

발간등록번호

11-1543000-002185-01

꾸지뽕누에 수출확대를 위한 핵심기술개발 및 산업화 기획연구 최종보고서

2018. 01. 31.

주관연구기관 / (주)바이오프로후즈

농림축산식품부

11-1543000-002185-01

꾸지뽕누에 수출확대를 위한 핵심기술개발 및 산업화 기획연구 최종보고서

2018

농림축산식품부

고부가가치식품기술개발사업 R&D Report

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “고부가가치 경쟁형 기획과제”(개발기간 : 2017. 11.01 ~ 2018. 01.31)
과제의 최종보고서로 제출합니다.

2018. 01. 31.

주관연구기관명 :

윤승섭



주관연구책임자 : 윤승섭

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의
합니다.

보고서 요약서

과제고유번호	117089-01	해당 단계 연구 기간	3개월	단계 구분	(3개월)/ (3개월)
연구사업명	단위사업	농림축산식품연구개발사업			
	사업명	고부가가치식품기술개발사업			
연구과제명	대과제명	(해당 없음)			
	세부 과제명	꾸지뽕누에 수출확대를 위한 핵심기술개발 및 산업화 기획연구			
연구책임자	윤승섭	해당단계 참여 연구원 수	총: 4명 내부: 4명 외부: 0명	해당단계 연구개발비	정부: 20,000천원 민간: - 천원 계: 20,000천원
		총 연구기간 참여 연구원 수	총: 4명 내부: 4명 외부: 0명	총 연구개발비	정부: 20,000천원 민간: - 천원 계: 20,000천원
연구기관명 및 소속부서명	(주)바이오프로후즈			참여기업명	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	
요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다)				보고서 면수: 50	

〈 국문 요약문 〉

	코드번호	D-01			
연구의 목적 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생리활성이 극대화된 꾸지뽕누에 사양기술 확보 ○ 주관연구기관의 기술성, 권리성, 시장성(일본)을 포함한 기술가치평가 수행 ○ “꾸지뽕누에와 그 분해물의 고부가가치 식품 소재 및 제품화” 및 “해외 수출 전략을 위한 당사 과제수행역량과 후속 과제의 사업 타당성 분석” 				
연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생리활성이 극대화된 꾸지뽕누에의 사양 방법을 탐색 <ul style="list-style-type: none"> - 1령에서 4령까지는 일반뽕으로 급여 후 5령기(숙잠)는 꾸지뽕을 급여하여 사육조건 및 환경 조성 완료 ○ 꾸지뽕누에의 분해물 제조 및 기능성 관련 특허 출원(2건) <ul style="list-style-type: none"> - 출원번호: 10-2017-0167892, 10-2018-0004393 ○ 일본 내수 시장 및 관련 산업 동향 파악 및 조사 <ul style="list-style-type: none"> - 2018년부터 국가 전략과제로 대규모 지역 특성화 사업 시작; <u>유전자 조합 단백질 생산효율 향상 기술의 개발, 당쇄 억제에 의한 유효성 및 안전성 향상 개발(인간형 당쇄 개발), 스마트 양잠시스템(신 양잠기술)의 개발, 양잠의 실증(인공사료개발 등), 바이오의약품 개발(인간·동물 의약품) 등 100조 엔의 세계 시장이 목표</u> ○ 종합적인 사업 타당성 분석 <p>국내·외 시장조사(특허법인 화우, 일본현지법인) 결과, 사업 시작 후 영업 흑자 성과가 기대됨. 결과적으로, 미래 농업의 방향 제시(바이오의약, 기능성 소재 개발 등), 투자회수시점 및 연평균 투자수익률에서 본 사업의 타당성이 매우 높아 투자가치가 있는 것으로 판단됨.</p> 				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 본 기획과제는 후속 과제의 선행연구자료로 이용(기술개발 방향설정, 국내·외 마케팅 전략수립) ○ 생리활성성분을 극대화 시킬 사육방법을 적용한 고생리활성 함유 꾸지뽕누에와, 생리활성이 극대화된 분해물의 생산 및 설비구축 ○ 이를 이용한 고부가가치 식품 소재 및 제품화(뇌건강, 혈관건강, 항당뇨 등), 생산판매 본격화 ○ 새로운 소재 개발을 통한 뇌건강 및 혈관건강 관련 건강기능식품 시장에서의 신규 진출과 성장 가능성 확보 ○ 수출 전략 소재로써 판매추진 예정(일본, 아시아, 미국 시장 등) ○ 양잠 농가의 수익 창출 및 미래농업 산업 육성(새로운 연구 분야 등 방향 설정)에 기여, 꾸지뽕 누에의 새로운 부가가치 창출 방안 마련 				
중심어 (5개 이내)	꾸지뽕	숙잠	건강기능성식품	뇌건강	혈관건강

< Summary >

		코드번호	D-02			
Purpose& Contents	<ul style="list-style-type: none"> ○ The overall purpose of the current research was to collect research data on the technology for breeding the silkworm that contains the maximal physiological activity by feeding <i>Cudrania tricuspidata</i> leaves. ○ The study evaluated the overall technology, focusing on the technological rights, patentability, and marketability of the "product." It also analyzed a feasibility for further follow-up projects, including the company's ability to export it overseas. 					
Results	<ul style="list-style-type: none"> ○ The findings of the project demonstrated that the following method would lead to breeding silkworms which could contain the maximum amount of physiologically active ingredients without inhibiting the growth of silkworms. he first to the fourth generations of the silkworm were fed with mulberry leaves, while he fifth generations with <i>Cudrania tricuspidata</i> leaves. ○ We collected information on the trend of market and academy in Japan. ○ The project has lead to two patents by the project team. Their scope has been broadly set so that the core of this technology can be sufficiently protected while opening up further follow-up projects. ○ The findings pointed to a highly feasible application of the patents by them to the market. The project feasibility analysis showed a steady operating profit after three years from the start of the project. The annual average return on investment in the scenarios under analysis demonstrated that the project was worthy of investment because it was highly feasible. 					
Expected effects	<ul style="list-style-type: none"> ○ Provide a foundation for follow-up projects. ○ Produce the <i>Cudrania</i> silkworm and its hydrolysate containing a physiological activity by applying a breeding method that maximizes the physiologically active ingredients of the <i>Cudrania</i> silkworm ○ Develop and merchandise of high-value-added food materials using the active ingredients ○ Provide scientific data on the processing and functioning of <i>Cudrania</i> silkworm and its products ○ Grow and enter a health functional food market for brain and vascular health through new material development ○ Contribute to the higher profitability of silkworm farming and future agriculture industries 					
Keywords	<i>Cudrania tricuspidata</i>	A grown-up silkworm	Functional Food	Brain heal th	vascular health	

< Contents >

1. Outline of research	1
2. Current technique development trend in internal and external	4
3. Contents and results of research	14
4. Achievements and contribution to related industry	43
5. Practical use and plan for field application	44
6. Oversea gathering of information and technology	45
7. Security level for results of research	46
8. Current condition research facility and equipment registered in NTIS	47
9. Results of safety action of laboratory	47
10. Representative results of research	48
11. Considerations	48
12. References	48

〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의 개요	1
2. 국내외 기술개발 현황 및 시사점	4
3. 연구수행 내용 및 결과	14
4. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	43
5. 연구결과의 활용계획 등	44
6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보	45
7. 연구개발성과의 보안등급	46
8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비현황	47
9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적	47
10. 연구개발과제의 대표적 연구실적	48
11. 기타사항	48
12. 참고문헌	48

[별첨1] 연구개발보고서 초록

[별첨2] 자체평가의견서

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 고부가가치식품기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 고부가가치식품기술개발사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

1. 연구개발과제의 개요

코드번호	D-03
------	------

가. 연구개발의 필요성

○ 곤충은 최근 전 세계를 아울러 미래 대체식량 소재로서 새롭게 주목을 받고 있으며 그 잠재적 발전 가능성이 무궁무진함. 국내·외적으로 해충 방제, 화분 매개, 교육, 정서 등 다양한 용도로 이용되고 있어, 이를 생산·판매함으로써 기대할 수 있는 경제적 가치가 높음. 또한, 곤충으로부터 추출된 신기능 물질을 활용하여 기능성 및 의약 소재를 개발하여 세계 바이오산업의 주도권을 선점하고, 곤충 수입에 대한 대안도 준비해야 하는 시점임.

○ 그러나 국내 곤충산업은 아직 산업으로써의 인식이 부족한 상황이며, 식품과 관련된 곤충산업은 1차 가공(건조, 분말, 추출 등)에 국한하여 다른 식품의 부재료로 이용되는 매우 기초적인 수준으로 관련 연구와 제품화도 초보적인 수준으로 판단됨.

○ 국내 산업용 곤충의 용도별 비율에서 식용곤충은 2012년 6%로 비교적 작은 시장규모를 형성하고 있으나 언론의 집중을 받는 단계로써 Gartner의 Hyper cycle의 5단계 중 잠재적인 영향력을 갖고 있고 일부 기업들이 관심을 가지기 시작하는 도입기에 해당하여 시작 단계에 있는 식용 곤충산업 시장이 생산농가의 활성화와 함께 시장 확대가 될 것으로 전망됨(그림 1).

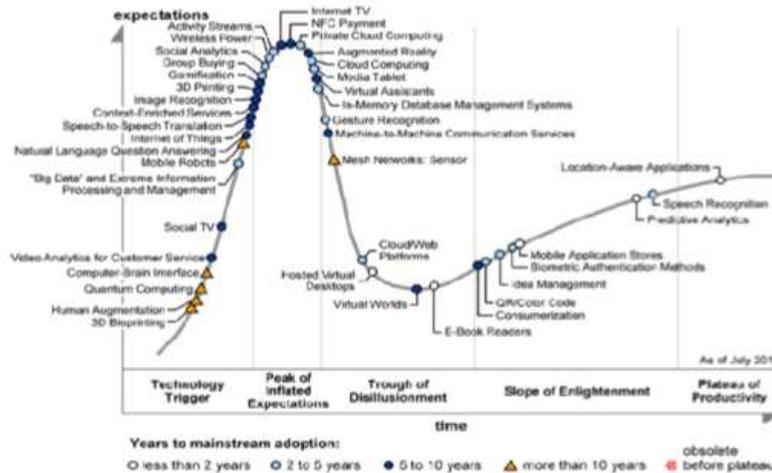


그림 1 Gartner's Hypecycle for Emerging Technologies 2011

그림 1. 제품 및 기술 수명 주기 활용 동향.

<이진희 외(2012), 제품 및 기술 수명 주기 활용 동향, 주간기술동향, 정보통신산업진흥원>

○ 누에는 급여하는 외에 따라 그 성분과 기능이 다른데 일반빵보다 꾸지뽕잎은 뇌세포의 대사기능을 촉진해 불안장애 개선, 기억력 증진, 혈압 강하, 중풍과 치매 예방, 수면 유도 및 조절, 비만 개선, 갱년기 장애 개선 등에 효과적으로 뇌 건강식품소재로서의 잠재성이 매우 기대되는 GABA (gamma-aminobutyric acid)가 일반빵에 비하여 약 5배 이상 함유되어 있으며, 모세혈관 강화와 출혈성 질병 예방에 효과가 있는 루틴(rutin)은 약 18배 이상 함유하는 것으로 보고됨(농촌진흥청 홈페이지).

○ 이 등(2014)에 의하면 꾸지뽕을 급여한 꾸지뽕누에의 조단백, 회분, 폴리페놀, 플라보노이드 함량이 일반뽕 누에에 비하여 높게 평가됨(표 1, 표 2).

표 1. 꾸지뽕잎, 일반뽕잎, 녹차잎의 영양성분 비교

(단위 : mg/100g)

구분	꾸지뽕잎	일반뽕잎	녹차잎
칼슘	3,000	2,699	440
철	68	44	20
칼륨	4,007	3,101	2,200
비타민A	5,325	4,130	7,200
비타민B ₁	8.0	0.6	0.4
비타민B ₂	5.3	1.4	1.4
비타민C ₁	550	32	250
비타민C ₂	45	-	-
식이섬유	99	52	11
가바(4.6배)	1,150	250	25
루틴(18배)	6,800	380	100

<농촌진흥청 국립농업과학원 식품성분표>

표 2. 일반뽕누에와 꾸지뽕누에의 일반성분과 생리활성 성분 비교

구분	수분 (%)	조단백 (mg/100g)	조지방 (mg/100g)	탄수화물 (mg/100g)	탄수화물 (mg/100g)	폴리페놀 (%)	플라보노이드 (ug/g)
일반뽕누에	6.6	57.5	9.8	16.6	16.6	1.84	1.84
꾸지뽕누에	6.6	58.1	9.4	15.2	15.2	2.16	2.16

<이야성 외(2014), 꾸지뽕나무 신품종 육성 및 꾸지뽕 누에, 동충하초 생산기술과 가공품 개발, 전라남도농업기술원>

○ 꾸지뽕누에는 누에 자체뿐만 아니라 이를 첨가한 다양한 제형으로의 상품화 가능성이 높아 식품산업 측면에서 볼 때 대량으로 생산 산업화할 경우 우수한 다기능성, 고단백 식품소재로 판단되나 **현재 꾸지뽕누에의 생리활성과 기능성을 이용한 소재 및 제품은 거의 없는 실정임.**

○ 그러므로 **꾸지뽕누에의 생리활성을 극대화할 사육방법을 확립하고 이에 의하여 사육한 고생리활성 함유 꾸지뽕누에를 식품 소재 및 제품화하여 판매하는 새로운 형태의 다양한 고부가가치 양잠 산물 생산기술의 개발은 농가 소득 안정화에 큰 도움을 줄 것으로 판단됨.**

○ 그러나 꾸지뽕누에의 고기능성을 강조한 식품소재나 제품으로 상품화 및 유통하고자 할 경우 국내에서는 건강기능식품 인증이 요구되는데 인증 획득에 투자되는 오랜 시간과 인증비용 등은 전문 인력과 자금 경쟁력 확보에서 취약한 당사와 같은 중소기업이나 벤처기업에서는 큰 부담으로

작용하므로 국내 내수시장 진출은 장기적으로 접근해야 할 필요성이 있는 것으로 판단됨. 그러므로 현 상황에서 꾸지뽕누에의 고기능성 식품소재로서의 우수성을 이용하여 짧은 기간에 소득을 창출할 수 있는 최선의 방법으로 일본, 중국 등의 아시아권 시장을 일차 거점으로 수출 판로를 하고자 함.

나. 연구개발의 목적

○ 꾸지뽕누에의 생리활성을 극대화할 사육방법을 탐색하여 이를 적용한 고생리활성 함유 꾸지뽕누에를 대량 생산하고, 효과적인 분말화 기술을 확립하여 고생리활성 함유 꾸지뽕누에 자체를 가공한 다양한 제품을 개발하고자 함. 또한, 당사의 원천기술을 적용하여 상기 개발한 꾸지뽕누에를 가공하여 그 생리활성 및 기능이 극대화된 다기능성 고부가가치 식품소재를 개발하여 다양한 종류의 고생리활성 함유 꾸지뽕누에 식품소재와 그 제품을 개발하고자 함.

○ 본 고부가가치식품사업의 사전 기획연구를 통하여 위에서 상기한 당사의 사업 계획안을 각 분야의 전문 컨설팅 기관에 의뢰하여 기술가치 평가, 시장 조사 분석 등을 수행한 결과를 반영하여 연구 방법 및 목표를 명확히 하고 이를 바탕으로 사육조건에 따른 꾸지뽕누에 생산과 생리활성 성분 변화에 대한 선행연구 컨설팅을 의뢰하고자 함. 최종적으로 본 기획연구 결과를 바탕으로 하여 연구 내용과 연구 성과의 질적 수준이 향상된 내실 있고 체계적인 후속 연구 수행이 가능할 것으로 기대됨(그림 2).

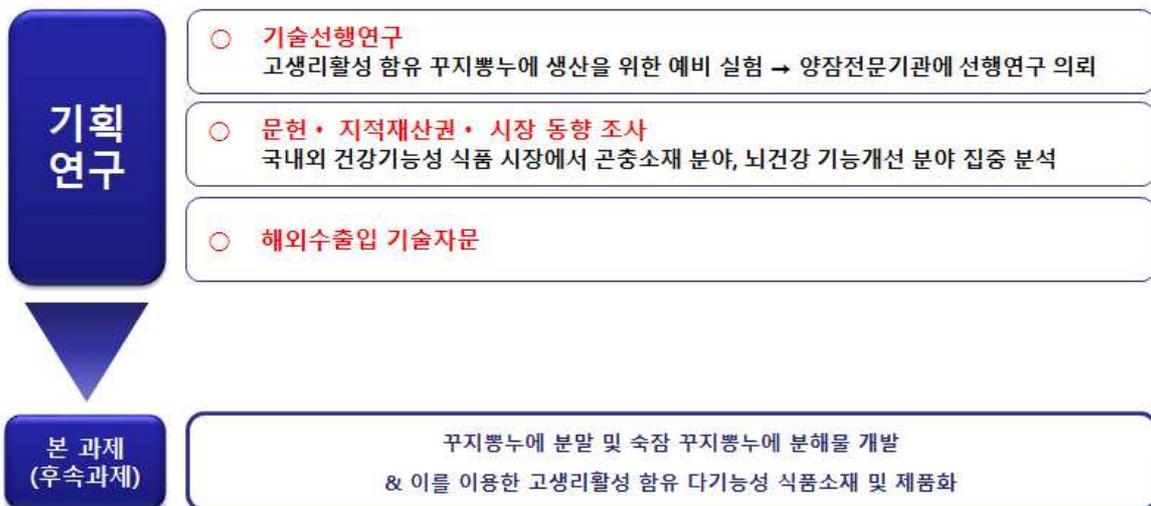


그림 2. 본 기획과제의 연구목적.

2. 국내의 기술개발 현황 및 시사점

코드번호

D-04

가. 국내·외 기술개발 동향

(1) 국내 기술개발현황

○ 국내에서는 특정 지역의 꾸지뽕잎, 일반뽕잎 및 녹차잎 간의 영양성분 함량을 비교하여 일반 뽕잎보다 꾸지뽕잎에 약 2배 이상의 GABA 및 루틴(Rutin)의 함량이 높음을 확인하고(표 3), 이를 토대로 꾸지뽕잎이 포함되어 있는 건강기능성 가공식품을 개발하는 연구를 수행하고, 한국 등록 특허 10-0947833은 하수오 및 꾸지뽕의 잎 추출물을 포함하는 노화 억제용 배합물과 같은 연구개발을 수행하고 있음. 구체적으로, 상기 등록 특허는 꾸지뽕잎 열수추출물을 얻은 후, 일정 비율로 하수오 열수 추출물과 배합시킨 배합물이 활성산소를 감소시키는 효소를 활성화시켜 노화를 억제할 수 있음.

