

계층 분석적 의사결정방법을 이용한 경종작물분야 미래유망기술의 우선순위 설정

이종인*† · 조근태** · 채제천***

*농림기술관리센터, **성균관대학교 시스템경영공학과, ***단국대학교 식량자원학과

Priority Setting for Future Core Technologies in Crops Research using Analytic Hierarchy Process

Jong-In Lee*†, Keun-Tae Cho**, and Je-Cheon Chae***

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

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

***Department of Food Crop Science, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea

ABSTRACT : The study was focused on setting priority for future core technologies in crops using Analytic Hierarchy Process (AHP). The technologies were derived by Delphi method. Evaluation criteria for the priority setting were decided as ‘technology’, ‘market oriented’, and ‘public concerns’ by council. The future core technologies were divided as four groups by importance and R&D level. Technologies in upper two groups were considered in the study. Group I had high importance and high R&D level. Group II had high importance and lower R&D level. Questionnaires were given to 8 specialists in crops. As the results, ‘public concerns’ was decided as the most important evaluation criterion. The most important technologies are “developing of growing technology that has low inputs and production cost for environmental friendly agriculture” in group I, and “developing of gene searching, characteristics transformation, and commercialization technologies for crops using bio-technology” in group II.

Keywords: analytic hierarchy process, future core technology, crops

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 사전 기획의 역할이 점차 확대되고 있다 특히, 국가연구개발사업 연구관리차원에서의 주안점에 대한 패러다임 역시 객관적 연구과제의 선정·진도관리·성과관리 중심에서 기술수

요조사 및 예측, 자원 배분 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 원칙에 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 경종작물분야의 미래유망기술들의 우선순위를 설정하고자 한다. 이러한 시도는 우리나라 농업의 경종작물분야 분야에서는 처음으로 이루어지는 것이다

재료 및 방법

AHP모형

1970년대 초반 Saaty(1980, 1983)에 의하여 개발된 AHP는 의사결정의 계층구조를 구성하고 있는 요소간의 쌍대비교

†Corresponding author (Phone) +82-016-9347-4123, (E-mail) ljongin@empal.com

<Received May 28, 2004>

(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(Zahedi, 1986).

AHP는 일반적으로 다음과 같은 4단계의 작업으로 수행된다.

<단계 1> 의사결정문제를 상호 관련된 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 달성하는 데 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 종합화 한다

모형의 적용

대안의 설정. 본 연구를 위하여 사전에 경종분야의 기술에 대해서 문헌조사, 기술수요조사, 미래유망기술 도출을 위한 전문위원회 운영, 그리고 델파이 조사를 수행하였다. 전문위원회는 우리나라 경종작물분야의 전문가 10명이 참여하였다. 이 위원회는 3차에 걸친 회의를 통하여 문헌조사와 기술수요조사를 거치며 조사된 840여 개의 기술을 2004년부터 2025년까지 실현이 될 것으로 예측이 되는 44개의 미래유망기술로 정리하였다 이 44개의 기술은 델파이조사를 위하여 경종작물분야의 전문가 135명에게 설문조사를 실시하였다. 설문조사는 1차 응답자에게 수정 응답할 기회를 주는 2차 미니델파이 조사를 실시하였으며, 2차까지의 최종응답지는 39명이었다 델파이조사의 설문문항은 미래유망기술에 대한 응답자의 전문도, 중요도, 실현시기(국내 및 세계), 연구개발수준, 실현시기의 확신도, 기술적으로 가장 앞선 국가, 연구개발 추진주체, 유효한 정책수단 등 8개 항목이 선정되었다

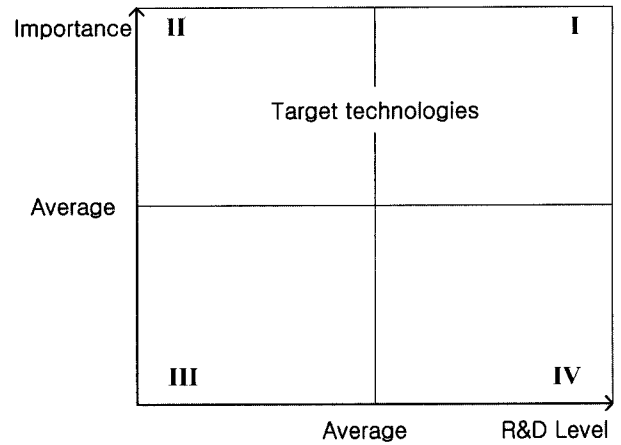


Fig. 1. Target technologies for AHP.

