

이 과제는 2024년 고용노동부의 「고용영향평가사업」에 관한
위탁사업에 의한 것임

그린바이오산업 육성전략의 고용영향



본 보고서는 한국노동연구원 고용영향평가센터의 2024년 고용영향평가 사업으로 수행한 연구결과입니다.

연구주관 · 시행기관 : 한국노동연구원

연구진

연구책임자 : 김세움(한국노동연구원 선임연구위원)

참여연구자 : 안균원(한국노동연구원 부연구위원)

유도일(서울대 농경제사회학부 부교수)

이정민(한국농촌경제연구원 부연구위원)

목 차

요 약	i
제1장 서 론	1
제1절 연구 목적	1
제2절 연구 내용	3
제3절 연구 방법	4
제4절 선행연구 검토	7
1. 그린바이오산업 분류 및 시장 규모 연구	7
2. 그린바이오 경제 효과	10
3. 선행연구와의 차별성	17
제5절 고용연계성	18
제2장 그린바이오산업의 개요 및 현황	20
제1절 그린바이오산업의 개념과 범위	20
제2절 그린바이오산업 현황	22
제3절 그린바이오산업 인력 현황	26
제4절 그린바이오 관련 정책현황	30
제5절 그린바이오 기업의 산업화 단계별 지원정책	34
제3장 그린바이오산업 육성전략의 고용 영향: 국내 바이오산업 실태조사 자료 분석	39
제1절 분석 자료 및 방법	39
제2절 분석 결과	43
1. 기초통계	43
2. 비모수회귀분석	45
3. 성향점수매칭 분석	48

제3절 소 결	64
제4장 그린바이오 기업 대상 설문조사 및 FGI 결과 분석	67
제1절 설문조사 및 FGI 개요	67
1. 설문조사 대상 및 범위	67
2. 설문조사 방법	69
3. FGI 개황	70
제2절 설문조사 분석 결과	71
1. 기업 특성	71
2. 기업 일반 현황	74
3. 기업 고용 인력의 양 및 질 변화 내역	81
4. 그린바이오 육성 정책 수요 및 효과 전망	85
5. 그린바이오산업 육성전략의 주요 과제별 IPA 분석 결과	91
제3절 FGI 분석 결과	93
제4절 소 결	97
제5장 그린바이오산업 육성전략의 고용 영향: 자체 설문조사 자료 분석	101
제1절 분석 자료 및 방법	101
1. 이중차분모형	102
2. 성향점수매칭-이중차분모형	103
3. 분석자료 구축	104
제2절 분석 결과	108
1. 기초통계	108
2. 비모수회귀분석	111
3. 이중차분모형 분석 결과	113
4. 성향점수매칭 이중차분모형 분석 결과	121
제3절 소 결	130

제6장 그린바이오산업 육성전략 개선을 위한 정책 제언	132
제1절 개선방안	132
제2절 개선을 통한 기대효과: 시나리오 분석	135
1. 그린바이오산업 육성전략의 경제적 파급효과 분석	135
2. 산업연관 분석	136
3. 설문조사 활용 산업파급효과 분석	142
참고문헌	148

표 목 차

〈표 1- 1〉 바이오산업 중 본 연구 범위 포함 여부	5
〈표 1- 2〉 그린바이오 관련 선행연구	13
〈표 2- 1〉 그린·화이트·레드 바이오산업의 정의 및 분류	21
〈표 2- 2〉 그린바이오산업 항목의 주요 내용	21
〈표 2- 3〉 애그편더의 그린바이오 부문 투자액	23
〈표 2- 4〉 글로벌 그린바이오 시장규모 및 전망	24
〈표 2- 5〉 그린바이오산업 규모 산정 시 자료 출처	24
〈표 2- 6〉 그린바이오 주요 산업별 규모	26
〈표 2- 7〉 그린바이오 중소 및 벤처기업의 평균 근로자 수	27
〈표 2- 8〉 바이오산업 종사자 수	27
〈표 2- 9〉 바이오산업 종사자 중 연구직 인력 통계	28
〈표 2-10〉 바이오산업 종사자 중 생산직 인력 통계	29
〈표 2-11〉 그린바이오산업 관련 법령과 계획	33
〈표 2-12〉 그린바이오산업화 단계별 기업 지원정책	35
〈표 3- 1〉 처치집단 정의 및 각 정의별 표본 내 비중	43
〈표 3- 2〉 기초통계	44
〈표 3- 3〉 성향점수매칭 1단계: 로짓 분석(종사자 수 1인 이상 기업 전체 표본, 그린바이오에 식품 포함)	50
〈표 3- 4〉 처치효과 분석: 기본 모형(종사자 수 1인 이상 기업 전체 표본, 그린바이오에 식품 포함)	51
〈표 3- 5〉 처치효과 분석: 매칭 숫자 2개 이상(종사자 수 1인 이상 기업 전체 표본, 그린바이오에 식품 포함)	51
〈표 3- 6〉 처치효과 분석: 매칭 숫자 3개 이상(종사자 수 1인 이상 기업 전체 표본, 그린바이오에 식품 포함)	51
〈표 3- 7〉 성향점수매칭 1단계: 로짓 분석(종사자 수 1인 이상 기업 전체 표본, 그린바이오에 식품 제외)	53

〈표 3- 8〉 처치효과 분석: 기본 모형(종사자 수 1인 이상 기업 전체 표본, 그린바이오에 식품 제외)	53
〈표 3- 9〉 처치효과 분석: 매칭 숫자 2개 이상(종사자 수 1인 이상 기업 전체 표본, 그린바이오에 식품 제외)	54
〈표 3-10〉 처치효과 분석: 매칭 숫자 3개 이상(종사자 수 1인 이상 기업 전체 표본, 그린바이오에 식품 제외)	54
〈표 3-11〉 성향점수매칭 1단계: 로짓 분석(종사자 수 300인 미만 기업 표본, 그린바이오에 식품 포함)	56
〈표 3-12〉 처치효과 분석: 기본 모형(종사자 수 300인 미만 기업 표본, 그린바이오에 식품 포함)	56
〈표 3-13〉 처치효과 분석: 매칭 숫자 2개 이상(종사자 수 300인 미만 기업 표본, 그린바이오에 식품 포함)	57
〈표 3-14〉 처치효과 분석: 매칭 숫자 3개 이상(종사자 수 300인 미만 기업 표본, 그린바이오에 식품 포함)	57
〈표 3-15〉 성향점수매칭 1단계: 로짓 분석(종사자 수 300인 미만 기업 표본, 그린바이오에 식품 제외)	58
〈표 3-16〉 처치효과 분석: 기본 모형(종사자 수 300인 미만 기업 표본, 그린바이오에 식품 제외)	58
〈표 3-17〉 처치효과 분석: 매칭 숫자 2개 이상(종사자 수 300인 미만 기업 표본, 그린바이오에 식품 제외)	59
〈표 3-18〉 처치효과 분석: 매칭 숫자 3개 이상(종사자 수 300인 미만 기업 표본, 그린바이오에 식품 제외)	59
〈표 3-19〉 성향점수매칭 1단계: 로짓 분석(종사자 수 100인 미만 기업 표본, 그린바이오에 식품 포함)	60
〈표 3-20〉 처치효과 분석: 기본 모형(종사자 수 100인 미만 기업 표본, 그린바이오에 식품 포함)	61
〈표 3-21〉 처치효과 분석: 매칭 숫자 2개 이상(종사자 수 100인 미만 기업 표본, 그린바이오에 식품 포함)	61
〈표 3-22〉 처치효과 분석: 매칭 숫자 3개 이상(종사자 수 100인 미만 기업 표본, 그린바이오에 식품 포함)	62
〈표 3-23〉 성향점수매칭 1단계: 로짓 분석(종사자 수 100인 미만 기업	

표본, 그린바이오에 식품 제외)	62
〈표 3-24〉 처치효과 분석: 기본 모형(종사자 수 100인 미만 기업 표본, 그린바이오에 식품 제외)	63
〈표 3-25〉 처치효과 분석: 매칭 숫자 2개 이상(종사자 수 100인 미만 기업 표본, 그린바이오에 식품 제외)	64
〈표 3-26〉 처치효과 분석: 매칭 숫자 3개 이상(종사자 수 100인 미만 기업 표본, 그린바이오에 식품 제외)	64
〈표 4- 1〉 설문조사 대상 유형 및 분포	68
〈표 4- 2〉 설문조사 항목 및 내용	69
〈표 4- 3〉 기업 특성	72
〈표 4- 4〉 2020년 6월 이전 설립 기업 주요 업종 비중	74
〈표 4- 5〉 연간 매출액, 영업이익, 연간투자액(2016~2023년)	77
〈표 4- 6〉 조사대상 유형별 연간 채용 규모(2026~2029년)	79
〈표 4- 7〉 조사대상 유형별 신규채용자 초임 연봉(세전)(2026~2029년)	80
〈표 4- 8〉 조사대상 유형별 그린바이오산업 관련 정책 수혜 여부	80
〈표 4- 9〉 종사상지위별 고용 규모 변화(2020~2024년)	82
〈표 4-10〉 1인당 평균 연간 급여(2016~2023년)	84
〈표 4-11〉 FGI 대상 현장 전문가 분야	93
〈표 5- 1〉 연도별 기초통계량	105
〈표 5- 2〉 기업 범주별 기초통계(2020년)	107
〈표 5- 3〉 기업 범주별 기초통계(2024년)	108
〈표 5- 4〉 기초통계(2020년)	109
〈표 5- 5〉 기초통계(2024년)	110
〈표 5- 6〉 처치집단과 통제집단 특성 비교(2020년)	111
〈표 5- 7〉 이중차분 분석 결과	114
〈표 5- 8〉 이중차분 분석 결과(300인 미만 기업)	115
〈표 5- 9〉 이중차분 분석 결과(100인 미만 기업)	116
〈표 5-10〉 이중차분 분석(상용직)	118
〈표 5-11〉 이중차분 분석(임시 및 일용직)	119

