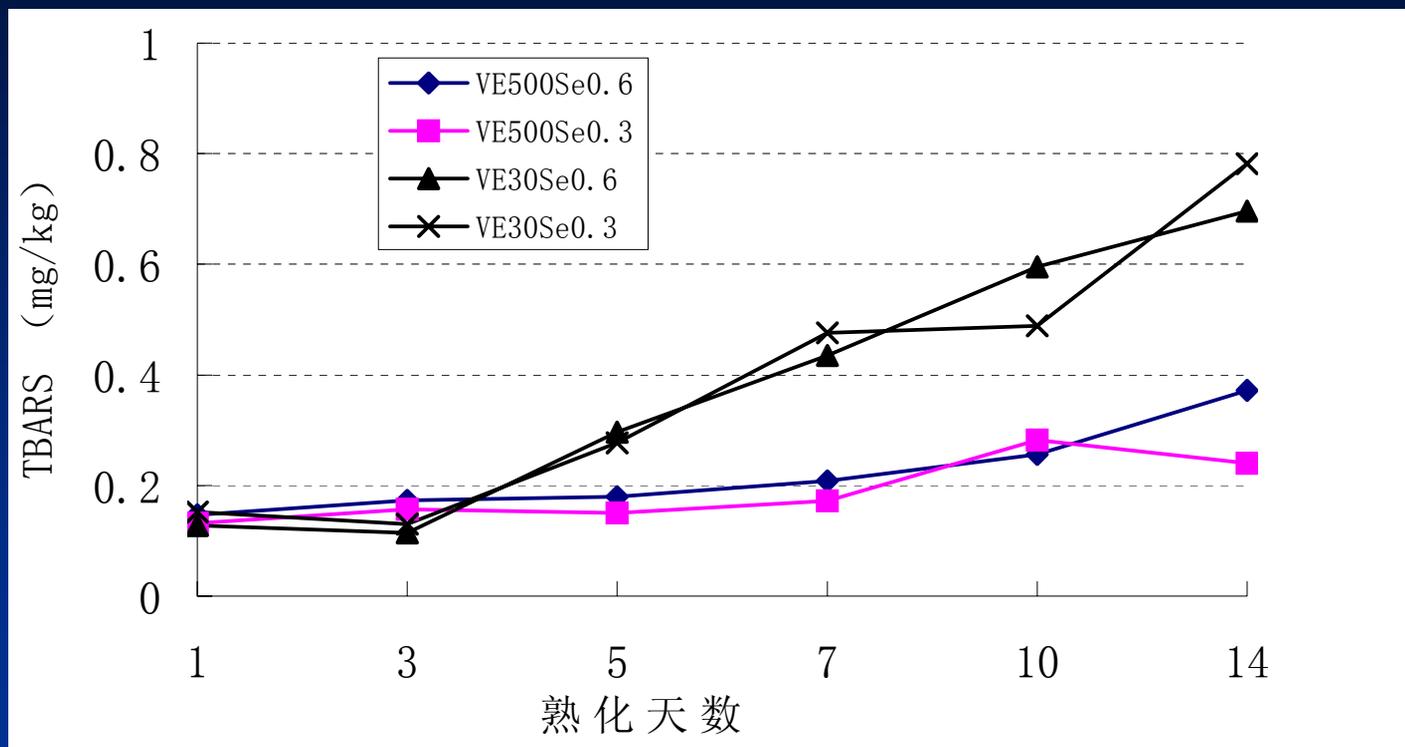


图4 日粮维生素E、硒水平对熟化过程中牛肉TBARS值的影响（于福清，2001）

VE对肉品贮存过程中颜色变化的影响

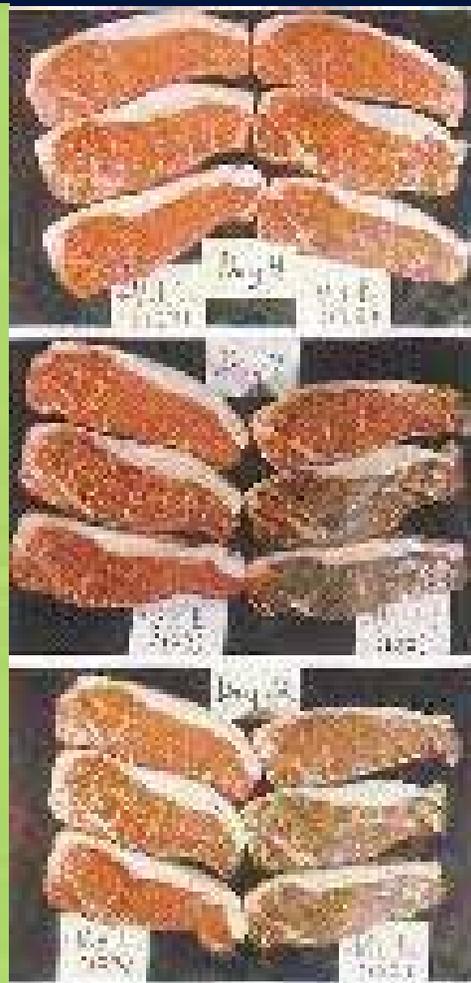