표 3. 꾸지뽕잎 영양 성분 함량

영양성분/100g	고성 꾸지뽕잎	타지역 꾸지뽕잎	일반 뽕잎	녹차잎
Moisture(g)	9.0	9.1	8.9	9.1
단백질(g)	34.7	35.0	24.1	29.8
식이섬유(g)	13.1	11.7	9.8	8.0
Vitamin A (μg RE)	6,005	6,050	3,470	6,925
Vitamin B ₁ (mg)	4.02	3.23	1.98	1.45
Vitamin B ₂ (mg)	3.90	3.02	1.72	1.69
Vitamin C (mg)	76	64	32	132
Calcium (mg)	1490	1276	1047	96
철 (mg)	7.81	8.03	6.73	6.8
Potassium (mg)	4,013	3,801	3,108	1,457
GABA (mg)	141	109	49	13
Rutin (mg)	704	596	233	125

<꾸지뽕나무 잎과 열매의 건강기능성을 활용한 가공식품 개발, 한국식품연구원, 2009>

○ 꾸지뽕나무로부터 퇴행성 뇌기능 개선에 대한 생리활성 검정을 통한 효능 규명을 통해 건강기능식품 원료로 개발하는 연구를 국립산림과학원에서 수행하여 꾸지뽕나무 잎과 열매 주정 추출물에 대한 퇴행성 뇌기능(기억력) 관련 활성 검정에 있어 뇌 신경세포에 독소물질(6-hydroxydopamine), 옥시젠 글루코스 결핍(Oxygen glucose deprivation; OGD)를 처리한 장애세포모델에서 세포사멸 억제 효과가 존재함을 증명하였음.

○ 또한, 꾸지뽕나무 열매 50% 주정 추출물에 대한 동물 행동 시험을 통하여 꾸지뽕나무 열매 추출물이 기억력 및 인지능력 개선 효과가 존재함을 증명함. 상기 추출물은 혈청 내 아세틸콜린 함량에 있어서, 정상 대조군보다 베타 아밀로이드 투여군 내에서 그 함량을 현저하게 감소시켰음. 뿐만 아니라, 스코폴라민 투여 쥐에 상기 추출물을 투여하였을 때, 새로운 물체에 대한 탐색시간이 농도 의존적으로 증가하는 것을 증명하여, 결과적으로 상기 추출물이 사물에 대한 인지 능력 및 기억력을 향상하는 것을 입증하였음.

○ 천연 잠상산물 피브로인으로부터 기억, 학습력 및 집중력 증진에 효과가 있는 물질인 BF-7(Brain Factor 7)을 유효성분으로 포함하는 기억력 개선 건강기능식품 소재로, 상기 피브로인 추출물 BF-7은 기억력 개선에 도움을 줄 수 있는 것으로 2005년 3월 7일 식품의약품안전처로부터 인증(인증번호 2005-6)받았음.

○ 한국 공개특허 10-2011-0121223에는 건조 누에분말을 이용한 혈액순환, 말초혈관 확장, 혈액순환 개선의 기능을 하는 건강기능성 식품에 대해 개시하고 있음. 본 내용에는 누에분말의 혈당 조절, 콜레스테롤 개선, 성 기능 개선 등의 용도에 효과가 있다는 것에 대해 개시되어 있음. 구체적으로, 상기 공개 특허에는 DL-알파-토코페롤, 마늘분말, 마늘유, 대두유, 누에 번데기 분말, 건조 누에분말, 대두레시틴, L-아르지닌, 산사자 분말, 비타민 B₁, 비타민 B₂, 밀랍 등으로 구성된 성분을 포함하는 건강 기능성 식품으로 건조 누에분말 및 누에 번데기 분말을 받는 방법 등에 대한 구체적인 개시는 존재하지 않음.

○ 누에로부터 추출한 실크 펩타이드 중 하나인 세리신 추출물을 이용하여, 스트렙토조토신(Streptozotocin; STZ)으로 유도한 당뇨병 쥐에서 혈당 및 혈청 내 지질 농도의 개선 효과가 존재하는 것에 대한 내용임. 구체적으로, 당뇨 유발 쥐에 상기 세리신 추출물을 투여한 경우에 혈중 내당의 농도가 감소하는 효과를 보였으며, 혈청 내 총콜레스테롤, 동맥경화 지수, LDL, LDL-콜레스테롤, 중성지방(TG) 및 인지질의 농도 등이 세리신 추출물을 투여하지 않은 경우에 비하여 현저하게 감소되었음. 그뿐만 아니라, 혈중 내 HDL-콜레스테롤 및 총콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤 비는 세리신 추출물을 투여한 경우에 현저하게 증가하는 것을 확인하였음. 이를 통해, 누에로부터 추출한 실크 세리신 추출물이 당뇨병 쥐의 혈당 조절 기능 및 지질 대사 이상에서 오는 질환의 예방 및 개선에 효과가 있을 것을 추정하였음.

(2) 국외 기술개발현황

○ 일본, 미국 및 유럽 등의 주요 국가에서는 식품산업 관련 기술이 식량 확보를 벗어나 노화 억제, 장수, 건강 수명 연장과 관련된 분야의 기술 개발에 연구 역량을 집중하고 있음. 또한, 생명공학의 첨단 기술을 식품 분야와 연관 지어 인간 유전체간 관련성, 영양 관련 질환 제어 등의 분야로 적용하는 연구 분야가 주를 이루고 있음.

○ 미국의 경우 식용식물의 추출물 또는 해당 식물의 주 생리활성을 유도하는 식물 화학물질(Phytochemical)의 소재화가 주목을 받고 있으며, 대체의학 요법과 함께 허브의 생리 및 약리 활성화에 관한 연구 개발이 국가연구 사업으로 진행되고 있음. 또한, 천연재료를 통하여 부작용 및 위험을 완화할 수 있는 천연 재료를 이용한 의약품 대체 기능성식품의 개발이 활발하게 이루어지고 있음. 주요 기능성 연구 동향으로는 갱년기 여성을 위한 식물성 에스트로겐이 함유된 식품, 체중 조절을 위한 영양소 제공 식품 등의 제품 개발 연구가 중점을 이루고 있음.

○ 유럽의 경우 기존에 존재하는 특정 성분을 보강하거나, 새로운 성분을 첨가한 식품을 개발하는 것이 최근 기술 개발 동향 추세에 해당함. 그 식품의 예로는 비타민, 미네랄 등의 성분을 첨가한 에너지 드링크 및 스포츠식품 등이 주로 개발되고 있음. 스위스 연구팀에 의하여 개발된 비

타민 A와 철분이 다량 함유된 황금쌀(golden rice)과 같이, 기능성 성분을 식품에 첨가하는 방식을 벗어나, 유전공학 기술을 이용하여 특정 영양성분이 포함되도록 재조합된 새로운 작물을 개발하고, 이를 적극적으로 활용한 기능성 식품의 개발을 진행 중임. 유럽 역시 미국과 마찬가지로 식물 화학물질(Phytochemical)의 소재와 관련된 연구가 다수 존재하였고, 심혈관 질환 예방, 면역 조절, 장 건강, 및 체중조절과 같은 기능을 발휘하는 연구가 주로 진행되고 있음. 네덜란드 연구진은 영양 유전체학 뿐만 아니라, post-genomic 기술 및 생물 정보학 기술을 통합적으로 접목해 기초연구와 응용 연구의 껍을 연결하는 역할을 통해 맞춤 식품의 실용화를 수행하고 있음.

○ 일본의 경우 식물 화학물질을 주요 소재로 활용하고 있는 미국, 유럽과 달리 일본은 미생물 및 해양식물 유래 활성 천연물에 집중하여 연구를 수행하고 있으며, 일본 정부의 건강 장수 계층 탐색 연구를 중심으로 유전체 기술의 기반 확대 및 SNP 발굴 등의 사업이 수행되고 있음. 특히 2018년부터 일본의 전략과제로 대규모 지역 특성화 사업으로 추진 중으로 확인(군마현); **유전자 조합 단백질 생산효율 향상 기술의 개발, 당쇄 억제에 의한 유효성 및 안전성 향상 개발(인간형 당쇄 개발), 스마트 양잠 시스템(신 양잠기술)의 개발, 양잠의 실증(인공사료 개발 등), 바이오의약품 개발(인간·동물 의약품), 실험동물 대체** 등 향후 세계시장(약 100조 엔)을 목표로 10년간의 연구를 기초로 농연기구를 중심으로 추진되고 있음(국립연구개발법인농업/식품산업기술종합연구기구(농연연구기구)). 2018년부터 유전자 조합 누에가 일반 농가에서 산업적으로 사육을 시작함(허가 완료).

나. 국내·외 시장 현황

(1) 국내 시장현황

○ 현재 우리나라의 양잠산업은 누에고치 생산 일변도의 산업에서 5령 3일 건조누에, 수번데기, 누에 동충하초 등을 생산하는 기능성 양잠 산업으로 전환하여 산업기반 유지에는 성공하였으나 최성기인 1970년대에 비해 소잠량이 1% 내외의 수준으로 크게 떨어져 근근이 명맥만을 유지하고 있는 실정임. 이에 농가 소득을 증대시키고 산업기반을 확대하기 위해서는 기존의 양잠산물에 대한 집중적인 연구개발과 더불어 새로운 형태의 고부가가치 양잠산물 생산기술을 개발, 인공사료의 개발로 연중 농업화를 실현하고, 식품이 아닌 분야로는 유전자 조합 누에의 개발 등 첨단기술을 농가와 협업을 통하여 보급하는 것이 절실히 필요한 상황임.

○ 양잠산업은 타 산업 분야에 비해 산업 위치가 미약하지만, 발전 가능성은 큰 분야로 양잠산물의 빵잎, 오디 가루, 누에가루 등이 원료 유형별로 건강기능식품으로 제품화되어 판매될 경우 부가가치는 높을 것으로 추정되며 단, 양잠산물 생산 및 경영 부분에서 판매와 저장, 가공, 유통에서의 애로점들이 해결되어야 함(한국농촌경제연구원, 2014).

○ 양잠산물 및 제품 원료의 생산량은 생산 기반 및 수요 감소에 따라 감소하여 95년 이후 누에고치 생산을 위한 누에 사육은 거의 중단되었고 대신 동충하초, 누에가루, 피브로인 BF-7 등 기능성 양잠산물 생산으로 빠르게 전환 중임. 최근에는 양잠산물 제품 중 동결건조 누에가루가 건강기능

식품으로 인정받아 수요가 증가하고 있는 추세이나(한국농촌경제연구원, 2014) 누에고치 원료의 경우 아직도 대부분 인도, 중국 등의 수입에 의존하고 있는 실정임.

○ 일반 누에가루를 혈당조절용, 원기회복, 남성 건강 개선, 피부미용 개선용 제품, 의료용 제품 등의 원료로 유통 중이며 누에고치로 추출한 **피브로인 효소 분해물**은 기억력 개선에 도움을 줄 수 있는 생리활성기능 2등급의 개별인정원료로 인정받았음. 현재 시판 중인 누에 함유 제품은 표 4와 같음.

표 4. 국내 시판 중인 일반뽕누에 함유 제품군들

구분	제품 현황			
제품명	예천참누에진액골드	파워누에환	황기단	당앤누에
식품유형	추출가공식품	기타가공품	기타가공식품	기타가공식품
용량	100mL x 30팩, 1box	4g x 60개	3.75g x 30환, 1box	2.5g x 90팩, 1box
제품가격	38,000	78,000	135,000	128,000
원재료 및 특징	누에 71.4%(국산), 천궁 4.3%(국산), 당귀 4.3%(국산), 갈근 2.9%(국산), 대추 2.9%(국산), 오매 2.9%(국산), 숙지황 2.9%(국산), 감초 2.9%(중국산), 인진쑥(국산), 황기(국산), 창출(국산), 오가피(국산) * 5명3일 누에 사용	동결건조누에분말 (국산) 51.55%, 산수유분말(국산), 산약분말, 타우린, 6년근홍산분말(홍삼근100mL x 30팩100%), 복분자과즙분말, 비타민B ₁ , 아미노파워믹스, 마카분말, 비타민B ₂	페루마카, 누에, 동충하초, 녹용, 홍삼, 집향, 로얄젤리, 산삼, 백작약, 복분자, 산수유, 흑마늘, 비타민등	동결건조누에분말 (국산) 40%, 상엽(국산) 20%, 당귀, 여주, 지황, 동굴레, 구기자, 참마, 작약, 검정콩, 귀리, 아가리쿠스, 차가버섯
사진				

○ 우리나라의 작년 65세 이상 고령인구 비율은 13.2%를 기록하였으며, 통계청에 따르면 2030년에는 24.5%로 증가하고 2060년에는 41.0%로 증가함에 따라 세계에서 두 번째로 고령인구 비율이 높은 나라가 될 전망이다. 이에 따라 고령친화식품 수요 증가와 맞물려 건강기능식품 시장의 필연적인 성장세가 예상됨.

○ 위 매출 현황을 토대로 뇌기능 및 혈행개선과 관련된 국내시장 규모를 추정해 보면 다음과 같음(표 5).

표 5. 뇌기능 및 혈행개선 국내 시장 규모

(단위 : 억원)

구분	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년
전체시장	21,260	23,556	26,100	28,919	32,042	35,503	39,337
뇌기능+혈행개선 시장	8,717	9,658	10,701	11,857	13,137	14,556	16,128

○ 국내에서는 누에고치 가수분해물을 주성분으로 포함하여 뇌기능 개선 또는 치매 예방용 식품 제품으로는 월드웨이(주)의 굿모닝실큐티로신, 천잠바이오의 천잠, 옵티마의 리셀A+ 등이 판매되고 있음(표 6).

표 6. 국내 시판 중인 누에고치 가수분해물 함유 제품군들

제조사/제품명	주요내용	제품사진
월드웨이(주)/ 굿모닝실큐티로신	- 실크렙타이드(누에고치가수분해물 100%)L-티로신 주성분 함유 - 뇌 기능 활성화를 촉진하는 실크 티로신 성분 포함 - <u>두뇌기능 촉진 효과</u>	
천잠바이오/ 천잠	- 실크렙타이드 (누에고치가수분해물분말100%) 97.3% 함유 - <u>암, 면역력 증강, 뇌질환 예방과 개선 효과</u>	
옵티마/ 리셀A+	- 천연단백질 누에고치단백가수분 해물 함유 - 실크렙타이드로 체내 흡수율을 높 이기 위해 동결건조한 분말제제	
고려인삼 한백식품/ 실크파우더Q	- 누에고치 단백질 성분 가수분해 물을 농축 건조시켜 분말화함 10 0% 실크파우더를 주원료로 함 - 누에고치를 가수분해한 후 농축 건조시켜 분말화함	
㈜한미양행/ 실크렙타이드	- 실크렙타이드 95%, 자일라본, 비 타민C 등 함유	
고려인삼공사/ 실크단백질플러스	- 실크아미노산 (누에고치단백질가 수분해물 100%) 60%, 유청단백가 수분해물(WPH) 20% 함유	

○ ‘피브로인추출물 BF-7’은 식약처에서 ‘기억력 개선’을 인정한 개별인정형 원료임. 피브로인추출물의 원재료는 누에고치에서 뽑아낸 실크이며 피브로인(75%)과 세리신(25%)이라는 2가지 단백질로 구성됨. 이에 국내 기업 중 ‘피브로인추출물 BF-7’을 활용하여 건강기능식품을 제조하는 기업 및 주요 제품은 표 7과 같음.

표 7. 피브로인추출물 BF-7'함유 제품 매출액(상위 5개 기업)

판매기업명	제품명	주요내용	제품사진
광동제약	파워 토닉	· 피브로인추출물 BF-7 200mg함유되었으며, 그 외 체내 에너지 생성에 필요한 영양소인 비타민B ₂ 를 주성분으로 함	
종근당	브레인큐	· (주)서흥에서 제조하고 종근당에서 판매하고 있는 제품임	
(주)파미니티	메모리파워	· (주)바이오그랜드사의 자회사로서 피브로인추출물 BF-7의 기능성을 인정받은 기업임 · 젤리 및 정제형태로 가공하여 판매되고 있음	
(주)엘브리지	헬시 유스	· 피브로인추출물 BF-7 400mg함유되었으며, 제조사는 (주)한국씨엔에스팜임	
아미코젠(주)	메모리 온앤업 /메모리 키퍼	· 피브로인추출물 BF-7 400mg함유되었으며, 청소년용과 성인용으로 구분하여 판매하고 있음	

(2) 국외 시장현황

(가) 세계 시장 현황

○ 세계적으로 양잠산업을 통해 실크를 가장 많이 생산하는 국가는 중국이며 그다음 인도,

우즈베키스탄 순으로 알려짐(한국농촌경제연구원, 2010). 특히, 세계 실크 생산의 80%를 차지하고 있는 중국은 현재 누에고치 생산 및 수출에서 고부가가치의 생사, 견직물 공급에 이르기까지 독점적 체제 구축의 전략을 구사하고 있음. 세계 누에의 시장가격이 중국에 의해 결정되고 있는 실정 이므로 독자적인 기술력과 더불어 상업성이 높은 제품을 개발하여 세계 시장을 점유하는 것이 중 요함. 그러나, 중국의 전통적인 잠업 주산지인 절강성(항주), 강소성(소주) 등 황해 연안 지역은 산 업화, 도시화로 인하여 점차 잠업 사업의 입지가 줄어들어 추세임.

○ 터키의 경우, 1990년대까지는 약 50만 양잠농가에서 2,000톤 이상의 생견을 생산하여 이 중 약 80%는 실크 카펫을 생산하는데 사용하여 미국, 유럽과 아랍으로 수출하였고 1970년대에는 연간 5~6천만 불을 벌어들이기도 함. 환경이 열악한 형편으로 누에의 질은 좋지 않으며 터키 정부는 잠 업을 유지하기 위해 잠종을 무상으로 공급하고 있음.

○ 브라질의 양잠산업은 일본의 기술과 자본으로 발전하였고 1980~90년대에는 세계 3위의 생산국 으로 도약하여 해외 잠업 개발의 성공적인 사례를 기록했지만, 2000년대 이후 브라질 내 인건비 상승, 중국과의 가격경쟁력에서 뒤처지면서 쇠퇴하여, 현재 일부 지역에서만 재배되고 있음. 또한, 바이오에너지의 원료가 주목받으면서 사탕수수과 옥수수의 재배가 상대적으로 늘어나 양잠의 발전 이 저해되고 있음.

