

AHP를 이용한 유통분야 미래유망기술의 우선순위 설정

조영우 · 양용준¹ · 조근태² · 이종인[†]

농림기술관리센터, ¹상명대학교 식물산업공학과, ³성균관대학교 시스템경영공학부

Priority Setting for Future Core Technologies in Postharvest Agriculture using the AHP

Young-Woo Cho, Yong-Joon Yang¹, Keun-Tae Cho², and Jong-In Lee[†]

Agricultural R&D Promotion Center, Seoul 134-010, Korea

¹*Department of of Plant Science and Technology, Sangmyung University, Cheonan 330-720, Korea*

²*School of Systems Management Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon 440-746, Korea*

Abstract

The study focused on setting priority among future core technologies that were derived by Delphi in agricultural management & information using AHP. Items for the setting priority were decided as 'technology', 'market', and 'public concerns' by council. The future core technologies were divided as four parts by importance and R&D level. Technologies that are consisted with upper two parts that have high importance were considered in the study. Questionnaires were given to 10 specialists in division of postharvest agriculture. As the results, 'market' was decided as a most important item. The most important technologies number were PI16 in group I, and PII12 in group II.

Key words : Analytic Hierarchy Process, Future Core Technology, Postharvest agriculture

서 론

산업과 기술이 발달함에 따라 국가, 부문, 또는 산업차원에서 기술 및 지식가치의 역할이 증대되고 기술보호주의가 심화되고 있다. 기술혁신이 국가 및 산업경쟁력을 좌우하는 중요한 원천으로 부각이 되고 있기 때문이다. 이에 따라, 기술수요조사 및 예측, 기술로드맵 작성, 그리고 자원배분 등 기술개발에 대한 사전기획의 역할이 점차 확대되고 있다. 특히, 국가연구개발사업 연구관리차원에서의 주안점에 대한 패러다임 역시 객관적 연구과제의 선정·진도관리·성과관리 중심에서 기술수요조사 및 예측, 자원배분 등 사전기획과 기술이전 등 성과활용을 중요시하는 방향으로 변화하고 있는 추세에 있다.

한편, 농업관련기술은 생명공학, 메카트로닉스, 정보통신 등 타 분야의 첨단기술이 농업분야에 접목이 되면서 첨단기술에 대한 수요가 점차 증대되고 있다. 이에 따라, 연구개발비, 연구인력, 연구시설 등 한정된 자원을 선택과 집중의 원

칙에 따라 효율적·전략적으로 기술개발에 투자할 수 있는 방안을 모색할 필요가 제기되고 있다. 급변하는 농업생명기술에 적절하게 대처하기 위하여 정부에서는 농업분야 국가연구개발투자를 2001년 일반예산의 3.3%에서 2004년에는 일반예산의 5%까지 확대할 계획이지만 미래에 대한 정확한 산업 및 기술방향의 부재로 자원의 전략적·집중적 투자에 한계를 느끼고 있다.

따라서, 농업이 21세기 고부가가치의 핵심전략산업으로 발전할 수 있도록 미래에 유망한 기술을 예측·발굴하는 등 핵심기술의 수요를 파악함으로써 향후 효율적인 연구개발예산의 배분과 산업차원의 정보공유와 공동연구를 촉진할 수 있는 방안을 마련할 필요가 제기되고 있다.

이를 위하여 본 연구에서는 사전에 수행된 델파이 조사 결과를 기초로 최근 공공분야에서 광범위하게 사용이 되고 있는 의사결정방법의 하나인 계층분석적 의사결정방법 (Analytic Hierarchy Process: AHP)을 사용하여 유통분야의 미래유망기술들의 우선순위를 설정하고자 한다.

