

美國의 食品科學 研究動向

延世大學校

박혜원 · 오혜숙 · 이명희 · 문수재 · 손경희

I. 식품 과학 연구의 역사적 배경

식품 과학의 발전 과정에서 볼 때 1900년대 초기는 유아기에 해당되며 이때의 주요 관심사는 조리시 재료의 분량, 조리 시간과 온도 그리고 식품 재료의 관리 및 그의 경제성등을 검토하는 정도였다. 이런 점으로 미루어 보아 이 시기에는 식품의 조리 조작과정을 자연과학적 연구 방법을 도입하여 이에 의존하는데 노력하였다. 따라서 표준화된 recipe book 은 가정 주부들에게 하나의 생활 필수품이 되었던 시기이기도 하다. 그후 1920년대에 들어서 실험 조리에 대한 개념이 도입되었고, 1930년대와 1940년대에 걸쳐 식품의 개념에 대한 이해를 넓히기 위해서 여러가지 방법론이 개발 발전되었다. 음식을 조리하는 과정에서 실험적 data 를 제시하는 방법을 도입하여 저술한 저서「Experimental cookery」가 1932년 Belle Lowe¹⁾에 의해 처음 발간되었으며, 현재까지도 식품학을 전공, 연구하는 사람들에게는 고전으로 되어 왔다. 이는 1962년에 Ruth Griswold²⁾에 의해 「Experimental study of food」로 보충, 개정되었다. 또한 1943년에는 Evelyn G. Halliday 와 Isabel T. Nobel³⁾의 「Food chemistry and cookery」가 출판되었고, 곧 이어 1948년에 Margaret Justin, Lucile Rust 그리고 Gladys Vail⁴⁾이 「Foods」를 저술하여, 이들을 통하여 1950년대까지의 식품 과학의 연구 동향을 엿볼 수 있다. 한편 Gladys Vail⁵⁾은 1959년에 AHEA(미국 가정학회) 창립 50주년을 맞이하여 그때까지의 식품학에 관한 논문을 정리하여 「The Home Economics Contribution to Food Research」라는 제목으로 연구 방향의 발전 상황을 보고한 바 있다. 그후 Paulin C. Paul 과 Helen H. Palmer⁶⁾의 「Food Theory and Applications」가 1972년 발간되어 이것이 식품 연구를 개괄적으로 연구할 수 있도록 제시하고 있으며, 최근에 간행된 책들은 질감이나

식품학적 특성 등 특정 부분을 전문적으로 다루고 있는 것이 대부분이다. 이들 참고 문헌을 통하여 나타난 바에 의하면 1970년 이전의 연구 방향은 주로 식품계 내에서 식품 성분들의 상호 작용에 대한 연구가 이루어졌다. 식품계 내에서의 식품 성분의 상호 관계는 식품의 조리, 가공시 일어나는 물리, 화학적 변화를 규명함으로써 이해될 수 있으며 식품의 상호 작용은 식품의 영양적 측면과 관능적 품질 요소에 관련된 분야로 크게 나누어져 있다. 이 두 분야중 영양학적 연구가 먼저 시도되었으며, 1900년대 초 vitamin 과 무기질이 인체에 필수 영양소임이 알려지면서부터 식품 내의 영양소 함량을 규명하는 것이 식품 연구에서 가장 중요한 주제가 되어 왔다. 여기서는 식품 자체의 영양소 함량 뿐만 아니라 조리 방법 및 시간, 기타 첨가물 등 여러가지 요인에 따른 영양소 함량의 변화에 대하여 많이 연구되어 왔으며, 이는 1970년대를 지나 오늘날 까지도 계속 연구되는 분야이다. 그러나 현재의 경향은 아직까지 널리 사용되지 않았던 식품이나, 새로운 가공 식품의 영양가 분석이 주로 이루어지고 있으며, 또한 HPLC 등 새로운 분석 기기의 발달에 따라 보다 정확한 분석을 하고 이전의 결과와 비교검토하고 있으며 미량 원소의 분석도 이루어지고 있는 실정이다. 실제로 식품을 선택하는데 있어서는 인간의 지각이 먼저 작용하게 되며, 따라서 식품의 품질을 평가하는데 있어서 식품의 flavor, texture 및 색깔이 최종적으로 가장 중요한 특성이 된다. 이러한 이유로 관능 검사는 식품의 품질을 평가하는 가장 중요한 방법의 하나가 되어 훈련된 관능 검사 요원이나 소비자를 통해 식품의 기호도와 수용도를 평가하는 여러 관능 검사 방법이 발전되어 왔다.

식품의 품질 평가시 실험의 목적에 따라 실험 설계 및 관능 검사 방법이 달라지게 되는데 현재는 여러 실험 방법들이 거의 표준화된 단계로서, IFT⁷⁾에서는 1981년 이를 요약, 개정하여 「Sensory evaluation

Table 1. Classification of sensory Evaluation Methods and Panels

Classification of methods by function	Appropriate methods	Type and No. of panelists
ANALYTICAL: Evaluates differences or similarity quality and/or quantity of sensory characteristics of a product		<ul style="list-style-type: none"> • Screened for interest, ability to discriminate differences and reproduce results • Trained to function as a human analytical instrument
1. Discriminative:		
a. Difference: Measures simply whether samples are different	Paired-comparison Duo-trio Triangle Ranking Rating difference/scalar difference from control	<ul style="list-style-type: none"> • Normal sensory acuity • Periodic requalification • Panel size depends on product variability and judgment reproducibility • No recommended "magic number"—a number often used is 10; a recommended minimum number is generally 5, since any fewer could represent too much dependence upon one individual's responses
b. Sensitivity: Measures ability of individuals to detect sensory characteristic(s)	Threshold Dilution	
2. Descriptive: Measures qualitative and/or quantitative characteristic(s)	Attribute rating Category scaling Ratio scaling(magnitude estimation) Descriptive analysis Flavor profile analysis Texture profile analysis Quantitative descriptive analysis	
AFFECTIVE: Evaluates preference and/or acceptance and/or opinions of product	Paired-preference Ranking Rating Hedonic (verbal or facial) scale Food action scale	<ul style="list-style-type: none"> • Randomly selected • Untrained • Representative of target population • Consumers of test product • No recommended "magic number"—minimum is generally 24 panelists, which is sometimes considered rough product screening; 50~100 panelists usually considered adequate

