

닭고기의 품질특성에 미치는 감마선의 영향

Effect of Irradiation on Quality Characteristics of Chicken

곽희진* · 이순옥** · 손재영***

【목 차】

I. 서론	IV. 요약
II. 재료 및 방법	Abstract
III. 결과 및 고찰	참고문헌

I 서론

식품조사는 대부분의 경우 식품의 보존성을 목적으로 하여 실용화가 실시되고 있는데, 감마선은 세균, 곰팡이, 효모와 같은 부패미생물을 사멸시키고 성숙, 발아, 노화 등의 일반적인 생물적 변화를 억제시킴으로써 신선한 과일, 야채의 신선도를 연장시키며 기생충을 포함한 병원성 생물이라든가 식품저장중에 손상을 주는 해충도 살충할 수 있다. 또한 식품을 처리하는 동안 거의 열을 발생시키지 않으므로 “cold-sterilization (저온살균)”이라고도 하는데 이러한 특징은 영양소 보유(nutrient retention)를 위해 열에 민감한 식품의 살균에 적합하며, 식품변화를 최소화함으로써 조직감, 풍미, 색깔 등이 좀더 원래대로의(신선한) 상태에 가깝게 유지되면서 품질 수명이 안정된 제품을 생산할 수 있다¹⁾. 식품조사와 관련된 국제적 노력의 대부분은 WHO, FAO 그리고 IAEA 의 연합활동으로 30년이 넘게 계속 이루어져 왔는데, 현재 39개국에서 식품의 방사선 조사를 허가하였고 이중 25개국이 상업적 규모로 조사기술을 실용화하고 있다. 특히 식품조사에 대해 영국에서는 약초및 향

* 한국관광대학 외식산업과
 ** 한국관광대학 호텔 조리과
 *** 동해대학교 관광경영학과

2 · 관광식품료경영연구

신료에 대하여 발암 가능성이 있다고 보고된 ethylene oxide(EO)처리 허용을 종료시키고 1991년 2월 13일 이후부터 과일류, 채소류, 곡류, 구근류, 향신료, 조미료, 생선, 어패류 및 닭고기를 허용선량까지 조사할 수 있도록 허가하여 조사식품의 수출입을 허용하였다²⁾. 또한 1993년 9월부터는 가금육에 대한 상업적 조사가 시작되어 Illinois에서는 감마선조사 닭고기가 소비자들에게 신속하게 판매되고 있다고 보고 되고 있다³⁾. 이에 본 연구는 국내에서 이미 식품위생법 시행령(대통령령 제 11,717호, 1985.6)으로 공포되어 있는 감마선 식품저장 방법을 이용하여 조사선량과 저장기간에 따른 닭고기의 품질변화를 조사하였다.

II 재료 및 방법

1. 시료 및 감마선 조사

실험에 사용한 닭고기는 암수 구별 없이 가슴살만을 구입하여 그 즉시 meat chopper (Model MN 22S, FUJI)로 갈아 500g씩 분취하여 polyethylene 비닐 팩에 포장한 후 ice box 에 담아 운송하여 감마선조사 시료로 사용하였다. 감마선 조사는 상업적 다목적용 감마선 조사시설(선원 570,000 Ci Co-60, 그린피아 기술 주식회사)을 사용하였으며 시료를 ice box 에 담아 시간당 0.7 kGy의 선량률로 0.3 및 7 kGy를 조사하였으며, ceric cerous dosimeter (USA)를 사용하여 총흡수선량을 확인하였다. 감마선 조사된 시료는 비조사구와 함께 냉장 (5℃), 냉동(-20℃)저장하면서 저장기간별로 실험에 사용하였다.

2. 일반성분 측정

각 시료의 일반성분은 AOAC⁴⁾방법에 따라 수분은 105℃ 건조법, 조단백질은 Kjeldahl법으로, 조지방은 시료를 해사와 섞어 예비 건조시킨 후 Soxhlet법에 의하였으며, 조회분은 직접회화법으로 측정하여 백분율로 나타내었다.