[†] Corresponding author. E-mail : ljongin@empal.com
Phone : 82-016-9347-4123, FAX : 82-33-244-2586

재료 및 방법

AHP모형

1970년대 초반 Saaty(1, 2)에 의하여 개발된 AHP는 의사결정의 계층구조를 구성하고 있는 요소간의 雙對比較(pairwise comparison)에 의한 판단을 통하여 평가자의 지식, 경험 및 직관을 포착하고자 하는 의사결정을 지원하는 하나의 새로운 방법론이다. 이 모형은 이론의 단순성 및 명확성, 적용의 간편성 및 범용성이라는 특징으로 여러 의사결정분야에서 널리 응용되어 왔으며 이론구조 자체에 관해서도 활발한 연구가 진행되고 있다(3).

AHP는 일반적으로 다음과 같은 4단계의 작업으로 수행된다.

<단계 1> 의사결정문제를 상호관련된 의사결정 사항들의 계층으로 분류하여 의사결정계층을 설정한다. AHP의 적용에서 가장 중요한 단계라 할 수 있는 첫 번째 단계에서 의사결정분석자는 상호 관련되어 있는 여러 의사 결정 사항들을 계층화한다. 계층이 최상층에는 가장 포괄적인 의사결정의 목적이 놓여지며, 그 다음의 계층들은 의사결정의 목적에 영향을 미치는 다양한 속성들로 구성된다. 계층 내의 각 요소들은 서로 비교 가능한 것이어야 하며, 계층의 최하층은 선택의 대상이 되는 의사결정 대안들로 구성된다.

<단계 2> 의사결정 요소들 간의 쌍대비교로 판단자료를 수집한다. 이 단계에서는 상위계층에 있는 목표를 달성하는데 공헌하는 직계 하위계층에 있는 요인들을 쌍대비교하여 행렬을 작성한다. 쌍대비교를 통하여 상위항목에 기여하는 정도를 9점 척도를 사용하여 부여한다.

<단계 3> 고유값 계산방법을 사용하여 의사결정요소들의 상대적인 가중값을 산정한다. 이 단계에서, 판단의 일관성을 일관성 비율(Consistency Ratio: CR) 지수를 통하여 체크할 수 있다. 통상 그 비율이 10%이내에 들 경우, 해당 쌍대비교 행렬은 일관성이 있다고 본다.

<단계 4> 평가대상이 되는 여러 대안들에 대한 종합순위를 얻기 위하여 의사결정 사항들의 상대적인 가중값을 종합화한다.

모형의 적용

대안의 설정

본 연구를 위해서 사전에 유통분야 기술에 대해서 문헌조사, 기술수요조사 그리고 델파이 조사를 수행하였다. 델파이 조사결과를 근거로 전체 63개의 기술들을 중요도와 연구개발수준을 고려하여 Fig. 1과 같이 네 개의 그룹으로 분류하였다. 이들 그룹 중에서 I, II 그룹을 AHP적용대상으로 하였다. 즉, 본 연구에서는 중요도와 연구개발수준이 높은 기술과 중요도는 높지만 연구개발수준이 낮은 기술 중에서 향후 시급히 개발하여야 할 기술의 우선순위를 도출하고자 한다.

Table 1과 Table 2에서 보는 바와 같이 I군에 속하는 기술은 16개, II군에 속하는 기술은 14개로 확정되었다.

