

벼 재배 안전성 향상을 위한 주요 세균병 및 벼멸구 저항성 육종 연구의 비용편익분석¹⁾

윤진우, 이동수*
전략컨설팅 혜안(주)

e-mail : trylds@sc-hyeon.co.kr

Cost-Benefit Analysis of Resistant Breeding Research about Major Bacteria and Nilaparvata lugens for Improving Rice Cultivation Safety

Jin-Woo Yun, Dong-su-Lee*
Strategy Consulting HyeAn

요 약

최근 기후변화로 인하여 고온성 병원 세균병과 돌발해충인 벼멸구 발생이 증가하고 있어 안정적 벼 재배에 위협이 되고 있다. 병해충에 대한 대응방안으로는 집중 예찰, 신속한 조치로 피해를 최소화할 수 있지만 최근 복합적으로 발생하는 피해에 대응하기 위해서는 복합내병충성 품종 개발 연구가 필요하다. 농촌진흥청에서는 농업 R&D 응용·개발과제로 벼 재배 안정성 향상을 위한 주요 세균병 및 벼멸구 저항성 육종 연구를 수행 할 계획이다. 이에 본 연구는 수행 예정인 연구과제의 투자 대비 효율성과 효과성을 사전에 검토하고자 비용편익분석을 통하여 경제성분석을 수행하였다. 비용편익분석은 국가 R&D 예비타당성조사(KISTEP)에서 활용되고 있다. 비용편익분석이란 개발된 기술의 사업화로 인한 총 편익(B, Benefit)과 총 비용(C, Cost)을 현재가치로 환산하여 총 편익의 현재가치를 총 비용의 현재가치로 나눈 것으로 B/C비율이 1이상이면 사업의 경제적 타당성이 있는 것으로 간주한다. 본 분석에서의 편익은 생산자 측면에서 고려하고 시장수요접근법을 활용하여 추정하였으며 비용은 연구비 총액(① 총비용)을 활용하였다. 시장수요접근법에 의한 편익은 ② 미래시장규모, ③ 사업기여율, ④ 부가가치율, ⑤ R&D기여율, ⑥ R&D사업화성공률 5가지 변수를 활용하여 편익을 추정한다. 분석 결과, 벼 재배 안전성 향상을 위한 주요 세균병 및 벼멸구 저항성 육종 연구 과제는 총 비용의 현재가치가 8.78억 원, 총 기대편익의 현재가치가 12.98억 원으로 나타나 B/C비율이 1.48으로 경제적 타당성 기준(B/C비율>=1)을 충족한 것으로 분석되었다. 따라서, 수행 예정인 과제가 기술개발 성공 후 기술사업화에 노력한다면 부가가치 증대 및 관련 산업 활성화에 큰 역할을 할 것으로 기대된다.

1. 서론

최근 기후변화로 인하여 고온성 병원 세균병(벼흰잎마름병, 세균벼알마름병)과 돌발해충인 벼멸구 발생이 증가하고 있어 안정적 벼 재배에 위협요인이 되고 있다. 병해충 피해 규모는 2016년 36억 7,400만원에서 2019년 342억 3,700만원으로 9.3배나 증가하였으며, 동 기간 피해면적 또한 63ha에서 479ha로 약 8배 가까이 증가하였다. 병해충에 대한 대응방안으로는 발생 예측의 과학화와 집중 예찰, 신속한 조치로 피해를 최소화할 수 있지만 가장 경제적이고 효과적인 대응방안은 저항성 품종 개발 및 재배이다. 기존의 품종 개발의 경우에는 벼흰잎마름병, 벼멸구 저항에 대한 개별적인 육종사업이 수행되었으나, 최근 복합적으로 발생하는 피해에 대응하기 위해서는 복합내병충성 품종 개발이 필요한 실정이다.

