

퍼지이론을 응용한 조리법에 관한 연구 - 비빔밥을 중심으로 -

권 경 순
서해대학 식품영양과

Study on the Recipe Using Fuzzy Theory

Kyung-Soohn Kwon

Department of Food and Nutrition, Sohae College, Kusan, 573-717, Korea

Abstract

This study was carried out to introduce the fuzzy theory to standardize recipe of Korean foods, such as *Pibimbab*, *Deonjang chigae* (soybean stew), and *Kimchi chigae* (Kimchi stew). That is recipe of *Pibimbab* using fuzzy theory. Before this recipe was introduced, it thoroughly analyzed a number of data on Korean food such as materials used by cook book, commercial food, restaurants, food service operation recipes, and home recipes. And then the recipe of Korean food, *Pibimbab* will be possible to be standardized by fuzzy theory. The theory of fuzzy set is a theory of graded concept. The theory has matured into a wide ranging collection of concepts and techniques for dealing with complex phenomena. It defined a Membership function of fuzzy set by analyzed four sorts of data on Korean food, *Pibimbab*, and it established the fuzzy model using the quantity of materials as input and sensory test scores as output. This study will contribute to develop standard recipe for Korean foods and expert system of recipes using computer system.

Key words : fuzzy theory, *Pibimbab*.

서 론

1940년대에 최초로 컴퓨터가 등장한 이래 컴퓨터의 하드웨어와 소프트웨어는 실로 엄청난 발전을 보여 우리 주위에서는 없어서는 안될 중요한 도구가 되어 우리가 원하는 많은 일을 대신해 주고 있다. 컴퓨터가 일을 하기 위해서는 우리가 주위 현상을 숫자로 바꾸어 주어야 하고 컴퓨터는 이 숫자를 계산함으로써 우리가 원하는 바를 대신하고 있다. 이때 숫자로 바꿀 때에는 정확한 숫자로 바꾸어 주어야 한다. 그러나 우리는 일상생활에서 정확한 숫자로 나타내기 어려운 애매모호한 표현을 하는 경우가 많이 있는 것을 볼 수가 있다. 컴퓨터가 인공지능을 가지고 인간이 원하는 바를 제대로 수행하기 위해서는 인간이 사용하

는 숫자는 물론이고 애매한 표현을 처리할 수 있어야 한다. 이러한 인간의 애매한 표현을 처리할 수 있는 이론적인 바탕을 제공하는 것이 퍼지이론(Fuzzy Theory)이다. 퍼지이론은 애매하게 표현된 자료를 우리에게 유용한 자료를 만들어 이용하기 위하여 퍼지 집합(Fuzzy Set), 퍼지논리(Fuzzy Logic), 퍼지숫자(Fuzzy Number) 등의 개념을 포함하고 있다¹⁹⁾. 퍼지이론이 처음 소개된 이래로 퍼지이론과 그 응용에 관한 연구가 퍼지제어를 중심으로 경영의사결정, 식품화학, 제약공업, 날씨정보 그리고 인사관리 등의 퍼지전문가시스템 등에 급속하게 진전되어 왔다⁵⁾. 따라서 본 연구는 퍼지이론을 조리법에 적용함으로써 지금까지 자료조사를 근거로 하여 관능검사를 토대로 제시된 한국요리의 표준화 방법을 더욱더 체계화하고 쉽

* Corresponding author : Kyung-Soohn Kwon

게 응용할 수 있도록 비빔밥을 중심으로 그 방법을 제시하고자 하였다. 즉, 비빔밥은 사람의 수에 따른 양은 정확하지 않으나 쌀, 고기, 간장, 각색나물, 기름, 밀가루, 다시마, 깨소금이 사용되었으며¹⁵⁾, 다른 문헌에서는 쌀, 고기, 무, 다시마, 콩나물, 달걀, 미나리, 간장, 깨소금, 고춧가루, 배, 소금과 기름이 사용되어¹⁷⁾ 다양한 식재료가 사용되었음을 알 수 있으며 만드는 방법으로는 나물을 엮어 비벼먹는 것으로 고기완자를 만들어 엮었거나^{15,17)}, 달걀지단을 부쳐 채 썰어 엮었다고 기록되어 조금씩 만드는 법의 차이 및 사용된 같은 재료의 양의 차이는 매우 크다. 한국음식의 조리법은 섭취빈도 및 기호도 등에 따라 사용된 재료의 분량이나 조리법이 표준화된 것이 거의 없는 실정이며 대략적인 방법으로 애매하게 표현된 것이 대부분이고 다만 몇몇 연구자들에 의하여 탕반류, 찌개류, 비빔밥류 등¹⁻³⁾의 연구가 문헌, 산업체 급식소, 요식업소 및 가정에서의 자료를 토대로 연구되었다.