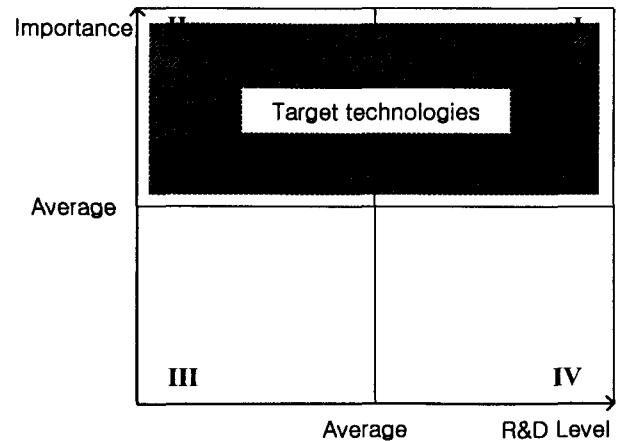


Fig. 1. Target technologies for AHP

Table 1. Technology list for group I

No.	Technology
PI1	Developing of technology to applicate and improve quality grade standard for agricultural products
PI2	Development of information and management technology for quality of agricultural products
PI3	Developing of pre-drying and pre-cooling technology for agricultural products
PI4	Developing of control technology of micro-environment for low temperatured storage
PI5	Development treatment technology during pre-distribution for stored agricultural products
PI6	Developing of high functional packing material to keep food fresh
PI7	Developing of packing technology for semi-processed and convenience fruits to distribute under low temperature
PI8	Construction of optimal distribution model to keep fresh for major agricultural products by kind
PI9	Construction of on-line system to cultivate on site and check storing condition for agricultural products
PI10	Developing of matching technology for international standard and system to increase export for agricultural products
PI11	Developing of pre-treatment technology to distribute in the production place for agricultural products by kind
PI12	Accomplishment of standardization for low storing technology of agricultural products to set cold chain system
PI13	Developing of technology to keep fresh for fresh and convenience food
PI14	Developing of semi-examination for heavy metals and chemicals remained in fresh agricultural products
PI15	Developing of sterilization technology for fresh agricultural and livestock products
PI16	Developing of quarantine technology for disease and injurious insets in the imported agricultural products

Table 2. Technology list for group II

No.	Technology
PII1	Accomplishment of standardization for quality measuring method of agricultural products
PII2	Developing of management technology for pre-harvest factor related with agricultural products quality
PII3	Developing of technology for post-harvest management, valuation criteria, and utility
PII4	Developing of automatic system to valuate rapidly and select for agricultural products
PII5	Developing of technology to prevent disease and injurious insects with friendly environment method for export agricultural products
PII6	Developing of storing continuation technology by nano technology
PII7	Developing of manufacturing technology for high functional, biodegradable, and plastic packing material
PII8	Developing of edible film coating material, and treatment material to keep fresh for agricultural and livestock products
PII9	Developing of technology and system to trace production place of distributing agricultural and livestock products for consumer safety
PII10	Developing of rapid verification technology for synthesis growth releaser in livestock products
PII11	Developing of system for HACCP and food poisoning prevention to safe agricultural and livestock food
PII12	Developing of valuation and control technology for harmful ingredient occurred during processing, storing, and distribution of agricultural and livestock products
PII13	Developing of safety and rapid diagnosis technology for imported and domestic agricultural and livestock products
PII14	Developing of decision technology if genetically modified food is contained

평가항목의 설정

평가항목의 설정작업을 행함에 있어 가장 중요한 일은 「상호배타성(Exclusiveness)」, 「완전결합성(Completeness)」, 「처리성(Optimum size)」이라는 평가항목선정의 기본원리에 따라 충실히 이행되어야 한다는 점이다. 이는 첫째, 항목간에 독립성이 유지되고, 둘째, 상위항목에 대한 하위요인의 종속성이 확보되고, 셋째, 처리 가능한 항목의 수를 유지해야 하는 원리가 충족되어야 한다는 것을 의미하는 것이다(4).

따라서, 본 연구에서는 이러한 원리에 입각하여 유통분야의 미래유망기술의 우선순위 선정을 위한 평가대항목은 기술성, 시장성, 공공성으로 설정하였다. 각 평가대항목의 세부항목으로 기술성에는 기술독창성, 기술파급성, 기술실현성의 세 가지 항목으로, 시장성에는 시장규모성, 시장성장성, 투자수익성의 세 가지 항목으로, 마지막으로 공공성에는 산업적파급성, 사회적 편익성 또는 영향성, 국가전략과의 부합성의 세 가지 항목으로 잡았다. 각 평가소항목의 내용은 Table 3과 같다.