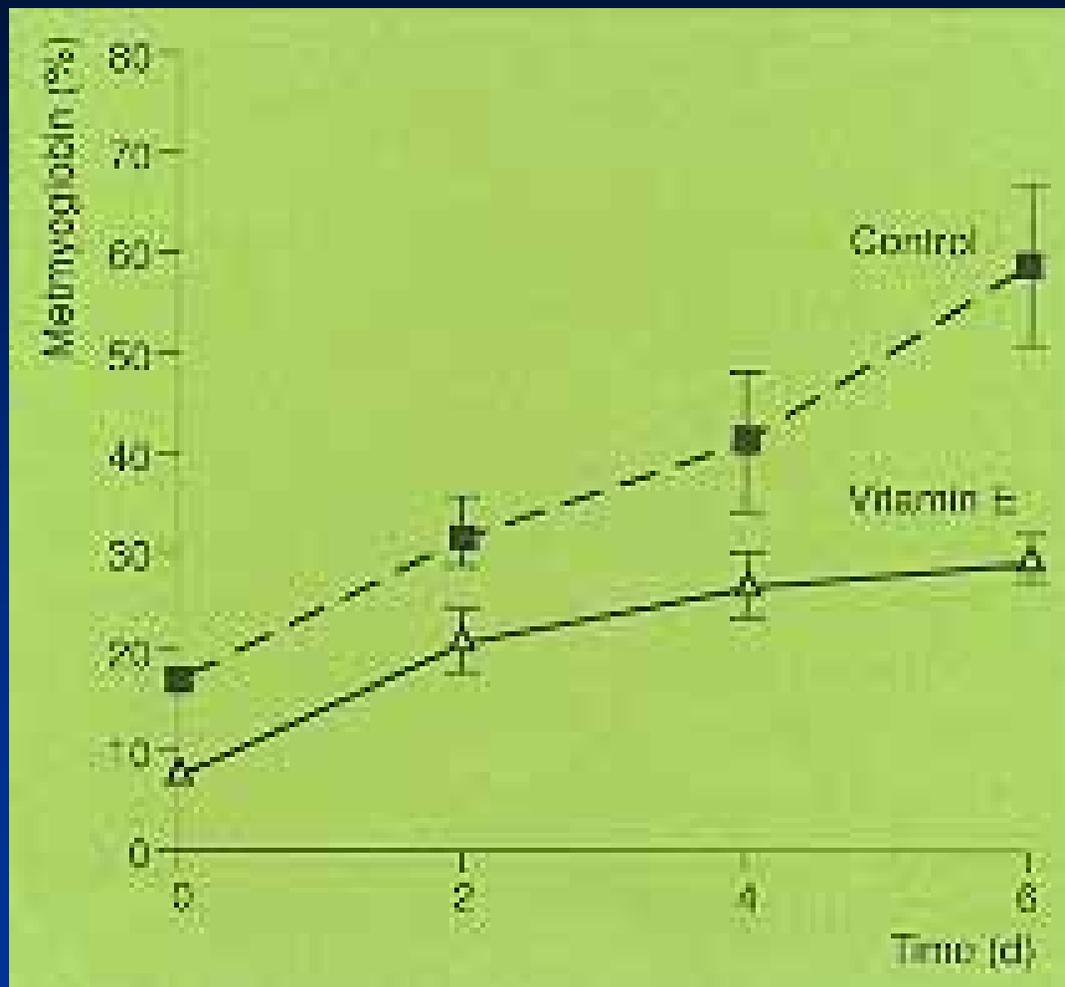


表12 添加维生素E对禽肉质量的影响

维生素E (IU/kg)	滴水损失 (%)	细菌计数 (胸肌)	滋味评分*
100	1.03	2.19	3.09
200	0.98	1.44	2.11
300	0.86	1.13	1.54