guide for testing food & average product"를 발표하였고 이를 Table 1에 나타내었다. 또한 통계학의 개념을 적용하여 관능 검사에서 보다 신뢰성있는 결과를 얻으려고 시도하였으며, 통계처리시에는 주로 t-test, ANOVA, Duncan's multiple range test 등의 분석 방법이 이용되었고 이러한 과정을 통해 유의성을 검증해 왔다. 아직까지도 이들 통계 방법을 가장 널리 이용하고 있으나, 1970년대 후반에 들어서면서 부터 더 복잡한 분석을 하기 위하여 regression analysis^{8,9)}, factor analysis^{10,11)}, cluster analysis¹²⁾, discriminant analysis¹³⁾ 등을 사용하게 되었다.

관능 검사 방법은 인간의 감각 기관에 의해 측정되는 것이므로 일관된 결과를 얻기 어렵다는 단점을 갖고 있다. 따라서 식품의 품질을 기계적인 방법을 통해 측정하려는 시도에서 여러 분석 기기가 개발되었으며, 측정코져하는 식품의 종류나 품질 요소에 따라 각기

다른 분석 기기를 사용케 된다. 식품의 품질을 평가하는데 사용된 분석 기기와 측정되는 품질 요소를 문헌을 통해 정리하여 Table 2에 요약하였다.

식품의 품질을 평가하는에는 이상과 같이 관능 검사를 통한 주관적 평가 방법과 기계적 측정을 통한 객관적 평가 방법이 적용되어 왔으며 이때 무엇보다도 중요한 것은 방법에서 얻어진 결과들의 상호 관련성을 밝혀내는 것이며 따라서 여러 연구에서 이러한 경향을 살펴볼 수 있었다^{12,36,37)}.

II. 1970년대 이후의 식품 과학의 연구경향

본 연구에서는 1971년에서 1985년에 걸쳐 미국에서 발표된 연구 논문을 중심으로 조리 과학적 측면에서 최근의 주요 관심점을 검토하였으며, 자료는 식품학연구를 전반적으로 다루고 있는 Journal of Food Science

Table 2. Objective Test of Flavor Texture & Color of Foods

Property measured	Testing apparatus	Foods	Reference	
Flavor	GC GLC	All	Kung ¹⁴⁾ , 1967	
	HPLC	All	DeVries ¹⁵⁾ , 1981	
Texture	Warner-Bratzler	Meat, Poultry .	Bratzler ¹⁶⁾ , 1932	
		Biscuits	Matthews & Dawson ¹⁷⁾ , 1963	
		Cake	Dawson ¹⁸⁾ , 1966	
	Compressibility	Compressimeter	Baked products	Crossland & Favor ¹⁹⁾ , 1950
		Kramer shear press	Fruit & Vegetable	Kramer ²⁰⁾ , 1961
	Texturoneter		Most	Friedman ²¹⁾ , 1963
	Puncture	Magness Taylor pressure test	Fruit & Vegetable	Bourne ²²⁾ , 1965
	Elasticity & gel strength	Ridgelmeter	Pectin gels	Ehrlich ²³⁾ , 1968
	Texture profiling	Instron universal testing machine	Fruit & vegetable	Bourne ²⁴⁾ , 1968
	Shear	Shortometer	Pastry	Stinson & Huck ²⁵⁾ , 1969
	Compressibility	Penetrometer	Baked products	Funk ²⁶⁾ , 1969
	Viscosity	Consistometer	Ketchup, preserve	Daoud & Luh ²⁷⁾ , 1971
	Tenderness	Armour Tenderometer	Meat	Henrickson ²⁸⁾ , 1972
	Tensile testing,	Instron universal testing Machine	Meat	Bouton & Harris ²⁹⁾ , 1972
	Dough consistency	Farinograph	Dough	Locken ³⁰⁾ , 1972
	Deformation	Penetrometer	Fruit & marshmellow	Bourne ³¹⁾ , 1973
			Meat	McCrae & Paul ³²⁾ , 1974
	Viscosity	Brookfield viscometer	Liquids	Balmececa ³³⁾ , 1973
	Color	Spectrophotometers	Most	Francis & Clydesdale ³⁴⁾ , 1975
Macbeth-munsell colorimeter		All	Francis & Clydesdale ³⁴⁾ , 1975	
Gardner color difference meter		All	Francis & Clydesdale ³⁴⁾ , 1975	
Hunter color & color difference meter		All	Lyon ³⁵⁾ , 1975	

와 Home Economics Research Journal 을 중심으로 종합하였다. 여기에서 부연하는 바는 이들 잡지에 실린 논문 중 저장이나 가공 분야는 조리 과학적 영역을 벗어나 공학 분야에 치우치는 경향이므로 본 연구 내용에서는 하나의 부류에 포함시키지 않았다. 또한 Journal of Food Science 나 Cereal Chemistry 등 특정 식품이 주제가 되고 있는 journal 은 시간 관계상 제외

시켰다.

연구 경향을 파악하는데 인용된 총 논문 편수는 860 여편에 달하며 이를 연도별, 식품 주제별로 분류하면 Table 3과 같다.