〈표 5-12〉 이중차분 분석(평균임금 수준)	120
〈표 5-13〉 이중차분 분석(초과 근무시간)	121
〈표 5-14〉 성향점수매칭 : 로지스틱 회귀분석	123
〈표 5-15〉 성향점수매칭의 균형검증(Balancing test)	123
〈표 5-16〉 성향점수매칭-이중차분 분석	125
〈표 5-17〉 성향점수매칭-이중차분 분석(상용직)	126
〈표 5-18〉 성향점수매칭-이중차분 분석(임시 및 일용직)	127
〈표 5-19〉 성향점수매칭-이중차분 분석(평균임금 수준)	128
〈표 5-20〉 성향점수매칭-이중차분 분석(초과 근무시간)	129
〈표 6- 1〉 그린바이오산업 분류체계	135
〈표 6- 2〉 그린바이오산업의 산업연관 분석 결과 종합	141
〈표 6- 3〉 그린바이오산업의 산업연관 분석과 타 산업 비교	141
〈표 6- 4〉 영향력 및 감응도 계수	141
〈표 6- 5〉 설문조사 응답 기업의 2023년 대비 매출 증가 비율 전망	142
〈표 6- 6〉 그린바이오산업 기준 산업연관분석 유발계수 정리	143
〈표 6- 7〉 그린바이오산업 기업 설문조사 산업파급효과 분석	143
〈표 6- 8〉 시나리오별 그린바이오산업 증가율	144
〈표 6- 9〉 시나리오별 그린바이오산업 규모 전망	145
〈표 6-10〉 그린바이오산업 성장에 따른 생산유발액 전망	145
〈표 6-11〉 그린바이오산업 성장에 따른 취업유발액 전망	146
〈표 6-12〉 그린바이오산업 성장에 따른 고용유발액 전망	147

그림목차

[그림 1-1] 그린바이오산업 육성전략의 고용연계성	18
[그림 3-1] 그린바이오 품목 매출 비중과 종사자 수: 비모수회귀분석(300인 미만 기업 표본, 매출 비중 산정 시 식품 포함)	46
[그림 3-2] 그린바이오 품목 매출 비중과 종사자 수: 비모수회귀분석(100인 미만 기업 표본, 매출 비중 산정 시 식품 포함)	46
[그림 3-3] 그린바이오 품목 매출 비중과 종사자 수: 비모수회귀분석(300인 미만 기업 표본, 매출 비중 산정 시 식품 제외)	47
[그림 3-4] 그린바이오 품목 매출 비중과 종사자 수: 비모수회귀분석(100인 미만 기업 표본, 매출 비중 산정 시 식품 제외)	48
[그림 4-1] 2020년 6월 기준 그린바이오 기업 주요 품목 비중	75
[그림 4-2] 1인당 평균 급여 변화 비율 분포(2020.6~2024.6)	83
[그림 4-3] 인력확보 방법	86
[그림 4-4] 인력확보 문제점	87
[그림 4-5] 그린바이오산업과 농식품산업 간 상생 관계	88
[그림 4-6] 그린바이오 통계 구축 시 관련 기업 활동 도움 정도	89
[그림 4-7] 그린바이오산업 육성 전략 과제 중요성	90
[그림 4-8] 그린바이오산업 육성 전략 과제 시급성	91
[그림 4-9] 그린바이오산업 육성전략의 IPA 분석 결과	92
[그림 5-1] 2020년 기업 평균 종사자 수 분포	106
[그림 5-2] 2024년 기업 평균 종사자 수 분포	106
[그림 5-3] 그린바이오산업 육성전략 수혜여부와 종사자 수: 비모수회귀 분석(300인 미만 기업 표본)	112
[그림 5-4] 그린바이오산업 육성전략 수혜여부와 종사자 수: 비모수회귀 분석(100인 미만 기업 표본)	112

요 약

1. 서론

□ 연구 목적

○ 본 연구는 2020년 이후 농림축산식품부가 시행하여 온 그린바이오 산업 육성전략의 고용효과 분석을 위해, 국내 바이오산업 실태조사 자료 등 기존 가용 자료 및 자체적으로 실시한 설문조사 결과를 활용하여 주로 양적 분석을 수행하되, 일부 질적 분석을 추가하여 고용창출력 제고를 위한 산업 육성전략 개선 관련 제언을 제시하는 데 목적을 둔.

- 양적 분석에 있어 기존 자료 및 본 연구를 위해 자체 생성한 자료를 병행 활용하여 그린바이오산업 육성전략이 고용의 양과 질에 미친 영향을 미시계량 방법론을 통해 최대한 엄밀히 분석함.
- 더불어 그린바이오 기업 대상 설문조사에 향후 정책 개선 방향에 따라 예측되는 고용 효과에 대한 시나리오 분석용 설문을 포함하고, 그 결과를 활용한 분석 결과를 제시함.
- 이때 시나리오 분석을 통해 예측되는 정책 시나리오별 고용 증대 효과를 제시함에 있어, 그린바이오산업 내에서의 효과뿐만 아니라 산업연관분석을 통해 전후방 연관 산업에서의 고용효과를 함께 제시함.

□ 연구 내용

○ 그린바이오산업 및 육성정책의 개요 및 현황, 관련 선행연구 검토

○ 그린바이오산업 육성전략 시행이 그린바이오 기업의 고용 성과와 갖는 관계에 대한 미시계량 분석

- 기존 자료 중 본 연구 목적을 위해 사용 가능한 유일한 자료인 국내 바이오산업 실태조사의 가용한 최근 연도 원자료를 활용하여, 해당 조사 대상 표본 중 그린바이오 기업으로 분류되는 기업의 고용 지표가 그렇지 않은 기업의 고용 지표 대비 어떠한 양상을 나타내는지 분석함.

- 한편 좀 더 엄밀한 분석방법론 적용을 위해 자체 설문조사를 통해 미시계량 분석용 자료를 생성하고, 해당 자료를 활용한 분석을 통해 2020년 그린바이오 육성 방안 실시 전과 후의 고용의 양적·질적 변화에 있어 정책 수혜 기업과 타 기업 간 유의미한 차이가 발견되는지 살펴봄.

○ 그린바이오 기업에 대한 설문조사 및 FGI 실시 및 결과 분석

- 그린바이오 기업 및 비교집단 기업에 대한 설문조사를 실시하여, 산업 육성 전략의 고용효과에 대한 미시계량 분석용 자료를 생성하고 더불어 그린바이오 기업을 대상으로 정책 개선 시나리오별 고용효과 도출을 위한 기초 자료를 수집함.

- 그린바이오 육성 전략 수혜 기업에 대한 FGI를 실시하여 그 결과를 질적으로 분석하고 정책 제언 수립에 참조함.

○ 정책 제언

- 분석 결과를 종합하여 고용창출력 제고를 위해 요구되는 그린바이오산업 육성전략 개선 관련 정책 제언을 제시하고, 정책 효과 시나리오별 고용효과를 그린바이오산업 내뿐만 아니라 전후방 산업연관효과까지 아울러 산출하여 제시함.

□ 연구 방법

○ 연구 범위

- 본 연구에서 초점을 맞추는 정부 정책 대상인 그린바이오산업의 범위에 있어, 미시계량 분석에서는 식품 분야를 포함한 분석결과를 제시하되 정책 시나리오별 고용효과 분석 및 정책 제언에서는 기존 고용영향평가 연구와의 차별화를 위해 식품 및 곤충을 제외한 그린바이오 분야에 초점을 맞춤.

○ 연구 자료

- 그린바이오산업에 해당하는 업종 분류 체계가 일반적인 표준산업분류와 상이한 관계로, 고용영향평가 연구에서 흔히 활용되는 자료(고용보험DB, 고용형태별근로실태조사, 직종별사업체노동력조사, 한국기업데이터 자료 등)를 활용할 수 없음.
- 이러한 한계를 감안하여, 본 연구에서는 산업통상자원부 국내 바이오산업 실태조사 자료, 한국은행 산업연관표 및 본 연구를 위해 자체적으로 수행한 설문조사 및 FGI 자료를 활용

○ 설문조사 및 FGI

- 미시계량 분석용 자료 생성을 위한 설문 및 시나리오 분석용 자료 수집을 위한 설문 등으로 구성된 자체 설문조사는 전문 조사업체에 위탁하여 실시
- FGI 역시 농식품부의 그린바이오산업 육성 정책의 직접 수혜 그룹을 대상으로 실시함으로써 유의미한 질적 자료 수집에 초점을 맞춤.

□ 선행연구 검토

- 그린바이오 관련 선행연구는 그린바이오산업 분류 및 시장 규모에 관한 연구, 그린바이오의 경제 효과에 대한 연구 등이 존재
- 선행연구와 비교하여 본 연구는 바이오산업 관련 국가승인 통계로 ‘국내 바이오산업 실태조사’가 유일한 상황에서 그린바이오 분야에 초점을 맞춘 설문조사를 실시, 기초 시사점을 제공함으로써 향

후 그린바이오산업에 구체화된 통계 자료가 구축될 수 있도록 기여할 수 있음.

- 이와 함께 신산업 분야로서 관련 통계 자료가 부재한 그린바이오 산업의 특수성으로 인해 가용 통계 확보가 가능한 특정 부문에만 경제적 파급 효과가 분석되어 온 것과 달리, 본 연구는 자체 설문 조사를 통해 그간 다루어지지 않았던 세부 분야에 대한 고용 효과를 평가할 수 있음.

□ 고용연계성

- 그린바이오산업 육성전략이 효과적으로 시행될 경우, 기존 그린바이오 기업의 경쟁력 강화를 통한 그린바이오 품목 생산, 매출 증대 및 신생 그린바이오 기업의 안정적인 성장이 가능해짐.
- 이는 그린바이오 기업 고용의 양적 증대(종사자 수 증가) 및 질적 제고(임금수준 상승, 고용안정성 제고, 초과 근로시간 감소 등)를 가능하게 하고, 그린바이오의 산업연관 효과를 통한 전후방 연관 산업의 생산 및 매출 제고를 통해 그린바이오 전후방 연관 산업의 고용 증대를 초래함.
- 다만 농림축산식품부의 그린바이오산업 육성전략은 재정지원 일자리사업처럼 단기간에 일자리의 양과 질에 직접적이고 긍정적인 효과를 나타내야 하는 성격의 정책이 아니므로, 이러한 고용연계성은 그린바이오 육성 정책이 필요한 부분의 개선을 거쳐 지속적으로 추진될 때 중장기적으로 나타날 고용효과의 발현 경로로 이해할 필요가 있음.

2. 그린바이오산업의 개요 및 현황

□ 그린바이오산업의 개념과 범위

○ 그린바이오산업의 개념

- 그린바이오산업은 농업생명자원에 생명공학기술 등을 적용, 농업 및 전·후방산업 전반에 대해 부가가치를 창출하는 산업으로 정의(그린바이오산업 육성에 관한 법률)
- 그린바이오산업에서 생산된 제품은 자체로 소비되는 동시에 레드바이오(의료) 및 화이트바이오(환경 및 에너지) 산업계의 중간재로 투입되는 특징을 가지고 있으므로 그린바이오산업은 바이오산업의 기초분야를 차지

○ 그린바이오산업의 범위

- 그린바이오산업의 주요 범위는 종자, 미생물(비료/농약/사료첨가제, 식품), 동물용 의약품, 곤충, 천연물, 식품소재 등을 들 수 있음.