滋味评分：1表示很好，5表示很差。

资料来源：Mcknight, 1996。

表13 零售牛肉产品损失测算

名称	降价产品, %		产品损失, \$	
	对照	维生素E	对照	维生素E
颈肉	26.5	19.1	32.03	23.08
中段肉	13.0	12.0	45.29	41.81
腿肉	18.1	10.4	27.32	15.72
肉馅	20.5	13.0	28.32	17.95
碎肉块	--	--	--	--
合计	19.53	13.63	133.01	98.56
差异	-5.90%		\$34.45	

注：维生素E添加量500 mg/d

维生素C:

- 抗氧化作用防止脂肪氧化
- 缓解屠宰应激，减少PSE和DFD肉出现
- 缓解运输应激

表14 饮水中添加维生素C在抓鸡和运输中的作用

	添加维生素C	对照组
运输前重量（克/只）	2884	2788
运输后重量（克/只）	2770	2645
失重率（%）	3.95	5.13

注：试验组和对照组均为23000只肉鸡，运输前24小时试验组饮水添加维生素C，两组鸡的饮水量相同，均为360ml/只。两组各随意挑选109只鸡称重。数据误差率（ $P < 0.05\%$ ）。

核黄素：降低皮下脂肪厚度

表15 B₂对热应激条件下56日龄肉仔鸡胴体脂肪含量及肌肉氧化稳定性影响（王丹丽，2002）

核黄素 (mg/kg)	皮下脂肪 (mm)	肌肉总脂 (%干物质)	肝脂 (%干物质)	肌肉TBARS (mg/kg)
0	0.591	33.24	20.63	0.224
1.6	0.540	33.44	18.11	0.169
5.2	0.530	31.99	18.07	0.126
12.4	0.563	31.99	18.21	0.124
23	0.490	31.94	16.59	0.119
48	0.488	29.35	16.33	0.101

烟酸：脂肪代谢

表16 烟酸对产蛋鸡肝脂、肌肉总脂和腹脂含量的影响

烟酸添加量 (mg/kg)	肝脂(%干物 质)	肌肉总脂(% 干物质)	腹脂率 (%体重)
0	30.61	1.453	3.74
20	21.34	0.968	3.10
60	19.38	0.885	3.19

同一纵列肩号不同者差异显著 ($P < 0.05$)。

资料来源：文杰，1993

其它维生素:

B₁: 含硫、氮的双环化合物, 受热时产生多种含硫、氮挥发性香味物质。

D3: 提高牛肉钙含量, 肌肉蛋白分解加速, 降低牛肉剪切力

β-胡萝卜素: 抗氧化作用, 与维生素E协同

生物素: 提高饱和脂肪酸含量、体脂硬度和贮藏期

5、其它日粮成分对肉品质的影响

肉碱：降低腹脂率和肌肉脂肪含量，提高胸肌和腿肌重量

甜菜碱：提高肌肉肌苷酸和肌红蛋白含量

2, 4-二硝基酚：体内电子传递和ATP合成的解偶联剂，降低腹脂

维吉尼亚霉素：提高肉仔鸡胸肌重

除臭灵：由植物提取的含糖化合物，纤维素和非淀粉多糖有类似功效。

表17 除臭灵对未阉割公猪背膘中粪臭素含量和背膘感官评定价值的影响

屠宰体重 (kg)	试验处理	粪臭素含量 ($\mu\text{g/g}$)	感官评分*
95	对照	0.24	0.8
	除臭灵	0.16	0.5
105	对照	0.22	0.8
	除臭灵	0.16	0.5
120	对照	0.27	1.0
	除臭灵	0.21	1.2

评分范围：0（无臭味）至3（臭味强）

资料来源：Ender, 1993

（二）日粮营养水平对肉品质的影响

1、营养浓度

- 营养浓度高，动物的生长速度快。
- 英国肉类与家畜委员会（1988）的研究表明，与采食80%自由采食量的猪相比，自由采食的猪所产生的肉较嫩。
- 动物前期蛋白多，后期脂肪多。所以营养水平影响及胴体蛋白质和脂肪比例。

Table 18 Effect of Nutrient Density on Carcass Composition in Broilers

		11.7MJ/kg, 18.8%CP	13.3MJ/kg, 19.9%CP
Brest meat	Males	20.8	22.5
	Females	21.7	22.4
Abdominal fat	Males	2.7	3.2
	Females	4.1	4.6