곡류의 연구는 매우 다양하여 연대에 따른 일정한 경향을 찾아보기 힘들었다. 연구의 주요 관심사는 감자와 고구마류, 밀가루 제품으로 이들에 대해 조리방

Table 3. 최근 15년간 발표된 조리 과학적 측면의 논문편수

	Cereal	Soybean	Meat	Poultry	Fish	Milk	Egg	Vegetable	Fruit	Fat & oil	Sugar	Total
1971	2	2	12	2	—	2	1	2	9	—	1	33
1972	1	4	20	1	1	—	—	1	1	—	2	31
1973	20	5	11	5	2	2	—	6	4	1	2	58
1975	2	15	33	2	2	1	—	5	7	—	2	69
1976	24	6	31	8	3	—	1	6	3	—	2	79
1977	8	7	20	1	1	1	1	2	3	—	—	44
1978	20	11	23	2	2	1	—	5	6	1	4	75
1979	4	9	6	—	—	1	—	4	—	—	—	24
1980	19	12	17	—	—	6	—	—	5	—	1	62
1981	6	7	15	3	—	1	3	3	2	—	—	40
1982	9	22	13	6	4	4	3	11	3	1	3	79
1983	14	8	29	3	6	4	1	7	3	4	2	81
1984	26	10	33	2	2	5	7	12	14	—	1	112
1985	5	17	25	1	6	6	2	6	5	4	—	77
Total	160	135	288	31	29	34	19	72	65	11	20	864

(J. Food Sci., Home Eco. Res. J.)

법등 여러 각도에서 조사되었으며 밀가루의 일부를 동·식물성 단백질 자원으로 대체 이용한 효과에 대해 보고 하고 있다. 특히 1977년 이후 새로운 조리 방법으로 microwave oven의 이용이 두드러지게 나타나며, 이에 따른 영양가나 관능적 특성을 재래의 oven 사용 결과와 비교 연구하는 논문이 다수 있었다.

육류와 육류 가공품 및 조류는 생활의 풍요로움에 따라 식생활에서 차지하는 비중이 커지고 있으며, 본 조사에서도 가장 많은 연구 논문이 발표되어 총 860여 편 중 약 1/3에 해당되었다. 1970년대와 1980년대에 걸쳐서 뚜렷한 연구의 멧음이 없이 일반적인 연구 경향을 보이고 있으며 이는 특히 육류의 구조가 복잡하여 어떤 특징을 나타내는데에는 여러 요인들이 상호작용을 하고, 또한 새로운 기기들이 식품 과학 연구에 이용되어 같은 특성이라도 각종 기기들을 사용하여 재 검토하는데 기인한 것으로 볼 수 있다. 다만 microwave oven의 이용이 대중화되면서 1970년 중반 이후부터 이를 이용한 연구도 한 몫을 차지하고 있다. 육류와 조류의 현시대의 연구 경향은 다음과 같다.

조리 방법에 따른 관능적 특성 및 영양적 가치의 검토가 행해지고 있으며, aging과 사후 경직 전후의 상태에 따라 육류의 질감 특히 연화도에 미치는 영향이 광범위하게 연구되고 있다. 또한 특기할만한 사항은 대두 단백질등 여러 값싼 식물성 단백질을 frankfurter

제조에 첨가했을 때의 영양적, 기능적인 측면이 많이 다루어졌다. 한편 대두 단백질과 마찬가지로 육류 단백질의 식품학적 기능성이 특단적인 분야를 이루고 있으며 특히 actomyosin의 기능성이 주로 연구되었다. 이의 연구시 기계적 측정 방법이 시도되었고 대부분 관능 검사 결과와 연결시키려는 노력이 어떤 식품에서 보다 크게 나타났다. 그밖의 양상은 nitrite 함량에 따른 flavor 등 관능 요소를 검토한 것이 두드러졌다.

기타 식품에 대한 연구는 매우 적었으며 주제도 다양하여 연구 경향을 파악하기 어려웠다.

모든 식품을 중심으로 연구 경향을 발표하기는 불가능하므로 본 발표에서는 두류 식품을 주제로 선정하여 이의 연구 경향을 1971~1985년까지 정리하였다.

Ⅲ. 두류제품의 연구경향

두류 특히 대두에 대한 연구는 미국 내에서의 연간 생산량의 급증, 대두 단백질의 우수성과 경제성이 인정되고 이와 더불어 이의 이용 방안을 모색하려는 의도에서 많은 관심을 갖게 되었다. 이러한 연구에는 두류의 영양가를 입증하는 차원에서 벗어나 오래 전부터 전래되어 오던 동양의 전통 두류 음식에 눈을 돌려 이들 음식에서 얻는 여러 잇점들, 특히 항영양 물질의 감소 및 소화율의 향상등에 한동안 연구의 초점이 맞

추어졌었다. 이와 함께 우유 대용품으로 두유의 이용 가치를 생각하게 되면서 두유를 이용한 cheese 유사품 등도 선을 보이다가 이제는 차츰 두유를 단백질 보충 자원으로써 사용하는 단계에 이르렀다. 이에 단순히 콩가루를 이용하는 것에서부터 대두 단백질을 분리하여 이를 식품에 첨가하였을 때 나타날 수 있는 기능성에 이르기까지 매우 다양하여 현재는 기능성에 대한 연구가 왕성하게 이루어지고 있다. 이는 과학 기술의 발달로 많은 계기들을 식품학의 연구에 이용할 수 있게 되면서 더욱 활기를 띠고 있다.

1. 두유의 품질 요소

1970년대 이래로 두류 및 두류 제품의 영양가에 대한 연구는 활발하지 않은 실정으로, 각종 두류 제품의 조리 가공시 영양 성분의 함량 변화에 대해 간간히 발표되었다^{58~59}. 이러한 연구에서는 amino acid 조성 및 무기질과 수용성 vitamin 함량 변화등이 측정되었다. 1970년대 후반과 1980년대에서는 두류 성분 중의 하나인 phytate를 제거함으로써 Zn의 체내 이용율을 향상시키려는 노력이 이루어졌다^{54~59}. 두류의 phytate 함량과 phytase 활성에 열처리, pH 변화 및 발아 과정이 미치는 영향에 대해 조사되었고, 특히 발아시에는 75% 정도의 phytate가 감소한다고 하였으며⁵⁷, tempeh 제조시 발효 과정중 상당량의 phytate가 감소되고, 그후의 저장과 frying시에도 계속 감소된다고 하였다⁶⁰. 1970년대 초기까지는 가공되지 않은 두류 자체의 질감을 puncture test나 shear stress test를 이용하여 측정한 논문이 있었으나^{60,61}, 그 이후에는 찾아보기 힘들었다.