본 연구에서는 현재까지 개발된 조리법들은 재료의 선정 및 분량 등이 모두 개략적이거나 통계적이므로 퍼지이론과 규칙 기반이론 등을 적용하여 재료의 분량에 따른 비빔밥의 관능지수를 제시함으로써 체계화된 비빔밥의 조리법에 대하여 연구하였다.

연구내용 및 방법

1. 대상음식의 선정 및 방법

본 연구에서는 계 등의 연구³⁾ 중 문헌, 산업체 급식소, 요식업소 및 가정에서의 자료를 토대로 비교적 높은 기호도를 나타내는 비빔밥의 다양한 자료조사와 관능검사를 병행한 집단자료별 식품재료의 사용빈도 및 분량을 근거로 대상음식을 선정하여 퍼지이론과 규칙 기반이론 등을 적용한 조리법을 제시하였다. 이 방법은 비빔밥을 중심으로 하여 퍼지모델을 구성하였으며, 이때 다양한 재료들 중에서 가장 사용빈도가 높고 맛을 좌우하는 4가지 재료(쌀, 콩나물, 쇠고기, 고추장)를 이용하여 모델링하였고 출력은 관능지수로 하였다.

2. 조리법에 응용하기 위한 퍼지이론¹⁹⁾

일반적인 집합론에서는 원소가 집합에 속해 있는가 속해있지 않은가를 명료하게 나타낸다. 그러나 퍼지 집합은 일반적인 집합개념을 확장한 것으로 원소가 그 집합에 모호하게 속할 때 속한 정도를 표현하는 집합이다. Zadeh교수는 인간이 사용하는 말의 의미 개념속에 포함된 모호함을 정량적으로 표현하기 위한

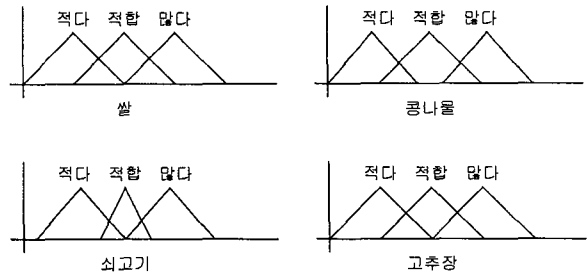


그림 1. 재료의 소속함수

방법으로서 membership함수를 사용한 퍼지집합의 개념을 도입하였다. 즉, 그림 1에서 보는 바와 같이 재료가 “많다”라고 하는 집합은 각 레벨이 어느 정도 높은가의 정도를 [1,0]의 사이에 식을 세워 소속함수 값에 의해서 특성을 지어 퍼지집합으로서 표현한다.

그림 1과 같이 주재료의 소속함수를 정의하고 퍼지 모델을 구성한다. 그리고 전체적인 맛과 재료의 배합에 대한 규칙을 정의하고 퍼지제어에서 일반적으로 이용되고 있는 선형추론법에 의하여 출력을 추론한다.

결과 및 고찰

1. 비빔밥의 집단자료별 재료의 분석

다양한 재료의 사용으로 인한 조리법에 관한 자료는 있으나 체계적인 연구나 표준화된 조리법에 관한 연구는 관능검사에 의한 방법³⁾외에는 거의 없다. 다양한 자료조사와 관능검사를 병행한 비빔밥에 관한 집단자료별 식품재료의 사용빈도 및 분량은 표 1과 같다.

표 1에서 나타나듯이 비빔밥의 주재료인 쌀은 산업체 급식소와 요식업소에서는 각각 평균 1,238g, 1,313g을 가정에서는 1,692g을 이용하였으나 문헌에서는 2,030g을 사용하였다. 쌀 이외의 재료는 가정에서는 콩나물, 배추, 참기름의 단순한 재료로 구성되었다. 반면에 산업체 급식소에서는 다양한 재료를 다양한 양으로 조리되었음을 알 수 있다. 즉 비빔밥에 사용된 재료 및 재료의 분량은 단체급식소, 요식업소 그리고 가정에 따라 매우 폭넓게 사용되었다.