농촌진흥청에서는 농업 R&D 응용·개발과제로 벼 재배 안정성 향상을 위한 주요 세균병 및 벼멸구 저항성 육종 연구를 수행 할 계획이다. 이에 본 연구는 수행 예정인 연구과제의 투자 대비 효율성과 효과성을 사전에 검토하고자 비용편익분석을 통하여 경제성분석을 수행하였다.

2. 본론

2.1 비용편익분석

본 분석은 국가 R&D 예비타당성조사(KISTEP)에서 사용되고 있는 비용편익분석(비용편익비율분석)을 활용하였다. 비용편익분석이란 개발된 기술의 사업화로 인한 총 편익(B, Benefit)과 총 비용(C, Cost)을 현재가치로 환산하여 총 편익의 현재가치를 총 비용의 현재가치로 나눈 것이다. B/C비율이 1이상이면 사업의 경제적 타당성이 있는 것으로 간주한다. 이를 수식으로 나타내면 다음 식(1)과 같다.

1) 본 연구는 농촌진흥청의 연구사업(과제번호 : PJ015036022021)에 의해 이루어진 것임

$$\frac{B}{C} = \left(\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} \right) / \left(\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} \right) \quad (1)$$

여기서, B_t : t 시점의 편익

C_t : t 시점의 비용

r : 할인율

n : 분석기간

본 분석에서의 편익은 생산자 측면에서 고려하고 시장수요 접근법을 활용하여 추정한다. 그리고 비용은 연구비 총액(① 총비용)이 된다. 본 접근법은 해당 연구개발과제의 수행에 따라 예상되는 미래시장규모의 증가분에 연구개발과제의 순수한 기여분을 찾아 편익으로 산정하는 방법이다. 시장수요 접근법에 의한 편익은 ② 미래시장규모, ③ 사업기여율, ④ 부가 가치율, ⑤ R&D기여율, ⑥ R&D사업화성공률 5가지 변수를 활용하여 편익을 추정한다.

2.2 비용편익분석을 위한 변수 추정

① 총비용 : 사전경제성분석 대상에 투입되는 총 연구비는 1,000백만 원이며, 2022년부터 2026년까지 연구를 수행한다. 각 연도별 연구비를 비용편익분석을 위해 현재가치화하면 878백만 원이다. 현재가치화에 사용되는 할인율은 국가 연구개발과제 예비타당성분석에 사용되는 사회적 할인율 4.5%를 적용하였다.

[표 1] 연구개발 비용

(단위 : 백만 원)

구 분	계	2022	2023	2024	2025	2026
연도별 연구비	1,000	200	200	200	200	200
연구비 현재가	878	191	183	175	168	160

② 미래시장규모 : 미래시장규모는 연구개발을 통해 개발될 것으로 예상되는 기술제품 또는 서비스의 시장규모를 말한다. 미래시장규모는 연구개발의 경제성을 측정하는 데 있어 가장 중요한 요소이며, 연구기획에서도 핵심적인 요소이다.

본 연구과제의 미래시장규모 추정을 위해서 다음 [표 2]와 같이 시장규모 결정요인을 검토하였다. 남부지역 벼재배면적은 통계청의 농업면적조사와 한국농촌경제연구원의 2021 농업전망을 활용하여 추정하였다. 또한 재배면적 상위 품종 중 최고품질(병해충 저항성) 품종 비중은 국립종자원의 정부 보급종 특성표를 활용하였으며, 벼 종자 소요량은 농촌진흥청의 벼 직파재배기술의 소요량을 활용하였다. 마지막으로 메벼의 공급가격은 국립종자원의 벼 종자 공급액과 미래시장 전망을 위해 통계청 소비자물가지수를 적용하였다.