2. 두유의 품질 요소

두유 음료에 대한 연구는^{62~67} 수율과 수용도가 좋은 제품을 얻기 위해 침지 조건, 가열조건등의 추출 방법에 대한 것⁶² 알칼리 침지시 초래되는 cysteine 손실을 보완하기 위한 methionine을 첨가했을 때의 PER의 상승 효과등이 논의되었고⁶², corn-soymilk 혼합물을 전열처리하였을 때의 영양적 안정성에 대해 조사한 논문도 있었다⁶⁴. 두유의 영양적 가치를 향상시키기 위한 연구로서 1980년대에 들어서 Ca를 첨가하여 영양가를 높이고 동시에 Ca 첨가 수준에 따른 관능적 측면도 검토되었다⁶⁷.

이외에 oil을 첨가함으로써 두유의 색이 훨씬 희게 되었고 맛에 있어 chalkiness를 감소시켜 두유의 품질을 향상시키려는 노력이 이루어졌다⁶⁶.

3. 두유 curd의 품질 요소

두유의 응고 제품 중 먼저 두부에 대한 연구를 살펴 보면^{68~77} 1973년에 응고제로서 CaSO₄를 사용하여 제조한 두부의 영양적 우수성을 확인한 것⁶⁹ 두부 제조시 비린 냄새를 감소시키기 위한 연구가 있었으며⁶⁸ SEM을 이용하여 두부의 미세구조와 texture의 성질을 상호 연관시켜 본 연구가 보고되었다. 1980년대에 들어서 3품종의 두유를 3가지 방법에 의해 두유를 제조한 후 두유 내의 soluble solid 함량을 측정하여 두부 제조시의 유용성을 검토하였다. 이 연구에서는 hydrometer를 이용하여 간단히 고형분 함량을 구하였고 이제까지의 spectrophotometry, refractometry에 의한 결과와 비교하였다⁷³. 또한 field pea에서 high protein fraction을 제조하여 두부 제조시 대두의 대응 가능성을 타진하였고⁷², 두유에 coconut cream을 첨가하여 제조한 두부의 texture와 관능적 특성에 미치는 영향에 대해 조사하였다⁷⁶.

두유를 이용한 cheese 유사품에 대해 최근 15년간의 연구를 살펴보면^{78~79}, hard cheese 제조시 두유의 대체 효과를 검토하였고⁷⁸ 또한 mozzarella cheese 유사품을 만들어 그의 texture 특성을 비교하였다⁷⁹.

두유를 1.5~2시간동안 젖산 발효시킨 후 bromelain을 처리하여 응고물을 형성하였을 때 속성율과 flavor 향상면에서는 바람직한 결과를 얻었으나 수율면에서는 bromelain을 처리하지 않은 것보다 떨어지는 것으로 나타났다는 보고도 있었으며⁷⁴, soy flour를 원료로 두유를 만들어 우유에 넣고 이 혼합물에서 응고물을 형성시킨 후 그때의 수율을 조사한 연구도 있었다⁷⁵.

4. 대두분 및 대두 단백질의 식품학적 특성

분리 대두 단백질 또는 다른 식물성 분리 단백질의 이용 경향은 처음에는 밀가루에 혼합하여 단순히 단백질의 함량을 보강시키려는 목적에서 사용하였으나, 점차 영양 보충 효과와 함께 제빵, 제과성을 향상시킬 수 있는 방법으로 연구가 진행되었다^{80~89}. 그으로 dough conditioner를 넣어주는 경우 대두분의 함량을 12%까지 증가시켜도 빵의 texture가 좋았다고 한다⁹⁰.

가루제품 외에 beef loaf, beef patties, frankfurter 등을 제조하는데 있어서 분리 대두 단백질과 식물성 분리 단백질을 대체하여 증량제로 사용한 후 이들의 수율도, 품질과 미세 구조등에 대해 연구하였다^{91~95}.

분리 대두 단백질과 식물성 분리 단백질에 대한 식품학적 특성에 대한 활발한 연구는 단순한 가루 제품, 육

류의 첨가제 이외에 식품에 첨가함으로써 품질을 높이기 위한 가능성이 검토되고 있다^{96~107}). 따라서 분리 대두 단백을 7S, 11S의 각 분획으로 분리하여 이들의 식품학적 특성에 주로 관여되는 단백질과 그 반응기전을 연구하고 있다. 즉 11S 분획은 0.5%의 낮은 농도에서는 100°C에서 1분간 가열하였을 때 soluble aggregate가 형성되었다가 계속 가열하면 basic subunit과 acidic subunit으로 분리된다. 그러나 5%의 농도에서는 계속적인 가열 시 polymer aggregate를 형성하여 gel이 형성됨을 보고하였다¹⁰⁸).

분리 대두 단백질, 7S 분획, 11S 분획을 80°C에서 30분간 열처리 하였을 때 gel 형성에 주로 관여하는 결합력이 7S gel은 hydrogen bond, 11S gel은 electrostatic interaction과 disulfide bond, 분리 대두 단백질은 hydrogen bond나 hydrophobic bond에 기인된다고 하였다¹⁰⁹). 분리 대두 단백질, 7S 분획, 11S 분획은 95°C에서 1분간의 열처리 과정과 ethanol 처리에 의해 유화력이 증가하는데 이때 NaCl의 첨가로는 열처리한 경우에만 유화력이 감소되었다. 즉 유화력을 증가시키는 두 반응이 각기 다른 기전에 의해 단백질 구조를 변화시킴을 보고하고 있다¹¹⁰). 분리 대두 단백질의 유화 안정성에 sodium caseinate는 지방 입자 표면에 우선적으로 피막을 형성하므로써 분리 대두 단백질의 흡착을 방해하여 유화 안정성을 감소시켰다¹¹¹).