2. 퍼지 이론을 응용한 조리법

조리법에서 모호한 재료선택에 의한 조리법의 구조적인 문제에 대한 조리법의 과정을 퍼지이론으로 접근하는 방법에 대하여 고찰하였다. 조리는 사용된 재료의 종류, 재료의 분량, 그리고 방법 등에 따라 맛과 함유된 영양소가 달라질 것이다. 따라서 조리법은 조리에서 사용된 재료의 종류, 재료의 분량, 조리방법,

표 1. 비빔밥의 집단자료별 재료의 사용빈도 및 분량(10인분 환산치)

문헌 (N=12)				산업체 급식소(N=16)			
재료명	빈도	평균분량(g)	분량범위(g)	재료명	빈도	평균분량(g)	분량범위(g)
쌀	12	2,303	1,350~4,000	쌀	16	1,238	1,000~1,500
쇠 고 기	12	390	200~600	콩 나 물	16	549	100~900
계 란	11	330	200~500	당 근	16	169	50~300
콩 나 물	11	385	200~800	쇠 고 기	12	225	110~400
도 라 지	10	342	200~600	계 란	11	478	300~500
고 사 리	7	317	200~375	시 금 치	11	512	200~800
다 시 마	7	36	10~60	도 라 지	10	246	20~400
오 이	6	482	350~560	호 박	9	320	20~400
당 근	5	137	100~200	숙 주	6	426	300~600
호 박	5	300	200~500	무	5	486	300~600
청 포 목	4	300	200~400	오 이	5	206	20~400
표 고 버섯	3	130	130~130	계 육	5	128	40~200
고 비	3	100	200~600	고 사 리	5	313	250~400
미 나 리	3	-	-	청 포 목	5	240	100~400
배	3	-	-	상 치	4	333	300~400
흰살생선	2	250	250~250	미 나 리	3	500	300~700
튀 각	2	50	50~50	김	3	30	30~30
상 치	2	70	60~80	갯 잎	2	350	300~400
시 금 치	2	-	-	느타리버섯	2	350	300~400
무	2	-	-	튀 각	2	40	30~50
양 파	1	-	-	가 지		500	300~700
느타리버섯	1	-	-	표 고 버섯	2	100	100~100
김	1	-	-	근 대	2	450	400~500
(양 녘)				보 리 쌀	2	130	100~160
파	8	38	23~45	우 영 채	1	200	-
마 늘	8	22	6~30	계 맛 살	1	200	-
참 기 림	8	32	6~60	고 비	1	100	-
깨 소 금	8	22	7~40	부 추	1	-	-
간 장	7	86	43~128	(양 녘)			
설 탕	6	33	18~48	참 기 림	9	13	10~20
식 용 유	3	50	50~50	고 추 장	9	135	100~150
고 추 장	3	89	27~150	깨 소 금	5	10	10~10
후 추 가루	5	-	-	마 늘	5	30	10~10
소 금 등	4	-	-	파	4	55	50~60
화학조미료	2	-	-	식 용 유	3	40	30~60
고 추 가루	1	-	-	설 탕	2	10	10~10
기 타				간 장	1	10	-
				생 강	1	-	-
				후 추 가루	1	-	-
				소 금	1	-	-

표 1. 계속

요식업소 (N=3)				가 정(N=1)			
재료명	빈도	평균분량(g)	분량범위(g)	재료명	빈도	평균분량(g)	분량범위(g)
쌀	3	1,313	1,100~1,400	쌀	1	1,692	-
도라지	3	230	190~300	콩나물	1	356	-
콩나물	3	327	180~500	배추	1	369	-
청포묵	3	193	100~300	참기름	1	54	-
쇠고기	3	350	300~400				
우둔	2	195	190~200				
호박	2	300	300				
계란	2	325	150~500				
고사리	2	250	200~300				
표고버섯	2	125	120~130				
기타							
(양념)							
참기름	3	28	28				
고추장	2	181	92~270				
마늘	2	33	16~50				
파	2	100	100				
실백	2	80	80				
깨소금	2	20	8~32				
소금	1	6	-				
설탕	1	18	-				
약고추장	1	180	-				

source: 계승희, 문현경, 염초애, 송태희, 이성희 : 한국음식의 조리법표준화를 위한 연구(Ⅲ), 한국조리과학회지, 11(5), 557-564(1995).

조리시간 등의 기타 요인에 따라 관능지수가 달라진다.