□ 그린바이오산업 현황

○ 국내 그린바이오산업 현황 및 전망

- 2022년 기준 그린바이오 시장규모는 2조 9,723억 원으로 2018년 2조 4,199억 원에서 연평균 5.3% 증가하였음. 이 중 규모가 가장 큰 항목은 미생물(1조 721억 원)로서 36.1%를 차지하고 있음. 이어서 식품소재가 9,745억 원(32.8%), 천연물이 7,208억 원(24.2%)을 차지하는 것으로 분석됨.

□ 그린바이오산업 인력 현황

- 바이오산업 실태조사에서 바이오 의약, 화학·에너지, 식품, 환경,

의료기기, 장비 및 기기, 자원, 서비스로 분류하고 있어 그린바이오와 관련된 항목이 식품으로 한정됨. 그린바이오를 식품으로 한정해서 살펴볼 경우 그린바이오산업 종사자 수는 2016년 6,286명에서 2022년 7,639명으로 연평균 3.3% 증가

- 그린바이오산업의 연구직 관련 종사인력은 2016년의 1,622명에서 2022년 1,768명으로 연평균 1.4% 증가

□ 그린바이오 관련 정책현황

- 그린바이오 융합형 신산업 육성방안(2020. 9. 관계부처 합동)
 - 그린바이오 융합형 신산업 육성방안은 ‘그린바이오산업을 통해 신(新)혁신성장동력 육성 및 사회경제적 문제 해결’을 비전으로 제시하였으며, 목표로는 국내 그린바이오산업 규모 확대(2019년 4.5조 원→2030년 12.3조 원)와 고용규모 확대(2019년 2만 명→2030년 4.3만 명)를 제시함.
- 그린바이오산업 육성전략(2023. 2. 농림축산식품부)
 - 그린바이오산업 육성전략은 ‘바이오 기반 농식품 New Value Chain 육성’을 비전으로 제시하였으며, 목표로는 국내 그린바이오산업 확대(2020년 5.4조 원→2027년 10조 원), 그린바이오 글로벌 및 유니콘 기업 증대(2022년 1개→2027년 15개), 그린바이오산업 수출액 확대(2020년 2.7조 원→2027년 5조 원)를 제시함.

□ 그린바이오 기업의 산업화 단계별 지원정책

- 그린바이오산업은 바이오산업의 기초를 담당하는 기반산업이며, 동시에 농업분야의 신성장 동력원으로 주목받고 있음.
 - 그린바이오는 바이오 기술을 중심으로 새로운 제품 생산 및 수요를 창출하는 산업으로서, 그린바이오산업의 고용효과는 관

련 기업의 제품화와 밀접한 관련이 있으므로 기업의 산업화 단계별 지원정책 현황 파악 및 미비한 정책지원 분석을 통해 고용 증대를 유도할 필요

- 그린바이오산업의 단계별 기업 지원정책은 종자, 동물용 의약품, 비료·농약·사료첨가제, 식품(미생물), 곤충, 천연물, 식품소재 등 분야별로 소재발굴·정보제공 단계, 시험·평가 단계, 제형·상품화 단계, 대량생산 단계, 수출 단계로 나누어 각각 거점단지를 두고 시행 중

- 시사점

- 현재 석박사 위주 전문 연구인력 양성 중심의 접근방법은 제품 개발 초기 단계에는 적합하지만, 상품화를 위한 대량생산 및 수출 관련과 밀접한 인력 확보에는 한계가 있어 단계별로 차별화된 인력지원 방안이 필요함.
- 기업의 성장을 통한 고용인력 증대를 위해 현재 기업의 지원정책을 생애주기별로 구분하여 살펴본 결과 기업 성숙단계와 판로 확보에 대한 지원정책이 부족

3. 그린바이오산업 육성전략의 고용 영향 : 국내 바이오산업 실태 조사 자료 분석

□ 분석 자료 및 방법

- 2020년 정부의 그린바이오산업 육성 전략이 본격적으로 시작된 점을 감안하여, 가용한 기존 자료의 최신 연도를 기준으로 그린바이오 기업의 고용 현황을 기타 바이오산업 부문 기업과 비교 분석한 결과를 제시함.
- 이를 위해 산업통상자원부가 주관하고 한국바이오협회가 전담기관으로서 2016년 이후 실시해 온 국내 바이오산업 실태조사 원자

료를 통계청 마이크로데이터 통합서비스(MDIS)상에서 다운로드 받아 본 연구에 활용

- 본 연구 이전에는 국내 바이오산업 실태조사 원자료를 통계청 MDIS상에서 다운로드가 가능하다는 사실을 관련 연구자들이 잘 인지하지 못하였으나 본 고용영향평가 연구를 기점으로 해당 원자료를 활용한 연구가 활발해질 것을 기대함.

- 국내 바이오산업 실태조사 원자료가 가용한 최근 연도는 2022년으로서, 조사 대상 기업의 2022년 말 기준 종사자 수, 2022년 1년간의 연구개발비 및 시설투자비, 2022년 매출이 발생하고 있는 바이오산업 부문 제품, 서비스 혹은 거래기술의 품목 분류 코드 및 국내판매액과 해외수출액 관련 응답 내역을 포함

○ 국내 바이오산업 실태조사 원자료의 경우, 2020년 그린바이오 육성 전략 시행 이전 시점과 이후 시점에 지속적으로 조사 표본에 포함된 기업을 식별할 방법이 없어 이상적인 방법론인 이중차분법을 적용할 수 없음.

○ 대신 최근 연도인 2022년 원자료를 사용하여 그린바이오 및 비그린바이오(화이트바이오 혹은 레드바이오) 기업 간 종사자 수가 어떤 차이를 보이는지에 대해 성향점수매칭(propensity score matching) 방법론을 사용하여 분석한 결과를 제시함.

○ 2020년에 시작된 농식품부의 그린바이오산업 육성 전략의 수혜를 받은 처치집단 설정을 위해 매출 발생 품목 및 전체 매출 중 차지하는 비중 등 문항에 대한 응답 내역을 활용하여 산정된 변수를 통해 그린바이오 기업 여부 판단 기준을 연구자가 직접 설정

□ 분석 결과

○ 성향점수매칭을 통해 2022년도 그린바이오 기업과 비그린바이오 기업 간의 종사자 수 차이를 분석한 결과 유의미한 차이가 있다고

보기 어려움.

- 종사자 수에 제한을 두지 않은 표본뿐만 아니라 산업 육성 정책과 관계없이 독자 성장이 가능한 대기업 표본이 제외되어 정부 지원 정책에 좀 더 영향을 많이 받을 수 있는 300인 미만 및 100인 미만 기업 표본에 대해 별도로 분석을 실시
 - 본 장의 분석에서 처치집단을 정의함에 있어, 그린바이오 품목 매출 비중 관련 기준을 50% 이상, 70% 이상 및 90% 이상으로 다양하게 설정
 - 한편 식품 관련 세부업종의 경우, 2020년 정부의 그린바이오 육성 전략 발표 이전부터 다양한 정책 지원이 이루어져 온 분야임을 감안하여 처치집단이 아닌 통제집단에 포함한 분석을 병행 실시
 - 더불어 성향점수매칭 시 적용되는 최소 매칭 숫자에 변화를 주면서 추가적인 강건성 검증을 시도
 - 이처럼 다양한 방식으로 분석한 결과, 일부 분석을 제외하고는 처치집단과 통제집단 간 유의미한 종사자 수의 차이가 발견되지 않았음.
- 2020년 이후 시행된 농식품부의 그린바이오산업 육성 전략이 고용 측면에서 긍정적인 영향을 미쳤는지에 대해 엄밀한 분석 결과를 도출하기 위해서는, 이중차분법 등 준실험적 방법론의 적용이 가능하도록 설계된 자체 설문조사 결과의 분석이 필수적

4. 그린바이오 기업 대상 설문조사 및 FGI 결과 분석

□ 설문조사 및 FGI 개요

- 설문조사 대상은 본 연구의 주 분석 대상인 그린바이오 분야 기업체와 함께 그린바이오산업 육성 전략의 정책 효과 분석을 위해 필

요한 비(非)그린바이오 분야 즉 레드 및 화이트바이오 분야 기업체도 포함

- 그린바이오산업 육성 전략은 농림축산식품부가 2020년 9월 발표한 「그린바이오 융합형 신산업 육성방안」을 중심으로 하며, 해당 정책 시행 전후 효과를 구분하기 위해 설문조사 대상을 2020년 6월 이전과 2020년 7월 이후 설립된 기업으로 설정
- 정책 시나리오별 고용효과 분석 및 정책 제언 대상 기업은 식품을 제외한 그린바이오 기업들로 이루어지며, 이는 미시계량 분석에서 활용된 2020년 6월 이전 설립된 비식품 그린바이오 기업들과 함께 2020년 7월 이후 설립된 비식품 그린바이오 기업들을 대상으로 진행

- 그린, 레드, 화이트바이오 분야 870개 기업체를 대상으로 2024년 8월 7일부터 8월 30일까지 구조화된 설문지를 활용한 온라인 조사 시행
- 조사 내용은 미시계량 분석 및 정책 제언을 위해 응답 기업 특성, 기업 일반 현황, 최근 4년간 고용의 양과 질 변화 내역, 그린바이오 육성 정책 수요 및 효과 전망 등으로 구성
- 한편 그린바이오 분야 기업들을 대상으로 보다 심층적인 질문을 통해 정책적 시사점을 도출하고 유관 기관에 제언하기 위해 표적 집단면접(Focus Group Interview, FGI)을 수행
- 설문조사 대상 870개 업체 중 비식품 그린바이오 기업들을 대상으로 업체 대표, 이사, 연구소장 등 기업을 대표할 수 있는 직위에 해당하는 인물에 한하여 인터뷰가 가능한 기업을 선별함.
- 업체 소재 위치가 균형 있게 분포하도록 지역을 고려하여 총 13개 업체를 선정하였으며 이 중 8개 업체가 실제 FGI에 참여함.

□ 설문조사 분석 결과

- 2020년 6월과 2024년 6월 두 시점의 주요 업종을 분석한 결과 바이오 분야에서 바이오산업으로 업종을 전환하는 비율이 증가세였으며, 이는 그린바이오 식품 분야에서 상대적으로 더 두드러짐.
- 농림축산식품부가 2020년 9월에 발표한 「그린바이오 융합형 신산업 육성방안」에 따른 정부부처 및 산하 공공기관 등의 정책 지원을 받은 적이 있는가라는 질문에 그린바이오 기업 중 12.5%만이 지원을 받았다고 응답함에 따라 정책 수혜도에 있어 보완의 여지가 상당함.
- 농림축산식품부의 2023년 2월 ‘그린바이오산업 육성 전략’ 내 주요 과제 중 중요성은 그린바이오 신생 기업을 위한 전용 펀드 투자 확대, 12대 핵심기술 분야 연구개발(R&D) 확대, 6대 분야 거점 육성 등으로 나타났지만 그 중 시급성으로는 6대 분야 거점 육성이 1순위로 인식되고 있어 기업체들의 정책 수요를 파악할 수 있음.
- 그린바이오 비식품 기업들의 경우 농식품산업과의 상생 관계 및 그린바이오 분야 통계 구축 등에 긍정적인 태도를 보임.