이러한 기본적인 연구를 토대로 식품계와 유사한 model system을 설계하여 분리대두 단백질의 식품 내에서의 역할을 규명하려는 연구가 최근 들어 활발히 진행되는 한편^{112~113}), 이들 분리 단백을 화학적 수식, 또는 효소적 수식에 의하여 식품학적 특성을 증가시키는 방법을 연구하고 있는데 이때 수식 과정에 의해 일어나는 단백질의 체내 이용률도 함께 조사되고 있었다^{114~116}).

이와같이 분리 대두 단백질의 이용 가능성은 단백질 급원이라는 측면과 식품학적 특성의 대체 이용 가능성이 크게 중요시 되면서 지금까지 연구 되어진 식물성 분리 단백질은 물론 새로운 식물성 단백질자원에 대한 연구가 매우 활발히 진행되고 있다.

IV. 요약

1. 1900년대 초기에는 조리 과학의 기초 개념으로 표준 recipe의 작성이 시도되었다.

2. 비타민과 무기질이 필수 영양소로 밝혀지면서 각종 식품 내의 영양가 분석이 광범위하게 이루어졌으며 과학 기술이 발달함에 따라 새로운 분석 기기의 도입

으로 미량 원소의 분석도 가능하게 되었다.

3. 1950년대 후반 부터 식품의 관능적 품질 요소를 평가하는데 panel들의 오판을 이용한 관능 검사법이 이용되어 왔으며, 평가 방법이 점차 발달되어 IFT에서 1981년에 실험 목적에 따라 표준화된 관능조사 방법을 발표한 바 있다.

4. 식품의 품질 평가시 기계적 측정을 실시함으로써 객관적인 결과를 얻게 되었으며, 현재는 이를 관능 검사 결과와 관련시키고 있다.

5. 1970년대 이후 조리 과학적 측면에서의 식품 연구 경향은 J. Food Sci.와 Home Economics Research J.을 통하여 검토한 결과, 육류에 대한 연구가 가장 많았고, 영양가, 맛, tenderness가 주요 관점이었다. 그 다음으로는 두류와 곡류에 대한 연구가 많았으며 기타 식품에 대한 연구는 미흡한 실정이었다.

6. 미국에서 대두에 관한 연구는 동양에서의 이용방법을 지수입하지 않고 서구식 식생활에 맞게 발전시켰다. 이에 textured vegetable protein 등과 같이 육류 대체 식품으로서의 이용 가능성과 두류 단백질의 식품학적 기능성을 이용하여 첨가시 식품의 품질을 향상시키고자 하는 관점에서 연구가 진행되고 있으며 앞으로 많은 관심을 받게 될 것으로 전망된다.

References

1. Lowe, B., *Experimental Cookery*, New York, John Wiley & Sons, 1932.
2. Griswold, R.M., *The experimental study of foods*, Boston, Houghton Mifflin, 1962.
3. Halliday, E.G. and Nobel, I.T., *Food chemistry and cookery*, Chicago, Illinois University of Chicago Press, 1943.
4. Justin, M., Rust, L. and Vail, G., *Foods*, Boston, Houghton Mifflin, 1948.
5. Vail, G.E., The home economist's contribution to food research, *J. Home Economics*, 51:445, 1959.
6. Paul, P. and Palmer, H.H. *Food theory and application*, New York, John Wiley and Sons, 1972.
7. IFT, Sensory evaluation guide for testing food and beverage, *Food Tech.*, 35:50, 1981.
8. Pearson, A.M. and Ennis, D.M., Sensory properties of high fructose corn syrup ice cream

- formulations, *J. Food Sci.*, **44**:810, 1978.
9. Korth, B., Use of regression in sensory evaluation, *Food Tech.*, **36**:91, 1982.
 10. Wu, L.S., Bargmann, R.E. and Powers, J.J., Factor analysis applied to wine descriptors, *J. Food Sci.*, **42**:944, 1977.
 11. McLellan, M.R., Cash, J.N. and Gray, J.T., Characterization of the aroma of raw carrots (*Daucus Carota L.*) with the use of factor analysis, *J. Food Sci.*, **48**:71, 1983.
 12. Godwin, D.R., Bargmann, R.E. and Powers, J.J., Use of cluster analysis to evaluate sensory-objective relations of processed green beans, *J. Food Sci.*, **43**:1229, 1978.
 13. Ennis, D.M., Boelens, H., Haring, H. and Bowman, P., Multivariate analysis in sensory evaluation, *Food Tech.*, **36**:83, 1982.
 14. Kung, J.T., McNaught, R.P. and Yeransian, J.A., Determining volatile acids in coffee beverages by NMR and Gas chromatography, *J. Food Sci.*, **32**:455, 1967.
 15. DeVries, J.W., Johnson, K.D. and Heroff, J.C., HPLC determination of caffeine and theobromine content of various natural and red Dutched cocoas, *J. Food Sci.*, **46**:1968, 1981.
 16. Bratzler, L.J., Measuring the tenderness of meat by means of a mechanical shear, Master's thesis, Kansas State College, Manhattan, 1932.
 17. Matthews, R.H. and Dawson, E.H., Performance of fats and oils in pastry and biscuits, *Cereal Chem.*, **40**:291, 1963.
 18. Matthews, R.H. and Dawson, E.H., Performance of fats in white cake, *Cereal Chem.*, **43**:538, 1966.
 19. Crossland, L.B. and Favor, H.H., A study of the effects of various techniques on the measurement of the firmness of bread by the Baker compressimeter, *Cereal Chem.*, **27**:15, 1950.
 20. Kramer, A., et al., *Tenderness testing apparatus for food products*, U.S. pat. 2,972,884, Feb. 28, 1961.
 21. Friedman, H.H., Whitney, J.E. and Szczesniak, A.S., The texturometer a new instrument for objective texture measurement. *J. Food Sci.*, **28**:390, 1963.
 22. Bourne, M.C., Studies on punch testing of apples, *Food Technol.*, **19**:413, 1965.
 23. Ehrlich, R.M., Controlling gel quality by choice and proper use of pectin, *Food Prod. Dev.*, **2**(1):74, 1968.
 24. Bourne, M.C., Texture profile of ripening pears, *J. Food Sci.*, **33**:223, 1968.
 25. Stinson, C.G. and Huck, M.B., A comparison of four methods for pastry tenderness evaluation, *J. Food Sci.*, **34**:537, 1969.
 26. Funk, K., Zabik, M.E. and ElGidaily, D.A., Objective measurements for baked products, *J. Home Econ.*, **61**:119, 1969.
 27. Daoud, H.N. and Luh, B.S., Effect of partial replacement of sucrose by corn syrup on quality and stability of canned applesauce, *J. Food Sci.*, **36**:419, 1971.
 28. Henrickson, R.L., Marsden, J.L. and Morrison, R.D., An evaluation of the Amour tenderometer for an estimation of beef tenderness, *J. Food Sci.*, **37**:857, 1972.
 29. Bouton, P.E. and Harris, P.V., The effects of cooking temperature and time on some mechanical properties of meat, *J. Food Sci.*, **37**:140, 1972.
 30. Locken, L., Loska, S. and Shuey, W., The farinograph handbook, *American Association of Cereal Chemists*, St. Paul, MN, 1972.
 31. Bourne, M.C., Use of the penetrometer for deformation testing of foods, *J. Food Sci.*, **38**:720, 1973.
 32. McCrae, S.E. and Paul, P.C., Rate of heating as it affects the solubilization of beef muscle collagen, *J. Food Sci.*, **39**:18, 1974.
 33. Balmaceda, E., Rha, C.K. and Huang, F., Rheological properties of hydrocolloids, *J. Food Sci.*, **38**:1169, 1973.
 34. Francis, F.J. and Clydesdale, F.M., *Food colorimetry: Theory and applications*, Avi Publ. Co., Westport, CT, 1975.
 35. Lyon, C.E., Lyon, B.G., Kloss, A.A. and Hu-