○ 이미 세계 각국은 일찍부터 곤충산업을 국가 전략산업으로 지정하여 법적 근거를 마련하고 정 책적으로 육성하고 있음. 미국 코넬대학 로지 교수는 곤충의 미국 경제 공헌도가 연간 570억 달러 라고 발표함 (2000년). 세계 곤충산업 시장규모는 2007년에 11조 원 규모이고, 2020년에 38조 원까 지 늘어날 전망이다.

(나) 일본 시장 현황

○ 일본 식품시장은 2011년 24.1조 엔에서 2013년 현재 24.9조 엔으로 완만한 증가세를 보이며 간 편성, 안전 및 건강, 다양한 기호, 절약형 프리미엄 등을 추구하는 특징을 보임(표 8).

표 8. 일본식품시장을 둘러싼 사회환경과 소비자 특징

사회 환경	소비자 특징
저출산 고령화(세대원 감소)	고령자 니즈
여성의 사회진출 확대	조리의 간편성
연이은 대형 식품사고	안전·건강지향
방대한 식품 정보	기호의 다양화
잃어버린 20년 등 장기침체	절약형 프리미엄(작은 사치)

○ 현재, 일본 식료품 수출 동향을 보면 대부분 품목에서 일본은 한국의 식품 수출 1위 국가이며 (다만, 2013년 이후 급격한 엔저와 양국 관계 정색으로 수출 감소세), 일본 식품시장 트렌드 및 현황 분석(2015, KOTRA)에 의하면 건강식품시장은 2012년 7,091억 엔에서 2014년 7,208억 엔으로 성장하였고, 시장은 더욱 활성화될 것으로 전망되며 그러므로 일본 진출 시 건강 기능을 강조한 식품으로 승부할 것을 권장함. 또한, 건강 관련 식품시장 확대를 위한 제도가 변경된 후 새로운 기능성 표시 제도를 활용되면서 소비자청에 신고만으로 식품에 건강효능 표기가 가능해져 ‘손쉬운 취득, ‘다양한 제품에 적용 가능’ 이점 속 **시장 확대 예상됨.**

○ 일본의 경우, 전통 양잠산업의 위축과 연구기관의 축소로 관련 기초 및 첨단 연구는 점차 축소되는 추세임. 의복 패턴의 변화로 견직물의 수요도 줄어들고 있어 다른 방면으로 잠업 산업을 발전시키고자 하는 노력이 시도됨. 즉, 실크 생산성 향상 기술 개발에서 누에를 소재로 한 첨단 연구로 전환하고 있으며 누에 산업 프로젝트에 정부 예산 총 280억 원을 투자하여 진행하고 있음. **반면, 기능성으로 인정받은 양잠 제품은 아직 보고된 바 없음.**

○ 현재 **일본의 누에·실크 아미노산 시장은 섬유 분야뿐만 아니라 건강·의료·미용 분야에서 기능성 원료로서 활성화되고 있어 10년 전과 비교하여 시장 규모가 10배 이상 증가**하였음.

○ 붐빅스 약품에서는 누에가루 제품이 최고 매출 품목이며 매출액 중 25%가 실크 제품, 누에가루 외 건강기능식품들임. 현재 붐빅스 약품회사의 누에가루 수입국은 브라질과 중국, 한국이며 그 중 한국 누에가루 수입량은 530kg 였음. 향후 구입량 예산 및 계획(전망)으로 1~2년은 현재 수준을 유지할 전망이며, 3~4년 후 도약 예정이고 대표적인 제품으로는 혈당 강하 기능을 하는 보슈린을 판매 중임(그림 3).



그림 3. 보슈린:혈당강하제(좌)과 실크비누&실크파우더(우).

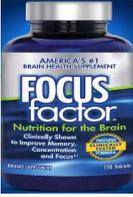
다. 국외 누에고치 가수분해물을 이용한 식품 소재화 사례

○ 최근에는 누에 분체를 원료로 한 제품보다 실크 단백질인 피브로인 및 세리신을 이용한 실크파우더와 실크 펩타이드를 이용한 제품이 높은 점유율을 차지하며, 2015년의 실크파우더 연간 사용량은 약 961톤으로 추계되어 있으며, 이는 2005년에 비해 약 15배 증가한 것으로 추산됨. 누에고치 가수분해물을 식품 소재화하거나 뇌기능 개선 제품으로 판매되고 있는 현황은 표 9, 표 10에 제시하였음.

표 9. 누에고치 가수분해물을 식품소재화 한 국외 제품군들

구분	제조사/제품명	주요내용	제품사진
실크 아미 노산	BOMBYX Medicine Co. Ltd(JP)/ Silk Powder 100	<ul style="list-style-type: none"> · 누에 실크펩타이드 함유 · 실크아미노산 70%, 덱스트린 30% 함유 · 피부 보습효과, 간기능 개선, 체지방 연소, 기억력 향상 및 고령자의 치매 예방 효과 	
	NATROL/ Natrol Cognium(US)	<ul style="list-style-type: none"> · silkworm 유래 nootropic 성분인 silk protein hydrolysate 함유 · 기억력 및 인지능력 향상과 항노화/항산화 효능 	
	카야종합진흥유 한회사(JP)/실크파 우더	<ul style="list-style-type: none"> · 실크파우더 100% · 건강 보조 식품의 원료로 이용, 그 외 두피케어, 화장수로 이용 가능함 	
	Grant E One's(JP)/ SILK GRAMINO	<ul style="list-style-type: none"> · 실크 단백 가수분해물(실크아미노산), 젤라틴, 스테아린산칼슘 함유 · 영양보조식품 	
	Okinawa Sango(JP)	<ul style="list-style-type: none"> · 미네랄 성분을 포함하는 산호베이스에 꿀벌꽃가루 및 실크펩타이드를 함유 	
	ORIHIRO(JP)	<ul style="list-style-type: none"> · 콜라겐을 포함하는 자라 분말 베이스 (200mg)에 실크펩타이드(50mg) 포함 · 피부미용 효과 	
누에 가루	SUN TEN/ BAI JIANG CAN 100 GRAMS(CN)	<ul style="list-style-type: none"> · silkworm 함유 · 눈건강, 두통 완화 효능 	
	Active Herb/ Jiang Can(CN)	<ul style="list-style-type: none"> · silkworm 농축가루 함유 · 항염 효과 	

표 10. 누에고치 가수분해물을 이용한 뇌기능 및 혈행개선 관련 국외 제품군들

기업명	제품명	주요내용	제품사진
 NOOTROBOX nutrients for your brain. (미국)	RISE	· Bacopa Monnieri(바코파 몬니에르, 인도 남동부의 습지대 등에 서식하는 다년생 식물) 허브 추출물, 피로개선 효과가 있는 고시형 원료인 홍경천(Rhodiola Rosea)추출물 등을 배합한 제품임	
 OPTI-NUTRA ADVANCED NUTRACEUTICALS (영국)	MInd Lab Pro	· 11가지 성분을 함유하고 있으며, 주요성분으로는 Citicoline(시티콜린), PS(포스파티딜 세린), 홍경천(Rhodiola Rosea) 등으로 구성됨	
Factor Nutrition Labs (미국)	FOCUS factor	· L-GLUTAMINE, Bacopa Monnieri(바코파 몬니에르 허브 추출물), Choline(콜린), Huperzia Serrata 등의 성분으로 구성됨 · 2017년 미국 소비자 평판 2위 제품임	
Health Research Institute (미국)	Memotenz	· GINKGO BILOBA(은행잎 추출물), ST. JOHN'S WORT(망종화), Bacopa Monnieri(바코파 몬니에르 허브 추출물), ACETYL-L CARNITINE, PS(포스파티딜 세린), L-GLUTAMINE HCI 등의 성분을 함유하고 있음 · 2017년 미국 소비자 평판 1위 제품임	
Onnit Labs (미국)	Alpha BRAIN	· Bacopa Monnieri(바코파 몬니에르 허브 추출물), Cat's Claw, Huperzia Serrata, Oat Straw 등 식물 추출물을 기반으로 만들어진 제품임 · 동일성분을 포함하는 인스턴트 드링크 믹스도 판매중에 있음	
 (미국)	BF-7™ MEMORY BOOST	· 피브로인 추출물 함유 제품	
 (미국)	NeuroSilk	· 피브로인 추출물 함유 제품	

3. 연구수행 내용 및 결과

코드번호	D-05
------	------

가. 후속연구개발의 목표 및 내용

(1) 연구개발의 최종목표

(가) 최종목표

○ 본 고부가가치식품기술개발사업의 사전 기획연구를 통하여 첫 번째, 꾸지뽕누에의 고부가가치 식품 소재 및 제품화와 수출을 목표로 당사에서 기 수립한 사업 계획안의 사업 필요성, 목표, 추진전략, 추진체계, 결과의 활용을 위한 시장성 분석, 경제성 분석, 수출전략, 사업화 계획 등을 식품 컨설팅 전문기관에 의뢰하여 그 내용을 전반적으로 수정·보완하여 “꾸지뽕누에 함유 식품 소재 개발 및 수출 확대를 위한 기획보고서”를 작성하였음. 두 번째, 사육조건에 따른 고생리활성 함유 꾸지뽕누에 생산을 위하여 전문 양잠기관에 기술 자문 요청서를 의뢰하고(표 11), 선행연구로 활용하고자 하였음.

표 11. 전문양잠기관(신안토종꾸지뽕) 의뢰 기술자문 요청서

기술자문 요청서			
○ 일반사항			
업체명	(주)바이오프로우즈	대표자	윤승섭
소재지	분사	전화	
	공장	전화	
실무담당자	직책	성명	전화
생산품목	일반식품, 기능성식품소재		
○ 지원신청내용			
지원구분	기술개발() 설비비용() 교 육()	시험분석(○) 기술정보(○) 기 타()	
지원요청내용	생리활성이 극대화된 꾸지뽕누에와 숙성 꾸지뽕누에 분해를 생산을 위한 사육조건 최적화에 관한 pilot scale 시험생산 시험 분석 및 기술 자문 의뢰 - 별첨 서류 참고		
희망자문의원	소속정보 보유기관	신안토종꾸지뽕 영농법인	
전화번호	비고		
위와 같이 기술자문을 신청합니다.			
2017년 11월 01일			
대표자 윤승섭 (인)			
주식회사 (주)바이오프로우즈			

[별첨]

- 꾸지뽕누에 사육
 - 기본적으로 국내특허 등록번호 10-1040578의 익은누에 동결 건조에 의한 실온분리 방법 및 실온분리 제조방법에 따른, 또한 합사(합표)관련함을 기준으로 기술자문 의뢰업체의 현장경험에 따라 수정된 방법에 의하여 사육 의뢰함
- 꾸지뽕 누에 사육에 따른 결과 분석
 - 2-1. 1에 의해 생산된 꾸지뽕누에의 생활사

급여원	생활사(월/일)						
	1	2	3	4	5	검출리기	고지형성
일반부							
꾸지뽕							
 - 2-2. 1에 의해 생산된 꾸지뽕누에의 생체중(집에서 인 후 측정)

급여원	생활사(월/일)						
	1	2	3	4	5	검출리기	고지형성
일반부							
꾸지뽕							
 - 2-3. 1에 의해 생산된 꾸지뽕누에의 생분율 및 생산량과 번데기 무게

급여원	생분율	건조수율	5명 생산량(g/상자)			번데기 무게(g)	
	(%)	(%)	3	4	5	검출리기	고지형성
일반부							
꾸지뽕							
 - 2-4. 1에 의해 생산된 꾸지뽕누에의 생활사

급여원	생활사(월/일)						
	1	2	3	4	5	검출리기	고지형성
일반부							
꾸지뽕							
- 1에 의해 생산된 꾸지뽕누에의 성장시기별 생리활성 성분 변화 분석 의뢰
 - 일반성분(수분, 조단백질, 조지방, 탄수화물, 회분, 열량), GABA, Rutin, 폴리페놀
1. 2를 통한 꾸지뽕누에 숙성 생산시의 경제성 분석을 통한 최적 생산시기 제안
- 후속연구를 위한 선행연구 결과보고서 작성 및 정리

○ 궁극적으로 본 기획연구를 통하여 얻은 선행연구 결과와 기술가치 평가를 근거로 일반콩누에와 비교하여 다양한 생리활성성분을 다량 함유한 꾸지뽕누에의 고부가가치 식품 소재화 연구의 일환으로, 일차적으로는 **꾸지뽕누에 내 생리활성성분을 극대화시킬 사육방법을 적용한 고생리활성 함유 꾸지뽕누에를 생산하여 이를 이용한 식품 소재화**와, 단순히 꾸지뽕누에를 가공하는 수준을 넘어서 최종적으로, 당사에서 보유중인 식품분해·발효장치를 활용하여 고생리활성 함유 꾸지뽕누에의 기능성을 극대화할 분해물을 생산하여 이를 **고부가가치 식품소재로써 개발하여 국내는 물론 대외 수출 소재로써 이용하고자 함**(그림 4).

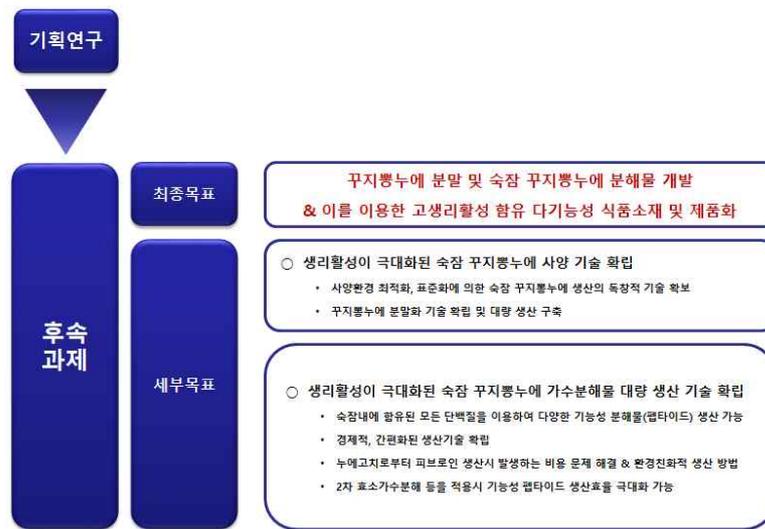


그림 4. 후속과제의 연구 최종목표.

(2) 연차별 개발목표 및 내용

(가) 1차년도 연구개발 목표 및 내용

① 주관연구기관((주)바이오프로후즈)

○ 고생리활성 함유 꾸지뽕누에 내 생리활성 성분 극대화를 위한 식품 분해·발효장치 생산공정 최적화 조건 설정 및 최적 분해물의 품질기준 설정

- 효소 종류, 효소 농도, 시간, 온도, pH, 압력 등의 분해 공정변수를 달리하여 분해패턴을 검토하여 최고 효율의 꾸지뽕누에 분해물 생산
 - 효소는 Novozymes 사(Denmark)의 상업용 단백질 분해효소 4 종(alcalase, flavourzyme, neutrase, protamex), 식품첨가물용 천연 유래 단백질 분해효소 3 종(bromelain, papain, trypsin)의 분해효율을 분석하여 단일 또는 복합효소 형태로 사용함.

- 즉, 효소별 고유 특성, 분해 시간, 분해 온도, 기질로서의 누에 농도 등 분해 최적 조건을 검토하고 꾸지뽕누에 분해물의 분해 효율과 회수 효율 등을 조사함.
→ 효소 농도는 원물 무게 기준 0.5% ~ 2%, 반응 온도 45°C ~ 55°C, pH 무보정/보정, 상압/감압으로 분해 후 각 분해 공정변수의 최적 조건 확립

■ 꾸지뽕누에 분해 중 생성된 생리활성 펩타이드 종류와 함량을 분석하여 최적 생산 조건 설정

- 꾸지뽕누에 분해물의 펩타이드 분해 패턴 조사
→ Laemmli (1970)와 Bobe 등 (1998)의 방법을 변형한 SDS-PAGE법에 의하여 분석
- 꾸지뽕누에 분해물의 아미노산 및 펩타이드 조성 분석
→ HPLC에 의하여 분석

■ 꾸지뽕누에 분해물의 물리화학적 및 미생물학적 품질특성 분석

- 제품 품질기준 설정 및 표준화를 위한 꾸지뽕누에 분해물의 물리화학적 품질특성 분석
→ 고형분 함량, pH, AOAC에 의한 일반성분(수분, 조회분, 조단백질, 조지방, 탄수화물) 등
- 제품 품질기준 설정 및 표준화를 위한 꾸지뽕누에 분해물의 미생물학적 품질특성 분석

② 협동연구기관(삼육대학교)

○ 꾸지뽕누에 내 생리활성 물질과 그 기능성 조사

■ 꾸지뽕누에 내 생리활성물질(rutin, GABA, 총폴리페놀, 총플라보노이드 등) 함량 변화 분석

- HPLC를 이용하여 rutin과 GABA 분석
→ 즉, rutin은 시료 1 g을 메탄올 20 mL에 가하여 80°C 항온수조에서 1시간 환류 추출 후 여과지(Whatman No. 41)로 여과한 액을 20 mL로 정용 즉시 재여과하여 측정
→ GABA는 시료 1 g을 1 mM aminoethyl-isothiuronium bromide와 2 mM pyridoxal-5'-phosphate가 포함된 0.3 M triethanolamine buffer(pH 6.8)로 균질화시키고 20분간 원심분리(15,000×g)한 후 200 mM potassium phosphate buffer(pH 6.8) 및 에탄올을 가한 다음 원심분리한 상등액을 여과하여 시료로 이용
- 총폴리페놀과 총플라보노이드 함량 분석
→ 총폴리페놀은 0.2 mL의 추출물에 0.5 mL의 1 M Folin Ciocalteu를 가한 뒤 상온에서 3분간 방치한 후 10% Na₂CO₃ 1.0 mL를 가한 후 암소에서 한 시간 방치한 뒤 710 nm에서 흡광도를 측정함. 표준물질로는 garlic acid를 사용함.
→ 총플라보노이드 함량은 시료액 5 mL에 5% NaNO₂ 100 μL를 첨가하여 상온에서 5분간 반응 후 10% AlCl₃ 200 μL를 첨가함. 이 용액에 1 M NaOH 1 mL를 첨가하여 510 nm에서 흡광도를 측정함. 표준물질로는 catechin을 사용함.