[표 2] 미래시장규모 결정요인 검토

시장결정 요인	검토 내용
남부지역 벼 재배면적	통계청 : 국내 남부지역 벼 재배면적은 연평균 2.2%씩 감소하였음 . 한국농촌경제연구원 : 벼 수급 동향, 쌀의 소비 트렌드 변화, 코로나 19 등의 이유로 향후 2021년 이후 재배면적 감소 폭은 연평균 1.1%의 감소추세를 보일 것으로 전망됨 .
재배면적 상위 품종 중 최고품질 품종 비중	국립 종자원, 이투데이 : 국내 품종별 재배면적 연도별 추이에서 상위 20위 안에 위치한 최고품질 중 각 연도별 품종 특성을 살펴본 결과 흰잎마름병에 저항성을 갖는 품종은 삼광, 운광, 대보, 영호진미로 그 비중은 16.3%로 나타남 .
벼 종자 소요량	농촌진흥청 : 벼 종자는 일반적으로 10a당 4~5kg 가 소요되므로, 종자소요량을 1ha당 50kg로 산정함 .
메벼 공급가격 (소비자 물가지수 적용)	국립 종자원 : 벼 종자는 20kg당 51,150(소독)원에 공급되고 있음 . 통계청 : 미래 시장규모 추정을 위해선 현재 메벼의 공급가격에 소비자 물가지수를 적용하여 가격의 변화율(최근 5년, 1.08%)을 고려

상기 검토내용을 바탕으로 다음 [표 3]과 같은 가정을 통해 복합내병충성 벼 신품종의 미래시장규모를 추정하였다.

[표 3] 미래시장규모 추정 프로세스

복합내 병충성 벼 신품종	=	남부지역 벼 재배면적	X	재배면적 상위 품종 중 최고품질 (병해충 저항성) 벼 재배면적 비중	X	1ha 당 종자 소요량	X	메벼의 공급가격
---------------	---	-------------	---	---------------------------------------	---	--------------	---	----------

해당 연구에서 개발하고자 하는 기술은 기술수명이 11년으로 연구개발이 끝난 후 2027년부터 2037년까지 기술의 영향력이 지속될 것으로 판단된다. 시장규모의 현재가치화를 위해 연구개발 비용에 대해 적용해준 할인율과 같은 사회적 할인율 4.5%를 적용하였으며, 앞선 시장규모추정 결정요인을 적용한 미래시장규모와 시장규모현재가는 다음 [표 4]와 같다.

[표 4] 미래시장규모 추정

(단위 : 억 원)

구 분	2027	2028	2029	2030	2031	2032
미래시장규모	82.90	82.86	82.82	82.77	82.73	82.69
시장규모현재가	63.66	60.89	58.24	55.70	53.27	50.95
구 분	2033	2034	2035	2036	2037	
미래시장규모	82.65	82.60	82.56	82.52	82.48	
시장규모현재가	48.74	46.61	44.58	42.64	40.78	

③ 사업기여율 : 해당 연구개발을 통해 개발될 것으로 예상되는 기술제품 또는 서비스의 미래시장규모에서 어느 부분까지를 해당 사업에 의한 기여분으로 고려할 것인가를 결정하는 것이다. 이는 미래시장규모에서 해당 연구개발 성과물의 기대점유율을 의미하며 식(2)와 같이 계산된다.

$$\text{사업기여율}(F) = \frac{K}{K+A+P} \quad (2)$$

여기서, K : 동 사업의 연구개발 투자 규모

A : 해당 기술 제품과 경쟁관계에 있는 제품의 기존 정부연구개발 투자규모

P : 해당 기술 제품과 경쟁관계에 있는 제품에 대한 민간연구개발 투자규모

해당 기술로 인한 편익 발생 시점 이후의 시장규모는 해당 R&D 뿐만 아니라 동 시점을 전·후하여 추진되는 타 연구개발사업의 성과에도 영향을 받기 때문에 이를 고려해야한다. 조사된 기존 정부 연구비 규모에 분석 대상 과제의 연구비를 더해 총 정부 연구비를 구한 후 해당 분야에 대한 정부 대 민간의 연구개발투자 비율을 적용한 사업기여율은 0.352(35.2%)로 추산되었다.