- dsbeth, J.P., Effects of temperature-time combinations on doneness and yields of water-cooked broiler thighs, *J. Food Sci.*, **40**:129, 1975.
36. Perry, C.A. and Carroad, P.A., Instrumental for texture of small curd cottage cheese and comparison to sensory evaluation, *J. Food Sci.*, **45**:798, 1980.
 37. Townley, R.R. and Lanier, T.C., Effect of early evisceration on the keeping quality of Atlantic croaker (*Micropogon undulatus*) and grey trout (*Cynoscion regalis*) as determined by subjective and objective methodology. *J. Food Sci.*, **46**:863, 1981.
 38. Miller, C.F., Guadagni, D.G. and Kon, S., Vitamin retention in bean products: Cooked, canned and instant bean powders, *J. Food Sci.*, **38**:493, 1973.
 40. Perry, A.K., Peters, C.R. and Van Duyne, F.O., Effect of variety and cooking method on cooking times on thiamine content and palatability of soybeans, *J. Food Sci.*, **41**:1330, 1976.
 41. Rockland, L.B., Miller, C.F. and Hahn D.M., Thiamine, pyridoxine, niacin and folacin in quick-cooking beans, *J. Food Sci.*, **42**:25, 1977.
 42. Sgarbieri, R.S. Garruti, Moraes, M.A.C. and Hartman, L., Nutritional and sensory evaluation of mixtures of soy bean and common bean, for direct use as human food, *J. Food Sci.*, **43**:208, 1978.
 43. Rizley, N.F. and Sistrunk, W.K., Effects of maturity, soaking treatment and cooking method on the quality and mineral content of Southern peas, *J. Food Sci.*, **44**:220, 1979.
 44. Lathrop, P.J. and Leung, H.K., Thermal degradation and leaching of vitamin C in green peas during processing, *J. Food Sci.*, **45**:995, 1980.
 45. Chung, S.Y., Morr, C.V. and Jen, J.J., Effect of microwave and conventional cooking on the nutritive value of colossus peas (*Vigna unguiculata*), *J. Food Sci.*, **46**:272, 1981.
 46. Kilgore, S.M. and Sistrunk, W.A., Effects of soaking treatments and cooking selected B-vitamins and the quality of black-eyed peas, *J. Food Sci.*, **46**:909, 1981.
 47. Chen, T.S. and George, W.L., Ascorbic acid retention in retort pouched green beans, *J. Food Sci.*, **46**:642, 1981.
 48. Lee, C.Y., Parson, G.F. and Downing, D.L., Effects of processing on amino acid mineral contents of peas, *J. Food Sci.*, **47**:1034, 1982.
 49. Marshall, H.F., Chang, K.C., Miller, K.S. and Satterless, L.D., Sulfur amino acid stability. Effects of processing on legume proteins, *J. Food Sci.*, **47**:1170, 1982.
 50. Klkowicz, K. and Sosulski, F.W., Antinutritive factors in eleven legumes and their air classified protein and starch fractions, **47**:1301, 1982.
 51. Meredith, F.J. and Thomas, C.A., Amino acid and elemental contents of lima bean seed, *J. Food Sci.*, **47**:2021, 1982.
 52. Abdullah, A. and Baldwin, R.E., Mineral and vitamin contents of seeds and sprouts of newly available small-seeded soybeans and market samples of mungbeans *J. Food Sci.*, **49**:656, 1984
 53. Lu, C.L., Hsu, K.H. and Wilson, L.A., Quality attributes and retention of selected B-vitamins of canned faba beans as affected by soaking treatments, *J. Food Sci.*, **49**:1053, 1984.
 54. Canesh Kumar, K., Venkataraman, L.V., Jaya, T.V. and Krishnamurthy, K.S., Cooking characteristics of some germinated legumes: Changes in phytins, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ and pectins, *J. Food Sci.*, **43**:85, 1978.
 55. Tabekhiah, M.M. and Luh, B.L., Effect of germination, cooking, and canning on phosphorus and phytate retention in dry beans, *J. Food Sci.*, **45**:406, 1980.
 56. Beal, L., Finney, P.L. and Mehta, T., Effects of germination and dietary calcium on zinc bioavailability from peas, *J. Food Sci.*, **49**:637, 1984.
 57. Beal, L. and Mehta, T., Zinc and phytate distribution in peas. Influence of heat treat