델파이 조사결과를 근거로 전체 44개의 기술을 중요도와 연구개발수준을 고려하여 Fig. 1과 같이 네 개의 그룹으로 분류하였다 분류의 기준은 델파이조사의 설문문항인 중요도와 연구개발수준을 이용하였다. 그룹 I은 중요도와 연구개발수준이 모두 높은 기술, 그룹 II는 연구개발수준은 낮으나 중요도는 높은 기술, 그룹 III은 중요도와 연구개발수준이 모두 낮은 기술, 그리고 그룹 IV는 중요도는 낮으나 연구개발수준은 높은 기술을 의미한다. R&D 자원이 한정되어 있으므로, 우선 중요도가 높은 기술의 개발이 시급하다는 전제 하에 이들 그룹 중 I, II 그룹을 AHP 적용대상으로 하였다 즉, 본 연구에서는 중요도와 연구개발수준이 높은 기술과 중요도는 높지만 연구개

Table 1. Technology list for group I.

No	Technology
P11	Developing of cultivating technology for environment friendly crops that has low input and cost
P12	Developing of high quality, safe, and functional rice production technology that meets to consumers demand
P13	Developing of new material for increasing nutrition, tastes, function of rice, and increasing value-added technology for rice
P14	Developing of new plant breeding for effective production using machinery, low cost, and adaptation to environmental friend
P15	Developing of production technology using machine and breeding for ginseng that is environmentally friend, high quality, and ages
P16	Technology developing of technology for post harvet management and increasing production quality for crop
P17	Technology developing of quality evaluation and measurement by crop
P18	Achieving of collection, preservation, and evaluation for plant gene resource

Table 2. Technology list for group II

No	Technology
P _{II1}	Technology developing of search, separation, and mass production of functional material from specialized crop
P _{II2}	Developing of gene search, characteristics transformation, and commercialization technology for crop using bio-engineering technology
P _{II3}	Technology developing of crop raising, nutrition diagnosis, and fertilization using non-destructive method
P _{II4}	Research for development and production technology for new crop against weather change
P _{II5}	Developing of new gene and molecular breeding technology for increasing of rice source and sink capability
P _{II6}	Developing of useful genes that have resistance and tolerance of insect, disease and disaster, isolation and symphathy and Application Technology in wild rice
P _{II7}	Developing of examination and application technology for useful gene by using high density genetic map of rice
P _{II8}	Developing of High quality manufacturing technology for labor saving in special industrial crops
P _{II9}	Developing of manufacturing technology for standardized goods in medicinal crops
P _{II10}	Developing and industrialization for new functional bio-material
P _{II11}	Developing of sustainable herbicidal compounds

들의 우선순위를 도출하고자 하였다.

Table 1과 Table 2에서 보는 바와 같이 I군에 속하는 기술은 8개, II군에 속하는 기술은 11개로 확정되었다.

평가항목의 설정: 평가항목의 설정작업을 행함에 있어 가장 중요한 일은 「상호배타성(Exclusiveness)」, 「완전결합성(Com-

pletteness)」, 「처리성(Optimum size)」이라는 평가항목 선정의 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(조 등, 2003)

따라서, 본 연구에서는 이러한 원리에 입각하여 경종작물분야의 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 취하였다. 이러한 방법을 적용하기 위하여 각 기준에 대해 등급척도(rating scale)를 5점 척도로 구성하였다(Table 4)

위와 같이 평가대안과 항목을 계층구조로 나타내면 Fig. 2와 같다.

쌍대비교

AHP에 의한 평가는 평가자들의 토의를 통하여 각 쌍대비교 항목에 대한 합의를 도출한 후에 이를 이용하는 방법과 개별

Table 3. Criteria for evaluation

Major Item	Minor Item	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

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

평가자들이 각자 평가를 실시한 후에 그 결과를 기하평균을 이용하여 종합하는 두 가지 방법이 있다(조 등, 2003) 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 경종작물분야의 대표적인 전문가들로 구성하였다 이에 따라 본 연구에서는 8명의 전문가를 표본으로 전자메일을 통하여 설문조사를 실시하였다. 이 AHP 조사는 전문가를 대상으로 하는 설문조사로 선행연구의 경우 샘플사이즈를 크게 요하지 않는 조사방법이다(권·조, 2001, 조 등, 2000).