④ 부가가치율 : 해당 과제는 벼 재배 안전성 향상을 위한 주요 세균병 및 벼멸구 저항성 육종 연구 관한 것으로 향후 해당 신품종이 농업현장에서 활용할 것으로 예상된다. 따라서, 가장 최근에 한국은행에서 공표한 산업연관표(실측표, 2015년 기준)를 활용하여 부가가치율을 추정하였다. 추정결과 ‘산업연관표 기본부문 코드’ 0195(종자)의 부가가치율은 52.3%로 도출되었다.

⑤ R&D기여율 : R&D 결과물로 인해 창출될 것으로 기대되는 부가가치에서 R&D가 기여한 부분을 고려해주는 것을 의미한다. 즉, 신규로 창출되는 부가가치에서 R&D의 몫을 얼마나 인정해줄 것인가를 결정하는 것을 말한다. 조사 결과 해당 기술이 속한 ‘농림축수산물식품업종분류코드’ 0114(종자및묘목 재배업)의 평균 기술자산비중은 39.5%이므로 이를 R&D기여율로 산정하였다.

⑥ R&D사업화성공률 : 기술개발 결과가 시장에서 편익창출로 이어지는 확률을 의미한다. R&D사업화성공률은 KISTEP에서 조사한 2018년도 성과활용현황 조사 분석 보고서의 분야별 사업화 성공률 중 벼 신품종과 관련된 분야인 ‘바이오의료’분야의 사업화성공률인 31.5%를 적용하였다.

3. 분석결과 및 결론

앞서 조사된 주요 변수를 적용하여 연구개발사업의 기대편익을 도출하고 총 연구비로 나눠 비용편익비율을 산출하였다. 벼 재배 안전성 향상을 위한 주요 세균병 및 벼멸구 저항성 육종 연구 과제는 총 비용의 현재가치가 8.78억 원, 총 기대편익의 현재가치가 12.98억 원으로 나타나 B/C비율이 1.48으로 경제적 타당성 기준(B/C비율>=1)을 충족한 것으로 분석되었다. 따라서, 수행 예정인 과제가 기술개발 성공 후 기술사업화에 노력한다면 부가가치 증대 및 관련 산업 활성화에 큰 역할을 할 것으로 기대된다.

[표 5] 비용편익분석 결과

구 분	사업기여율	부가가치율	R&D기여율	R&D사업화성공률
기술	35.2%	52.3%	39.5%	31.5%
BC-ratio	1.48			
	총 편익 현재가	= 12.98억 원	총 비용 현재가	= 8.78억 원

참고문헌

- [1] 국립종자원, 2021년도 정부보급종 품종특성표.
- [2] 국립종자원, 정부 보급종 품종 안내.
- [3] 농업기술실용화재단, 2017 농식품기술가치평가 실무매뉴얼, 2017.
- [4] 조영찬 외, 우리나라 벼 품종개발 변천사 및 성과, 한국육종학회지. Special Issue:58-72(2020. 4).
- [5] 한국과학기술기획평가원, 2015년 연구개발활동조사 보고서, 2017.
- [6] 한국과학기술기획평가원, 연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침(제2판), 2014.
- [7] 한국과학기술기획평가원, 2018년도 국가연구개발사업 성과분석보고서, 2021.
- [8] 한국농촌경제연구원, 2021 농업전망, 2021. 01.
- [9] 한국은행, 2015 산업연관표, 2019.
- [10] 통계청, 소비자물가지수
- [11] 통계청, 농업면적조사 - 시군별 논벼 재배면적.
- [12] 국립종자원 홈페이지(https://www.seednet.go.kr/order/price_service.do)
- [13] 국가과학기술지식정보서비스 홈페이지 (<https://www.ntis.go.kr/ThMain.do>).
- [14] 이투데이, “[2018 국감] 국내 최고품질 쌀, 일본 품종에 밀려 ‘찬밥’ 신세”, 2018.10.12.
- [15] 이뉴스투데이, “‘농가, 병해충 피해 급증에 ‘고통’...5년새 피해면적 7.6배·피해액 역대 최대 예상””, 2020.11.16.