3. 지방산 측정

지방질의 추출은 Bligh 와 Dyer⁵⁾의 방법으로 추출, 정제하였고 지방산의 분석은

Morrison과 Smith⁶⁾의 방법에 준하여 지방 0.2 g을 취해 0.5 N NaOH-methanol 용액 3 mL를 가하여 질소가스로 치환, 밀봉하여 100℃에서 5분간 끓인 후 찬물에 냉각하였다. 여기에 BF₃ 4mL을 첨가하여 100℃에서 30분간 끓인 후 냉각시켜 2mL의 핵산을 가하고 질소가스로 치환하였다. 포화 NaCl 10mL을 넣은 후 상층액을 취하여 Gas Chromatography (Hewlett Packard 5890)로 분석하였다.

4. 유리아미노산 측정

각 시료의 유리아미노산은 생시료 10g에 물 20mL을 가하여 균질화한 다음 sulfosalicyric acid 1.5g을 가하여 1시간정도 단백질을 침전시킨 후 원심분리 하였다. 상층 액을 membrane filter로 여과하여 LiOH로 pH를 2.0으로 조정한 후 아미노산 자동분석기(Beckman system 6300, USA)로 분석하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 일반성분변화

본 실험에 사용된 닭고기의 조사선량과 저장기간에 따른 일반 성분의 변화는 Table 1과 같다. 신선한 상태(0주)의 닭고기의 일반성분은 수분함량이 약 74.6%, 조단백이 약 29.6%, 조지방이 약 2.0%, 조회분이 약 1.1% 정도였고, 냉장 2주 후에는 각각 74.6%, 31.4%, 2.3%, 1.2% 였으며, 냉장 4주후에는 74.7%, 29.8%, 2.4%, 1.1%로 저장기간에 따른 변화는 거의 없었으며, 냉동저장의 경우에도 유사한 양상을 나타내었다. 또한 감마선 조사시료와 비조사시료간에도 일반성분의 차이는 나타나지 않았다. 이는 김 등⁷⁾의 진공 포장한 냉장우육의 저장성에 관한 연구에서의 일반성분 조성과도 비슷한 결과를 나타내었다.

Table 1. Changes in proximate composition of nonirradiated and irradiated chicken during storage at 5°C and -20°C¹

Sample	Component (%)	Irradiation dose (kGy)	Storage period				
			5°C (weeks)			-20°C (months)	
			0	2	4	1	6
Chicken	Moisture	0	74.6	74.6	74.7	74.8	74.1
		3	75.3	75.8	74.8	75.0	74.4
		7	75.4	75.3	75.7	75.2	74.4
	Crude protein	0	29.6	31.4	29.8	30.2	30.1
		3	31.0	29.4	30.4	30.1	29.8
		7	30.8	29.5	29.5	29.2	29.5
	Crude lipid	0	2.0	2.3	2.4	2.4	2.3
		3	2.2	2.2	2.0	2.9	2.6
		7	2.4	2.0	2.5	2.6	2.5
	Crude ash	0	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1
		3	1.1	1.2	1.0	1.1	1.0
		7	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0

¹Each value represents the mean of duplicate determinations.

2. 지방산 조성의 변화

닭고기에 대한 저장기간과 감마선 조사선량에 따른 총 12종의 구성지방산을 분석한 결과는 다음과 같다(Table 2). 대부분을 이루는 주요지방산은 oleic acid, palmitic acid, linoleic acid, stearic acid 및 palmitoleic acid 등이었으며, 그 중 함량이 가장 높은 것은 oleic acid(약 38%)로써 전체 불포화지방산의 60~64%를 차지하였다. 한편, 포화지방산은 palmitic acid가 대부분을 차지하였고, 저장기간의 경과에 따른 변화를 보면 냉장저장 기간이 경과할수록 비조사군과 감마선 조사군 모두 다중 불포화지방산 함량은 다소 감소하고 포화 지방산은 증가하는 경향이었고, 조사직후 감마선 조사선량에 따른 조성비의 함량변화는 거의 없었다. 특히 저장기간에 따른 포화지방산의 증가경향이 뚜렷하였는데, 이는 닭고기의 경우 근육부위별, 품종별 지방산 조성차이가 작으며 또한 육질도 훨씬 균질화가 쉽기 때문인 것으로 생각된다. 냉동저장시에는(Table 3) 저장기간에 따른 지방산의 함량변화는 거의 없었으며, 조사선량에 따른 차이도 뚜렷하지 않았다. 특히 불포화도가 높아 자동산화가 용이한 다중불포화 지방산의 경우에도 조성비율의 차이가 21.13%~21.65%로 감마선 조사군과 비조사군간에 차이가 없었다. Lee와 Dawson⁸⁾은 계육지방산의 70%가 불포화지방산이라고 하였고, 저장기간에 따라 불포화지방산의 함량이 감소한다고 하여 본 실험의 결과와 일치하