■ 꾸지뽕누에의 혈관건강 강화 기능성 조사

- 혈관건강 개선 검증: 세포주에서 Nitric oxide 생성 유도 효과 검증
→ 한국세포주은행에서 RAW 264.7 세포주를 분양받아 10% fetal bovine serum과 1% penicillin을 첨가한 dulbecco's modified eagle's medium을 이용하여 37°C에서 5% CO₂

→ RAW 246.7 세포주에 꾸지뽕누에와 그 분해물을 첨가하여 배양한 후 시료 및 nitrite standards 용액과 Griess 시약을 혼합하고 실온에서 10분간 방치한 뒤 540 nm에서 흡광도를 측정하여 nitrate 및 nitrite의 농도를 조사함.

- 혈관건강 개선 검증: Angiotensin converting enzyme(ACE)저해 활성 측정

→ ACE 저해 활성 측정은 50 mM sodium borate buffer(pH 8.3) 20 mL에 1 g의 rabbit lung acetone powder를 4°C 에서 24시간 교반 후 원심분리(5,000×g, 10분, 4°C)하여 ACE 조효소액을 회수함. 시료 50 mL에 ACE 조효소액 50 μL를 가하고 37°C에서 10분 반응 후 25 mM hippuryl-histidyl-leucine 100 μL를 첨가하여 37°C에서 60분 반응시킴. 1 M HCl 250 μL를 가하여 반응 정지 후 ethyl acetate 1.5 mL를 가해 30초 교반한 후 원심분리(3,000×g, 10분, 4°C)한 상등액 1 mL를 80°C에서 30분간 완전히 건조시켜 증류수 1 mL를 넣고 228 nm에서 흡광도 측정함. 대조구로서는 추출용매 50 μL 이용함.

③ 위탁연구기관(신안토종꾸지뽕 농업회사법인)

○ 고생리활성 함유 꾸지뽕누에 대량 사육방법 최적화를 위한 사육환경 및 수확 시기 탐색

- 시제품 생산 가능한 대규모의(scale up) 꾸지뽕누에 급여시 식이의 종류와 최적 급여 변환 시기 탐색

- 급여조건을 일반뽕잎, 꾸지뽕잎, 일반뽕/꾸지뽕 혼합급여로 달리하여 누에 사육 후 생활사에 따른 외관, 생체중 측정, 생존율, 생산량 측정
- 급여 조건에 따른 물리화학적 및 미생물학적 품질특성 분석
 - pH, AOAC에 의한 일반성분(수분, 조회분, 조단백질, 조지방, 탄수화물), 미생물 검사(일반세균, 효모&곰팡이, 대장균군) 실시
- 급여 조건에 따른 생리활성 성분(rutin, GABA, 총폴리페놀, 총플라보노이드, 아미노산 조성 등) 분석

○ 수확 후 꾸지뽕누에 내 고생리활성 성분을 유지할 수 있는 최적 대량 처리 방법 검토

- 꾸지뽕누에 고생리활성을 유지할 수 있는 최적 건조방법 검토

- 수확 후 열풍건조와 동결건조에 의한 꾸지뽕누에 건조물을 분쇄하여 입도 특성, 이화학적 특성, 생리활성 성분 변화 분석
- 동결건조 과정 중 냉동온도를 상업적 냉동온도인 -20°C와 급속냉동 조건인 -40°C, -70°C로 달리하여 냉동온도에 따른 분말의 입도, 이화학적 특성, 생리활성 성분을 비교 분석
 - 원물의 생리활성을 최대한 유지하면서도 경제적이고 분말시료화가 쉬운 냉동온도 설정

(나) 2차년도 연구개발 목표 및 내용

① 주관연구기관((주)바이오프로후즈)

○ 고생리활성 함유 꾸지뽕누에 분해물의 대량 생산공정 구축 및 품질관리 항목 설정

■ 꾸지뽕누에 분해물의 최적화된 대량 생산 공정 구축 및 표준화

- 1차년도에서 확립한 전처리 조건을 산업적 대량 생산을 위한 기본 공정에 적용하여 꾸지뽕누에 분해물의 분해 효율을 검토하여 대량생산공정 시스템 확립
 - 본 시스템을 적용하여 생산한 분해물의 표준화된 최적 건조 방법 확립 및 분말 시제품 생산
 - 본 시스템을 적용하여 생산한 분말 시제품의 최적화된 제조 공정 확립
- 최적화된 대량 생산 공정에 의해 생산된 꾸지뽕누에 분해물과 분말 시제품의 기능적 특성 및 제품 공정 적용을 위한 가공 적성 조사

■ 각 소재별 규격 및 품질관리 항목 설정

- 최적화된 대량 생산 공정에 의해 생산된 꾸지뽕누에 분해물과 분말 시제품의 일반성분(수분, 조회분, 조단백질, 조지방 및 탄수화물), 고형분 함량, pH, 입도, 색깔 등 물리화학적 특성 분석
- 최적화된 대량 생산 공정에 의해 생산된 꾸지뽕누에 분해물과 분말 시제품의 미생물 검사(일반 세균, 효모&곰팡이, 대장균군)를 실시하여 표준화된 위생규격 설정

② 협동연구기관(삼육대학교)

○ 고생리활성 함유 꾸지뽕누에와 그 분해물의 생리활성 및 그 기능성 조사

■ 혈액 응고 저해 활성 조사

- 꾸지뽕누에와 그 분해물이 혈액 응고 저해 활성에 미치는 영향을 조사함. 혈액응고에 중추적 역할을 수행하는 thrombin의 활성을 평가하기 위해 thrombin time (TT)을 측정하고, 외인성 및 내인성 경로에 의한 혈액 응고 활성을 조사하기 위해 prothrombin time (PT) 및 activated partial thromboplastin time (aPTT)를 측정함.

■ 항산화 활성 효과 조사

- 꾸지뽕누에와 그 분해물의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성 조사하여 꾸지뽕누에 소재의 종합적인 항산화효과를 측정함.

■ 혈당조절 효능 조사

- α -Glucosidase는 장내 탄수화물을 빠르게 분해하여 혈당을 급격하게 상승시키며 deoxynojirimycin (DNJ)는 이러한 α -glucosidase의 활성을 억제시켜 급격히 상승하는 혈당을 조절함. 따라서 꾸지뽕누에와 그 분해물의 DNJ 함량 및 α -glucosidase 저해 활성을 측정하여 혈당 조절 효과를 조사함.

■ 항노화 효과 조사

- ELISA 기법을 통해 elastase의 활성을 측정하여 꾸지뽕누에와 그 분해물의 항노화 효과를 조사함.

③ 위탁연구기관(신안토종꾸지뽕 농업회사법인)

○ 최적화를 위한 대량 사육법에 의한 고생리활성 함유 꾸지뽕누에 수확 및 그 생리활성 성분 분석

■ 시제품 생산 가능한 대규모의 (scale up) 꾸지뽕누에 급여시 식이의 종류와 최적 급여 변환 시기 탐색

- 급여조건을 일반뽕잎, 꾸지뽕잎, 일반뽕/꾸지뽕 혼합급여로 달리하여 누에 사육 후 생활사에 따른 외관, 생체중 측정, 생존율, 생산량 측정
- 급여조건에 따른 물리화학적 및 미생물학적 품질특성 분석
→ pH, AOAC에 의한 일반성분(수분, 조회분, 조단백질, 조지방, 탄수화물), 미생물 검사 (일반세균수, 효모&곰팡이, 대장균군) 실시
- 급여 조건에 따른 생리활성 성분(rutin, GABA, 총폴리페놀, 총플라보노이드, 아미노산 조성, 펩타이드 조성 등) 분석

■ 최적 대량 사육법에 따른 꾸지뽕누에 사육시 생활사에 따른 체내 생리활성 성분 분석

- 생활사에 따른 체내 루틴, 가바, 총폴리페놀, 총플라보노이드 조성 등 분석
→ 각 령별 생리활성 변화는 한국기능식품연구원 등의 공인분석기관에 의뢰하여 그 함량 변화를 조사함. 단 공인분석기관에서 분석이 불가능한 항목의 경우에는 분석이 가능한 대학기관이나 연구소 등에 의뢰하여 재현성 있는 결과를 확보함.

■ 최적 대량 사육법에 따른 꾸지뽕누에 사육시 생활사에 따른 체내 견사단백질 특성 분석

- 생활사에 따른 체내 실샘단백질(fibroin, sericin) 함량, 아미노산, 펩타이드 조성 변화 분석
→ 각 령별 견사단백질, 아미노산, 펩타이드 조성 및 함량 변화는 한국기능식품연구원 등의 공인분석기관에 의뢰하여 그 함량 변화를 조사함. 단 공인분석기관에서 분석이 불가능한 항목의 경우에는 분석이 가능한 대학기관이나 연구소 등에 의뢰하여 재현성 있는 결과를 확보함.

(다) 3차년도 연구개발 목표 및 내용

① 주관연구기관((주)바이오프로후즈)

○ 고생리활성 함유 꾸지뽕누에와 그 분해물을 이용한 고부가가치 기능성 조성물 개발

■ 꾸지뽕누에 분말과 그 분해물을 이용한 조성물 제조

- 꾸지뽕누에 분말과 그 분해물을 일정 비율 혼합하여 최적 혼합비율 선정
→ 혼합 조성물의 생리활성 성분 함량, 관능적 기호도, 생산단가 등 조사
- 꾸지뽕 소재(꾸지뽕나무의 잎, 가지, 줄기, 추출액 등)을 첨가하여 경제적이고도 최대의 생리활성을 갖는 혼합 조성물 제조법 조사

■ 혼합 조성물의 성분 분석 및 품질규격 설정

- 혼합물의 이화학적 특성, 생리활성 성분 분석, 일반성분 및 미생물 규격 등의 제품의 성분 규격을 설정
- 혼합 공정 중 발생하는 유효성분 손실률 조사
- 최적의 효율적 혼합 방법을 구축

■ 혼합 조성물의 유통기한 선정

- 미생물 검사를 통한 저장안정성 검증

○ 고생리활성 함유 꾸지뽕누에와 그 분해물을 이용한 고부가가치 기능성 조성물을 이용한 시제품 개발, 유통기한 설정 및 품목제조보고

■ 꾸지뽕누에, 분해물, 최적 혼합 조성물을 이용한 시제품 제조 및 적용 제품 설정

- 꾸지뽕누에, 분해물, 최적 혼합 조성물의 이화학적 특성, 각 소재의 물성 특성을 고려한 다양한 기능성 제품군 제조
→ 액상 형태의 음료 제품, 발효유 제품, 추출액, 농축액과 분말화한 환이나 태블릿 제품 등을 개발하고 관능평가를 실시
- 꾸지뽕누에, 분해물, 최적 혼합 조성물의 저장 안정성 검사 및 유통기한 설정

■ 제품의 유통판매 시스템 구축

- 생산된 제품은 제품 유통을 위한 식품 품목제조보고를 완료하고 기존 판매 경로를 기반으로 하되 새로운 판매경로를 개척

② 협동연구기관(삼육대학교)

○ 동물실험을 통한 고생리활성 함유 꾸지뽕누에 분해물의 생리활성 기능성 검증

■ 성장효율

- 삼육대학교 동물윤리 원회의 승인을 받아 실시
- 성장기 Sprague-Dawley 수컷 실험쥐(140 ~ 160g)를 이용하며 대조구, 꾸지뽕누에구, 일반누에구, 고지방구, 고지방 + 꾸지뽕누에구로 구분하고 처리구당 12마리씩 4주의 본 실험 실시
- 매일 사료섭취량, 매주 체중 측정하여 gain:feed(G:F) 산출

■ 혈액 내 지질 성분 및 혈당 측정

- 사육한 동물의 혈청 내 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, 중성지질농도와 혈당을 각 kit를 사용하여 측정

■ 항혈전, 항산화 및 면역증진 효과 조사

- 혈청 내 TT, PT, aPTT로 항혈전 효과를 조사하고, ELISA 기법과 Bethyl사에서 구입한 항체로 혈청 내 IgG, IgM, IgA 등의 면역단백질 성분 조사
- DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성 등 측정

■ 뇌건강 기능 개선 검증

- 뇌건강 개선 검증: 마우스 뇌조직의 아세틸콜린 함량 및 아세틸콜린에스테라아제 활성 측정
- 수면 유도 효과 검증
 - 삼육대학교 동물윤리위원회의 승인을 받아 실시
 - 시료를 gavage 법으로 섭취시키고 pentobarbital 주사 이후 각 마우스를 개별 케이지에 배치하고 sleep latency 와 sleep duration 을 조사함. Sleep latency 는 복강주사 이후 수면 개시까지의 시간을 측정하며 sleep duration 은 수면 개시부터 깨어날 때까지의 시간 측정

③ 위탁연구기관(신안토종꾸지뽕 농업회사법인)

○ 꾸지뽕누에 내 고생리활성을 유지할 수 있는 최적화된 대량 건조방법 결정

- pilot scale에서 검토한 1차년도 건조조건을 기반으로 대량화된 건조방법에 최적 건조조건을 적용하여 검토 후 대량화, 표준화, 간편화된 건조조건을 확립하고 꾸지뽕누에 분말을 생산

○ 꾸지뽕누에 내 고생리활성을 유지할 수 있는 최적화된 대량 건조방법 설정에 의해 생산된 꾸지뽕분말과 그 가공품의 품질관리 항목 및 유통기한 설정

- 고생리활성 함유 꾸지뽕누에 분말과 그 가공품의 일반성분(수분, 조회분, 조단백질, 조지방 및 탄수화물), 고형분 함량, pH, 입도, 색깔 등을 분석하여 품질관리 항목을 설정함. 또한 식품공전에 명기된 3M film을 이용한 미생물검사를 실시하여 적정 유통기한을 설정함.

○ 꾸지뽕누에 분말과 그 가공품의 판매 유통채널 확보

- 현재 운영중인 위탁연구기관의 온라인 유통채널 및 오프라인 협력업체를 적극적으로 활용
- 추후 온/오프라인 쇼핑몰의 입점을 지속적으로 추진 예정
- 신안군과 연계된 지역특화제품으로써의 브랜드화 추진

(3) 연구개발의 창의성 · 독창성

○ 고생리활성 함유 꾸지뽕누에의 생리활성 성분을 극대화할 수 있는 경제적이고 표준화된 대량 생산 기술

- 당사 원천기술 분해장치(특허출원 10- 2017-0167892, 그림 5)를 적용하여 생리활성 성분을 극대화된 꾸지뽕누에 분해물을 간편하고 경제적으로 생산 가능



그림 5. 당사 보유 식품 발효·분해장치.

- 숙잠 내에 함유된 모든 단백질(실삼내 피브로인, 세리신, 체근육 등)을 이용하여 다양한 기능성 분해물(펩타이드) 생산 가능(그림 6).
 - 꾸지뽕(GABA, rutin + α) 누에의 생리활성성분(DNJ, 혈림프 등)
 - + 다양한 기능성 펩타이드 대량 생산
 - 기존의 혈관 개선, 항당뇨 관련 소재로서의 기능
 - + 뇌건강 개선(기억력 개선, 스트레스 완화, 수면장애 개선 등) 분야의 신소재 발굴로 신규 시장 진출 가능



그림 6. 본 과제 수행에 있어서 소재의 독창성.

- 경제적이고 간편화된 고부가가치 식품 소재 생산 가능
 - 식품 원료로 사용되지 않는 숙잠을 이용해서 생리활성이 극대화된 식품 소재 생산
 - 2차 효소 가수분해 등을 적용하여 기능성 펩타이드 생산 극대화 가능
 - 실삼 최대 생성 시기의 숙잠을 추가 공정 없이 분해시켜 효율성 극대화가 가능
 - 대량 생산시 간편성, 경제적(폐사율 감소, 노동력 절약)

○ 국산 양잠농가 소득대체 자원화 및 농가 소득 안정화 가능

- 현재 피브로인 가수분해물 생산을 위한 누에고치 대부분은 수입해서 가공되므로 누에 고치 수입에 드는 비용 절감이 가능함. 또한 누에고치까지 사육 전 단계인 숙잠 시기에 바로 효소 분해하여 펩타이드화 함으로써 누에고치 사육까지의 추가 비용 절감이 가능
- 양잠산업 자체에서는 악영향으로 작용하는 꾸지뽕 급여 누에를 대체 식품자원으로 전환하여 새로운 농가 소득원 창출이 가능함. 또한, 꾸지뽕누에 및 그 분해물의 기능성과 가공 적성을 검증하여 이를 활용하여 고생리활성 성분들이 다량 함유된 다양한 건강기능식품 소재 및 제품을 생산함으로써 새로운 고부가가치 양잠 산업 소재로서 가능성을 제시하고 농가의 소득 안정화를 도모할 수 있음.

○ 친환경적 대량 생산기술

- 누에고치로부터 피브로인의 산 가수분해 및 분리정제 과정 중 발생하는 화학적 처리와 고도의 여과·정제 공정에 투여되는 고비용 문제 해결 가능

○ **국내외적으로 꾸지뽕잎으로 사육시킨 누에를 활용한 기능성 식품 소재 개발은 처음 시도되는 연구임**

(4) 연구개발 성과 및 평가방법

○ 연구개발 성과목표 및 평가방법(그림 7)

- 꾸지뽕누에 분말 및 숙잠 효소 가수분해물 소재 시제품 생산 각 1건
- 꾸지뽕누에 분말 및 숙잠 효소 가수분해물 혼합물 제조 및 시제품 생산 1건
- 꾸지뽕누에 분말 및 숙잠 효소 가수분해물 제조 공정과 혼합물 특허화 3건
- 꾸지뽕누에 숙잠 효소 가수분해물 생산 기술 이전 실적 1건
- 꾸지뽕누에 소재의 기능성 검증 및 학술 발표 총 7건
 - SCI 급 2건: Food chemistry(IF 4.052), Journal of Functional Foods(IF 3.973) 등
 - SCIE급 2건: 한국식품과학회지, 한국식품영양과학회지 등
 - 학술발표 3건: 한국식품과학회, 한국식품영양과학회, 한국식품영양학회 등
- 인력 양성 총 3명
 - 사업이 수행되면 기술 개발을 위한 전담인력 1명(학사급 이상)이상 채용하여 핵심 연구 인력으로 집중 육성 예정
 - 국내·외 SCI(E)급 저널에 연구 결과 발표 등을 위해 석·박사급 인력을 계속 확충 예정

성과목표	사업화지표								연구기반지표					
	지식 재산권		기술 이전	사업화					기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성
	출원	등록		제품 화	기술 장입	매출 잔금	고용 창출	투자 유치		논문		학술 발표		
			SCI						비SCI	건	건		건	
단위	건	건	건	건	건	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명	
최종목표	3	3	1	3			1			2	2	3	3	
가중치	10	10	15	30		5						5	25	
1차년도							1					1	1	
2차년도	2			1		500				1	1	1	1	
3차년도	1	1		2		550				1	1	1	1	
4차년도														
5차년도														
소 계	3	1		3		1,050	1			2	2	3	3	
종료 1차년도		1	1			605								
종료 2차년도		1												
종료 3차년도														
소 계		2												
합 계	3	3	1	3		1,665	1			2	2	3	3	

그림 7. 연구의 정량적 성과목표.