□ FGI 분석 결과

- Top-down 방식의 정부 주도 정책이라는 한계를 극복할 필요가 있으며, 이는 농림축산식품부의 정책 홍보 중요성을 역설함.
- 그린바이오산업 육성 전략의 구체화 및 정책 수혜 대상 확대가 필요함. 이를 위해 기계적인 업종 분류 외에 지원 업체가 소외받지 않는 보다 구체적인 업종 제시와 함께 지원 규모 자체의 확대를 꾀할 필요가 있음.
- 부처 간 장벽, 산업 및 업종 간 장벽을 허무는 융합형 전략이 수립될 필요가 있음.
- 결과 위주가 아닌 과정 위주의 장기적 R&D 지원이 이루어질 필요

가 있음. 이를 위해 단기적 수익성에 매몰되지 않는 장기적 관점에서 스타팅 업체를 지원할 R&D 수립 정책이 요구됨.

- 인력 공급이 전주기적 과정에서 이루어질 필요가 있음. 기존 석박사급 전문 인력 양성 외에도 지역에서 실제 필요로 하는 맞춤형 인재, 일제로 저학력 및 외국인 취업자의 직장 재교육, 농촌진흥청 은퇴자의 활용, 대학원이 아니더라도 유관 기관을 활용한 맞춤형 기술 교육 등이 장려될 수 있음.
- 글로벌 시장에 맞춘 수출 지향 전략이 구체화될 필요가 있음. 수출 지향 기업 수요에 맞춰 당장 필요한 홍보전략, 엑스포 활용, 시제품 해외 설명회, 수출국 정보 제공, 규제 모니터링 등 보다 구체적이고 실질적인 전략이 추가될 필요가 있음.

□ 이상의 논의를 기반으로 인력양성 등 고용과 관련된 정책 제언을 구체화하면 다음과 같이 정리할 수 있음.

- 대부분의 정책이 석박사급 전문 연구인력 양성에 초점을 맞추고 있어 연구개발 초기 단계에는 적합하나 산업화 및 상용화 단계의 인력 수요를 충족시키기에는 한계가 있으므로 연구인력 외 생산, 품질관리, 마케팅 등 다양한 직무의 인력양성을 위한 대책도 함께 모색할 필요가 있음.
- 그린바이오산업은 농업 후방산업, 현물생산, 전방산업 등 다양한 분야로 구성되어 있으므로 분야별 특성을 고려한 맞춤형 인력양성 대책을 수립할 필요가 있음.
- R&D 전문인력 양성과 관련해, 바이오산업 자체가 빅데이터, AI 등 IT 기술과의 융합이 중요하고, 그린바이오산업에서도 이러한 융합기술의 고도화가 중요한 만큼 BT-IT 융합 인력양성을 위한 정책 제언도 다룰 필요가 있음.

5. 그린바이오산업 육성전략의 고용 영향 : 자체 설문조사 자료 분석

□ 분석 자료 및 방법

- 전술한 설문조사 자료를 활용하여 2020년 6월 및 2024년 6월 두 시점을 기준으로 다양한 고용지표들을 분석하였으며, 이를 바탕으로 2020년 9월 시행된 그린바이오산업 육성 전략의 정책 효과를 분석하고자 함.
- 정책 효과를 분석하기 위해 우선 이중차분(DID) 모형을 적용하였는데, DID 모형은 정책 도입이나 제도 변화가 특정 집단에 미치는 영향을 평가하는 준실험적 방법으로, 정책의 영향을 받는 처치집단(Treatment group)과 영향을 받지 않는 통제집단(Control group) 간의 정책 시행 전후 변화를 비교하여 정책효과를 추정함.
 - 본 연구에서는 2020년 이후 농림축산식품부가 시행한 그린바이오 육성전략 정책의 수혜기업들을 처치집단으로 설정하고, 정책의 혜택을 받지 못한 기업들을 통제집단으로 설정함.
 - 정책 시행 이후 두 집단 간 종사자 수 변화가 발생할 경우, 이는 정책의 처치효과(Treatment effect)로 볼 수 있음.
- 설문조사 자료의 구조적 한계로 인해 그린바이오산업 육성 전략의 정책 효과를 엄밀히 추정하는 데 어려움이 있는 한계를 극복하고자, 이중차분(DID) 분석과 함께 성향점수매칭(Propensity Score Matching)을 통해 처치집단과 통제집단 간의 차이를 최소화한 후, 매칭된 관측치를 기반으로 이중차분 분석을 실시하여 결과의 신뢰성을 높임.
 - 성향점수매칭-이중차분(PSM-DID) 모형은 성향점수매칭(PSM)과 이중차분(DID) 방법론을 결합한 분석 기법으로, 이를 통해 처치집단과 통제집단 간의 특성 차이를 통제한 후 이중차분법을 적용하여 정책 효과 추정의 편향을 보정할 수 있음.

- 분석에 사용된 데이터는 바이오 기업을 대상으로 실시한 설문조사 결과를 기반으로 구축됨. 해당 설문은 본 연구를 위해 특별히 설계되었으며, 기업의 인사담당자들을 대상으로 2020년 6월과 2024년 6월의 두 시점에 걸쳐 실시됨.

□ 분석 결과

- 종사자 수에 대한 분석 결과, 그린바이오산업 육성 전략의 효과는 종사자 수 1인 이상 전체 기업에서부터 300인 미만 기업, 100인 미만 기업에 이르기까지 대부분 통계적으로 유의하지 않았으며 고용증가 효과가 기대에 미치지 못했고 전반적으로 미미한 수준에 그친 것으로 나타남.
 - 이는 정책 시행 초기에 기업들이 외부 경제적 요인이나 정책 적용 비용 등으로 인해 즉각적인 고용 증대를 실현하지 못했을 가능성을 시사함.
- 상용직과 임시 및 일용직에 대한 분석에서도 정책 효과는 뚜렷하지 않게 나타났는데, 일부 통계적인 유의성을 보였으나 전반적으로 효과가 미미한 수준에 그침.
- 평균임금 수준과 초과 근무시간과 같은 고용의 질을 평가한 분석에서도 정책이 유의미한 변화를 초래하지 않았음이 확인됨.
 - 평균임금과 초과 근무시간 모두에서 정책 효과는 통계적으로 유의하지 않았으며, 이는 그린바이오산업 육성 전략이 근로 조건에 실질적인 변화를 가져오지 않았거나, 정책 도입 초기의 영향이 충분히 반영되지 않았음을 의미함.
- 종합적으로 그린바이오산업 육성 전략은 고용의 양적 및 질적 측면에서 단기적 효과를 보여주지 못했으나, 이는 정책의 시행 초기 단계에 초점을 맞춘 분석 결과임을 고려해야 함.
 - 그린바이오산업 육성전략은 단기적으로 고용에 미치는 효과가

크지 않았으며, 이는 정책 도입 초기의 적응 기간과 더불어 외부 환경의 변동성(예: 코로나19) 등이 주요 원인일 가능성이 있음.

- 정책의 장기적 영향을 평가하고 외부 요인들을 통제한 추가적인 연구가 필요하며, 고용의 질적 개선과 소규모 기업에 대한 정책적 지원 강화가 향후 중요 과제라고 할 수 있음.

6. 그린바이오산업 육성전략 개선을 위한 정책 제언

□ 개선방안

- 2020년 하반기에 본격 추진되기 시작한 농림축산식품부의 그린바이오산업 육성전략이 결실을 맺어 일자리의 양적 증가 및 질적 제고로 이어지는 데에는 불가피하게 상당 시일이 소요될 것임. 단기 일자리 성과에 연연하기보다 중장기적으로 해당 정책을 흔들림 없이 추진하여 그린바이오산업 및 궁극적으로 전후방 연관산업에 일자리 측면의 긍정적 효과가 충분히 발현될 수 있도록 하는 것이 중요

- 본 연구는 가용한 기존 조사 자료 및 자체적으로 생성한 설문조사 데이터를 사용하여 각 자료 특성에 비추어 최대한 엄밀한 방법론을 사용하여 분석하였음. 그 결과, 충분히 예측 가능하듯 그린바이오 육성전략의 시작 시점으로부터 2년 후 혹은 3년 반 후에 정책 수혜 기업의 일자리 성과가 두드러진 모습을 나타내지 않음.
- 단기 일자리 효과 발현 유무와 상관없이 그린바이오산업은 화이트 및 레드바이오 등 인접 바이오산업에 중간재를 공급하는 산업으로서 전체 바이오산업의 기초 역할을 수행함. 또한 농업 부문의 신성장동력으로서 향후 우리나라 농업 경제의 고도화에도

상당한 기여를 할 수 있는 산업임. 따라서 아직 초기 단계인 육성 전략을 흔들림 없이 추진해나가는 것이 중요

○ 현 시점에서는 2023년 농림축산식품부가 발표하여 추진 중인 정책 시행 계획이 그 취지대로 집행될 수 있도록 하는 것이 중요. 다만 세부 계획에 대해서는 정책 수요자들의 요구 사항을 반영하여 다음의 개선이 필요함.