본 연구에서는 재료의 분량의 변화에 따른 관능지수를 퍼지를 사용하여 추론할 수 있도록 적용하여 관능검사를 하지 않고 추론에 의하여 관능지수를 구할 수 있는 방법을 검토하였다. 즉 재료의 분량의 변화에 따른 관능지수의 값을 경험적으로 구하고, 이 경험적 지식을 이용하여 퍼지 모델을 구축한다. 이 퍼지 모델을 이용하여 재료의 분량에 따른 관능지수를 추론할 수 있다.

재료의 분량을 입력변수로 하고 관능지수를 출력으로 하는 퍼지 모델을 구축한다. 전체적인 블록선도를 그림 2에 나타냈다. 재료는 비빔밥에 사용되는 것 중 비중을 많이 차지하는 네 가지의 재료를 기반으로 하였다.

각각의 재료에 대한 멤버쉽함수는 그림 3에 보이고 조사된 자료에 근거하여 멤버쉽의 scaling factor를 결정하였다. 여기서 기호 S는 Small, M은 Medium.

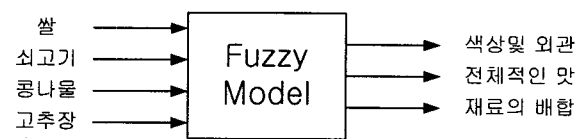


그림 2. 퍼지모델의 입출력 변수

그리고 B는 Big을 나타낸다.

퍼지 모델의 구조는 후반부가 상수항이고, 출력은 선형추론법을 사용하여 추론할 수 있다. 구현 규칙은 다음과 같이 정의된다.

$$R1_i: \text{if } x_{i1} = A_{ik} \text{ and } x_{i2} = A_{ik} \text{ and } x_{i3} = A_{ik} \text{ and } x_{i4} = A_{ik} \text{ then } y_{i1} = c_{i1}$$

$$y^o = \frac{(\sum_{i=1}^l w_i c_{i1})}{\sum_{i=1}^l w_i}$$

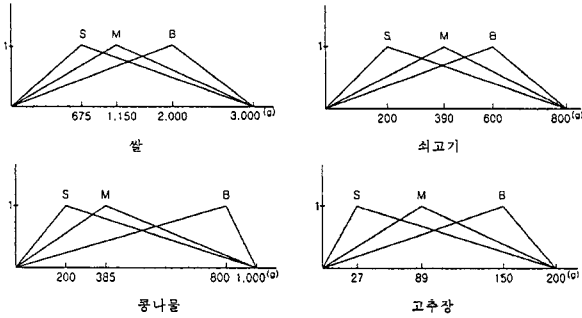


그림 3. 각 재료에 대한 멤버쉽함수

여기서, R_i 는 색상 및 외관에 대한 i 번째 규칙, x_{ik} ($k=1,2,3,4$)는 입력변수(쌀, 쇠고기, 콩나물, 고추장), A_{ik} 는 i 번째 규칙의 퍼지집합의 멤버쉽함수 c_{il} 는 후반부 파라미터, y' 는 전체 추론 결과, w_i 는 전반부의 적합도이다.

i 번째 규칙에 대한 전반부의 적합도 w_i 는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$w_i = \prod_{k=1}^n \mu_{A_{ik}}(x_k)$$

여기서, $\mu_{A_{ik}}(x_k)$ 는 퍼지집합 A_{ik} 의 x_k 에 대한 멤버쉽값이다.

c_{il} 는 후반부의 파라미터로서 최소자승법에 의한 최소값으로 구해진다.

$$\hat{C} = (W^T W)^{-1} W^T Y$$

전체적인 맛과 재료의 배합에 대한 규칙은 R_2, R_3 이고, 위와 같은 방법으로 출력값을 추론할 수 있다.

$$R_2 : x_{i1} = A_{ik} \text{ and } x_{i2} = A_{ik} \text{ and } x_{i3} = A_{ik} \text{ and } x_{i4} = A_{ik} \text{ Then } y_{i2} = c_{i2}$$

$$R_3 : x_{i1} = A_{ik} \text{ and } x_{i2} = A_{ik} \text{ and } x_{i3} = A_{ik} \text{ and } x_{i4} = A_{ik} \text{ Then } y_{i3} = c_{i3}$$