였고, 박 등⁹⁾은 계육의 경우 다중 불포화 지방산의 함량이 높기 때문에 필수지방산의 공급원이 되나 이를 가금육이 타육류에 비하여 산패가 되기 쉬운 요인으로 설명하고 있다¹⁰⁾. 본 실험에서도 불포화지방산 중 산패의 요인으로 작용하는 linoleic acid와 arachidonic acid의 경우 감마선 조사군과 비조사군 모두 냉장저장 기간이 경과됨에 따라 현저히 감소됨을 보여 위의 연구결과를 잘 뒷받침해 주고 있다.

한편, 박 등^{9),11),12)}의 계육에 관한 일련의 연구를 살펴보면 주요지방산 중 가장 높은 함량을 나타낸 지방산은 oleic acid로 다음은 palmitic acid, linoleic acid 순이었으며, 저장기간이 경과함에 따라 불포화지방산은 감소한다고 하여 본 실험결과와 잘 일치하였다. 또한 타육에 비해 다중 불포화비가 2~3배정도 높아 산패에 대한 문제점도 제시하고 있다.

3. 유리아미노산 함량의 변화

감마선 조사가 시료의 유리아미노산 조성에 미치는 영향을 조사한 결과는 다음과 같다. Table 4는 냉장저장중 닭고기에 대한 감마선조사와 저장기간에 따른 유리아미노산 조성변화를 나타낸 것이다. 가장 많이 검출된 것은 alanine이었고 다음은 serine, glutamic acid,

Table 2. Changes in fatty acid composition of nonirradiated and irradiated chicken during storage at 5°C 1 (unit:%)

Fatty acids	Storage period (weeks)											
	0			2			4			8		
	Control	3kGy	7kGy	Control	3kGy	7kGy	Control	3kGy	7kGy	Control	3kGy	7kGy
14:0	0.74	0.69	0.68	0.69	0.73	0.76	0.76	0.75	0.75	0.77	0.74	0.75
14:1	0.19	0.15	0.20	0.21	0.22	0.23	0.22	0.22	0.20	0.23	0.17	0.21
16:0	24.16	25.26	24.86	24.59	24.92	25.21	25.27	26.00	26.00	25.25	24.94	25.29
16:1	5.80	5.40	5.39	5.62	5.77	5.85	5.71	5.86	5.71	5.72	5.76	5.66
17:0	0.16	0.15	0.16	0.16	0.16	0.16	0.17	0.16	0.17	0.17	0.17	0.17
18:0	7.68	8.79	8.63	8.21	7.77	7.92	7.75	7.61	8.83	7.68	7.80	8.34
18:1	38.83	36.30	36.95	37.69	37.83	38.95	38.05	38.50	38.97	38.67	38.46	38.64
18:2	18.00	17.93	17.90	18.04	17.60	16.86	17.69	17.13	15.18	17.54	17.68	16.54
18:3	0.83	0.78	0.80	0.79	0.82	0.80	0.80	0.76	0.58	0.87	0.81	0.77
20:1	0.77	0.67	0.75	0.86	0.81	0.89	0.89	0.82	1.20	0.98	0.66	0.86
20:4	2.29	3.15	2.95	2.54	2.19	1.77	2.02	1.77	1.74	1.69	2.10	2.22
22:0	0.49	0.65	0.68	0.55	1.11	0.54	0.62	0.35	0.61	0.37	0.66	0.49
SFA	33.25	35.03	35.03	34.21	34.20	34.61	34.58	34.37	36.38	34.26	33.77	35.06
PUFA	21.13	21.87	21.65	21.38	20.62	19.45	20.52	19.67	17.51	20.12	20.59	17.54
P/S	0.63	0.62	0.61	0.62	0.60	0.56	0.59	0.57	0.48	0.58	0.60	0.55

¹Each value represents the mean of duplicate determinations

Table 3. Changes in fatty acid composition of nonirradiated and irradiated chicken during storage at -20°C¹ (unit: %)