나. 후속 연구개발의 추진전략·방법 및 추진체계

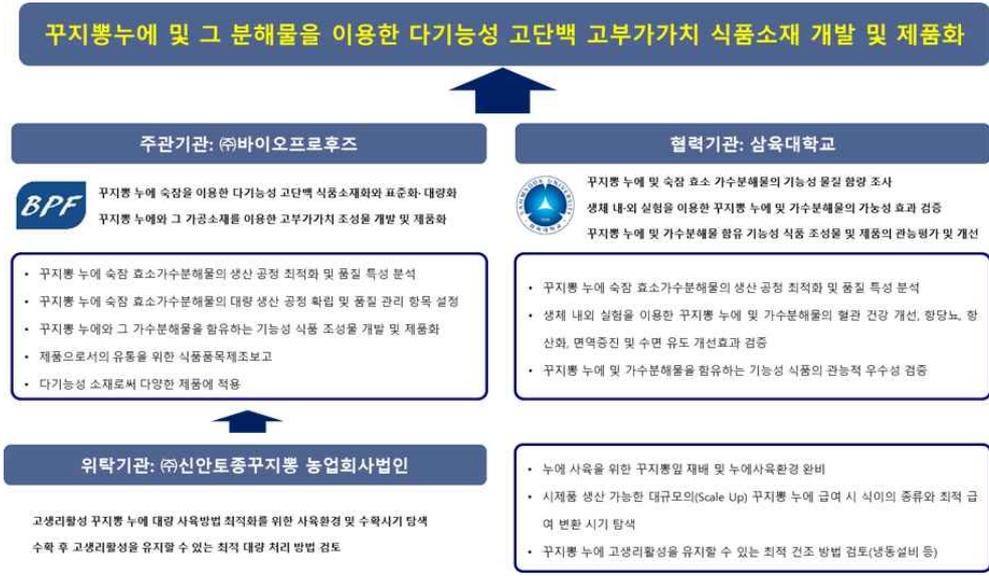
(1) 연구개발 추진전략·방법

(가) 기술정보 수집/ 전문가 확보/다른 기관과의 협조방안 : 개인정보 삭제 요청에 의한 미기재

(나) 연구 접근 방법

	연구접근방법
주관기관	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고생리활성 함유 꾸지뽕누에 내 생리활성 성분 극대화를 위한 식품 분해·발효장치생산공정 최적화 조건 설정 및 최적 분해물의 품질 기준 설정 ○ 고생리활성 함유 꾸지뽕누에 분해물의 대량 생산공정 구축 및 품질관리 항목 설정 ○ 소재 및 완제품 수출 추진 ○ 고생리활성 함유 꾸지뽕누에와 그 분해물을 이용한 고부가가치 기능성 조성물 개발 ○ 고생리활성 함유 꾸지뽕누에와 그 분해물을 이용한 고부가가치 기능성 조성물을 이용한 시제품 개발, 유통기한 설정 및 품목제조보고
협동기관	<ul style="list-style-type: none"> ○ 꾸지뽕누에 내 생리활성 물질과 그 기능성 조사 ○ 고생리활성 함유 꾸지뽕누에와 그 분해물의 생리활성 및 기능성 조사 ○ 최적화된 대량 사육법에 의한 고생리활성 함유 꾸지뽕누에 및 그 분해물의 생리활성 성분 및 기능성 효과 조사 ○ 동물실험을 통한 고생리활성 함유 꾸지뽕누에와 그 분해물의 기능성 검증
위탁기관	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고생리활성 함유 꾸지뽕누에 대량 사육방법 최적화를 위한 사육환경 및 수확시기 탐색 ○ 수확 후 고생리활성을 유지할 수 있는 최적 대량 처리방법 검토 ○ 꾸지뽕누에 분말과 그 가공품의 품질관리 항목 설정 ○ 꾸지뽕누에 분말과 그 가공품의 유통기한 설정 ○ 꾸지뽕누에 분말과 그 가공품의 판매 유통채널 확보(국내 판매)

(2) 연구개발의 접근방법



(3) 연구개발의 추진 체계도



(4) 추진 일정(1차년도)

(가) 주관연구기관: (주)바이오프로후즈

1차년도														연구 개발비 (단위: 천원)	책임자 (소속 기관)
일련 번호	연구내용	월별 추진 일정													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	고생리활성 함유 꾸지뽕 누에 내 생리활성 성분 극대화를 위한 가공방법 탐색				■	■	■							60,000	윤송섭 (주)바이오 프로후즈
2	고생리활성 함유 꾸지뽕 누에의 생산공정 최적화 조건 설정 (효소종류, 농도, 반응시간, 반응온도, 압력 등) 탐색 및 최적 조건 확립					■	■	■	■	■				95,000	윤송섭 (주)바이오 프로후즈
3	고생리활성 함유 꾸지뽕 누에와 그 분해물의 이화학적, 생리활성 특성 분석								■	■	■			30,000	윤송섭 (주)바이오 프로후즈
4	고생리활성 함유 꾸지뽕 누에와 그 분해물의 분해특성 분석 (펩타이드 조성, 아미노산 조성, 분해패턴 등)										■	■		30,000	윤송섭 (주)바이오 프로후즈
5	고생리활성 함유 꾸지뽕 누에와 그 분해물의 품질기준 설정											■	■	20,225	윤송섭 (주)바이오 프로후즈

(나) 협동연구기관: 삼육대학교

1차년도														연구 개발비 (단위: 천원)	책임자 (소속 기관)
일련 번호	연구내용	월별 추진 일정													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	꾸지뽕 누에와 숙잠 효소 가수분해물내 기능성 물질 함량 조사				■	■	■	■	■					28,200	한경식 삼육대학교
2	꾸지뽕 누에 소재가 nitric oxide (NO) 생성에 미치는 영향 조사								■	■	■			15,000	한경식 삼육대학교
3	꾸지뽕 누에 소재의 ACE 저해 효과 조사										■	■	■	15,000	한경식 삼육대학교

(다) 위탁연구기관: 신안토종꾸지뽕 농업회사법인

1차년도														연구 개발비 (단위: 천원)	책임자 (소속 기관)
일련 번호	연구내용	월별 추진 일정													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	잠실 요건 설정				■	■								10,000	박대운 신안토종꾸지뽕 농업회사법인
2	애누에 구입 및 사육					■	■	■	■	■				30,000	박대운 신안토종꾸지뽕 농업회사법인
3	사육기간 중 누에 생활사에 따른 성장효율 측정					■	■	■	■	■				15,000	박대운 신안토종꾸지뽕 농업회사법인
4	생활사에 따른 꾸지뽕누에 체내 생리활성 성분변화 분석					■	■	■	■	■	■			15,000	박대운 신안토종꾸지뽕 농업회사법인
5	고생리활성을 유지할 수 있는 최적 건조방법 검토 및 설정						■	■				■	■	24,575	박대운 신안토종꾸지뽕 농업회사법인

다. 후속 연구개발 결과의 활용방안 및 기대효과

(1) 연구개발 결과의 활용방안

(가) 주관연구기관 선행연구

① 당사 분석 누에 유래 생리활성물질의 루틴& GABA 진행 중

○ 당사 보유 누에 유래 소재 및 제품의 Rutin 함량 (표 12).

표 12. 누에 유래 소재의 루틴 함량

		Rutin(ug/ml)
Silkworm, powder	DW	1.25
	85% EeOH	1.17
CT silkworm, powder	DW	3.77
	85% EeOH	14.83
CT silkworm-Freezed, crude soln.	CON	6.89
	TRT	16.10
Silkworm grand extract	CON	0.72
	bromelain	1.33
	papain	N.D.
	Protamex	0.72
	Trypsin	N.D.

* CT: *Cudrania Trycupidata*, N.D.:NOT detected.

■ 결과

- 일반누에분말과 꾸지뽕누에분말의 추출 용매에 따른 루틴 함량을 비교한 결과 꾸지뽕누에분말의 물추출물은 일반뽕누에분말과 비교하여 2.02배 이상, 에탄올 추출물은 11.7배 이상 높은 것으로 분석됨.
- 용매에 관계없이 꾸지뽕누에분말의 루틴 함량이 높았음.
- 생꾸지뽕누에 조분쇄액의 효소 처리 후 루틴 함량은 1.34배 높게 분석되었음.

○ 누에 유래 생리활성물질의 GABA 함량 분석: 2018.01 현재 분석 진행 중

② 당사 꾸지뽕누에 기초 자료

○ 꾸지뽕누에 외관



그림 8. 동결상태 외관.

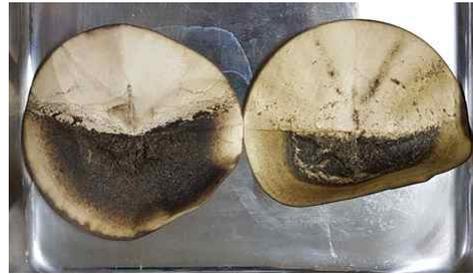


그림 9. 꾸지뽕누에액 효소처리 전(좌) 후(우) 침전,건조물.

○ 꾸지뽕누에 효소 종류별 단백질 분해 패턴 SDS-PAGE

■ Laemmli (1970)와 Bobe 등 (1998)의 방법을 변형하여 실험

- 즉, polyacrylamide gel의 조성은 15% acrylamide, 1.5 M Tris-HCl buffer(pH 8.8), 0.4% SDS (Sodium dodecyl sulfate), 1% 과산화암모늄 및 0.05% TEMED로 혼합하여 제조하였고 시료의 SDS 처리는 Laemmli sample buffer에 1:2 ~ 1:9(v:v)로 혼합하여 95℃에서 2분간 열처리하여 사용
- 전기영동은 Tris-glycine 완충용액에서 100 ~ 150mA/gel (cm)의 정전류를 통하여 40 ~ 120분 전개
- 전기영동 후 gel은 고정액 (Methanol : Acetic acid : water = 10:10:80)에 1% coomassie brilliant blue R-250을 첨가하고 1시간 염색 후 탈색액(Methanol:Acetic acid:water = 10:10:80)으로 충분히 탈색시켜 사진 촬영하여 결과 비교

■ 결과

- 원물인 Nul의 경우 97~66KDa에서 주요 밴드가 형성되었으나 효소 첨가 후 반응시간이 경과함에 따라 분해가 진행되어, 시간이 지남에 따라 저분자 영역에서 밴드가 형성됨(그림 10).

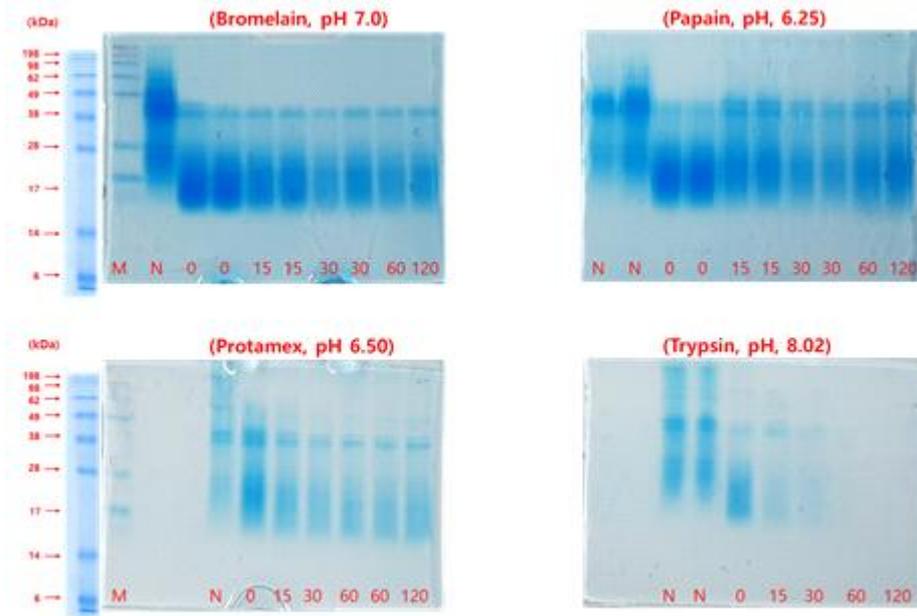


그림 10. 꾸지뽕누에액 효소 종류별 단백질 분해 패턴.

○ 꾸지뽕누에 효소 종류별 DPPH 라디칼 소거능

- 0.2 mM DPPH 용액, 에탄올, 시료를 1:1:1의 비율 혼합액을 12,000 rpm에서 15분간 원심분리한 후 상등액을 517 nm에서 흡광도를 측정

$$DPPH\ radical\ inhibition(\%) = \frac{(CONAbs - TRT Abs)}{CON Abs} \times 100(\%)$$

■ 결과

- 무처리구인 대조구와 비교하여 효소 종류를 달리한 꾸지뽕누에 분해물 4종 모두 DPPH 라디칼 소거능이 유의적으로 증가하였음(그림 11).

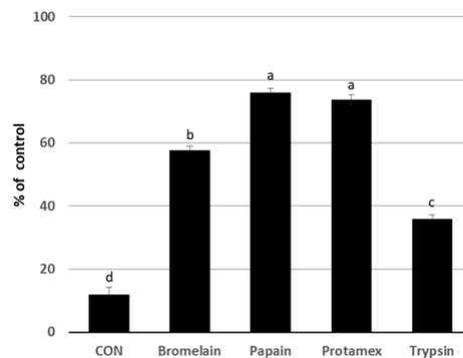


그림 11. 꾸지뽕누에액 효소 종류별 DPPH 라디칼 소거능.

○ 꾸지뽕누에 효소 종류별 Nitric oxide 생성 효능

■ Millipore에서 blood-brain barrier hCMEC/D3 세포를 분양받아 EndoGRO-MV Complete Media Kit (Millipore)을 이용하여 37°C에서 5% CO₂ 조건하에서 배양하였고, 세포를 배양하기 일주일 전 세포 배양 flask에 collagen type 1을 부착시킴. 시료를 hCMEC/D3 세포에 처리한 후 24시간 동안 배양 후 배양액을 회수하고 Total NO/Nitrite/Nitrate Immuno assay kit (Parameter™)와 ELISA 기법을 이용하여 배양액 내 nitrite 및 nitrate를 측정함.

■ 결과

• 대조구와 비교하여 protamex 및 trypsin 처리구에서 nitrite 및 nitrate 생성량이 유의적으로 증가함($p < 0.001$)(그림 12).

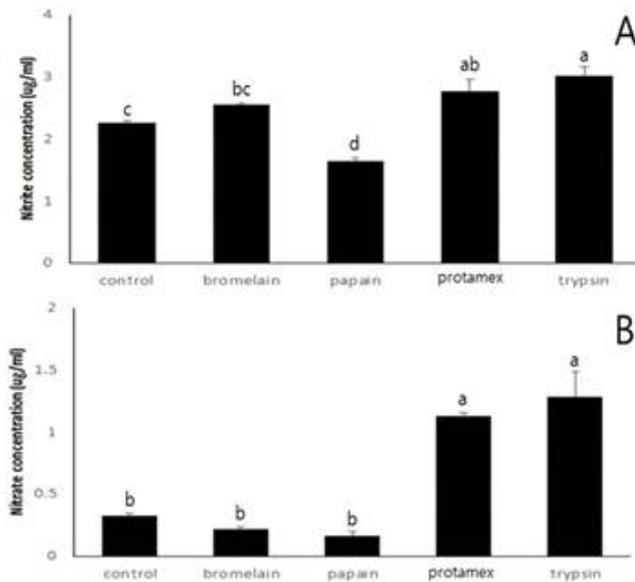


그림 12. 꾸지뽕누에액 효소 종류별 Nitric oxide 생성 효능.

(나) 생리활성이 극대화된 꾸지뽕누에 사양기술 확립을 위한 선행연구

- 당 기획과제 전문 양잠기관 사육기술 컨설팅 의뢰 연구

(1) 보고서 개요

○ 의뢰내용: 생리활성이 극대화된 꾸지뽕 누에 사양기술 확립을 위한 pilot scale의 최적 사육조건 조사 및 영양 생리활성 성분 변화 분석

(2) 결과 요약 및 고찰

○ 급여조건을 달리하여 일반뽕누에, 꾸지뽕누에, 일반뽕/꾸지뽕 혼합 급여하여 사육한 누에를 1령

에서 5령까지 사육한 숙잠의 생체중, 길이와 체중, 생존율, 생산량 등을 분석한 결과 꾸지뽕으로만 사육한 누에와 비교하여 생체중은 일반뽕잎으로 사육한 누에의 약 65% 수준이었으나 일반뽕/혼합뽕 혼합 급여의 숙잠은 93% 수준이었고, 생존율도 뽕잎으로 사육한 숙잠 누에와 유의적 차이가 나타나지 않았음.

○ 일반뽕누에와 꾸지뽕누에의 일반성분 및 생리활성 성분(가바, 루틴, 총폴리페놀, 총플라보노이드) 함량을 분석한 결과 꾸지뽕으로 급여한 누에의 조단백질, 조회분 함량이 다소 높았다. 또한, 일반뽕누에와 비교하여 가바, 루틴, 총폴리페놀, 총플라보노이드가 각각 4배, 4.5배, 1.4배, 1.5배 이상 높은 것으로 분석되었음.

○ 이상의 결과를 종합할 때, 1령에서 4령까지는 일반뽕으로 급여하여 누에의 성장을 충분히 이루고 이후 5령기까지는 꾸지뽕을 급여하여 사육함으로써 누에의 성장을 저해하지 않으면서도 고생리활성 성분을 최대로 함유할 수 있는 누에 사육이 가능할 것으로 판단됨.

○ 잠사 환경, 계절, 누에 종류 등에 의하여 당 의뢰 결과와 다른 다양한 결과가 나타날 수 있으므로 추후에도 계속적으로 연구 진행이 반드시 필요한 것으로 사료됨.