2、能量水平及蛋能比

- 提高日粮能量则提高胴体脂肪含量，体脂蓄积还与能量蛋白比相关。
- 雄性对蛋白质的需求高，需要的适宜能量蛋白比较低。

Table 19 Effect of Energy Protein Ratios on Broiler
Carcass **Visceral Fat**

Energy:Lysine MJ/g	0.94	1.14	1.38	1.57
Males	3.30	3.56	3.64	4.48
females	4.50	4.85	4.58	5.07

3、蛋白质及氨基酸水平

- 环保要求低氮日粮，但低氮日粮提高胴体脂肪含量。
- 氨基酸平衡与合成氨基酸——降低日粮蛋白质含量。

(一) 饲养制度

1、限饲

降低体脂含量，但研究结果不一致。

2、阶段饲养

- 畜禽不同生长发育阶段对营养物质的利用差别很大，根据不同阶段的代谢特点配制适宜水平的日粮，能有效地降低饲料成本，并充分发挥瘦肉生长潜力，提高肉品质。
- NRC肉仔鸡阶段划分0-3、3-6和6-7周，改为0-2、2-5和5-7周，对活鸡的生产性能影响不大，但导致胴体肥度提高和胸肉产量下降。

表20 缩短前期饲养期对雄性肉仔鸡的影响

活鸡或加工胴体					
	活重 (g)	F/G	%胴体	腹脂 (g)	%A级
饲养制度	NS	*	***	***	NS
NRC	3192	1.87	67.5	40	35.1
前期缩短	3138	1.89	66.3	45	37.7
深加工胴体产量 (g)					
	翅	小腿肉	胸大肌	胸小肌	大腿肉
饲养制度	NS	NS	**	*	NS
NRC	244	298	466	107	335
前期缩短	241	297	450	103	325

(二) 饲养方式

1、饲养密度

2、饲养方式

笼养、平养和林间、草地、果园放养。
平养方式饲养肉仔鸡和土种鸡，有益于鸡肉的色泽、肌纤维的形成。

Tab 21 Effect of Organic Production System on Broiler Carcass and Meat Quality (0.12,4m²/bird)

Groups	Control		Organic	
	56 d	81 d	56 d	81 d
Abdominal fat, %	1.9	2.9	0.9	1.0
Breast,%	22.0	23.5	23.2	25.2
Color parameters,b*	5.16	4.38	6.01	5.76
Shear value,kg/cm ²	1.98	2.10	2.25	2.71
Σ Saturated	34.68	35.89	37.05	37.89
Σ Polyunsaturated	31.43	31.15	32.74	32.38
Σ (n-3)	4.52	4.01	5.46	5.12

3、环境温度

Table 22 Effect of mean environmental temperature on percentage of white and dark meat(% evis. Carcase)

	Temperature, C			
	12	15	19	23
White meat	34.9	32.9	31.2	30.7
Dark meat	29.5	29.3	31.2	32.7

Stags 20 weeks, heavy strain turkey

4、动物福利 (animal welfare)

Table 23 A Matrix Survey of Chicken Welfare and welfare-related Quality

	Mortality	Uniformity	Leg disorders	Skin Lesions	Carcass Damage	Beh. & Welfare
Genetic	*	***	**	?		*
Feed Formulation	*	*	**	**	*	*
Density in the house	*	**	**	***		***
Lighting Regimes	*		**	***		***
Ventilation	***					***
Capacity and quality of feeding and drinking equipment	*	***		**	?	***
Hygiene disease, medication and vet.serv	***	**	*			*
Catching and loading				**	***	***
Transportation and unloading	*			*	*	***
Stunning					***	***

标准的制定对于规范行业标准，形成规模化、有秩序的消费市场，促进优质鸡产业化生产，促进出口贸易，与国际市场接轨具有重要意义。

黄羽肉鸡产品质量分级标准包括：
体型外貌、生长速度、胴体性状、肌肉品质、感官评定等等指标。

GB

中华人民共和国国家标准

GB/Txxx-2003

黄羽肉鸡产品质量分级

Grading Standard for Products of Chinese Yellow Feather Chicken

(报批稿)

2003年X月X日发布

2003年X月X日发布

中华人民共和国
国家质量监督检验检疫总局

肉质研究是个难题，由于缺乏客观、敏感的指标，很多问题不清楚。

肉质是一个系统问题，涉及遗传、饲养、环境、健康等多个领域，需多学科交叉研究。

欢迎多提宝贵意见
谢谢!