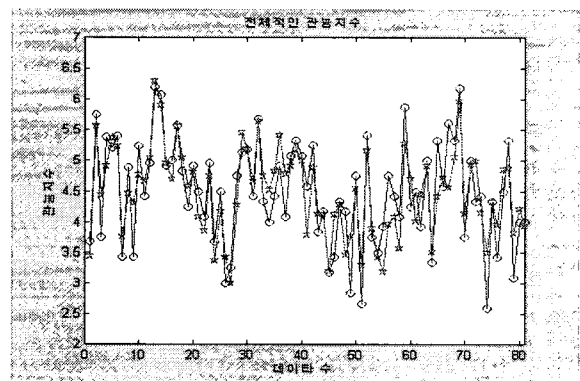
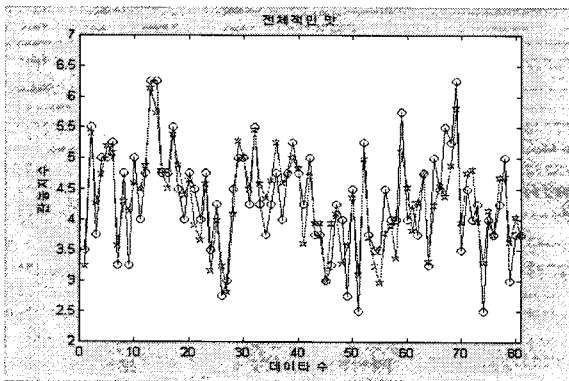
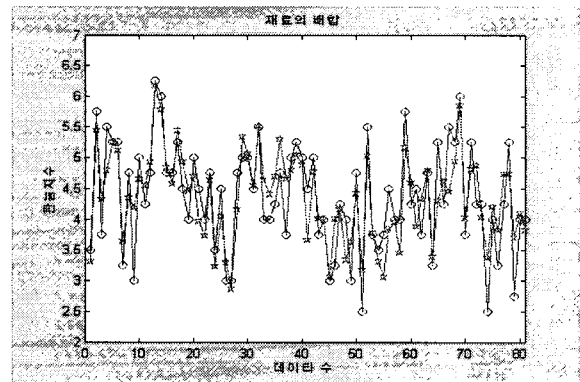
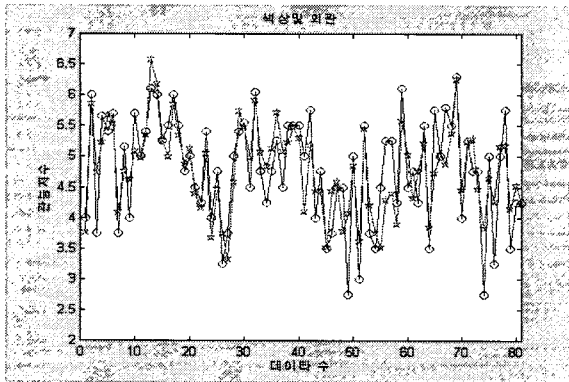


그림 4. 추론된 퍼지모델과 실제의 데이터

-○- : 퍼지모델을 구축하기 위한 실제 데이터 -☆- : 구축된 퍼지모델의 출력 데이터

3. 시뮬레이션 및 시뮬레이션 결과

입력변수는 비빔밥 조리법에 있어서 가장 많이 사용되며 맛을 좌우하는 쌀, 쇠고기, 콩나물, 고추장으로 설정하였고, 출력변수는 색상 및 외관, 전체적인 맛, 재료의 배합의 세 가지의 값을 추론할 수 있도록 하였다. 추론값은 최소 0에서 7까지의 값을 가지도록 하였고 전체적인 관능지수는 위 세 가지의 추론값의 평균을 구하도록 시뮬레이션을 하였다.

시뮬레이션에 사용되는 멤버쉽함수는 문헌³⁾에 있는 정보를 기초로 하여 앞에서 나타낸 것을 사용하였다. 모델구축에 사용되는 데이터는 총 81개의 데이터를 사용하였다.

먼저 실험에 의해 구해진 데이터로부터 퍼지모델을 구축하고, 구축된 퍼지모델과 실제의 데이터를 그림 4에 나타냈다.

색상 및 외관, 전체적인 맛, 재료의 배합을 추론하는데 사용되는 퍼지모델의 후반부 파라미터는 각각 다음과 같이 추론된다.

$$c1 = [3.2793 \ 8.5964 \ 2.6661]^T$$

$$c2 = [2.7296 \ 8.2313 \ 2.1303]^T$$

$$c3 = [2.8145 \ 8.2527 \ 2.2048]^T$$

그림 4에 나타난 바와 같이 퍼지모델을 구축하기 위한 데이터의 관능지수와 구축된 퍼지모델의 출력 데이터³⁾의 관능지수의 차이는 거의 없기 때문에 관능검사를 하지 않고 기존의 각 조리법에 따른 재료의 양만을 가지고 퍼지추론에 의하여 관능지수를 얻을 수 있다.