- 2020년 그린바이오 육성전략의 본격 실시 이후 사업 참여율이 상당히 낮게 나타나 정책 홍보 확대 필요성이 제기됨.
- 2023년 발표한 ‘그린바이오산업 육성전략’ 내 10대 주요 과제 중 중요성 및 시급성에 대한 정책 수요자들의 인식을 조사한 결과 “그린바이오 신생 기업을 위한 전용펀드·투자 확대”(중요성 1순위, 시급성 2순위), “6대 분야 거점 육성”(시급성 1순위, 중요성 3순위), “12대 핵심기술 분야 연구개발(R&D) 확대”(중요성 2순위, 시급성 3순위) 등에 대해 정책 당국의 주된 초점이 맞춰져야 할 것으로 파악됨.
- 그린바이오의 전통적인 농식품산업과의 상생 여부 및 그린바이오 분야 특화 통계 구축 등에 대해 수요자들이 대체로 긍정적이어서 농림축산식품부의 정책기조 유지가 바람직한 것으로 판단
- 현실적으로 기업 입장에서는 그린바이오에만 머무는 것이 아니라 타 업종으로 유연하게 전환하는 경우가 빈번함. 이를 반영하여 부처 간, 산업 간 장벽을 허무는 방식의 융합형 지원 전략을 수립하여 가급적 사업 지원 업체가 소외받지 않도록 할 필요
- 모든 산업 육성 정책이 그러하듯, 그린바이오 육성 전략도 특히 R&D 지원에 있어 단기적 수익 창출에 매몰되기보다 장기적 관점에 기반하여 추진하는 것이 바람직함.
- 비수도권 소재 기업의 경우 석박사급 전문인력 채용 및 유지가 쉽지 않은데, 비전문인력에 대한 직장 재교육 및 유관기관 은퇴자 활용, 유관기관에서의 맞춤형 기술 교육을 통해 전문인력을

양성하는 방안을 모색하고 지원할 필요

- 연구인력 외 생산, 품질관리, 마케팅 등 다양한 직무의 인력양성을 위한 대책도 함께 모색해야 하고, 그린바이오산업 내 다양한 분야별 특성을 고려한 맞춤형 인력양성 대책을 수립해야 하며, 바이오산업의 특성상 빅데이터, AI 등 IT 기술과의 융합이 중요한 점을 감안하여 BT-IT 융합 인력양성에도 힘을 필요
- 결국 그린바이오산업 육성이 기업의 매출 확대에 이어지려면 내수시장의 한계를 넘어 해외 수출 확대에 주력하는 것이 불가피함. 엑스포 활용, 시제품 해외 설명회 개최, 수출 대상국의 규제 정보 제공 등이 보다 구체적이고 실질적인 전략으로 발전할 필요

□ 개선을 통한 기대효과: 시나리오 분석

- 최근 발표된 순병민 외(2024)의 연구에 제시된 그린바이오산업을 외생화한 산업연관표와 해당 표를 이용하여 분석한 산업연관분석 결과를 이용하여 경제적 파급효과를 추정함.
 - 해당 논문에서는 그린바이오산업을 크게 바이오 기반 농업생산, 바이오 식품, 바이오 장비 및 서비스로 구분하여 분류체계를 정하였음.
- 산업연관분석(Input-Output Analysis)은 산업연관표를 이용한 경제분석의 한 방법으로서, 산업 간의 상호의존성과 연결성 및 경제 구조를 이해하고 파악하는데 도움을 주며, 산업 사이의 생산과 소비 관계를 정량적으로 분석함.
- 2019년 산업연관표를 이용한 그린바이오산업의 경제적 파급효과 분석 결과, 그린바이오산업의 생산유발계수는 2.6955, 취업유발계수는 10.3, 고용유발계수는 7.5로 나타남.
- 그린바이오산업의 경제적 파급효과에 대해 분석한 논문(순병민 외

2024)에 제시된 산업연관표 및 산업연관분석 결과와 기업 대상 설문조사를 반영하여 아래와 같은 단계를 거쳐 산업파급효과 분석을 수행

- 1단계: 설문조사 기업의 매출액 및 향후 그린바이오산업 육성이 원활하게 이루어진다는 가정하에 예상되는 매출 증가율을 이용하여 매출액을 전망
- 2단계: 그린바이오 기업 매출액 전망 결과에 산업연관 분석 종합 결과를 적용한 경제적 파급효과 도출

○ 본 연구에서는 그린바이오산업 전망치를 선행연구 및 정부에서 제시한 시장목표치, 설문조사 결과를 바탕으로 구성하여 시나리오를 구성함.

- 유도일(2023)은 그린바이오산업 규모를 2020년 5조 4,000억 원에서 2027년 8조 6,000억 원으로 연평균 성장률을 7.0%로 산정하였으며, 이를 본 연구의 시나리오 I로 설정
- 농림축산식품부(2023)는 그린바이오산업 육성전략을 통해 그린바이오산업 시장을 2020년 5조 4,000억 원에서 2027년 10조 원으로 연평균 9.1%의 성장률을 목표로 제시하였으며, 이를 시나리오 II로 설정
- 앞서 기업 설문조사에서 분석된 기업의 2년 후 예상매출액 전망 값(20%)을 연평균 증가율로 환산 시 9.5%가 도출되었으며, 이를 시나리오 III으로 설정

○ 앞서 제시된 시나리오별로 그린바이오산업이 성장할 경우 예상되는 생산유발액은 아래와 같음.

- 연평균 증가율 7.0%를 가정한 시나리오 I의 생산유발액은 2022년 8조 120억 원에서 2027년 11조 2,370억 원으로 증가하며, 분석기간 동안 총 생산유발액은 57조 3,110억 원으로 추산
- 연평균 증가율 9.1%를 가정한 시나리오 II의 생산유발액은 2022년 8조 120억 원에서 2027년 12조 4,410억 원으로 증가하

- 며, 분석기간 동안 총 생산유발액은 60조 5,810억 원으로 추산
- 연평균 증가율 9.5%를 가정한 시나리오 Ⅲ의 생산유발액은 2022년 8조 120억 원에서 2027년 12조 6,130억 원으로 증가하며, 분석기간 동안 총 생산유발액은 61조 410억 원으로 추산
- 시나리오별 그린바이오산업 성장에 따른 취업유발효과는 아래와 같음.
- 시나리오 Ⅰ의 취업유발효과는 2022년 3,061명에서 2027년 4,294명으로 증가하며, 분석기간 동안 총 취업유발효과는 21,900명으로 추산
 - 시나리오 Ⅱ의 취업유발효과는 2022년 3,061명에서 2027년 4,754명으로 증가하며, 분석기간 동안 총 취업유발효과는 23,149명으로 추산
 - 시나리오 Ⅲ의 취업유발효과는 2022년 3,061명에서 2027년 4,820명으로 증가하며, 분석기간 동안 총 취업유발효과는 23,325명으로 추산
- 시나리오별 그린바이오산업 성장에 따른 고용유발효과는 아래와 같음.
- 시나리오 Ⅰ의 고용유발효과는 2022년 2,229명에서 2027년 3,127명으로 증가하며, 분석기간 동안 총 고용유발효과는 15,946명으로 추산
 - 시나리오 Ⅱ의 고용유발효과는 2022년 2,229명에서 2027년 3,462명으로 증가하며, 분석기간 동안 총 고용유발효과는 16,856명으로 추산
 - 시나리오 Ⅲ의 고용유발효과는 2022년 2,229명에서 2027년 3,509명으로 증가하며, 분석기간 동안 총 고용유발효과는 16,984명으로 추산

서론

제1절 연구 목적

- 농림축산식품부는 2020년 9월 「그린바이오 융합형 신산업 육성방안」 및 2023년 2월 「그린바이오산업 육성 전략」을 발표하고, 농업 및 전후방 산업연관 효과가 큰 신산업인 그린바이오 분야의 산업화를 가속하기 위한 체계적 정책 추진을 선언한 바 있음.¹⁾
- 그린바이오산업은 농업생명자원에 생명공학기술 등을 적용함으로써 농업 생산성을 향상시키고 신소재 개발을 용이하게 하는 분야를 지칭함.
- 농식품부는 2020년 발표된 「그린바이오 융합형 신산업 육성방안」의 경우 농업생산 및 부산물 활용 체계의 전반적 전환이라는 큰 틀에서의 접근이 부족했으며, 향후 산업화 촉진, 혁신기술 개발, 인력양성 및 산업생태계 조성 등을 중점 추진함으로써 해당 산업을 전략적으로 육성할 필요가 있음을 강조함.
- 그린바이오산업의 범위는 농자재(종자, 비료, 농약, 사료첨가제, 동물용 의약품 등), 기능성농산물, 식품소재(식품 첨가물, 기능성 식품 등), 그 외 산업소재(천연물 기반 원료 등) 등을 포괄하는데, 글로벌 그린바이오

1) 농림축산식품부, 「그린바이오산업 육성 전략」(2023)을 참조하여 작성하였음.

시장의 성장세는 빠른 반면 아직까지 국내 시장 규모는 미미한 수준에 그치고 있음.

- 농식품부는 2023년 「그린바이오산업 육성 전략」에서 2020년 대비 2027년 국내 그린바이오산업의 시장 규모 및 수출액을 2배 가까이 늘리겠다는 목표를 세우고, 이를 달성하기 위해 다음과 같은 3대 추진전략 및 각 전략별 주요 과제를 제시한 바 있음.²⁾
 - 그린바이오산업화를 촉진하기 위해 신생기업을 위한 그린바이오 전용 펀드를 조성하고, 6대 분야 거점을 중심으로 기업을 지원하며, 소재의 대량 공급을 위한 첨단 농장과 파운드리를 육성하고, 해외 진출 및 민간 수요 창출을 지원함.
 - 혁신기술 개발 및 인력 양성을 위해 12대 핵심기술 분야에서의 R&D를 확대하고, 분야별 융합인력을 양성하며, 창업 활성화를 통해 유망 벤처 및 스타트업을 육성함.
 - 그린바이오산업 생태계를 조성하기 위해 수요자 중심의 데이터 수집 및 활용을 지원하고, 그린바이오 우선구매제도를 도입하며, 규제혁신 등을 통해 플랫폼을 구축함.
- 본 연구는 2020년 이후 농림축산식품부가 시행하여 온 그린바이오산업 육성전략의 고용효과 분석을 위해, 국내 바이오산업 실태조사 자료 등 기존 가용 자료 및 자체적으로 실시한 설문조사 결과를 활용하여 주로 양적 분석을 수행하되, 일부 질적 분석을 추가하여 고용창출력 제고를 위한 산업 육성전략 개선 관련 제언을 제시하는 데 목적을 둬م.
- 양적 분석에 있어 기존 자료 및 본 연구를 위해 자체 생성한 자료를 병행 활용하여 그린바이오산업 육성전략이 고용의 양과 질에 미친 영향을 미시계량 방법론을 통해 최대한 엄밀히 분석함.
- 더불어 그린바이오 기업 대상 설문조사에 향후 정책 개선 방향에 따라

2) 농림축산식품부, 「그린바이오산업 육성 전략」(2023)을 참조하여 작성하였음.

예측되는 고용 효과에 대한 시나리오 분석용 설문을 포함하고, 그 결과를 활용한 분석 결과를 제시함.

- 이때 시나리오 분석을 통해 예측되는 정책 시나리오별 고용증대 효과를 제시함에 있어, 그린바이오산업 내에서의 효과뿐만 아니라 산업연관분석을 통해 전후방 연관산업에서의 고용효과를 함께 제시함.