- ment, germination, pH, substrate, and phosphorus on pea phytate and phytase, *J. Food Sci.*, 50:96, 1985.
58. Saturdi and Buckle, K.A., Reduction in phytic levels in soybeans during tempeh production, storage and frying, *J. Food Sci.*, 50:260, 1985.
 59. Seo, A. and Morr, C.V., Activated carbon and ion exchange treatments for removing phenolics and phytate from peanut protein products, *J. Food Sci.*, 50:262, 1985.
 60. Bourne, M.C., Texture measurement of individual cooked dry beans by the puncture test. *J. Food Sci.*, 37:751, 1972.
 61. Spata, J., Steinberg, M.P. and Wei, L.S., A simple shear press for measuring tenderness of whole soybeans, *J. Food Sci.*, 38:722, 1973.
 62. Badenhop, A.F. and Hackler, L.R., Methionine supplementation of soy milk to correct cystine loss resulting from an alkaline soaking procedure, *J. Food Sci.*, 38:471, 1973.
 63. Johnson, K.W. and Snyder, H.E., Soymilk: A comparison of processing methods on yields and composition, *J. Food Sci.*, 43:349, 1978.
 64. Biookwalter, G.N., Bothast, R.J., Kwolek, W. F. and Gumbamann, M.R., 1980, Nutritional stability of corn-soy-milk blends after dry heating to destroy *Salmonellae*, *J. Food Sci.*, 40:975, 1980.
 65. Hitzman, J.W., Nelson, A.I. and Wei, L.S., Effect of added oil on Soy beverage quality, *J. Food Sci.*, 47:2064, 1982.
 66. Urbanski, G.E., Wei, L.S., Nelson, A.I. and Steinberg, M.P., Rheology and water imbibing of major fractions of soybean beverage, *J. Food Sci.*, 47:1021, 1982.
 67. Weingartner, K.E., Nelson, A.I. and Erdman Jr., J.W., Effects of calcium addition on stability and sensory properties of soy beverage, *J. Food Sci.*, 48:256, 1983.
 68. Schroder, D.J. and Jackson, H., Preparation and evaluation of soybean curd with reduced beany flavor, *J. Food Sci.*, 37:150, 1972.
 69. Schroder, D.T., Elliot, J.I. and Jackson, H., Nutritional studies on soybean curd produced by calcium sulfate precipitation of soybean milk, *J. Food Sci.*, 33:1091, 1973.
 70. Lee, C.H. and Rha, C.K., Microstructure of soybean protein aggregates and its relation to the physical and textural properties of the curd. *J. Food Sci.*, 43:79, 1978.
 71. Pontecorvo, A.J. and Bourne, M.C., Simple methods for extending the shelf life of soy curd (tofu) in tropical areas, *J. Food Sci.*, 43:969, 1978.
 72. Gebra-Egziabher, A. and Summer, A.K., Preparation of high protein curd from field peas, *J. Food Sci.*, 48:375, 1983.
 73. Johnson, L.D. and Wilson, L.A., Influence of soybean variety and the method of processing in tofu manufacturing: Comparison of methods for measuring soluble solids in soymilk, *J. Food Sci.*, 49:202, 1984.
 74. Fuke, Y. and Matsuoka, H., Preparation of fermented soybean curd using stem bromelain, *J. Food Sci.*, 49:312, 1984.
 75. Del Valle, F.R., De Alba, E., Mariscal, G., Jimenez, P.G., Arellanes, J.A., Portillo, A., Cases, R., Tristan, M.E. and Dominguez, G.M., Simultaneous curdling of soy/cow's milk blends with rennet and calcium or magnesium sulfate, utilizing soymilk prepared from soybeans or full-fat soy flour, *J. Food Sci.*, 49:1046, 1984.
 76. Escueta, E.E., Bourne, M.C. and Hood, L.F., Effect of coconut cream addition to soymilk on the composition, texture and sensory properties of Tofu, *J. Food Sci.*, 50:887, 1985.
 77. Tseng, Rose, Y.L., et al., Ca and P contents and ratios in Tofu as affected by the coagulants used, *Home Economics Research Journal*, 6:171, 1977.
 78. Abou El-Ella, W.M., Hard cheese substitute from solky mi, *J. Food Sci.*, 45:1777, 1980.
 79. Ang, C.S.T. and Taranto, M.V., Textural properties of mozzarella cheese analogs manufactured from soybeans, *J. Food Sci.*, 42:906, 1982.
 80. Lawhon, J.T. and Cater, C.M., Effect of pro-