따라서 구축된 퍼지모델에 한국음식의 조리법 표준화³⁾에서 제시한 재료의 분량을 입력했을 때 추론된 각각의 관능지수는 다음처럼 퍼지시스템으로 부터 구해진다.

쌀=1200g 쇠고기=300g 콩나물=350g

고추장 =90g

색상 및 외관 : 6.535088

전체적인 맛 : 6.100998

재료의 배합 : 6.145741

관능지수 : 6.260609

이와 같이 식품 조리법의 판정기준인 관능지수를 퍼지이론에 적용하여 추론하는 방법을 제시하였다. 이 방법은 재료의 분량에 따른 관능지수의 변화에 대

한 매우 제한적인 경우에 대해서 제시를 했지만 더 많은 재료의 분량 및 조리방법 등을 고려하면 더욱 정확하고 보편적인 관능지수를 직접 조리를 하지 않고 시뮬레이션에 의하여 추론할 수 있다.

요 약

본 논문은 퍼지이론을 조리법에 적용함으로써 지금까지 자료조사³⁾를 근거로 하여 관능검사를 토대로 제시된 한국요리의 표준화 방법을 체계화하고 쉽게 응용할 수 있도록 하는 방법을 제시하였다.

본 논문에서는 비빔밥을 중심으로 퍼지이론을 적용하였으며 식품 조리법의 판정기준인 관능지수를 퍼지이론에 적용하여 추론하는 방법을 제시하였다. 이 방법은 재료의 분량에 따른 관능지수의 변화에 대한 매우 제한적인 경우에 대해서 제시를 했지만 더 많은 재료의 분량 및 조리방법 등을 고려하면 더욱 정확하고 보편적인 관능지수를 직접 조리를 하지 않고 시뮬레이션에 의하여 추론할 수 있다. 본 논문에서는 그 기초적인 연구로 퍼지 이론을 소개하고 비빔밥을 중심으로 기본적인 방법을 제시하였는데 이 퍼지이론의 도입은 조리법의 과학화 및 전산화를 용이하게 하며, 환자의 체계적인 영양관리와 어린이, 노약자 등 식이요법이 필요한 사람들과 조리법이 한정적인 특정지역에 적용하여 다양한 방법을 모색할 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 계승희, 문현경, 염초애, 박은미 : 한국음식의 조리법 표준화를 위한 연구(I) -탕반류-, *한국조리과학회지*, 11(1), 1~8 (1995).
2. 계승희, 문현경, 염초애, 송태희, 이성희: 한국음식의 조리법 표준화를 위한 연구(II), *한국조리과학회지*, 11(3), 220~225 (1995).
3. 계승희, 문현경, 염초애, 송태희, 이성희: 한국음식의 조리법 표준화를 위한 연구(III), *한국조리과학회지*, 11(5), 557~564 (1995).
4. 김광옥, 이영춘 : 식품의 관능검사, 학연사 (1989)
5. 박민용: 퍼지제어 응용 사례 (일본), *정보과학회지*, 10(1), 65~72 (1992)
6. 방신영: 우리나라 음식 만드는 법, 장충 도서 출판, 단기 4293.
7. 신민자: 우리의 식문화 -비빔밥의 문화-. 대한 영양사회, *국민영양*, (1987).
8. 이견창 : 퍼지의사결정, *한국정보과학회지*, 10(1), 23~37 (1992).

9. 이영남, 신민자, 김복남 : 전통음식의 현황에 관한 연구, *한국식문화학회지*, 6(1), 7 (1991).
10. 이춘영: 쌀과 문화, 서울대학교 출판부 (1991).
11. 안명수 : 밥·죽의 문화, *한국식문화학회지*, 7(2), 195 (1992).
12. 오경환, 조선영 : Fuzzy Reasoning, *한국정보과학회지*, 10(4), 43~49 (1992).
13. 윤서석: 한국음식 -역사와 조리법-, 수확사 (1986).
14. 윤서석: 한국의 음식용어, 민음사 (1991).
15. 저자미상 : 시의전서, 영인본, 1800년대 말엽.
16. 정양완 역 : 규합총서, 보진제 (1975).
17. 황혜성: 한국요리백과사전, 삼중당 (1976).
18. 황혜성: 조선왕조 궁중음식, 궁중음식연구원 (1993).
19. H. J. Zimmermann : Fuzzy Set Theory and Its Applications, Kluwer-Nijhoff Publishing (1986).

(2000년 8월 13일 접수)