- 본 연구에서 특히 정량평가의 대상이 되는 2020년 발표 육성방안은 2023년에 발표되어 현재 추진 중인 육성전략과 다름에 유념할 필요

제2절 연구 내용

- 그린바이오산업 및 육성정책의 개요 및 현황, 관련 선행연구 검토
 - 그린바이오산업의 개념과 범위, 산업 및 인력 현황과 산업 육성정책 내역을 분석함.
 - 그린바이오 관련 선행연구의 면밀한 검토를 통해 관련된 주요 쟁점을 정리함.
- 그린바이오산업 육성전략 시행이 그린바이오 기업의 고용 성과와 갖는 관계에 대한 미시계량 분석
 - 기존 자료 중 본 연구 목적을 위해 사용 가능한 유일한 자료인 국내 바이오산업 실태조사의 가용한 최근 연도 원자료를 활용하여, 해당 조사 대상 표본 중 그린바이오 기업으로 분류되는 기업의 고용지표가 그렇지 않은 기업의 고용지표 대비 어떠한 양상을 나타내는지 분석함.
 - 본 장 4절에서 보듯 그린바이오 관련 선행연구에서 국내 바이오산업 실태조사 원자료를 사용한 사례를 찾기 어려운데, 본 연구는 해당 조사 원자료를 그린바이오 관련 연구에서 처음 활용한 연구라는 의미를 가짐.
 - 한편 좀 더 엄밀한 분석방법론 적용을 위해 자체 설문조사를 통해 미시

계량 분석용 자료를 생성하고, 해당 자료를 활용한 분석을 통해 2020년 그린바이오 육성 방안 실시 전과 후의 고용의 양적·질적 변화에 있어 정책 수혜 기업과 타 기업 간 유의미한 차이가 발견되는지 살펴봄.

□ 그린바이오 기업에 대한 설문조사 및 FGI 실시 및 결과 분석

- 그린바이오 기업 및 비교집단 기업에 대한 설문조사를 실시하여, 산업 육성 전략의 고용효과에 대한 미시계량 분석용 자료를 생성하고 더불어 그린바이오 기업을 대상으로 정책 개선 시나리오별 고용효과 도출을 위한 기초 자료를 수집함.
- 그린바이오 육성 전략 수혜 기업에 대한 FGI를 실시하여 그 결과를 질적으로 분석하고 정책 제언 수립에 참조함.

□ 정책 제언

- 분석 결과를 종합하여 고용창출력 제고를 위해 요구되는 그린바이오산업 육성전략 개선 관련 정책 제언을 제시하고, 정책 효과 시나리오별 고용효과를 그린바이오산업 내뿐만 아니라 전후방 산업연관효과까지 아울러 산출하여 제시함.

제3절 연구 방법

□ 연구 범위

- 본 연구에서 초점을 맞추는 정부 정책 대상인 그린바이오산업의 범위에 있어, 미시계량 분석에서는 식품 분야를 포함한 분석결과를 제시하되 정책 시나리오별 고용효과 분석 및 정책 제언에서는 식품 및 곤충을 제외한 그린바이오 분야에 초점을 맞추고자 함.
 - 식품 관련 분야의 경우 2020년 그린바이오산업 육성 전략 발표 이전

부터 다양한 정책 사업을 통해 정부 지원이 활발히 이루어져 온 부문으로서, 2020년에 이르러서야 농식품부 등 정부 부처의 본격적인 지원이 이루어지기 시작한 것으로 보기 어려움.

- 더불어 최근 연도를 포함하여 과거 정책 고용영향평가 연구 주제로 식품이 다루어진 사례가 많은 점을 감안할 때, 본 연구의 정책 제언 관련 파트에서는 식품을 제외한 그린바이오 분야에 초점을 맞추는 것이 바람직한 것으로 판단함.
 - 더불어 곤충의 경우, 제2장에서 보듯 전체 그린바이오산업 내에서 차지하는 비중이 미미하고 상당 부분 식품 영역에 포함되는 것으로 간주할 수 있어, 관련 정책의 시사점은 별도로 도출하지 않음.
 - 따라서 본 연구의 정책 제언은 국내 바이오산업 실태조사의 품목 분류코드 기준으로 “1120. 동물용 바이오의약품,” “2050. 바이오농약 및 비료,” “3050. 사료첨가제” 및 “7010. 종자 및 묘목”에 초점을 맞추어 진행하되, “천연물”처럼 국내 바이오산업 실태조사상에서 특정 품목 코드로 분류되지 않는 경우도 포함.
 - 다만 미시계량 분석 시에는 식품 관련 분야인 “3000. 기타 바이오식품,” “3010. 건강기능식품,” “3020. 식품용 미생물 및 효소,” “3030. 식품첨가물” 및 “3040. 발효식품”을 포함한 분석 결과를 제시하기로 함.
- 이와 같이 설정된 본 연구의 범위를 바이오산업 내에서 요약하여 정리하면 <표 1-1>과 같음.

<표 1-1> 바이오산업 중 본 연구 범위 포함 여부

구 분		정책 시나리오 분석 및 정책 제언에 포함	미시계량분석 시 모형에 따라 처치집단으로 포함
그린바이오	비식품	O	O
	식품	X	O
비그린바이오(레드, 화이트)		X	X

주: “그린바이오 중 비식품”은 “1120. 동물용 바이오의약품,” “2050. 바이오농약 및 비료,” “3050. 사료첨가제,” “7010. 종자 및 묘목” 및 미분류된 “천연물”을 포함함. “그린바이오 중 식품”은 “3000. 기타 바이오식품,” “3010. 건강기능식품,” “3020. 식품용 미생물 및 효소,” “3030. 식품첨가물” 및 “3040. 발효식품”을 포함. “비그린바이오”라는 명칭은 본 연구에서 그린바이오 이 외의 레드 및 화이트바이오 업종을 지칭하는 약어로 편의상 사용하고자 함.

자료: 저자 작성.

□ 연구 자료

- 그린바이오산업에 해당하는 업종 분류 체계가 일반적인 표준산업분류와 상이한 관계로, 고용영향평가 연구에서 흔히 활용되는 자료(고용보험 DB, 고용형태별근로실태조사, 직종별사업체노동력조사, 한국기업데이터 자료 등)를 활용할 수 없음.
- 이러한 한계를 감안하여, 본 연구에서 수행되는 양적 및 질적 분석을 위해 활용할 자료는 다음과 같음.
 - 산업통상자원부 국내 바이오산업 실태조사 자료
 - 한국은행 산업연관표
 - 본 연구를 위해 자체적으로 수행한 설문조사 및 FGI 자료

□ 설문조사 및 FGI

- 미시계량 분석용 자료 생성을 위한 설문 및 시나리오 분석용 자료 수집을 위한 설문 등으로 구성된 자체 설문조사는 전문 조사업체에 위탁하여 다음과 같이 실시
 - 첫 번째 섹션의 미시계량 분석용 자료 생성을 위한 조사 대상은 2020년 산업 육성 전략 실시 전과 후의 고용지표 비교가 가능한 일정 연차 이상의 그린바이오 기업 및 그 비교집단 기업을 포괄함.
 - 두 번째 섹션의 시나리오 분석용 자료 수집을 위한 조사는 본 평가연구 대상 정책의 수혜 그룹인 그린바이오 기업만을 대상으로 하되, 신생기업 지원 및 창업 활성화가 2023년 발표된 육성 전략의 주요 과제로 포함되었음을 감안하여 기업 연차에 제한을 두지 않음.
- FGI 역시 농식품부의 그린바이오산업 육성 정책의 직접 수혜 그룹을 대상으로 실시함으로써 유의미한 질적 자료 수집에 초점을 맞춤.

제4절 선행연구 검토

- 그린바이오산업은 신흥기술(emerging technology)에 기반한 신산업 분야로 그 태동 시기가 오래되지 않아 관련 선행연구는 많지 않은 편임.
- 이러한 배경하에 대부분의 선행연구는 그린바이오 분야 범위 선정, 산업 분류, 산업 현황 및 전망 제시 등이 주를 이룸.
- 반면, 관련 통계 구축이 미비하고 축적된 자료가 적어 고용 부문을 포함한 경제적 파급효과에 대한 실증 연구는 거의 이루어지지 못함.

1. 그린바이오산업 분류 및 시장 규모 연구

- 바이오테크놀로지(생명공학기술)는 농업, 산업, 해양, 환경, 의약 등 각 산업 및 학문 분야와 결합한 명칭을 주로 사용하지만 색깔 명을 도입하여 관용적으로 분류하는 방식(rainbow code)을 취하기도 함.
- Kafarski(2012)는 응용 분야 특성에 따라 바이오테크놀로지를 green(농업 발전), yellow(영양), red(의약 및 보건), white(산업), gray(환경 보호), blue(해양), brown(사막 및 건조기후), gold(바이오인포매틱스, 컴퓨터 사이언스, 반도체 기술), violet(법, 윤리 철학), dark(바이오 테러 및 생물 무기)의 10가지로 분류함.
- 일반적으로 우리나라에서는 ‘레드바이오’, ‘화이트바이오’, ‘그린바이오’ 등 3개 분류를 차용하고 있음.
- 과학기술정보통신부(2017)는 레드, 화이트, 그린 등 3개 분야에 각 분야별 융·복합 형태인 ‘융합바이오’를 추가하여 총 4개 영역으로 분류함.

- 관계부처 합동(2020)은 농림축산식품부 주관으로 10개 부처·청이 범정부 대책으로 발표한 ‘그린바이오 융합형 신산업 육성방안’에서 그린바이오 5대 유망 산업으로 마이크로바이옴(미생물), 대체식품·메디푸드, 종자산업, 동물용의약품, 기타 생명소재(곤충, 해양생물, 식물정유 등)를 선정하였음.
- 농림축산식품부(2023)는 ‘그린바이오산업 육성 전략’에서 기존 5대 유망 산업을 종자, 동물용의약품, 미생물, 곤충, 천연물, 식품의 6대 분야로 구체화하였음.
- 유도일 외(2020; 2021)는 관계부처 합동(2020)의 그린바이오 내 5대 유망 산업 분야를 업종별로 시장 규모 현황을 파악하고 2030년까지 전망치를 제시함.
- 해외 문헌 조사를 통해 레드, 화이트, 그린 등 바이오산업 글로벌 전체 시장 규모를 2017년 기준 12,805억 달러로 추산하고 연평균성장률 6.5% 수준으로 2030년까지 29,053억 달러 규모로 성장할 것으로 전망함.
- 글로벌 바이오산업 시장 규모에서 우리나라가 차지하는 비율을 고려하여 국내 바이오산업 시장 규모를 2019년 기준 14.3조 원 규모로 추산하였음.
- 그린바이오 관련 공신력 통계가 부재한 관계로 국가승인 통계인 ‘국내 바이오산업 실태조사’를 활용하여 국내 그린바이오 시장 규모는 2019년 기준 전체 바이오산업의 약 36% 수준인 5.1조 원 규모로 추산하였으며, 2030년까지 30.7조 원 규모로 증가하여 연평균성장률 7.3% 수준을 보일 것으로 전망함.
- 세부적으로 2019년 기준 마이크로바이옴 3.4조 원, 종자 1,801.2억 원, 대체식품 2,850.2억 원, 메디푸드 7,161억 원, 동물백신 1,326.9억 원, 곤충 405억 원으로 추산하고 2030년까지 마이크로바이옴 7.4조 원, 종자 5,210.95억 원, 대체식품 7,782.2억 원, 메디푸드 2.9조 원, 동물백신 3,235.2억 원, 곤충 860.2억 원 수준까지 성장할 것으로 전망치를 제시함.