판단자료의 일관성 검증은 전문가 판단을 모형에 적용하기 위해서 점검해야 할 필수적인 사항이다. 대부분의 AHP모형에서 나타나는 단점은 쌍대비교 행렬을 구성함에 있어서 불일치한 응답이 존재할 가능성이 있다는 것이다. Saaty(1980)는 의

사결정자의 상대적 중요도를 측정함에 있어서 비일관성 (inconsistency ratio)이 10% 이내이면 타당한 것으로 보았다 본 연구에서는 8명의 전문가 중에서 2명의 전문가는 10% 이상의 비일관성을 보여 평가대상에서 제외하였다. 수집된 설문 자료는 AHP의 분석 소프트웨어인 EC2000으로 처리하였다.

결과 및 고찰

평가항목의 중요도

전문가들의 설문을 통하여 평가항목들간의 중요도를 도출한 결과는 Table 5와 같다. 전문가들은 평가대항목 중에서 공공

Table 5. Results of importance for the evaluation Criteria.

Major Criteria		Minor Criteria	
Standard	Weight	Standard	Weight
Technology	0.388	Uniqueness	0.062
		Impact to other technology	0.116
		Feasibility	0.210
Market	0.223	Market size	0.062
		Market growth	0.097
		Profitability	0.064
Public concerns	0.390	Impact to other industry	0.051
		Impact to society	0.018
		Relatedness to government policy	0.221

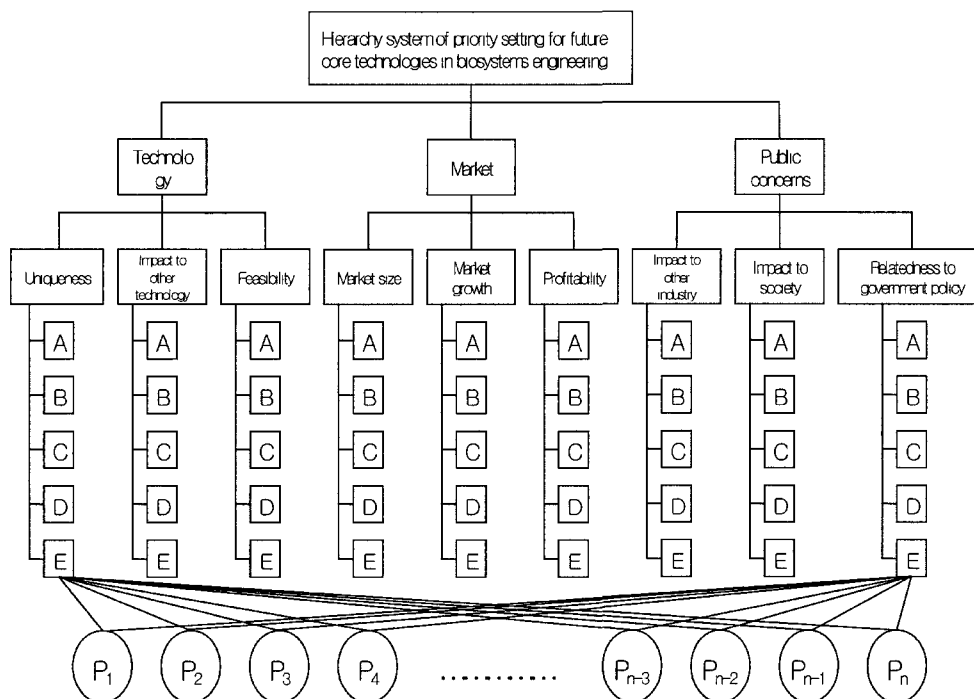


Fig. 2. Hierarchy system of priority setting for future core technologies in crops.

성이 0.390으로 가장 중요한 것으로 응답을 하였다. 그 다음으로는 기술성이 0.388이며, 시장성은 0.223으로 상대적으로 중요도가 낮은 것으로 나타났다.