○ **[별첨1] 생리활성이 극대화된 꾸지뽕누에 사양기술 확립을 위한 최적 사양 기술 탐색 보고서**

(2) 기대성과 및 파급효과

(가) 연구개발 결과의 활용방안

○ 후속과제에서 선행연구 자료로의 이용

(나) 기대성과 및 파급효과

○ 당사 보유 특허기술의 활용성 및 파급성

- 한국 특허출원 10-2018-0004393 “가바와 루틴 증진 활성, 항산화 활성 또는 아세틸콜린에스테라제 저해 활성이 증대된, 꾸지뽕잎으로 사육한 누에 가수분해물, 및 이의 제조방법” (이하, “평가대상기술 1” 라 함)과 한국 특허출원 10-2017-0167892 “식품 분해·발효 및 연화 식품 제조장치 및 이를 이용한 연화식품의 제조방법” (이하, “평가대상기술 2” 이라 함)의 기술의 법적 잔존 기간과 기술의 경제적 수명 적용기간 중 짧은 것을 선택하면 기술의 경제적 유효 수명은 법적 잔존 기간인 17년으로 산출되었음.

○ 고생리활성 함유 꾸지뽕누에의 생리활성 성분을 극대화할 수 있는 경제적이고 표준화된 대량 생산 공정 확립 및 생산을 통한 고부가가치 식품 소재 및 제품화

- 저가의 간편화, 표준화된 꾸지뽕누에 대량 생산공정 확립 기술 확보
 - 항산화 효과, 면역력 증가, 혈당 조절, 할혈전 효과 등의 혈관건강개선 제품 이외에도 뇌건강 및 수면장애 개선과 같은 건강기능성 식품 시장에서 다기능성 고부가가치 일반식품으로 상품화하여 판매
 - 새로운 소재 발굴에 의한 신규(국·내외) 시장 창출
- 꾸지뽕잎을 사용한 누에 사육기술 보급 및 사업의 다각화를 통한 양잠농가의 수익 창출로 미래 농업 산업 육성에 이바지할 수 있는 6차 산업용 부가가치 소득원의 가치 발굴
- 신안군의 지역특화산물인 꾸지뽕잎으로 사양한 꾸지뽕누에를 주원료로 가공
 - 양잠산업 분야의 소득 창출 면에서 비경제적이었던 꾸지뽕누에 숙잠을 다기능성 식품소재로 쉽고 신속하게 가공함으로써 노동력, 부대비용 절감, 위생관리시스템화(미생물제어)효과기대
 - 국내 양잠농가의 판로 다양화에 의한 농가소득 창출과 미래농업산업 육성 기대
- 꾸지뽕누에와 그 분해물의 가공, 기능성에 대한 과학적인 기초자료 제공
- 새로운 소재 개발을 통한 뇌건강 및 혈관건강 관련 건강기능식품 시장에서의 신규 진출과 관련 시장의 성장 가능성
- 최근 스트레스, 우울증, 불면증 등 정신장애가 늘어남에 따라 정신적 웰빙에 대한 선호 추세가 확산되고 있어 뇌기능 향상, 수면장애 개선, 스트레스 완화와 관련된 정신 건강 증진 식품은 유망한 기능성 식품 분야로 떠오를 것으로 예상
- 유통망 확대와 다각화에 따른 성장 가능성
- 오프라인 유통(중·대형마트, 대형할인점, 백화점 등) 및 홈쇼핑 등 다양한 유통업체를 통한 납품처/판매처 확보
 - 국제 박람회 참가 및 해외지사를 통한 수출 교두보 확보(일본 지사 활용)
 - 기 구축된 건강기능성 식품소재 및 각종 제품 생산 판매 노하우를 바탕으로 유통다각화를 통한 시장진출 및 확대 기대
- 대외 수출 소재로서의 이용 가능성(일본, 미국, 대만, 말레이시아 등)

(3) 기술가치평가 결과 요약

(가) 기술성 분석

○ 당사 출원의 평가대상기술 1의 특허 발명은 지나치게 경도가 높아 식용으로 사용할 수 없는 숙잠 상태의 꾸지뽕 누에를 감압 상태에서 효소액을 순환시키는 단계를 통해 가수분해물을 제조하는 방법으로, 상기 방법에 의해 얻은 꾸지뽕 누에 가수분해물을 기억력 개선, 혈행 개선 및 혈압조절의 용도로 활용할 수 있음에 관한 것임. 본 평가대상기술의 경쟁기술은 기억력 개선 건강기능식품에 해당하는 피브로인 추출물 BF-7이 존재하나, 이와 같은 기술은 특히, 평가대상기술 2와 대비하

여 피브로인 단백질이 아닌 속잡의 가수분해물이라는 유효 성분의 차이점이 존재함.

○ 또한, 당사 출원의 평가대상기술 2의 특허 발명은 식품 내부에서 효소 반응을 일으키게 하여 식품의 경도, 맛 등을 개선시키는 과정에서 식품의 내부까지 효소의 함침이 충분히 이루어지지 않거나, 균일하게 함침되지 않아 장시간의 가열조리 등으로 인하여 영양분이 분해되거나 효소의 활성이 저하되는 문제점을 개선하기 위해 안출된 것으로, 연화 탱크 내부를 상압, 감압만 시킨 각각의 경우와 상압 시키면서 효소액을 순환시킨 경우에 비하여, 연화 탱크 내부를 감압시키면서 효소액을 순환시키는 경우에는 식품의 경도를 현저하게 낮춰 연화의 효율성을 높이는 것을 증명하였음.

(나) 권리성 분석

○ 평가대상발명 1 및 2의 권리성과 관련한 선행기술조사 결과, **평가대상 특허의 등록 거절 및 무효화 시킬 수 있는 정도의 선행특허는 검색되지 않았음.** 따라서, 본 평가대상발명 1 및 2의 특허는 기존 선행 문헌으로부터 신규성 및 진보성을 갖는 특허로 판단되며, 등록 가능성이 높고 무효화될 가능성이 낮아 **권리의 안정성이 매우 높은 것으로 사료됨.** 또한, 본 기술 특허의 권리범위는 본 기술의 핵심이 충분히 보호될 수 있도록 넓게 설정된 것으로 판단됨.

(다) 시장성 분석

○ 뇌건강과 관련된 건강기능식품 시장은 연평균 19.6%로 증가하여 2015년 매출액 23억에서 2024년까지 116억 규모로 성장할 것으로 추정되며 이러한 경향은 2024년까지 지속될 것으로 보임. 우리나라의 작년 65세 이상 고령인구 비율은 13.2%를 기록하는 등 세계에서 두 번째로 고령인구 비율이 높은 나라가 될 전망이다 바, 건강기능식품 시장의 필연적인 성장세가 예상되며, 기타 경쟁 현황 및 사업 환경 등을 종합적으로 고려하여 볼 때, 본 평가기술의 시장성은 우수하다고 판단됨.

(라) 기술가치 분석

○ 2가지 시나리오를 기반으로 한 **사업타당성의 종합적 결론**



그림 13. 주관연구기관의 과제수행의 역량 평가.

○ 별첨2: 기술가치평가 상세결과(특허법인 화우를 통한 기술가치 평가 의뢰서).

라. 후속 연구 기관 현황

(1) 총괄 연구 책임자: 개인정보 삭제 요청에 따라 미기재

(2) 협동, 위탁 연구 책임자: 개인정보 삭제 요청에 따라 미기재

(3) 참여연구원 현황: 개인정보 삭제 요청에 따라 미기재

(4) 연구시설/장비 보유 현황

보유기관	연구시설·장비명	규격	수량	용도	활용용도 및 시기
(주)바이오프로후즈	물성측정기 (TA texture analyzer)	25.4*25.4*91	1	꾸지뽕 누에 제품 품질관리를 위한 물성 측정	필수/전기간
(주)바이오프로후즈	pH 측정기(pH meter)	17.8*24.8*8.6	1	꾸지뽕 누에 제품 제조 품질관리를 위한 pH 측정	필수/전기간
(주)바이오프로후즈	추출기 (Extraction reactor)	55*45*135	1	꾸지뽕 누에 제품 제조를 위한 진액 추출	필수/전기간
(주)바이오프로후즈	연속식 감압효소반응장치 (Decompressed enzyme reactor)	40*90*85	1	꾸지뽕 누에 효소 가수분해물 제조	필수/전기간
(주)바이오프로후즈	농축기(Concentrator)	46*40*105	2	꾸지뽕 누에 농축액 제조	필수/전기간
(주)바이오프로후즈	연속식 자동 포장기 (Rolling packing machine)	53*45*107	1	꾸지뽕 누에 액상제품 포장	필수/전기간
(주)바이오프로후즈	냉장원심분리기 (Refrigerated centrifuge)	65*65*50	1	꾸지뽕 성분 분리	필수/전기간
(주)바이오프로후즈	고속균질기 (Homogenizer)	50*30*95	1	꾸지뽕 누에 액상제품 균질화	필수/전기간
(주)바이오프로후즈	멸균술(Autoclave)	55*72*115	1	시제품 위생검사	필수/전기간
(주)바이오프로후즈	무균창(Clean bench)	96*85*199	1	시제품 위생검사	필수/전기간
(주)바이오프로후즈	초순수 제조장치	ea	1	증류수 제조	필수/전기간
(주)바이오프로후즈	Spectrophotometer	ea	1	성분 분석	필수/전기간
(주)바이오프로후즈	한외여과장치 (Ultrafiltration system)	ea	1	용액 여과 농축	필수/전기간
(주)바이오프로후즈	상업용 냉장고	ea	2	시료 저장	필수/전기간
(주)바이오프로후즈	Deep freezer	ea	1	시료 저장	필수/전기간

보유기관	연구시설·장비명	규격	수량	용도	활용용도 및 시기
삼육대	Incubator	ea	4	시료 배양	필수/전기간
삼육대	Shaking incubator	ea	1	시료 배양	필수/전기간
삼육대	Chemical balance	ea	2	시료 무게 측량	필수/전기간
삼육대	Deep freezer	ea	1	시료 저장	필수/전기간
삼육대	Refrigerator	ea	4	시료 저장	필수/전기간
삼육대	Water bath	ea	3	시료 온도 처리 및 배양	필수/전기간
삼육대	Dry oven	ea	1	시료 건조	필수/전기간
삼육대	Fume hood	ea	1	시약 처리	필수/전기간
삼육대	Liquid nitrogen tank	ea	1	시료 보관	필수/전기간
삼육대	pH meter	ea	1	pH 측정	필수/전기간
삼육대	Autoclave	ea	1	기구 멸균	필수/전기간
삼육대	ELISA reader	ea	1	시료 농도 측정	필수/전기간
삼육대	ELISA washer	ea	1	시료 세척	필수/전기간
삼육대	Cell line system	set	1	세포 배양	필수/전기간
삼육대	Spectrophotometer	ea	1	시료 농도 측정	필수/전기간
삼육대	증류수 제조기	ea	1	증류수 제조	필수/전기간
삼육대	HPLC	ea	1	시료 분리, 정제	필수/전기간
삼육대	동물사육실		1	동물 사육	필수/3차년도
위탁기관	꾸지뽕잎 커터기	ea	2	뽕잎 절단용	필수/전기간
위탁기관	꾸지뽕잎 건조기	ea	2	열풍건조기/근적외선 건조기	필수/전기간
위탁기관	냉동-냉장고	ea	2	시료 저장 (30평)	필수/전기간

(5) 기업정보 현황: 회사정보 삭제 요청에 의한 미기재

마. 사업화 계획

(1) 생산계획

후속과제를 수행하는 3년은 실제 제품 연구 및 개발의 투자기간으로 판단되어 이 기간에는 시험용 소재와 제품 생산이 주로 이루어지나 과제 수행 3년 차부터 실제 판매가 이루어질 것으로 판단됨. 이후 실제 내수용 수출용 소재와 제품을 본격적으로 생산하기 시작할 예정. 그러므로 본격적인 영업흑자는 당사 예상 매출 기반 또는 해당 산업의 주요 기업 매출액 기반의 2가지 시나리오에 의한 사업 타당성 분석한 결과 **사업 3년 이후 꾸준한 영업 흑자 성과가 기대되는 것으로 평가됨.**

(2) 투자계획

당사 자체 사업 진행으로 시작하여 추후 당사의 원천기술력에 따른 투자자 모색 가능

(3) 사업화전략

가. 꾸지뽕누에 경제성 분석

○ 꾸지뽕잎으로 사육한 뽕누에는 일반뽕누에에 비하여 3령에서 5령까지 생누에의 체중이 약간 감소하였으나 유의적 차이가 없었고, 꾸지뽕잎을 급여한 뽕누에는 사육이 가능하여 경제성 분석 결과 123만원/10a의 경제성 증가 효과가 있었음(그림 14).



그림 14. 꾸지뽕누에 원료의 경제성 분석

○ 50만 원/kg에 판매되고 있는 건조 꾸지뽕누에를 부재료로 첨가하여 개발한 당사 “황제애차”의 판매 가격 분석 결과 129만 원/kg으로 예측되었음. 이를 본 과제에서 기획한 생누에부터 가공할 경우 부가가치는 더욱 상승할 것으로 판단됨(그림 15).

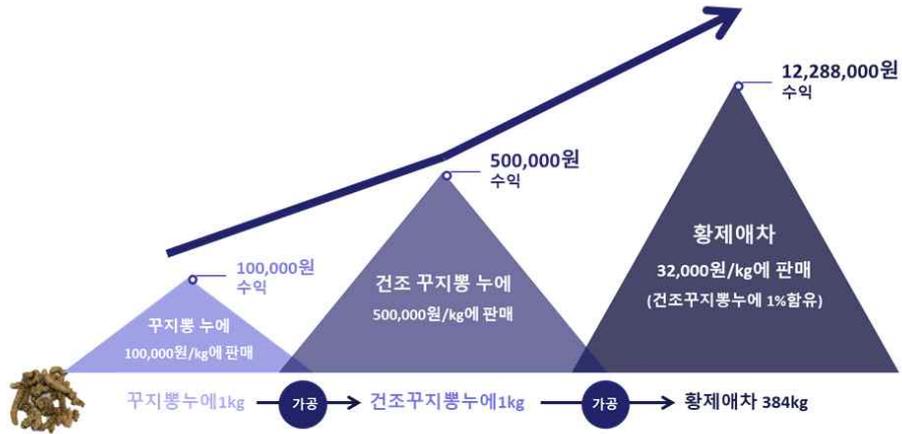


그림 15. 꾸지뽕누에를 이용한 가공품 생산시 부가가치 추정치.

나. 사업화를 위한 비즈니스 모델 수립

① BM 수립 배경

○ 우리나라는 빠른 속도의 고령화 인구증가 및 경제 수준 향상 등으로 건강기능식품에 대한 수요는 지속해서 증가하고 있으며 이러한 시장 수요에 따라 건강기능식품 원료용 천연 식품 소재 개발 및 과학적인 효과 규명을 통해 새로운 기능성 식품 제품을 개발한 후 세계 시장을 향한 적극적인 마케팅을 통하여 본 기술의 사업화가 확대될 수 있을 것으로 기대됨. 식품산업 측면에서 볼 때, 꾸지뽕 누에는 건강기능성 식품 분야로의 적용 범위가 광범위하여 대량으로 생산, 산업화할 경우 우수한 고기능성, 고단백 식품소재로서의 가능성이 뛰어남.

○ 기억력 관련 질환은 앞서 언급한 바와 같이 노년 인구의 층이 두터워지면서 치매, 파킨슨병, 뇌졸중, 우울증, 불면증 등의 질환 환자가 증가하고 있는 추세임. 그뿐만 아니라, 과거보다 학습량이 현저하게 증가한 청소년층 및 다양한 업무를 신속하고 효율적으로 처리할 수 있는 능력을 요하는 청장년층의 뇌기능 향상을 위한 건강기능식품이 요구되고 있음. 최근 스트레스, 우울증, 불면증 등 정신장애가 늘어남에 따라 정신적 웰빙에 대한 선호 추세가 확산되고 있어 수면 장애 개선, 뇌기능 및 정신 건강 증진 관련 시장은 매우 그 전망이 밝은 것으로 판단됨.

○ 우리나라의 작년 65세 이상 고령인구 비율은 13.2%를 기록하였으며, 통계청에 따르면 2030년에는 24.5%로 증가하고 2060년에는 41.0%로 증가함에 따라 세계에서 두 번째로 고령인구 비율이 높은 나라가 될 전망이다. 이에 따라 고령친화식품 수요 증가와 맞물려 건강기능식품 시장의 필연적인 성장세가 예상됨(그림 16).

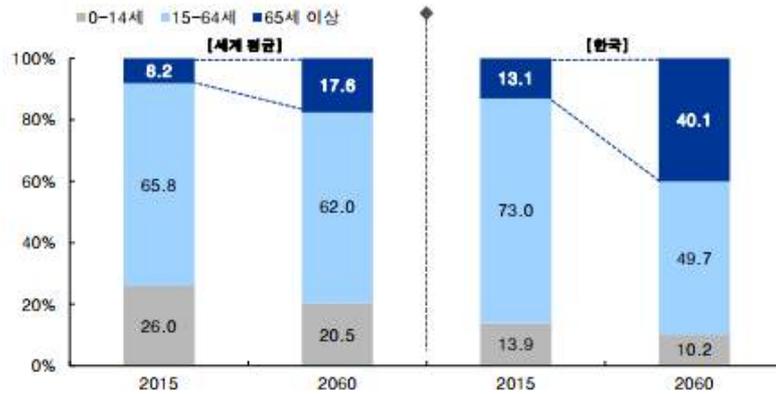
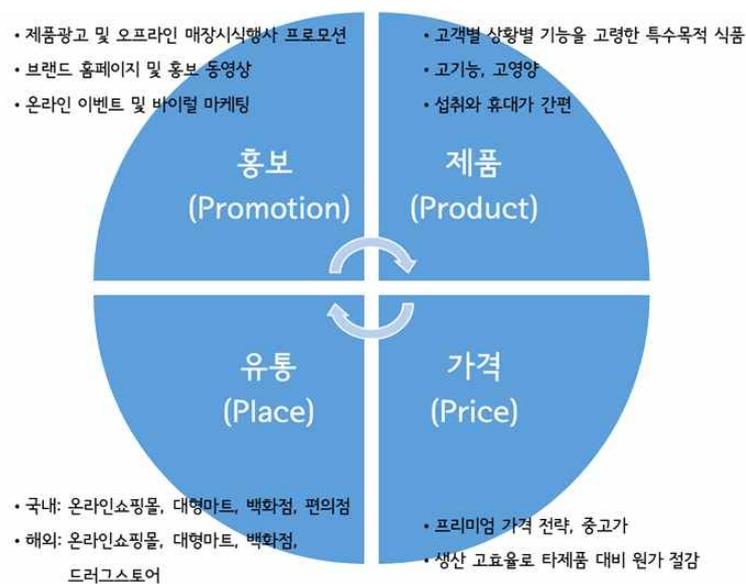


그림 16. 2015-60년 세계와 한국의 인구구조 비교

<통계청, IBK투자증권 리서치센터>

② BM 목표 선정



③ 핵심 경쟁 요인

○ 본 과제와 경쟁기술은 기억력 개선 및 혈관질환 개선을 위한 건강기능식품에 있어서, 넓게는 천연 추출물을 포함하는 건강기능식품 소재 개발이 경쟁기술이 될 수 있으며, 천연 추출물 적인 측면에서 더욱 구체적으로는 꾸찌뿌잎 또는 누에의 추출물을 포함하고 있는 건강기능식품 소재 개발이 될 수 있음.