Fatty acids	Storage period (months)											
	1			2			4			6		
	Control	3kGy	7kGy	Control	3kGy	7kGy	Control	3kGy	7kGy	Control	3kGy	7kGy
14:0	0.72	0.74	0.71	0.96	0.76	0.75	0.79	0.78	0.63	0.73	0.76	0.73
14:1	0.19	0.22	0.18	0.26	0.22	0.23	0.23	0.24	0.23	0.23	0.23	0.22
16:0	24.98	24.89	25.69	25.92	24.82	24.63	25.04	24.90	25.08	24.57	24.74	24.92
16:1	5.51	5.64	5.89	6.21	5.59	5.78	5.80	5.81	5.71	5.76	5.63	5.62
17:0	0.16	0.16	0.14	0.18	0.17	0.20	0.17	0.16	0.17	0.17	0.20	0.16
18:0	8.16	8.13	7.76	8.08	8.21	8.10	7.33	7.71	7.77	7.86	8.01	8.10
18:1	37.74	37.96	37.60	42.57	37.79	37.77	39.12	38.33	38.27	37.87	38.00	37.60
18:2	17.91	17.47	17.47	17.46	17.86	18.09	17.77	17.88	17.92	18.19	17.76	18.06
18:3	0.82	0.93	0.90	0.74	0.85	0.81	0.95	0.88	0.84	0.83	0.81	0.88
20:1	0.77	0.79	0.72	1.74	0.62	0.64	0.68	0.63	0.62	0.77	0.67	0.63
20:4	2.47	2.49	2.08	2.27	2.53	2.4	1.67	2.18	2.20	2.42	2.53	2.49
22:0	0.52	0.53	0.79	0.45	0.52	0.55	0.38	0.45	0.49	0.55	0.60	0.54
SFA	34.55	33.94	35.12	35.59	33.96	34.25	33.74	33.47	34.16	33.90	33.79	34.46
PUFA	21.21	20.90	20.45	20.28	21.25	21.25	20.41	20.95	20.97	21.45	21.11	21.44
P/S	0.61	0.61	0.58	0.56	0.62	0.62	0.60	0.62	0.61	0.63	0.62	0.62

¹Each value represents the mean of duplicate determinations

glycine, aspartic acid 순으로 검출되었고, lysine, threonine, leucine 등도 상당량 검출되었다. Mott 등¹³⁾의 연구에서도 glutamic acid, aspartic acid, lysine, alanine 등이 가장 많이 검출되어 본 실험의 결과와 유사하였다. 한편, cysteine는 전혀 검출되지 않다가 냉장저장 8주째 7kGy 군에서 3.9 μ M/g이 검출되었으며, 저장기간에 따라 glutamic acid, glycine, alanine, methionine, isoleucine, histidine 등은 증가하였고, arginine, glutamine 등은 감소하였다. 그 외의 아미노산은 모두 불규칙하여 뚜렷한 경향이 없었으며 감마선조사로 인한 영향은 7kGy 조사군의 경우 다소 감소하는 종이 많았고 함황아미노산인 methionine은 감마선 조사에 의해 약간 감소하였으며, lysine의 경우에는 변화가 없었다. 또한 냉동저장에서는 alanine, serine, glutamic acid, glycine, lysine 등이 가장 많이 검출되었으며 감마선 조사에 따른 변화는 거의 없었다(Table 5). 닭고기는 냉동저장중에도 유리아미노산의 증가폭이 비거적 높은 경향이었는데 이는 닭고기의 경우 냉동저장 중에도 지방산패가 다른 육고기에 비해 빨라 유리아미노산의 용출이 용이하며 shelf-life도 짧은 것으로 사료된다.