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

평가대안의 중요도

최종적으로 평가대안을 분석한 결과, 1군의 기술들 중에서는 (Table 6) ‘친환경 저투입, 생산비절감 작물 재배기술이 개발된다’가 가중치 0.836으로 가장 시급하게 개발해야할 기술로 나타났다. 각 평가기준에서 이 기술을 살펴보면, Fig. 3에서 보는 바와 같이 기술성 측면에서는 세 개의 기준 모두가 높은

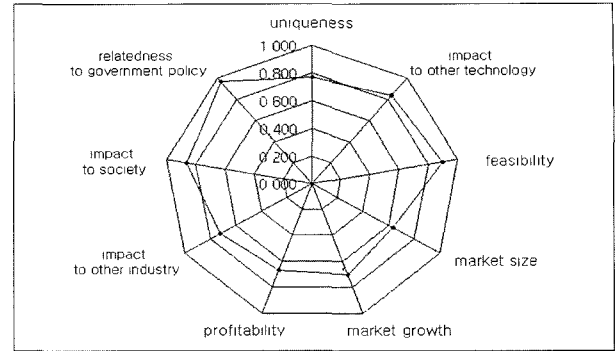


Fig. 3. Weights of each items for P₁

점수를 받았으며, 시장성 측면에서 시장성장성 기준이 높은 점수를 받았다 그러나 공공성 측면에서는 다른 기준과 비교하여 상대적으로 낮은 점수를 받은 것으로 나타났다 반면에, 우

Table 6. Priority for technologies in group I

No	Technology	Importance
P ₁ 1	Developing of cultivating technology for environment friendly crops that has low input and cost	0.836
P ₁ 8	Achieving of collection, preservation, and evaluation for plant gene resource	0.790
P ₁ 4	Developing of new plant breeding for effective production using machinery, low cost, and adaptation to environmental friend	0.784
P ₁ 6	Technology developing of technology for post harvet management and increasing production quality for crop	0.760
P ₁ 2	Developing of high quality, safe, and functional rice production technology that meets to consumers demand	0.722
P ₁ 3	Developing of new material for increasing nutrition, tastes, function of rice, and increasing value-added technology for rice	0.708
P ₁ 5	Developing of production technology using machine and breeding for ginseng that is environmentally friend, high quality, and ages	0.707
P ₁ 7	Technology developing of quality evaluation and measurement by crop	0.690

Table 7. Priority for technologies in group II.

No.	Technology	Importance
P _{II} 2	Developing of gene search, characteristics transformation, and commercialization technology for crop using bio-engineering technology	0.772
P _{II} 11	Developing of sustainable herbicidal compounds	0.770
P _{II} 1	Technology developing of search, separation, and mass production of functional material from specialized crop	0.757
P _{II} 10	Developing and industrialization for new functional bio-material	0.731
P _{II} 8	Developing of High quality manufacturing technology for labor saving in special industrial crops	0.729
P _{II} 6	Developing of useful genes that have resistance and tolerance of insect, disease and disaster ,isolation and symphathy and Application Technology in wild rice	0.727
P _{II} 9	Developing of manufacturing technology for standardized goods in medicinal crops	0.707
P _{II} 3	Technology developing of crop raising, nutrition diagnosis, and fertilization using non-destructive method	0.700
P _{II} 7	Developing of examination and application technology for useful gene by using high density genetic map of rice	0.684
P _{II} 5	Developing of new gene and molecular breeding technology for increasing of rice source and sink capability	0.682
P _{II} 4	Research for development and production technology for new crop against weather change	0.651

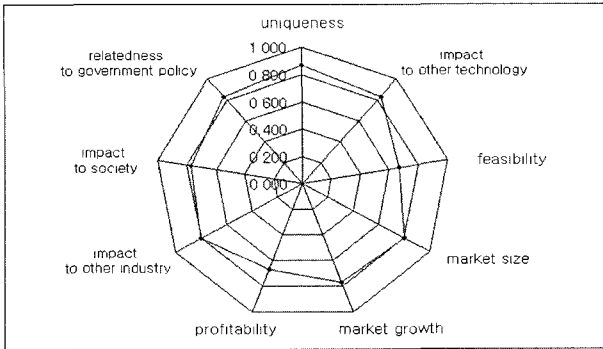


Fig. 4. Weights of each items for P_{II}2.

발된다'가 가중치 0.690으로 나타났다

II군의 기술들 중에서는(Table 7) '생명공학기술을 이용한 작물의 유전자 탐색, 형질전환 및 상업화기술이 개발된다'가 가중치 0.772로 가장 중요한 것으로 나타났다. 이 기술에서는 공공성측면의 정부정책과의 연관성이 가중치가 특히 높은 것으로 나타났다(Fig 4). 이어서 '환경친화적 제조활성물질이 개발된다'가 가중치 0.770으로 나타났으며, 전체 11개 기술 중에서 8개 기술이 가중치 0.7 이상이 넘는 것으로 나타났다.