○ 일반 누에가루를 혈당조절용, 원기회복, 남성 건강개선, 피부미용 개선용 제품, 의료용 제품 등의 원료로 유통 중이며 누에고치로 추출한 피브로인 효소 분해물은 기억력 개선에 도움을 줄 수 있는 생리활성기능 2등급의 개별인정원료로 인정받았음. 현재 시판 중인 누에 함유 제품은 예천참 누에진액골드, 파원누에환, 황기단, 당앤누에 등의 제품명으로 판매 중이며(표 13), 꾸지뽕은 열매, 잎, 줄기 등을 부위별로 분말 또는 추출하여 액이나 환의 형태로 가공한 다음 간기능 개선, 당뇨 예방, 염증 예방을 목적으로 하는 기능성 제품에 소량 첨가되어 사용 중임. 이 중 꾸지뽕 함유량이 높은 제품은 활력증진, 여성 건강 개선 제품 원료로 판매되고 있음.

표 13. 국내 시판중인 누에 함유 제품군들

구분	제품 현황			
제품명	예천참누에진액골드	파워누에환	황기단	당앤누에
식품유형	추출가공식품	기타가공품	기타가공식품	기타가공식품
용량	100mL x 30팩, 1box	4g x 60개	3.75g x 30환, 1box	2.5g x 90팩, 1box
제품가격	38,000	78,000	135,000	128,000
원재료 및 특징	누에 71.4%(국산), 천궁 4.3%(국산), 당귀 4.3%(국산), 갈근 2.9%(국산), 대추 2.9%(국산), 오매 2.9%(국산), 숙지황 2.9%(국산), 감초 2.9%(중국산), 인진쑥(국산), 황기(국산), 창출(국산), 오가피(국산) * 5령3일 누에 사용	동결건조누에분말(국산) 51.55%, 산수유분말(국산), 산약분말, 타우린, 6년근홍산분말(홍삼근100mL x 30팩100%), 복분자과즙분말, 비타민B ₁ , 아미노파워믹스, 마카분말, 비타민B ₂	페루마카, 누에, 동충하초, 녹용, 홍삼, 침향, 로얄젤리, 산삼, 백작약, 복분자, 산수유, 흑마늘, 비타민등	동결건조누에분말(국산) 40%, 상엽(국산) 20%, 당귀, 여주, 지황, 동굴레, 구기자, 참마, 작약, 검정콩, 귀리, 아가리쿠스, 차가버섯
사진				

○ 최근 농촌진흥청에서 미래 신소재 산업으로 기능성 양잠산물을 이용한 고부가가치 소재화 및 상품화 연구과 진행 중이며, 특히 꾸지뽕을 사료화하여 생육한 꾸지뽕누에를 식소재화한 시장은 국내외 모두 형성되어 있지 않으며 이에 대한 학문적 연구와 접근도 절음마 단계임. 그러므로 본 과제를 통해 꾸지뽕누에를 고기능성 고단백 식품 소재로 상용화한 제품의 경쟁력은 독보적이며 잠재적 발전 가능성이 높을 것이라 판단됨.

다. 사업화를 위한 마케팅 계획

① 해외 자사관련 업체의 공동 마케팅 계획

○ 현 상황에서는 꾸지뽕누에를 고기능성 식품소재로서 이미 가지고 있는 인프라를 이용하여 짧은 기간에 소득을 창출할 수 있는 일본 시장을 포함하는 베트남, 대만 등의 아시아권 시장에서 마케팅 활동을 전개하고, 미국 시장의 진출도 적극 모색할 예정임. 국내는 건강기능식품으로의 인증 절차를 신속히 진행할 수 있도록 함.

○ 당사는 2015년 7월, 일본 현지의 SYN 주식회사를 통하여 국내에 염화칼슘 국내 독점 공급을 시작하여 2016년 2월 기억력 개선을 주목적으로 한 “SYN-BF-7”의 원료를 일본에 수출하고 SYN 사는 본 소재를 이용하여 제품화하고(제품명 “기억의 원천”) 판매중임. 그러므로 기존의 일본 내의 인프라를 이용하여 향후 개발되는 기능성 소재(꾸지뽕누에 분해물)의 유통판매를 담당하도록 할 예정임(그림 17). 본 제품은 2017년 현재 일본 후생성 공장 등록 상태임(월드웨이).



그림 17. SYN 주식회사 홈페이지: <http://www.syn-japan-c.com>>(좌) 와 판매제품, 뇌기억의 원천(우).

○ SYN 주식회사는 해외 진출 사업, 상품개발사업, 인터넷 쇼핑몰 사업 등을 전략적이고 체계적으로 운영하고 있으며 본 과제를 통하여 개발된 꾸지뽕누에 분해물 소재의 일본 내수 시장 진출시 SYN 주식회사의 기 구축된 마케팅 및 판매 시스템을 적용하여 효과적인 현지 침투가 가능할 것으로 판단됨. 또한 제품 판매회사로 일본 중앙제약을 자회사로 가지고 있음. 그러므로 일본 현지의 홍보 및 마케팅 지원이 필요할 것으로 판단되며, 이를 위하여 일본의 기능성 식품전시회에 참가하는 등 홍보 활동을 강화할 예정임(그림 18).



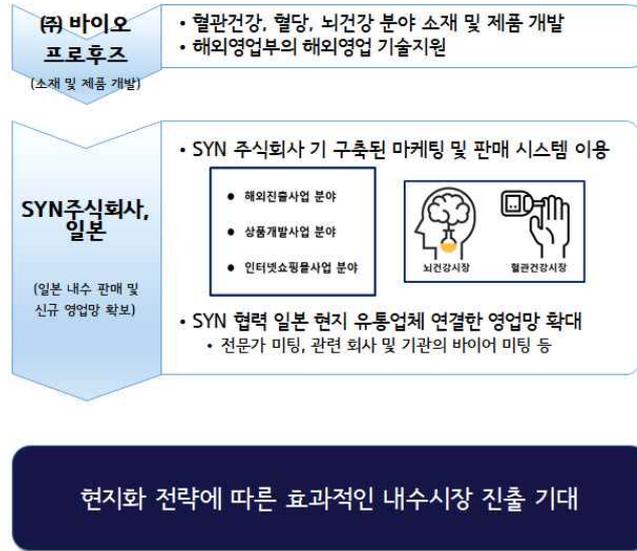
그림 18. SYN 주식회사 홈페이지에 기재되어 있는 본사 수출 원료를 이용한 제품 소개 기사 내용.

○ 현재 당사의 해외영업부는 일본어와 중국어를 원어민 수준으로 구사 가능한 전문 인력이 확보되어 아시아 지역의 식품 소재 조사 및 국내 수출입 수입을 진행하여 본사만의 해외 거래처 네트워크가 형성되어 있음. 그러므로 향 후 일본 이외에도 중국, 대만 등의 아시아 시장 진출 시 다른

회사와 비교하여 제품 경쟁력 우위에 있을 것으로 판단됨.

○ 기존 협력사를 기점으로 한 해외시장 진출

- 협력업체인 SYN을 통하여 일본 현지의 유통업체들과 자사 제품소재 해외진출에 관련하여 제품 소개 및 완제품을 유통할 수 있도록 함.
- 개발한 소재의 내수 판매현황에 따라 추후 본 과제에서 개발한 완제품의 수출 여부 판단하여 진행할 예정(일본중앙제약 판매망 활용 예정).



○ 해외시장 우선 거점인 일본 이외에도 미국 시장 진출 검토(Novel 사 등)

② 국내 수익창출을 위한 단계적 마케팅 계획

○ 당사의 협력업체인 (주)신안토종꾸지뽕 농업회사법인은 꾸지뽕누에의 산업화를 위하여 활동 중이며 현재 신안군, 암태면에서 꾸지뽕누에를 사육, 생산하여 당사 ‘황제애차’ 에 꾸지뽕누에를 안정적으로 공급 중으로 꾸지뽕누에 생산을 위한 시설과 양잠 생산 기법에 대한 know-how를 이미 보유하고 있음.

○ 꾸지뽕과 누에의 생리활성 성분에 주목해서 구매했던 여성건강개선, 남성건강개선, 혈당조절용, 원기회복, 피부미용 개선용 제품, 의료용 제품 등의 기존 구매계층 이외에도 최근 급증하고 있는 뇌건강 개선을 희망하는 현대인들을 아우를 수 있을 것으로 판단.

○ 지금까지의 선행연구를 통해 얻어진 결과와 시제품을 바탕으로 본격적인 사업화를 위해 제품 홍보, 유통 확보, 영업전략 등 3단계로 나누어 추진(그림 19).

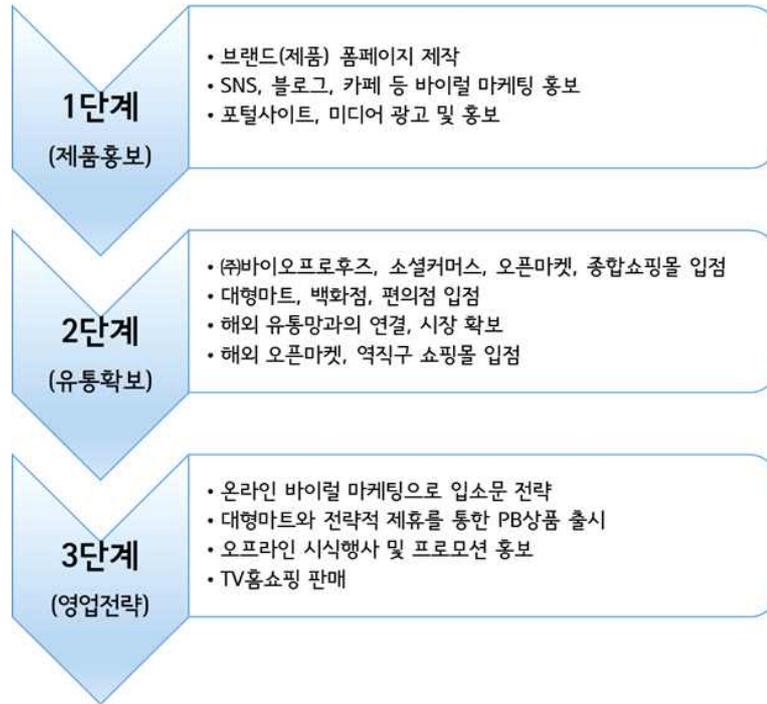


그림 19. 국내 수익 창출을 위한 3단계 마케팅 전략.

○ 야노경제연구소에 따르면, 통신판매와 드리스토어를 중심으로 약국계 채널이 확대되고 있으며, 특히 기능성 음료의 유력한 판매 루트로 정착한 편의점을 중심으로 식품계 채널이 견고한 추이를 보이고 있음, 향후 식품의 신기능성표시제도는 드리스토어, 편의점 업계에 순풍으로 작용할 전망

○ 양잠산물 수출 확대와 국내 양잠산물 시장 확대를 추진 예정으로 할랄 식품(중동), 기능성 제품(일본, 중국), 누에·오디가공품(미국, 캐나다)등 국가별 맞춤형 제품을 발굴하고 국제박람회 참석, 해외 바이어 초청 지원 등 수출 마케팅을 강화하고, 숙잠(익은누에) 등 다양한 양잠 가공품을 개발하고 온라인, 공영홈쇼핑 등 국내 마케팅을 강화할 예정

○ 당사에서는 본 기획과제를 통하여 기술 컨설팅, 기술가치 평가 등과 관련된 컨설팅 결과를 바탕으로 선행연구를 실시하고 추후 후속 연구를 수행하면서 얻는 결과물들에 대한 특허 출원 및 등록을 추진하고 이를 유지 관리 가능한 시스템을 구축할 예정임. 또한 국내외의 저명한 식품 관련 학회에 연구결과를 발표할 수 있도록 석박사급 전문 연구인력을 지속적으로 보완 또는 확충할 예정임.

라. 사업화를 통한 경제적 효과

○ 2가지 시나리오 모두 사업 시작 후 3년 이후 꾸준한 영업 흑자 성과가 기대됨. 또한 시나리오의 투자회수시점 및 연평균 투자수익률 등을 감안하면 **본 사업의 타당성이 높아 투자가치가 있는 것으로 판단됨.**

4. 목표달성도 및 관련분야 기여도

코드번호

D-06

가. 목표달성도

- 본 기획과제의 연구목표를 100% 달성하였음.
- 식품 R&D 컨설팅 기관(특허법인 화우)를 통한 당사 후속수행 과제의 기술성, 권리성, 시장성을 분석하여 기술가치를 산정하였고 사업 타당성을 분석하여 본 과제수행의 타당성을 검정하였음.
- 본 기획과제를 수행함으로써 전문양잠사육기관을 통하여 꾸지뽕누에와 관련된 후속과제를 위한 풍부한 선행연구결과를 확보하였음.
- 본 기획과제를 통하여 당사의 일차적 타겟 시장인 일본 현지의 현재 시장동향 및 산업 흐름의 파악은 물론 2018년 1월에 개최된 누에 관련 심포지엄에 참석하여 학술동향까지 조사하여 과제 수행의 질적 내실화를 완성하였음.

나. 관련분야 기여도

- 국내외적으로 꾸지뽕잎으로 사육시킨 누에를 활용한 기능성 식품 소재 개발은 처음 시도되는 연구임.
- 양잠산업 자체에서는 악영향으로 작용하는 꾸지뽕을 급여한 누에를 대체 식품자원으로 전환하여 새로운 농가 소득원 창출이 가능할 것으로 판단됨.
- 본 기획과제와 후속과제를 안정적으로 수행한 후 생산되는 꾸지뽕누에와 그 분해물을 이용한 제품 수출을 통하여 국가 경쟁력 향상에 이바지할 것으로 판단됨.

5. 연구결과의 활용계획

코드번호

D-07

가. 제품 개발

- 주관기관/공동개발기관의 체계적이고 전문적인 추진계획 일정에 맞춘 양질의 고부가가치 제품 개발 예정
- 본 과제 주요 평가지표는 신뢰성 있는 자료를 기본으로 취득 가능한 지적재산권이며 이는 과제 수행에 의해 제조한 제품의 공인된 전문적인 신뢰성을 보장할 수 있을 것으로 판단됨.
- 추후 소재 및 제품의 동물/임상 실험 등을 보완하여 기능성에 대한 후속 심화 연구를 진행하여 제품 신뢰성을 공고히 할 예정

나. 제품 형태

- 개발한 제품군의 관능평가 등을 통하여 타겟 제품군의 사업화 가능성을 검토, 선별하여 사업화 진행
- 개발 예상 제품군

분야	상품화 가능한 제품(예)		
식품소재	 분말소재	 액상	 액상(농축)
식품	 쿠키	 빵	 드레싱소스
건강기능성 식품	 Tablet		 Capsule

6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

코드번호	D-08
<p>가. 꾸지뽕누에 일본 내수시장 현황 분석 의뢰</p> <p>(1) 보고서 개요</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 의뢰내용: 누에 제품의 일본 내수 시장 현황과 전망, 산업적 이용 등에 대한 조사 ○ 조사일시: 2017년 12월 16일~ 12월 30일 ○ 의뢰기관: 일본 SYN(주) <p>○ 별첨3: 누에관련 일본내수시장 현황조사 의뢰 보고서 파일.</p> <p>(2) 곤충관련 산업에 관한 일본시장 현황과 가능성(누에를 중심으로)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 현재 일본의 누에·실크 시장에서는 종래의 섬유 분야가 아니라 건강 분야, 의료 분야, 미용 분야에서 기능성 원료로서 활성화되고 있으며 항당뇨, 혈압 강하, 항산화, 면역 증강, 항알레르기 및 간기능 개선 등의 유용성에 관한 연구개발과 동시에 생체 적합성의 관점에서 의료분야에서 연구개발이 활발히 진행되고 있으며 주목받고 있는 소재로써는 실크파우더, 펩타이드와 아미노산을 이용한 제품이 시장에 출시되어 향후의 동향에 주목할 필요가 있음. ○ 식품 분야에서는 건강기능성 식품 시장이 성장 가능성을 가지나 일본 시장 내에서는 약사법에 의한 규제 문제가 존재함. 대표적인 분야로는 혈압강하 기능, 고지혈증의 대사개선 기능, 항혈당 기능을 이용한 당뇨병의 개선 등을 들 수 있음. 최근에는 알츠하이머 등 치매예방의 관점의 제품도 개발 판매 중 ○ 현 시점에서는, 비교적 고가의 제품이 많기 때문에 일반 범용제품의 보급이 낮은 단점이 있으나 알레르기와 부작용이 없고 사람과의 생체 적합성이 매우 높으며 다양한 생체기능 활성이 발견되고 있어 향후에도 활발한 연구가 될 것으로 생각됨. ○ 또한 일본의 산업 태동부터 기술적 연구를 담당해온 국가기관인 농업 식품산업 기술종합 연구소(구, 농업 생물 자원 연구소)를 중심으로 민간, 대학, 산업체의 공동연구가 활발히 진행되기 시작하여 누에·실크 관한 생체활성 기능의 해명 연구를 계속하는 것으로 명확하게 설정되어 있으며, 정부의 예산도 매년 편성되고 있음. ○ 앞으로의 관련 분야에 대한 연구 개발의 흐름은 유전자 조작을 응용한 누에의 기능성 향상과 의약품으로의 활용 가능성에 대한 연구, 기능성 성분을 가진 식이를 급여하여 체내 축적을 유도하고 이를 가공기술 개발에 대한 연구, 그리고 새롭게 주목받고 있는 세린의 활용에 대한 연구로 정리할 수 있음. 	