Table 4. Changes in free amino acid of nonirradiated and irradiated chicken during storage at 5°C¹

Amino acids	Storage period (weeks)											
	0			2			4			8		
	Contr	3kG	7kG	Contr	3kG	7kG	Contr	3kG	7kG	Contr	3kG	7kG
	ol	y	y	ol	y	y	ol	y	y	ol	y	y
Asp	1.57	1.35	1.13	2.44	1.58	1.56	1.57	1.31	0.36	0.99	1.82	1.79
Thr	1.41	1.09	1.03	1.99	1.19	1.19	1.21	1.03	2.11	0.78	1.35	1.28
Ser	1.96	1.53	1.42	1.99	1.67	1.66	1.62	1.33	0.51	0.07	0.84	1.26
Asn	0.54	0.4	0.37	0.14	0.4	0.4	0.38	0.36	0.02	ND	0.14	2.38
Glu	1.87	1.24	1.32	4.12	1.57	1.55	1.71	1.23	2.97	7.72	0.9	0.19
Gln	0.94	0.77	0.74	ND	0.61	0.62	0.53	0.34	0.04	ND	0.07	1.8
Pro	0.9	0.8	0.76	0.1	1.01	0.98	1.08	0.85	0.26	0.19	1.18	0.5
Gly	1.84	1.61	1.51	2.72	1.63	1.62	1.7	1.4	4.32	4.22	1.91	0.41
Ala	3	2.4	2.42	3.93	2.41	2.4	2.84	1.63	6.43	11.12	3.51	1.98
Val	1.1	0.86	0.8	1.94	1.01	1.02	1.14	0.94	3.15	4.64	1.65	2.6
Cys	ND ²	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.78
Met	0.59	0.42	0.38	0.84	0.41	0.42	0.46	0.4	1.17	1.86	0.73	0.55
Ile	0.71	0.54	0.47	1.19	0.62	0.61	0.67	0.57	2.02	2.47	0.89	0.74
Lue	1.48	1.01	0.93	2.15	1.03	1.06	1.14	0.95	3.12	2.66	1.26	1.18
Tyr	0.53	0.55	0.51	0.01	0.57	0.59	0.59	0.49	0.07	0.07	0.65	0.67
Phe	0.56	0.43	0.4	0.86	0.46	0.48	0.46	0.4	1.18	1.55	0.72	0.55
Lys	1.44	1.35	1.3	0.73	1.56	1.31	1.9	1.28	1.69	1.4	0.77	1.4
His	0.57	0.48	0.39	0.81	0.84	0.67	1.06	0.62	0.58	0.28	0.79	1
Arg	0.99	0.79	0.76	0.02	0.9	0.93	1.57	0.67	ND	ND	0.04	0.76
Total	24	17.62	16.64	25.98	19.47	19.07	21.63	15.8	29	40.02	19.22	21.82

¹Each value represents the mean of duplicate determinations and expressed

μM g⁻¹(wet weight basis).

²ND: not detected

Table 5. Changes in free amino acid of nonirradiated and irradiated chicken during storage at -20°C¹

Amino acids	Storage period (months)											
	1			2			4			6		
	Contr	3kG	7kG	Contr	3kG	7kG	Contr	3kG	7kG	Contr	3kG	7kG
	ol	y	y	ol	y	y	ol	y	y	ol	y	y
Asp	0.84	0.91	0.87	1.9	1.32	1.07	1.32	0.99	1	1.4	0.89	0.79
Thr	0.89	0.91	0.87	1.94	1.27	1.07	1.4	1.02	0.95	1.26	0.91	0.81
Ser	1.21	1.21	1.2	2.87	1.76	1.5	1.93	1.38	1.37	1.81	1.25	1.11
Asn	0.34	0.37	0.34	0.78	0.47	0.46	0.52	0.4	0.4	0.48	0.34	0.3
Glu	1.21	1.08	1.03	3.16	1.59	1.41	2.02	1.21	1.15	1.78	1.14	0.93
Gln	0.71	0.77	0.74	1.48	1.1	0.94	1.6	1.14	1.15	1.45	1.13	0.99
Pro	0.56	0.62	0.63	1.24	0.94	0.83	0.96	0.74	0.73	0.87	0.65	0.59
Gly	1.16	1.18	1.19	2.4	1.72	1.51	2.01	1.52	1.44	1.76	1.34	1.2
Ala	1.78	1.79	1.82	3.71	2.44	2.2	3.31	2.38	2.39	3.06	2.12	1.93
Val	0.7	0.7	0.67	2.09	1.1	0.89	1.32	0.77	0.74	1.27	0.76	0.64
Cys	ND ²	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Met	0.36	0.36	0.33	0.99	0.6	0.48	0.67	0.38	0.38	0.57	0.34	0.29
Ile	0.45	0.44	0.39	1.35	0.66	0.57	0.82	0.44	0.46	0.76	0.44	0.36
Lue	0.89	0.82	0.79	2.39	1.17	0.95	1.52	0.92	0.88	1.45	0.9	0.69
Tyr	0.44	0.47	0.47	0.74	.56	0.48	0.77	0.5	0.54	0.7	0.47	0.39
Phe	0.39	0.35	0.37	0.95	0.47	0.39	0.64	0.4	0.42	0.63	0.37	0.32
Lys	1.37	1.08	1.12	2.85	1.77	1.43	1.68	1.39	1.4	1.6	1.07	1.04
His	0.54	0.41	0.38	1.18	0.69	0.47	0.77	0.45	0.45	0.73	0.36	0.3
Arg	2.24	0.77	0.72	2.02	0.91	0.77	1.16	0.79	0.78	1.1	0.71	0.63
Total	18.08	14.24	13.93	34.04	20.54	17.42	24.42	16.82	16.63	22.68	15.19	13.31