AHP에서는 평가대안의 수가 너무 많으면 쌍대비교의 횟수가 기하급수적으로 증가하기 때문에 상대측정이 불가능하여 실질적으로 AHP를 적용하기가 어렵다. 따라서, 쌍대비교

평가가 곤란하다고 알려져 있는 10개 이상의 대안의 수인 경우에는 평가기준에 따라 절대비교를 통한 절대측정방법을 취하는 것이 바람직하다. 본 연구에서도 대안의 수가 10개 이상이므로 절대측정방법을 취한다. 이러한 방법을 적용하기 위해서 각 기준에 대해 등급척도(rating scale)를 5점 척도로 구성한다. 등급척도는 아래의 Table 4와 같다. 위와 같이 평가대안과 항목을 계층구조로 나타내면 Fig. 2와 같다.

Table 3. Criteria for evaluation

Major Criteria	Minor Criteria	Meaning
Technology	uniqueness	Magnitude of originality for each technology. The technology is expected to have high contribution for further studies.
	impact to other technology	It means effects of research output for each technology to other areas or technologies from the research output for each technology.
	feasibility	The possibility of realization for each technology when other conditions like current technology level are considered.
Market	market size	Market size of each technology or product
	market growth	Potential possibility to grow of each technology or product in market
	profitability	Returns from R&D cost for each technology or product
Public concerns	impact to other industry	The effects of each technology or product to other industry
	impact to society	The effects of each technology or product to society. Or public concerns and economic convenience from the technology or product
	relatedness to government policy	Coincidence with government policy

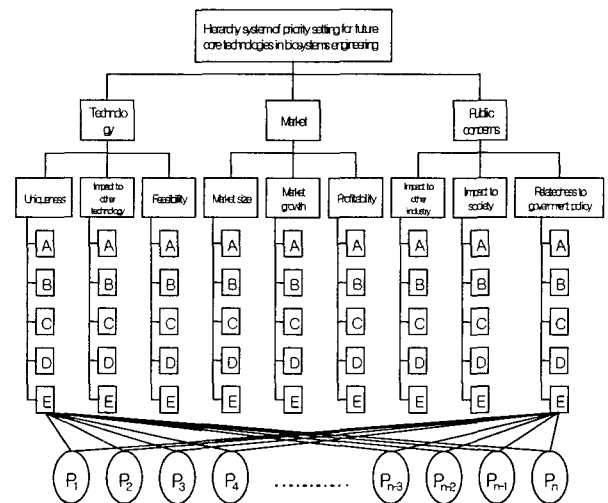


Fig. 2. Hierarchy system of priority setting for future core technologies in crops

Table 4. Scales for absolute measurement

Grade	meaning	Relative weight
A	very high	0.333
B	high	0.267
C	average	0.200
D	low	0.133
E	very low	0.067

쌍대비교

AHP에 의한 평가는 평가자들의 토의를 통하여 각 쌍대비교항목에 대한 합의를 도출한 후에 이를 이용하는 방법과 개별평가자들이 각자 평가를 실시한 후에 그 결과를 기하평균을 이용하여 종합하는 두 가지 방법이 있다(4). 본 연구에서는 설문지를 이용하여 평가를 한 후에 이를 다시 종합하는 후자의 방법을 택하였다.

각 평가항목 및 대안에 대한 상대적인 중요도의 판단은 기술선정에 절대적 영향을 미치므로, 대상기술의 전반적인 특성에 대한 지식을 갖고 있는 유통분야의 대표적인 전문가들로 구성하였다. 이에 따라 본 연구에서는 10명의 전문가를 표본으로 전자메일을 통하여 설문조사를 실시하였다. 이 AHP 조사는 전문가를 대상으로 하는 설문조사로 선행연구의 경우 샘플사이즈를 크게 요하지 않는 조사방법이다(5, 6).

판단자료의 일관성 검증은 전문가 판단을 모형에 적용하기 위해서 점검해야 할 필수적인 사항이다. 대부분의 AHP 모형에서 나타나는 단점은 쌍대비교행렬을 구성함에 있어서 불일치한 응답이 존재할 가능성이 있다는 것이다. Saaty(1)는 의사결정자의 상대적 중요도를 측정함에 있어서 비일관성(inconsistency ratio)이 10% 이내이면 타당한 것으로 보았다. 본 연구에서는 10명의 전문가 중에서 1명의 전문가는 10% 이상의 비일관성을 보여 평가대상에서 제외하였다. 수집된 설문자료는 AHP의 분석 소프트웨어인 EC2000으로 처리하였다.