나. 꾸지뽕누에 관련 일본내 공개 심포지엄 참가

(1) 학회 개요

- 주제: 누에 및 실크산업의 미래, “잠사혁명에서 산업혁명으로”
- 일시: 2018년 01월 17일~ 2018년 01월 20일
- 장소: 군마회관 (군마현, 마에바시 소재, 일본)
- 주최: 국립연구개발법인농업.식품산업기술종합연구기구(농연기구),군마현 잠사기술센터

(2) 학회 내용

- 현재 일본 350 농가로 열악한 환경으로 전락하여(중국이 80만 톤 생산규모이나 성장 중. 그러나 일본은 약 1/10로 생산 규모가 작아지고 브라질 역시 1/3로 규모 축소됨), 향후 진보된 기술을 바탕으로 부가가치 창출, 고용창출 등 미래산업으로의 도약이 가능한 분야임.
- 지역의 전통문화와 잠사산업의 연계화로 2014년 6월 현재 일본 내 잠사기술과 관련된 약 100건의 세계전통문화유산이 등재된 상태임. 2000년 이후 2017년 현재까지 유전자 조합에 의한 다양한 생물기능을 개척하여 민가에서의 대량생산이 가능해짐.
- 현재 일본 내에서는 유전자 조작을 통한 누에를 이용한 산업적 응용 가능성에 주목하여 연구를 진행 중. 일례로 유그래나사는 유전자 조작으로 생산된 누에를 이용한 인공사료 연구를 시작하였고 고기능 형광단백(녹색, 청색형광)의 실크 생산누에 연구, 암진단 시약(H28~H31) 개발 등을 진행 중
- 누에 모델은 윤리 문제가 없으며 경제적인 소규모 연구가 가능하여 의약품 연구에서도 큰 장점을 가짐. 현재 라이소신 E, 소코마이신 A, ASP2397 등 화합물이 발견되었으며 누에를 이용한 다양한 질병 모델을 개발(균감염 모델, 진균 감염 모델, 고혈당 모델, 자연면역활성 측정모델, 세비아프테린 환원효소 결손증 모델, 요산 대사이상 모델, 고혈압 모델 등)하여 연구 진행 중
- **별첨4: “누에 및 실크산업의 미래” 공개 심포지움 참가 자료.**

7. 연구개발결과의 보안등급

보안등급 분류	보안	일반
결정 사유	국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정」 제24조의4에 해당하지 않음	

8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

○ 해당없음

9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

	코드번호	D-11
○ 기술적 위험요소 분석		
<ul style="list-style-type: none"> ■ 위험등급별로 환경안전점검을 단계별로 체계화하여 관리 ■ 관리위험등급의 지정 <ul style="list-style-type: none"> • A등급: 가연성가스, 인화성 시약, 유해화학물질, 다량의 폐액배출, 독극물, 생물 및 동물, 방사성 동위원소, 위험성이 높은 기계장비가 설치된 실험실 • B등급: 일반시약, 소규모 인화성 시약, 불연성 가스, 소량의 폐수발생 실험실 • C등급: 이화학실험을 수행하지 않는 전기, 설계, 컴퓨터 관련 실험실 		
○ 안전관리대책		
<ul style="list-style-type: none"> ■ 실험실 정밀 안전진단 실시 <ul style="list-style-type: none"> • 대상: 연구개발활동에 유해화학물질 관리법 제2조 7호에 따른 유해화학물질을 취급하는 연구실, 산업안전보건법 39조에 따른 유해인자를 취급하는 연구실, 과학기술부령이 정하는 독성가스를 취급하는 연구실 • 실시: 2년마다 1회 실시하여 교육과학기술부에 보고 ■ 참여 연구원의 안전보험 가입 <ul style="list-style-type: none"> • “연구실 안전공제 (교육시설재난공제회)” 보험 가입 ■ 참여 연구원의 안전교육 실시 <ul style="list-style-type: none"> • 교내에서 실시하는 안전교육 (년 2회) 참여 • 연구실 내 안전교육 실시 (연구실 내의 유해물질 및 가연성 물질, 폐기물의 관리 요령 교육 및 연구실에 비치된 응급 세안기, 안전 보호구함, 응급함, 흡후드 사용법 교육) ■ 연구실 응급상황 대응훈련 (화재훈련 및 화학물질 유출훈련) 년 2회 실시 ■ 연구실 정기점검 및 정밀안전진단을 통한 안전점검 실시 (년3회) <ul style="list-style-type: none"> • 가스용기 위급상태 점검 • 실내 오염도 측정 		

10. 연구개발과제의 대표적 연구실적

번호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문게재지/ 특허등록국 가	코드번호		D-12	
						Impact Factor	논문게재일 /특허등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	출원번호
1	특허	식품 분해, 발효 및 연화식품 제조장치 및 이를 이용한 연 화식품의 제조방법	(주) 바이오 프로후즈	출원인	대한민국		2017.12.10		10-2017-01 67892
2	특허	가바 및 루틴 증진 활성, 항산화 활성 또는 아세틸콜린에 스테라제 저해 활성 이 증대된, 꾸지뽕 잎으로 사육한 누에 가수분해물, 및 이 의 제조방법	(주) 바이오 프로후즈	출원인	대한민국		2018.01.12		10-2018-000 4393

11. 기타사항

코드번호	D-13
○ 해당없음	

12. 참고문헌

코드번호	D-14
1. 농림축산식품부 외 1인, 2013 가공식품 세분시장 현황, 건강기능식품 시장(발간등록번호 11-1543000-000133-01) 2. 보건산업진흥원, 건강기능성 식품의 국내외 기술 및 연구현황, 이철수, (식품기술 제18권 제4호(2005.12)) 3. 생명공학정책연구센터, (BT 기술동향 보고서, 기술동향 2012-1), 건강기능식품 연구 및 기술개발 동향	

코드번호	D-14
4. 농업기술실용화재단/농촌진흥청, 기능성 양잠산업 현황 실태조사, 경준형(2016.02)	
5. 식품의약품안전평가원, 건강기능식품 기능성 평가 가이드 ‘기억력 개선에 도움을 줄 수 있음 편’ (2015.12)	
6. 식품의약품안전평가원, 건강기능식품 기능성 평가 가이드 ‘혈행개선에 도움을 줄 수 있음 편’ (2015.12)	
7. 식품의약품안전평가원, 건강기능식품 기능성 평가 가이드 ‘혈중 중성지방 개선에 도움을 줄 수 있음 편’ (2016.06)	
8. 농업연구원, 학습 인지력 향상 “피브로인 BF-7“ 개발 (2007)	
9. 중앙대학교, 피브로인 BF-7을 이용한 뇌기능개선소재 개발 (2008.02)	
10. 누에 유래 실크 세리신이 당뇨성 흰쥐에 혈당 및 지질 농도 개선에 미치는 영향, 김한수 외 4(Korean J. Food & Nutr. Vol. 23. No. 3, 392 ~ 398 (2010))	
11. 중부대학교 대학원 식품생명공학과 석사학위 논문, 프로티아제 및 산 처리 실크단백질로부터 생성된 가수분해물의 특성, 오민호(2011.02)	
12. 실크 펩타이드의 생리 기능적 특징 ‘항산화 효과 및 면역 기능을 중심으로’, 이성희 외 3(Food Science and Industry Vol35 No.4)	
13. 식용곤충산업의 현황과 전망, 김수희, 세계농업 제207호(2017.11)	
14. 세계 식용곤충 시장 및 가공기술 동향, 류정표, 세계농업 제207호(2017.11)	
15. 중국 곤충산업 동향, 최영철, 세계농업 제159호(2013.11)	
16. 한국농촌경제연구원, 제122호, 곤충산업 실태와 육성정책 방향 (2016.4.15.)	
17. 한국농촌경제연구원, 기능성 양잠산업 발전방안 연구(2010.8)	
18. 농림축산식품부/농촌진흥청/식품의약품안전처 보도자료, 식용곤충, 식품원료 인정 확대 (2017.1.2.)	
19. 농림축산식품부/농촌진흥청/식품의약품안전처 보도자료, 식용곤충산업 활성화를 위한 생산농가-식품산업체 맞손(2017.2.28.)	
20. 농촌진흥청, 곤충산업 실태조사 (국책기술개발-농업곤충자원기술개발사업) 곤충산업 실태조사 사업(2015.1-2015.12)	
21. 농림축산식품부, [2016-2020년] 제2차 곤충산업 육성 5개년 계획(2016.3)	
22. 농림축산식품부 보도자료, 양잠산업을 수출·지역단위 6차산업으로 육성(2016.6.3.)	
23. 일본 SYN(주), 곤충관련 산업에 관한 일본 시장의 현황과 가능성(2017.12)	
24. http://www.mfds.go.kr/webzine/201610/02.jsp 식품의약품안전처, 열린마루 식의약포커스 (2016.10)25. http://www.buykorea.org/product-details/silk-peptide-silk-amino-acids-protein-powder-natural-ingredient-3033187.html 코트라(Kotra), buyKOREA	
26. http://www.yakup.com/news/?mode=view&cat=15&nid=198368 약업신문, 2016.08.11.일자 기사인용	
27. http://www.koreadaily.com/news/read.asp?art_id=1075954 KoreaDaily 중앙일보, 2010.08.22.일자 기사인용	
28. 한국식품안전관리인증원, 2016 건강기능식품 국내 시장 규모 동향 분석	
29. 식품의약품안전처, 2016 건강기능식품 기능성원료 인정 현황	
30. 한국식품안전관리인증원, 2016 건강기능식품 국내 시장 규모 동향 분석	

31. KOTRA 해외시장뉴스, <http://news.kotra.or.kr/user/globalBbs/kotranews/25/globalBbsDataView.do?setIdx=254&dataIdx=162683>
32. KOTRA 해외시장뉴스, <http://news.kotra.or.kr/user/globalBbs/kotranews/4/globalBbsDataView.do?setIdx=243&dataIdx=156129>
33. 식품의약품안전처, 건강기능식품 수출가이드 베트남
34. 식품의약품안전처, 건강기능식품 수출가이드 대만
35. 농촌진흥청 국립농업과학원 식품성분표
36. 이진희 외(2012), 제품 및 기술 수명 주기 활용 동향, 주간기술동향, 정보통신산업진흥원
37. 이아성 외(2014), 꾸지뽕나무 신포종 육성 및 꾸지뽕 누에, 동충하초 생산기술과 가공품 개발, 전라남도농업기술원
38. 홍석산 외(2009) 꾸지뽕나무 잎과 열매의 건강기능성을 활용한 가공식품 개발, 한국식품연구원
39. 이희삼 외(2013), 누에 생실샘 유래 미세분말을 활용한 의료용 반창고 개발, 농촌진흥청
40. Maeng YS, Park HK, and Kwon TB (1990) Analysis of rutin contents in Buchwheat and buckwheat foods. *Korean J. Food Sci. Technol.* 22, 732-737.
41. W L, W Y, Zhou S, Yang L, Shi Q, Li Y, Zhang K, Yang L, Zhao M, and Yang Q (2016) Imbalance between glutamate and GABA in Fmr1 knockout astrocytes influences neuronal development. *Genes.* 10.3390/genes7080045.
42. Lee MY, Yoo MS, Whang YJ, Jin YJ, Hong MH, and Pyo YH (2012) Vitamin C, total polyphenol, flavonoid contents and antioxidant capacity of several fruit peels. *Korean J. Food Sci. Technol.* 44, 540-544.
43. Choung MG and Sohn EH (2011) Anti-tumor activity of saponin fraction of *Platycodon grandiflorum* through immunomodulatory effects associated with NO production in RAW 264.7 cells. *Korean J. Plant Res.* 24, 557-563.
44. Hong MH, Li, HK, Park JE, Jun NJ, Lee YJ, Cho MJ, and Cho SK (2008) The antihypertensive and vasodilating effects of adventitious root extracts of wild ginseng. *J. Korea Soc. Appl. Biol. Chem.* 51, 102-107.
45. Lee RK, Kim MS, Lee YS, Lee MH, Lee JH, and Sohn HY (2014) A comparison of the components and biological activities in raw and boiled red beans. *Korean J. Microbiol.* 42, 162-169.
46. Jang MJ and Rhee SJ (2004) Hypoglycemic effects of pills made of mulberry leaves and silkworm powder in streptozotocin-induced diabetic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 33, 1611-1617.
47. Kim HY, Yeo SI, and Lee JT (2011) Antioxidant effects of solvent fraction from *Sanguisorbae officinalis* L. with acetone. *J. Appl. Biol. Chem.* 54, 89-93.
48. Bang HS, and Lee WS (1996) Effect of mulberry leaf sprayed with rutin and GABA on silkworm growth. *JKorean J. Seric. Sci.* 38,108-112.

[별첨 1]

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 꾸지뽕누에 수출확대를 위한 핵심기술개발 및 산업화 기획연구				
	(영문) Planning research of core technology development and industrialization for export expansion silkworm fed <i>Cudrania tricuspidata</i> leaves				
주관연구기관	(주) 바이오프로후즈		주 관 연 구 책 임 자	(주) 바이오프로후즈	
참 여 기 업				윤 승 섭	
총연구개발비 (20,000천원)	계	20,000 천원	총 연 구 기 간	2017.11 01. ~ 2018.01.31(년 3월)	
	정부출연 연구개발비	20,000 천원	총 참 연 구 원 수	총 인 원	4
	기업부담금	-		내부인원	4
	연구기관부담금	=		외부인원	0
<p>본 기획연구는 생리활성이 극대화된 꾸지뽕누에 사양기술 확립을 위한 선행자료를 확보하고, 주관연구기관이 확보한 기술성, 권리성, 시장성을 포함한 기술가치평가를 수행함으로써 “생리활성이 극대화된 꾸지뽕누에와 그 분해물의 고부가가치 식품 소재 및 제품화” 및 수출에 대한 사업 타당성과 이를 추진할 수 있는 당사의 과제수행역량에 대한 종합적인 평가를 목적으로 진행되었다. 그 결과 1령에서 4령까지는 일반뽕으로 급여하여 누에의 성장을 충분히 이루고 이후 5령기까지는 꾸지뽕을 급여하여 사육함으로써 누에의 성장을 저해하지 않으면서도 고생리활성 성분을 최대로 함유할 수 있는 누에 사육방법과 사육환경조성에 대한 선행 자료를 확보하였고 꾸지뽕누에와 연계된 2건의 특허를 출원하였으며(출원번호: 10-2017-0167892, 10-2018-0004393) 추후 일차적 수출 타깃 시장인 일본 내수 시장 및 관련 산업 동향에 대한 정보를 수집하였다. 본 과제를 지속적으로 추진했을 경우 종합적인 사업 타당성을 분석한 결과(국내외시장조사; 회계법인 화우, 일본 SYN의 시장조사 컨설팅) 사업 시작 후 3년 이후 꾸준한 영업 흑자 성과가 기대되며, 시나리오의 투자회수시점 및 연평균 투자수익률 등을 감안하면 본 사업의 타당성이 높아 투자가치가 있는 것으로 평가받았다.</p>					

[별첨 2]

자체평가의견서

1. 과제현황

		코드번호	D-15	
		과제번호	117089-01	
사업구분	농림축산식품연구개발사업			
연구분야	경쟁형 기획과제		과제구분	단위
사업명	고부가가치식품개발사업			주관
총괄과제	기재하지 않음		총괄책임자	기재하지 않음
과제명	꾸지뽕누에 수출확대를 위한 핵심기술개발 및 산업화 기획연구		과제유형	(기초,응용,개발)
연구기관	(주)바이오프로후즈		연구책임자	윤승섭
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간
	1차년도	3개월	20,000	
	2차년도			
	3차년도			
	4차년도			
	5차년도			
	계	3개월	20,000	
참여기업				
상대국		상대국연구기관		

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2018.01.31

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
(주)바이오프로후즈	대표이사	윤승섭

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확약	
----	---

당 연구기관은 성실히 연구를 수행하여 기획과제 수행 기간 내에 2건의 국내 관련 특허를 출원하였음.

1. 특허출원번호 10-2017-0167892: 식품 분해, 발효 및 연화식품 제조장치 및 이를 이용한 연화식품의 제조방법
2. 특허출원번호 10-2018-0004393: 가바 및 루틴 증진 활성, 항산화 활성 또는 아세틸콜린에스테라제 저해 활성이 증대된, 꾸지뽕잎으로 사육한 누에 가수분해물, 및 이의 제조방법

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
생리활성이 극대화된 꾸지뽕누에 사양기술 확립을 위한 pilot scale의 최적 사육조건 조사	30	100	현장실행가능성 확인
생리활성이 극대화된 꾸지뽕누에 의 영양 생리활성 성분 분석	30	100	기능성의 방향설정에 도움
일본 내수시장 현황 조사	20	100	시장 및 기술조사 충실히 이행
주관 연구기관의 기술가치 평가	20	100	국내 유일의 연구 추진/ 사업의 타당성 및 확장성을 확인함
합계	100점	100	

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

사업계획서에서 작성한 연구개발 내용을 충실히 이행하였음.

(건설팅: 화우/신안토종꾸지뽕/일본SYN의 현지 시장조사 진행 완료), 일본의 관련 산업동향 파악(누에 관련 심포지움 참석)

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

본 연구는 기술 및 확장성의 측면에서 대단히 가치가 있는 것으로 확인되고, 특히 바이오의약, 실험동물의 대체, 인공사료, 기타 기능성 소재, 유전자 조합 누에의 상업적 생산 등 다양한 분야로 확장 가능성이 확인되어 일본과의 경쟁에서도 늦지 않아야 할 것으로 사료됨(현재 관련 세계시장의 규모를 약 100조원 정도로 추산하고 있음).

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

본 기획과제를 수행하여 얻은 모든 자료와 연구결과들은 후속과제에서 선행연구자료로써 활용될 예정이며 이를 바탕으로 내실있는 양질의 후속연구 결과물 도출이 가능할 것으로 판단됨. 본 기획과제를 수행하여 얻은 모든 자료와 연구결과들은 후속과제에서 선행연구자료로써 활용될 예정이며 이를 바탕으로 내실있는 양질의 후속연구 결과물 도출이 가능할 것으로 판단됨. 특히 국제적으로도 꾸지뽕을 이용한 소재개발은 아직 전무한 상태로 국내의 환경을 최대로 살릴 수 있을 것으로 판단됨(신안군에 대단위 꾸지뽕 재배농장(20만평/15만주 이상)을 경영하고 있음).

IV. 보안성 검토

○ 연구책임자의 보안성 검토의견, 연구기관 자체의 보안성 검토결과를 기재함

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

이상없음

2. 연구기관 자체의 검토결과

이상없음