¹Each value represents the mean of duplicate determinations and expressed $\mu\text{M g-l}$ (wet weight basis).

²ND: not detected

IV. 요약

이상의 결과로 닭고기의 저장기간에 따른 일반성분 변화의 경우 조사에 따른 영향은 거의 없었으며 지방산 조성 및 유리 아미노산 함량 역시 감마선 조사로 인한 변화는 없었고 단지 저장기간에 의해 큰 영향을 받았다. 따라서 본 연구에서 행한 살균선량의 감마선 조사가 닭고기의 품질에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 판단된다.

ABSTRACT

This research was conducted to investigate changes in quality characteristics of gamma-irradiated chickens during storage at different temperature and periods. The proximate composition of Chicken was not significantly changed by irradiation dose and storage period. No significant difference in the components of fatty acids were observed by gamma irradiation. In general, the amount of released free amino acid was increased during storage and was not significantly changed by gamma irradiation.

참고문헌

1. Josephson, E.S.: Advantages, Problems and Experience of Irradiated Foods., In: "Aero-space Food Technology.," A Conference Held at the University of South Florida, Tampa, FL, USA, April 15~17, NASA Sp-202, National Aeronautics & Space Adminis
2. IAEA: Food Irradiation, Newsletter,(1992) Washington, D.C.(1970).
3. Reuter: "Irradiated Chicken Selling Briskly." 3, September(1993).
4. WHO-Food Irradiation, A Technique for Preserving and Improving the Safety of Food Geneva(1988).
5. Council for Agricultural Science and Technology, Ionizing Energy in Food Processing and Pest Control I, Wholesomeness of Food Treated with Ionizing Energy, Report No. 109, ISSN 0194-4088(1986).
6. FAO/WHO/IAEA:(JECFI), Geneva. Joint Expert Committee a Food Irradiation Reports(1980)
7. 김용봉, 김용수, 노정해, 성기승, 윤철석, 이남형.: 진공포장된 수입냉장우육의 저장성에 관한연구, 한국축산학회지., 38(4):411(1996)
8. Lee, W.T. and Dawson, L.E.: Chicken Lipid Changes during Cooking Oil., J. Food Sci., 38: 1232~1237(1973).
9. 박구부, 이재숙, 이한기, 송또준.: 저장기간에 따른 재래산 양육 및 계육의 지방산 변화. 한국축산학회지., 32(2): 83(1990)

10 · 관광식음료경영연구

10. Chang, I. and Watts, B.M.: The Fatty Acid Content of Meat and Poultry before and after Cooking., J. American Oil Chem, Soc., 29: 334(1952).
11. 박구부, 하동기, 정선부.: 포장방법이 동결계육의 저장성 및 미생물의 증식에 미치는 영향, 한국가금학회지., 23(4): 203(1996).
12. 박구부, 정천교, 김영직, 이한기.: 저장기간에 따른 계육의 지방산조성에 관한 연구 I. 지질의 조성변화, 한국축산학회지., 30(12): 747(1988)
13. Mott, E.L., Macneil, J.M., Mast, M.G. and Leach, R.M.: Protein Efficiency Ratio and Amounts of Selected Nutrients in Mechanically Debound Spent Layer Meat., J.Food Sci., Vol.47, 655(1982).