적용결과

평가항목의 중요도

전문가들의 설문을 통하여 평가항목들간의 중요도를 도출한 결과, Table 5와 같이 전문가들은 평가대상항목 중에서 시장성이 0.495로 가장 중요하게 나타났다. 그 다음으로는 기술성이 0.261이며, 공공성은 0.244로 상대적으로 중요도가 낮은 것으로 나타났다.

각 평가소항목의 중요도를 세부적으로 살펴보면, 우선 기술성 측면에서는 기술과급성, 기술실현성, 기술독창성 순으로 나타났다. 또한 시장성 측면에서는 투자수익성, 시장성장성, 시장규모성 순으로 나타났으며, 공공성 측면에서는 산업과급성, 국가전략과의 부합성, 사회영향성 순으로 중요하게

나타났다.

Table 5. Results of importance for the evaluation Criteria

Major Criteria		Minor Criteria	
Standard	Weight	Standard	Weight
Technology	0.388	uniqueness	0.035
		impact to other technology	0.126
		feasibility	0.100
Market	0.223	market size	0.137
		market growth	0.161
		profitability	0.198
Public concerns	0.390	impact to other industry	0.122
		impact to society	0.059
		relatedness to government policy	0.063

평가대안의 중요도

최종적으로 평가대안의 분석결과, 우선 Table 6에서 보는 바와 같이 I군의 기술 중에서는 ‘수출입 농산물의 병·해충 검역 기술이 개발된다’가 가중치 0.817로 가장 시급하게 개발해야할 기술로 나타났다. 각 평가기준에서 이 기술을 살펴보면, Fig. 3에서 보는 바와 같이 기술성 측면에서는 기술독창성 기준을 제외하고 모든 기준이 상대적으로 높은 점수를 받았다. 시장성 측면에서 시장규모성과 시장성장성 기준은 높은 점수를 받았으나, 투자수익성 기준에서 비교적 낮은 점수를 받았다. 그리고 공공성 측면에서는 모든 기준에서 높은 점수를 받은 것으로 나타났다. 반면에, 우선순위가 가장 낮은 과제는 ‘저온저장고 미세환경 조절기술이 개발된다’가 가중치 0.689로 나타났다.

Table 6. Priority for technologies in group I

No.	Technology	Importance
PI16	Developing of quarantine technology for disease and injurious insets in the imported agricultural products	0.817
PI13	Developing of technology to keep fresh for fresh and convenience food	0.809
PI3	Developing of pre-drying and pre-cooling technology for agricultural products	0.808
PI8	Construction of optimal distribution model to keep fresh for major agricultural products by kind	0.801
PI5	Development treatment technology during pre-distribution for stored agricultural products	0.794
PI12	Accomplishment of standardization for low storing technology of agricultural products to set cold chain system	0.789
PI2	Development of information and management technology for quality of agricultural products	0.769
PI7	Developing of packing technology for semi-processed and convenience fruits to distribute under low temperature	0.763

No.	Technology	Importance
PI14	Developing of semi-examination for heavy metals and chemicals remained in fresh agricultural products	0.761
PI6	Developing of high functional packing material to keep food fresh	0.753
PI11	Developing of pre-treatment technology to distribute in the production place for agricultural products by kind	0.751
PI1	Developing of technology to applicate and improve quality grade standard for agricultural products	0.743
PI15	Developing of sterilization technology for fresh agricultural and livestock products	0.741
PI10	Developing of matching technology for international standard and system to increase export for agricultural products	0.737
PI9	Construction of on-line system to cultivate on site and check storing condition for agricultural products	0.699
PI4	Developing of control technology of micro-environment for low temperatured storage	0.689