결 론

사전에 수행된 델파이 조사의 기초자료를 통하여 경종작물분야 미래유망기술들을 AHP방법을 사용하여 우선순위를 설정하였다. 경종작물분야 미래유망기술의 우선순위를 설정하기 위한 평가대상목으로는 기술성, 시장성, 공공성이 설정되었다. 각 평가대상목의 세부항목으로 기술성에는 기술독창성, 기술파급성, 기술실현성의 세 가지 항목이, 시장성에는 시장규모성, 시장성장성, 투자수익성의 세 가지 항목이, 마지막으로 공공성에는 산업파급성, 사회편익성 또는 영향성, 국가전략과의 부합성의 세 가지 항목이 설정되었다.

8명의 전문가의 설문을 통하여 평가항목들간 중요도를 도출한 결과 평가대상목 중에서는 공공성이 0.390으로 가장 중요하게 나타났으며, 그 다음으로는 기술성이 0.388, 시장성은 0.223으로 나타났다. 각 평가소항목의 세부적 중요도는 기술성 측면에서는 기술실현성, 기술파급성, 기술독창성 순으로, 시장성 측면에서는 시장성장성, 투자수익성, 시장규모성 순으로, 공공성 측면에서는 국가전략과의 부합성, 산업파급성, 사회영향성 순으로 중요하게 나타났다.

각 기술군 중 중요도가 가장 높은 기술은 I군의 기술들 중에서는 '친환경 저투입, 생산비절감 작물 재배기술이 개발된다'의 기술이 중요도가 0.836으로 가장 높게 나타났다. II군의 기술들 중에서는 '생명공학기술을 이용한 작물의 유전자 탐색,

형질전환 및 상업화기술이 개발된다'의 기술이 중요도가 0.772로 가장 높게 나타났다. 따라서, 경종작물분야의 연구개발정책 수립을 하는데 있어 위의 과제를 우선적으로 고려해야 할 것으로 판단되었다.

적 요

사전에 수행된 델파이 조사의 기초자료를 이용하여 경종작물분야 미래유망기술들을 AHP방법을 사용하여 우선순위를 설정하였다. 8명의 전문가가 응답한 설문조사에서는 평가대상목 중 공공성이 0.390으로 가장 중요하게 나타났으며, 그 다음으로는 기술성이 0.388, 시장성은 0.223으로 나타났다. 각 평가소항목의 세부적 중요도는 기술성 측면에서는 기술실현성, 기술파급성, 기술독창성 순으로, 시장성 측면에서는 시장성장성, 투자수익성, 시장규모성 순으로, 공공성 측면에서는 국가전략과의 부합성, 산업파급성, 사회영향성 순으로 중요하게 나타났다. 각 기술군 중 중요도가 가장 높은 기술은 I군의 기술 중에서는 '친환경 저투입, 생산비절감 작물 재배기술이 개발된다'의 기술이 중요도가 0.836으로 가장 높게 나타났다. II군의 기술 중에서는 '생명공학기술을 이용한 작물의 유전자 탐색, 형질전환 및 상업화기술이 개발된다'의 기술이 중요도가 0.772로 가장 높게 나타났다.

감사의 글

이 연구는 농림부 농림기술개발사업인 "미래 농업기술예측·로드맵 작성 및 효율적인 투자기술 개발" 과제의 일환으로 이루어진 것으로 지원에 감사를 드립니다. 아울러, 이 연구를 위한 기술수요조사, Delphi 설문조사, AHP 설문조사, 그리고 전문위원회에 참여하여 주신 경종작물분야의 전문가에게 감사를 드립니다.

인 용 문 헌

권철신, 조근태 2001 AHP를 이용한 비메모리 반도체칩 제품군 선정에 관한 연구 경영과학 제18권 제1호 p9
 조근태, 조용근, 강현수 2003 「계층분석적 의사결정」, 동원출판사
 조근태, 하상도, 김성민, 염용권 2000 AHP를 이용한 중소기업형 의류기기 개발사업의 선정. 기술혁신연구 제8권 제2호 p 12
 Saaty, T. 1980 The Analytic Hierarchy Process McGraw-Hill New York
 Saaty, T. 1983 "Priority Setting in Complex Problem" IEEE Transactions on Engineering Management Vol. 30 No 3 pp 140-155.
 Zahedi, F. 1986 "The Analytic Hierarchy Process-A Survey of the Method and its Applications" INTERFACES Vol. 16, No 4 pp.161-167