- cessing method and pH of precipitation on the yields and functional properties of protein isolates from glandless cottonseed, *J. Food Sci.*, **26**:372, 1971.
81. Book walter, G.N., W.F. Kwolek, L.T. Black and E.L. Griffin Jr., Corn meal/soy flour blends: Characteristics and food application, *J. Food Sci.*, **36**:737, 1981.
 82. Rooney, L.W., C.B. Gustafson, S.P. Clark and C.M. Cater, Comparison of the baking properties of several oilseed flours, *J. Food Sci.*, **37**:14, 1972.
 83. Hagenmair, R.D., Water binding of some purified oilseed proteins, *J. Food Sci.*, **37**:965, 1972.
 84. Ranhotra, G.S., R.J. Loewe and L.V. Puyaj., Preparation and evaluation of soy-fortified gluten-free bread, *J. Food Sci.*, **40**:62, 1975.
 85. Quinn, M.R. and L.R. Benchat., Functional property changes resulting from fungal fermentation of peanut flour, *J. Food Sci.*, **40**:475, 1975.
 86. Khan, M.N., K.C. Rhee, L.W. Rooney and L.M. Caster., Bread baking properties of aqueous precossed peanut protein concentrates, *J. Food Sci.*, **40**:580, 1975.
 87. Franz, K., Tortillas fortified with whole soybeans prepared by different methods, *J. Food Sci.*, **40**:1275, 1975.
 88. Chastain, M.F., Sheen, S.J., Cooper, T.J. and Strength, D.R., Coconut bread as a means of improving protein nutrition, *J. Food Sci.*, **40**:1014, 1975.
 89. Shafer, M.A.M. and Zabik, M.E., Dieldrin, fat and moisture loss during the cooking of beef loaves containing texturized soy protein, *J. Food Sci.*, **40**:1968, 1975.
 90. Betschart, A.A., Saunders, R.M. and Hepburn, F.N., Supplementation of one-pound loaves with wet alkaline process wheat protein concentrates: Baking and nutritional quality, *J. Food Sci.*, **41**:802, 1976.
 91. Bockwalter, G.N. and Mehlretter, C.L., Dough conditioners for 12% soy-fortified bread mixes, *J. Food Sci.*, **41**:67, 1976.
 92. Anderson, R.H., Saari A.L. and Mulley, E.A., Effects of methionine fortification on soy protein and beef-soy protein mixtures, *J. Food Sci.*, **43**:1878, 1978.
 93. Cassens, R.G., Terrell R.N. and Couch, C., The effect of textured soy flour particles on the microscopic morphology of frankfurters, *J. Food Sci.*, **49**:1097, 1975.
 94. Moloncn, B.R. and Bowers, J.A. Sensory evaluation and protein value of beef and beef-cottonseed blends, *J. Food Sci.*, **4**:1263, 1976.
 95. Kluter, R.A. and Prell, P.A., Beef patties: The effect of textured soy protein and fat levels on quality and acceptability, *J. Food Sci.*, **40**:1965, 1975.
 96. Carlin, F., et al., Texturized soy protein in beef loaves: Cooking losses, flavor; juiciness and chemical composition, *J. Food Sci.*, **40**:830, 1975.
 97. Satterlee, M. Bembers and Kendrik, J.G., Functional properties of the Great Northern bean(*Phaseolus vulgaris*) protein isolates, *J. Food Sci.*, **40**:81, 1975.
 98. Sosulski, F., Humbert, E.S., Bui, K and Jones, J.D., Functional properties of rapeseed flours, concentrates and isolate, *J. Food Sci.*, **41**:1949, 1976.
 99. Wu, J.S., Wisakowsky E.E. and Burns, E.E., Emulsion capacity and foam stability of re-extracted sunflower meal(*Helianthus(annus)*), *J. Food Sci.*, **41**:965, 1979.
 100. Hutton, C.W. and Campbell, A.Mz, Functional properties of a soy concentrate and a soy isolate in simple systems and in a food system. Emulsion properties, thickening function and fat absorption, *J. Food Sci.*, **42**:457, 1977.
 101. McWatters, K.H. and Cherry, J.P., Emulsification, foaming and protein solubility properties of defatted soybean, peanut, field pea and pecan flours, *J. Food Sci.*, **42**:1444, 1977.
 102. Sathe, S.K. and Salunkhe, D.K., Functional properties of the great northern bean(*Phaseolus vulgaris* L.): Emulsion, foaming, viscosity,

- and gelation properties, *J. Food Sci.*, **46**:71, 1981.
103. Sathe, S.K. and Salunkhe, D.K., Functional properties of the Great Northern bean (*Phaseolus vulgaris* L.) proteins: Sorption, buffer, ultraviolet, dielectric, and adhesive properties, *J. Food Sci.*, **46**:1910, 1981.
104. Sathe, S.K., Iyer, V. and Salunkhe, D.K., Functional properties of the Great Northern bean (*Phaseolus vulgaris* L.) proteins. Amino acid composition, in vitro digestibility, and application to cookies, *J. Food Sci.*, **47**:8, 1982.
105. Rivero de Padua, M., Some functional and utilization characteristics of sesame flour and proteins, *J. Food Sci.*, **48**:1145, 1983.
106. Ramanatham, G., Ran, L.H. and Urs, L.N., Emulsification properties of groundnut protein, *J. Food Sci.*, **48**:1270, 1983.
107. Aok, H., Shirase, Y., Kato, J. and Watanabe, Y., Emulsion stabilizing properties of soy protein isolates mixed with sodium caseinates, *J. Food Sci.*, **48**:212, 1984.
108. Utsumi, S. and Kinsella, J.E., Forces involved in soy protein gelation: Effects of various reagents on the formation, hardness, and solubility of heat-induced gels made from 7S, 11S, and Soy isolate., *J. Food Sci.*, **50**:1278, 1985.
109. Hirotsuka, M., Taniguchi, H., Narita, H. and Kito, M., Increase in emulsification activity of soy lecithin-soy protein complex by ethanol and heat treatments, *J. Food Sci.*, **49**:1105, 1984.
110. Sung, H.Y., Chen, H.J., Liu, T.Y. and Su, J.C., Improvement of the functionality of soy protein by introduction of new thiol groups through a papain-catalyzed acylation, *J. Food Sci.*, **48**:708, 1983.
111. Stone, M.B. and Campbell, A.M., Emulsification in systems containing soy protein isolates, salt and starch, *J. Food Sci.*, **45**:171E, 1980.
112. Elgedaily, A., Campbell, A.M. and Penfield, M.P., Solubility and water absorption of systems containing soy protein isolates, salt and sugar, *J. Food Sci.*, **44**:806, 1982.
113. Childs, E.A. and Park, K.K., Functional properties of acylated glandless cottonseed flour, *J. Food Sci.*, **41**:713, 1976.
114. Sung, H.Y., Chen, H.J., Liu, T.Y. and Su, J.C., Improvement of the functionalities of soy protein isolate through chemical phosphorylation, *J. Food Sci.*, **45**:716, 1983.
115. Johnson, E.A. and Brekke, C.J., Functional properties of acylated pea protein isolates, *J. Food Sci.*, **45**:722, 1983.
116. King, J., Aguirre, C. and de Pablo, S., Functional properties of lupin protein isolates (*Lupinus albus* cv Multolupa), *J. Food Sci.*, **50**:82, 1985.