No.	Technology	Importance
PII10	Developing of rapid verification technology for synthesis growth releaser in livestock products	0.744
PII3	Developing of technology for post-harvest management, valuation criteria, and utility	0.742
PII1	Accomplishment of standardization for quality measuring method of agricultural products	0.737
PII7	Developing of manufacturing technology for high functional, biodegradable, and plastic packing material	0.733
PII8	Developing of edible film coating material, and treatment material to keep fresh for agricultural and livestock products	0.730
PII2	Developing of management technology for pre-harvest factor related with agricultural products quality	0.662

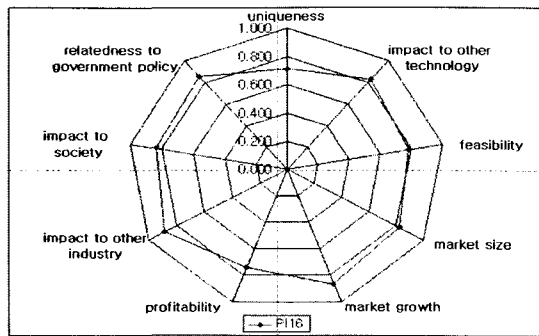


Fig. 3. Weights of each criterion for PI16

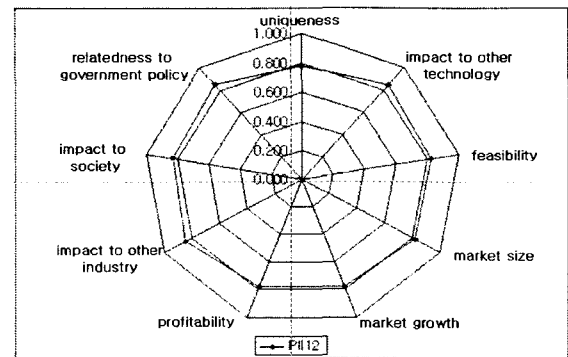


Fig. 4. Weights of each criterion for PII12

Table 7. Priority for technologies in group II

No.	Technology	Importance
PII12	Developing of valuation and control technology for harmful ingredient occurred during processing, storing, and distribution of agricultural and livestock products	0.813
PII11	Developing of system for HACCP and food poisoning prevention to safe agricultural and livestock food	0.793
PII4	Developing of automatic system to valuate rapidly and select for agricultural products	0.786
PII6	Developing of storing continuation technology by nano technology	0.773
PII9	Developing of technology and system to trace production place of distributing agricultural and livestock products for consumer safety	0.770
PII5	Developing of technology to prevent disease and injurious insects with friendly environment method for export agricultural products	0.769
PII13	Developing of safety and rapid diagnosis technology for imported and domestic agricultural and livestock products	0.752
PII14	Developing of decision technology if genetically modified food is contained	0.748

다음으로 Table 7에서 보는 바와 같이 II군의 기술 중에서는 ‘농축산물의 가공, 저장 및 유통 중 발생하는 유해성분 평가 및 제어 기술이 개발된다’가 가중치 0.813으로 가장 중요한 것으로 나타났다. 각 평가기준에서 이 기술을 살펴보면, Fig. 4에서 보는 바와 같이 모든 기준이 상대적으로 높은 점수를 받았다. 이어서 ‘농축산 식품의 안전성 확보를 위한 HACCP 및 식중독 방지 시스템이 개발된다’가 가중치 0.793으로 나타났으며, 우선순위가 가장 낮은 기술은 ‘농산물 품질과 관련된 수확 전 요인 관리기술이 개발된다’가 가중치 0.662로 나타났다.

결과 및 고찰

본 연구에서는 사전에 수행된 델파이 조사의 기초자료를 통하여 유통분야의 미래유망기술을 AHP방법을 사용하여 우선순위를 설정하였다. 유통분야 미래유망기술의 우선순위를 설정하기 위한 평가대항목으로는 기술성, 시장성, 공공성이 설정되었다. 각 평가대항목의 세부항목으로 기술성에는 기술독창성, 기술과급성, 기술실현성의 세 가지 항목이, 시장

성에는 시장규모성, 시장성장성, 투자수익성의 세 가지 항목이, 마지막으로 공공성에는 산업과급성, 사회편익성 또는 영향성, 국가전략과의 부합성의 세 가지 항목이 설정되었다.