□ 후속 연구인 유도일(2023)은 5대 유망 분야로 구분된 그린바이오 분류 체계가 다소 추상적이라는 점을 보완하고 각 세부 분야별 시장 규모 추산이 국가승인 통계인 ‘국내 바이오산업 실태조사’ 자료를 토대로 작성되어 신빙성을 확보할 수 있도록 기존 분류체계를 가치사슬에 기반하여 신 분류체제로 재구성함.

○ 가치사슬 기준으로 대분류, 중분류, 소분류 개념으로 구분하고 먼저 대분류로 바이오 기반 농업생산, 바이오 식품, 장비·서비스의 3가지 분야를 구성함.

○ 다음 중분류 개념으로 바이오기반 농업생산 하위에 농업 생산자원, 바이오기술 기반 농산물, 동물용의약품, 바이오 농약·비료, 바이오 사료를 포함하고, 바이오식품에 대체식품, 기타 바이오 식품, 바이오 식품 첨가물, 장비·서비스에 바이오 환경, 바이오 장비 및 기기, 바이오 서비스를 각각 포함함.

○ 각 중분류 하위 소분류는 유도일 외(2020; 2021)에서 열거된 세부 품목들을 각 신분류 체계에 상응하도록 구성함.

○ 국내 그린바이오 시장 규모는 2020년 기준 5.4조 원에서 2027년 8.7조 원 규모로 연평균성장률 7% 수준으로 성장할 것으로 전망됨.

○ 이 중 대분류 기준으로 바이오 기반 농업생산, 바이오 식품, 장비·서비스 시장 규모는 2020년 기준 4조 610억 원, 1조 467억 원, 3,018억 원으로 추산되며, 그 전망치는 2027년까지 각각 6조 1,595억 원, 1조 9,244억 원, 6,025억 원 규모로 2020년 대비 연평균성장률이 각각 6.13%, 9.09%, 10.38%일 것으로 파악됨.

□ 나아가 순병민 외(2023)는 유도일 외(2023)를 토대로 HS 코드 분류 체계를 적용하여 그린바이오산업 분야 수출 규모를 추산함.

○ 유도일 외(2023)가 제시한 신분류 체계와 HS 코드가 일치하는 수출 품목들에 대한 수출통계 및 ‘국내바이오산업실태조사’ 내 수출액을 토대로 그린바이오산업 수출 규모는 2020년 기준 2.7조 원으로 추산되며, 2027

년까지 약 4.3조 원 수준까지 증가할 것으로 전망함.

- 박지현 외(2023)는 그린바이오 유망 3대 분야로 마이크로바이옴, 대체 식품, 동물용 의약품을 선정하고 각 부문별 기술 특성을 고려하여 민간 R&D 역량과 경쟁력을 진단하고 국내 관련 기업 등 산업 생태계 현황을 분석함.
- 이를 토대로 그린바이오 분류 체계를 마련하고 그린바이오 기술 특성을 고려해 특허데이터를 이용한 민간 기술경쟁력을 분석함.
- 아울러 국내 그린바이오 기업 현황 분석 및 현장 의견수렴 등을 통해 산업 생태계 여건 및 산업 성장 저해 요인을 진단하고, 그린바이오산업 육성을 위한 정부 지원 방안을 제시함.

2. 그린바이오 경제 효과

- 그린바이오산업은 신산업 분야로 아직 산업 체계나 관련 통계 구축이 미비하여 경제적 평가를 비롯한 계량경제학적 연구가 드문 상황이나 상위 개념인 바이오산업 분야 경제 평가는 지속적으로 이루어져 온 편임.
- 강승규 외(2019)는 리츠-스폴딩(Ritz-Spaulding) 모형의 산출-산출 승수(output-output multiplier)를 활용하여 국내 바이오산업 연계구조와 R&D 투자의 경제적 파급효과를 분석함.
- 바이오산업을 바이오의약, 바이오화학, 바이오식품, 바이오환경, 바이오전자, 바이오공정·기기, 바이오에너지·자원, 바이오검정·정보·R&D의 8개 부문으로 분류하고, 이 중 산업연관표에서 식별되지 않는 환경·폐기물처리 부문을 제외한 나머지 7개 부문을 분석 대상으로 2006년과 2013년의 산업연관표상 자료를 활용하여 비교 분석함.
- 분석 결과 바이오의약산업 규모가 상대적으로 커 해당 산업에 대한 의존도가 높은 것으로 파악되었으며, 후방산업의 경우 R&D 증가폭에 따

라 2006년과 2013년의 영향력이 다른 것이 확인됨.

- 장필호 외(2020)는 디지털바이오헬스케어산업을 대상으로 산업연관모형을 적용하여 고용유발효과를 산출함.
- 한국은행이 제공하는 2019년 산업연관표를 활용하지만 바이오산업의 경우 별도로 분류되어 있지 않아 국가표준 바이오산업 분류코드(Bioindustry Classification Code)와 표준산업분류의 연계를 통해 포착하는 방법을 활용함.
- 분석 결과 디지털바이오헬스케어산업의 고용유발효과는 전체 산업 평균보다 높은 것으로 파악되었으며 투자효과도 높게 나타남.
- 아직 성장하는 산업군에 속하여 생산부문은 평균보다 낮았으나 부가가치 부문은 평균보다 높은 것으로 분석됨.
- 해외 연구의 경우 그린바이오 부문으로 구체화시키지는 않았으나 바이오테크놀로지 전체에 대한 생산 및 고용 효과를 수행한 연구는 일부 존재함.
- Wydra(2011)은 독일 내 주요 바이오테크놀로지 관련 산업 중 바이오에탄올(bioethanol), 바이오폴리머(biopolymers, 생체고분자), 바이오 섬유 및 바이오케미컬(biotechnologically produced fine and specialty chemicals), 바이오의약품(biopharmaceuticals) 등을 선정하여 산업연관분석을 활용, 해당 분야가 타 산업에 미치는 경제 및 고용 효과를 계측함.
- 향후 10~15년간 시나리오를 설정하여 산업연관분석을 행한 결과 각 바이오테크놀로지별로 각 산업 부문별로 미치는 영향이 정(+)의 효과부터 부(-)의 효과까지 다양하게 나타나는 것으로 확인됨.
- 일례로 바이오에탄올과 바이오폴리머의 경우 낮은 수입 쿼터와 높은 노동집약 구조로 인해 대체효과가 크게 나타났으며, 바이오의약품의 경우 생산 혁신이 지속되거나 글로벌 시장에서 경쟁력이 높게 유지될 때에만

고용효과가 정(+)으로 나타날 것으로 예상됨.

- 초보적인 단계이지만 그린바이오 분야의 경제적 파급효과 역시 일부 수행되었는데, 이정민 외(2024)는 산업연관분석을 통해 그린바이오산업으로 인한 농업 부문의 경제 효과를 추산함.
- 한국은행의 2016~2019년 산업연관표상에서 그린바이오 연관 산출물을 건강기능식품, 의약품, 살충제 및 농약, 비누·세제 및 치약, 화장품 등으로 선정하고, 이에 대한 농축산물 재료로는 산업연관표 등재 18개 농축산물 중 잎담배와 천연고무 2종을 제외한 16종을 그린바이오산업용 농축산물 투입재로 설정하여 분석함.
- 분석 결과, 그린바이오산업 규모 자체는 증가하고 있으나 해당 산업에 투입되는 국내산 농축산물 규모는 2017년 7,808억 원에서 2022년 기준 7,208억 원으로 연평균 2.2% 수준으로 감소하는 것으로 파악됨.
- 2022년 기준 농축산물을 재료로 하는 그린바이오산업 분야 비중은 건강기능식품이 4,887억 원으로 68%를 차지하여 가장 컸으며, 의약품(1,908억 원, 26%), 화장품(307억 원, 4%), 세제 및 치약(74억 원, 1%), 살충제 및 농약(31억 원, 0.4%) 순으로 파악됨.
- 그린바이오를 포함한 상위 개념인 바이오산업 전체 생산액은 2022년 기준 23조 4,660억 원으로 추산되었으며, 타 바이오 분야에서 그린바이오 기반 소재를 중간재로 구입하는 규모는 6%인 1조 4,000억 원 수준으로 이 중 바이오 식품 분야가 9,110억 원으로 가장 큰 비중을 차지하고 있는 것으로 파악됨.
- 최근 순병민 외(2024)는 순병민 외(2023)의 일부 연구 결과를 활용하여 산업연관분석을 통해 그린바이오산업의 경제적 파급효과를 계측함.
- 유도일(2023) 및 순병민 외(2023)에서 재분류한 그린바이오 부문이 포함된 산업연관표를 구축, 그린바이오 부문에 대한 유발계수를 산출하여 산업 간 비교 분석을 행함.

- 분석 결과, 생산유발계수는 바이오 기반 농업 생산 2.706, 바이오 식품 2.901, 바이오 장비 및 서비스 2.210으로 계측되었음.
 - 특히 2019년 기준 취업유발계수는 바이오 기반 농업 생산 10.3, 바이오 식품 17.8, 바이오 장비 및 서비스 13.2로 계측된 반면, 고용유발계수는 바이오 기반 농업 생산 7.5, 바이오 식품 8.5, 바이오 장비 및 서비스 11.1로 나타나 전반적으로 취업계수보다 작은 것으로 파악되었음.
- 그린바이오산업 전체를 포괄하지는 않지만 세부 품목 위주로 경제적 효과를 계상한 연구가 일부 수행되었는데, 대표적으로 바이오소재산업 중 약용작물에 초점을 맞춰 경제적 파급효과를 분석한 김용렬 외(2022)를 들 수 있음.
- 산업연관표상 소분류인 ‘기타작물’에 해당되는 품목 중 약용작물을 대상으로 최종 산물로 직접 소비되는 최종수요함수와 의약품, 건강기능식품, 화장품 산업 등에서 중간재로 수요되는 투입재 수요함수들을 추정한 후 연립방정식 체계의 시장균형 모형을 설정함.
 - 아울러 바이오소재 시장이 확대되는 상황을 의약품, 건강기능식품, 화장품 산업의 성장 및 약용작물 수요 증가로 설정하고 연평균 성장률이 지난 10년간과 동일, 2배 확대, 3배 확대 등의 상황을 조합하는 시나리오들을 적용하여 시장균형 변화 및 이에 따른 농가수입 변화를 분석함.
 - 분석 결과 바이오소재 시장 확대는 시나리오별로 관련 농산물에 상당한 영향을 주는 것으로 나타났으며, 특히 건강기능식품산업이 약용작물에 대한 파급효과 면에서 가장 중요한 것으로 분석됨.