10명의 전문가의 설문을 통하여 평가항목들간 중요도를 도출한 결과 평가대항목 중에서는 시장성이 0.495로 가장 중요하게 나타났으며, 그 다음으로는 기술성이 0.261, 공공성은 0.244로 나타났다. 각 평가소항목의 세부적 중요도는 기술성 측면에서는 기술과급성, 기술실현성, 기술독창성 순으로, 시장성 측면에서는 투자수익성, 시장성장성, 시장규모성 순으로, 공공성 측면에서는 산업과급성, 국가전략과의 부합성, 사회영향성 순으로 중요하게 나타났다.

각 기술군 중 중요도가 가장 높은 기술은 I군의 기술들 중에서는 '수출입 농산물의 병·해충 검역 기술이 개발된다'의 기술이 중요도가 0.817로 가장 높게 나타났다. II군의 기술들 중에서는 '농축산물의 가공, 저장 및 유통 중 발생하는 유해성분 평가 및 제어 기술이 개발된다'의 기술이 중요도가 0.813으로 가장 높게 나타났다. 따라서, 유통분야의 연구 개발정책수립을 하는데 있어 위의 기술을 우선적으로 고려해야 할 것으로 판단이 된다.

요 약

본 연구에서는 사전에 수행된 델파이 조사의 기초자료를 통하여 유통분야의 미래유망기술을 AHP 방법을 사용하여 우선순위를 설정하였다. 조사방법은 10명의 전문가에게 설문조사를 실시하였으며, 조사결과는 AHP의 분석 소프트웨어인 EC2000를 이용하여 분석하였다.

분석결과 평가대항목간 중요도에서는 시장성이 0.495로 가장 중요하게 나타났으며, 기술성이 0.261, 그리고 공공성은 0.244로 나타났다. 각 평가소항목의 세부적 중요도는 기술성 측면에서는 기술과급성, 기술실현성, 기술독창성 순으로, 시장성 측면에서는 투자수익성, 시장성장성, 시장규모성 순으로, 공공성 측면에서는 산업과급성, 국가전략과의 부합성, 사회영향성 순으로 중요하게 나타났다.

각 기술군 중 중요도가 가장 높은 기술은 I군의 기술에서는 '수출입 농산물의 병·해충 검역 기술이 개발된다'의 기술이, 그리고 II군의 기술에서는 '농축산물의 가공, 저장 및 유통 중 발생하는 유해성분 평가 및 제어 기술이 개발된다'의 기술로 나타났다.

감사의 글

이 연구는 “미래 농업기술예측·로드맵 작성 및 효율적인 투자기술 개발” 과제의 일환으로 이루어졌습니다. 이 연구를 위한 AHP 설문조사에 응하여 주신 유통분야의 전문가께 감사를 드립니다. 이 연구는 농림부 농림기술개발사업의 지원에 의하여 이루어진 것으로 지원에 감사를 드립니다.

참고문헌

1. Saaty T. (1980) The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, New York, pp. 49-70.
2. Saaty T. (1983) Priority Setting in Complex Problem, IEEE Transactions on Engineering Management, Vol. 30, No. 3, pp. 140-155.
3. Zahedi, F. (1986) The Analytic Hierarchy Process-A Survey of the Method and its Applications, INTERFACES, Vol. 16, No. 4, pp. 96-108.
4. Cho, K.T., Cho, Y.G., and Kang, H.S. (2003) Decision Making by AHP, Dong Hyun Publishing Company, pp. 33-39.
5. Kwon, C.S. and Cho, K.T. (2001) An Applied Study of the AHP on the Selection of Nonmemory Semiconductor Chip, The Korean OR/MS Society, Vol. 18, No. 1. p. 9.
6. Cho, K.T., Hong S.W., and Kwon C.S. (2000) Decision Making for Leaders, Thomas L. Saaty, RWS Publication, 1996, Translate version, Dong Hyun Publishing Company, pp. 57-59.

(접수 2004년 4월 2일, 채택 2004년 5월 27일)