〈표 1-2〉 그린바이오 관련 선행연구

구 분	출처	대상	주요 연구 결과
그린바이오산업 분류 및 시장 규모 연구	Kafarski(2012)	바이오 전체	■ 바이오테크놀로지(생명공학기술)에 색깔 명 도입(rainbow code) - green(농업 발전) - yellow(영양)

〈표 1-2〉의 계속

구 분	출처	대상	주요 연구 결과
그린바이오산업 분류 및 시장 규모 연구	Kafarski(2012)	바이오 전체	- red(의약 및 보건) - white(산업) - gray(환경 보호) - blue(해양) - brown(사막 및 건조기후) - gold(바이오인포매틱스, 컴퓨터 사이언스, 반도체 기술) - violet(법, 윤리 철학) - dark(바이오 테러 및 생물 무기)
	과학기술정보통신부 (2017)	바이오 전체	■ 바이오산업 분야 분류 - 레드바이오 : 의약 - 화이트바이오 : 산업, 환경 - 그린바이오 : 농업, 식품 - 융합바이오
	관계부처 합동(2020)	그린바이오	■ 그린바이오 5대 유망 산업 - 마이크로바이옴 - 대체식품·메디푸드 - 종자산업 - 동물용의약품 - 기타 생명소재(곤충, 해양생물, 식물 정유 등)
	농림축산식품부 (2023)	그린바이오	■ 그린바이오 6대 분야 - 종자 - 동물용의약품 - 미생물 - 곤충 - 천연물 - 식품
	유도일 외(2020)	그린바이오	■ 그린바이오 5대 산업 분야별 시장 및 고용 규모 추산 및 전망 : 2019 기준 - 마이크로바이옴 - 대체식품 - 메디푸드 - 종자 - 동물백신 - 곤충
	유도일 외(2021)	그린바이오	■ 그린바이오 5대 산업 분야별 시장 및 고용 규모 추산 및 전망 : 2020 기준 - 마이크로바이옴 - 대체식품 - 메디푸드 - 종자 - 동물백신 - 곤충 ■ 그린바이오 우선 구매 인증제 도입 방안 분석

〈표 1-2〉의 계속

구 분	출처	대상	주요 연구 결과
그린바이오산업 분류 및 시장 규모 연구	유도일(2023)	그린바이오	■ 가치사슬 기반 그린바이오 신분류 체계 구축 : 대분류/중분류/소분류 ■ 대분류 1. 바이오 기반 농업생산 - (중분류): 1) 농업 생산자원 2) 바이오기술 기반 농산물 3) 동물용의약품 4) 바이오 농약·비료 5) 바이오 사료 ■ 대분류 2. 바이오 식품 - (중분류): 1) 대체식품 2) 기타 바이오 식품 3) 바이오 식품 첨가물 ■ 대분류 3. 장비·서비스 - (중분류): 1) 바이오 환경 2) 바이오 장비 및 기기 3) 바이오 서비스
	순병민 외(2023)	그린바이오	■ 유도일 외(2023)의 신분류 체계 기반 HS 코드 적용 - 그린바이오산업 수출 규모 추산
	박지현 외(2023)	그린바이오 중 3분야 (마이크로바이옴, 대체식품, 동물용 의약품)	■ 그린바이오 중 3대 분야 현황 분석 - 마이크로바이옴 - 대체식품 - 동물용 의약품
그린바이오 경제 효과	강승규 외(2019)	바이오 전체	■ 바이오산업 1) 바이오의약 2) 바이오화학 3) 바이오식품 4) 바이오전자 5) 바이오공정·기기 6) 바이오에너지·자원 7) 바이오검정·정보·R&D ■ 산업연관분석 - 리츠-스폴딩(Ritz-Spaulding) 모형의 산출-산출 승수(output-output multiplier) - 바이오의약산업 규모가 상대적으로 커서 산업 의존도 높음
	장필호 외(2020)	디지털바이오 헬스케어산업	■ 산업연관분석 - 국가표준 바이오산업 분류코드(Bioindustry Classification Code) 연계 - 디지털바이오헬스케어산업 고용유발 효과 계측

〈표 1-2〉의 계속

구 분	출처	대상	주요 연구 결과
그린바이오 경제 효과	Wydra(2011)	바이오테크놀로지	■ 독일 내 주요 바이오테크놀로지산업 - 바이오에탄올(bioethanol) - 바이오폴리머(biopolymers, 생체고분자) - 바이오 섬유 및 바이오케미컬 (biotechnologically produced fine and specialty chemicals) - 바이오의약품(biopharmaceuticals) ■ 산업연관분석 - 향후 10~15년 상황 시나리오 설정 - 농업, 제약, 화학, 자본재, 에너지, 수자원, 타 산업, 건축, 서비스 등 각 산업 부문에 대한 경제 및 고용 효과 계측
	이정민 외(2023)	그린바이오	■ 산업연관분석 ■ 그린바이오 연관 산출물 - 건강기능식품 - 의약품 - 살충제 및 농약 - 비누·세제 및 치약 - 화장품 ■ 농축산물 투입재 : 16종 - 벼 - 맥류 및 잡곡 - 콩류 - 감자류 - 채소류 - 과실류 - 화훼작물 - 약용작물 - 종자 - 기타 식용작물 - 기타 비식용작물 - 낙농 - 축우 - 양돈 - 가금 - 기타축산 ■ 분석 제외 농축산물 투입재 : 2종 - 잎담배 - 천연고무
	순병민 외(2024)	그린바이오	■ 산업연관분석 ■ 그린바이오산업 재분류(순병민 외, 2023) - 바이오 기반 농업 생산(농업 생산자 원, 동물용의약품, 바이오 농약, 비료, 바이오 사료)

〈표 1-2〉의 계속

구 분	출처	대상	주요 연구 결과
그린바이오 경제 효과	순병민 외(2024)	그린바이오	- 바이오 식품(대체식품, 기타 바이오 식품, 바이오 식품 첨가물) - 바이오 장비 및 서비스(바이오 환경, 바이오 장비 및 기기, 위탁 연구생산 및 기타 서비스) ■ 생산유발계수(2019년 기준) - 바이오 기반 농업 생산 : 2.706 - 바이오 식품 : 2.901 - 바이오 장비 및 서비스 : 2.210 ■ 취업유발계수(2019년 기준) - 바이오 기반 농업 생산 : 10.3 - 바이오 식품 : 17.8 - 바이오 장비 및 서비스 : 13.2 ■ 고용유발계수(2019년 기준) - 바이오 기반 농업 생산 : 7.5 - 바이오 식품 : 8.5 - 바이오 장비 및 서비스 : 11.1
	김용렬 외(2022)	그린바이오 중 1분야 (약용작물)	■ 약용작물 관련 바이오소재산업 ■ 최종 산물 - 약용작물 ■ 중간 투입재 활용 산업 - 의약품 - 건강기능식품 - 화장품 ■ 시장균형모형 - 최종 수요함수 추정 - 투입재 수요함수 추정 ■ 시나리오 분석 - (연평균성장률) 1) 지난 10년간 동일 2) 2배 확대 3) 3배 확대

자료 : 저자 작성.

3. 선행연구와의 차별성

□ 이상의 선행연구와 비교하여 본 연구는 다음과 같은 차별점이 있음.

○ 첫째, 바이오산업 관련 국가승인 통계로 ‘국내 바이오산업 실태조사’가 유일한 상황에서 그린바이오 분야에 초점을 맞춘 설문조사를 실시, 기초 시사점을 제공함으로써 향후 그린바이오산업에 구체화된 통계 자료

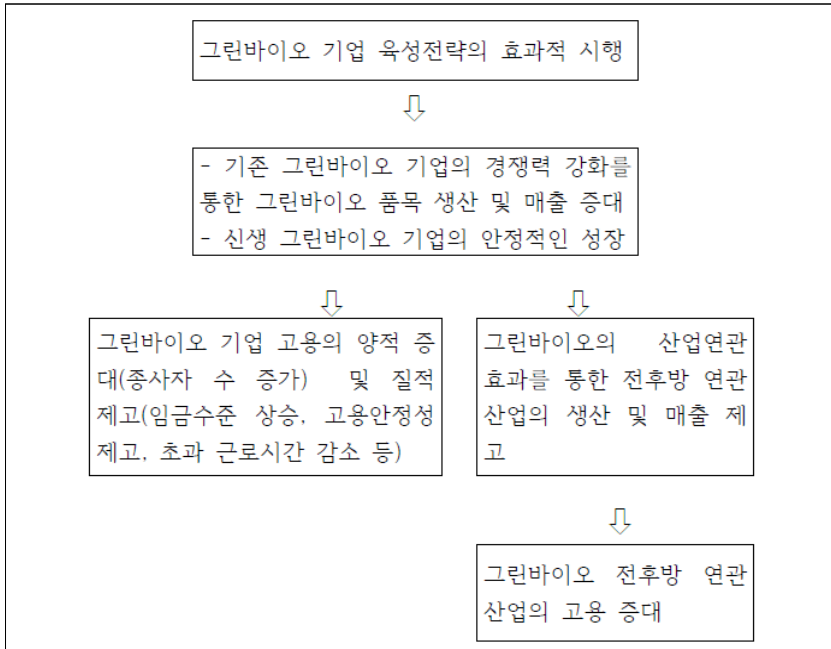
가 구축될 수 있도록 기여할 수 있음.

- 둘째, 신산업 분야라 관련 통계 자료가 부재한 그린바이오산업의 특수성으로 인해 가용 통계 확보가 가능한 특정 부문에만 경제적 파급 효과가 분석되어 온 것과 달리 본 연구는 자체 설문조사를 통해 그간 다루어지지 않았던 세부 분야에 대한 고용 효과를 평가할 수 있음.

제5절 고용연계성

- 그린바이오산업 육성전략의 고용연계성은 [그림 1-1]에 요약되어 있음.
- 다만 농림축산식품부의 그린바이오산업 육성전략은 재정지원 일자리사

[그림 1-1] 그린바이오산업 육성전략의 고용연계성



자료: 저자 작성.

업(직접일자리, 고용서비스, 직업훈련, 고용장려금 등)처럼 단기간에 일
자리의 양과 질에 직접적이고 긍정적인 효과를 나타내야 하는 성격의
정책이 아님.

- 즉 [그림 1-1]에 제시된 고용연계성은 현재의 그린바이오 육성 정책이
필요한 부분의 개선을 거쳐 지속적으로 추진될 때 중장기적으로 나타날
고용효과의 발현 경로로서 이해할 필요가 있음.

그린바이오산업의 개요 및 현황

제1절 그린바이오산업의 개념과 범위

□ 그린바이오산업의 개념

- 그린바이오는 농업에 실제적이거나 잠재적인 가치가 있는 동물, 식물, 미생물 등 생물체의 실물(實物)과 그 실물을 이용하여 파악된 유용한 사실 등의 정보와 관련된 기술적용을 의미함(생명공학육성법).
- 그린바이오산업은 농업생명자원에 생명공학기술 등을 적용, 농업 및 전·후방산업 전반에 대해 부가가치를 창출하는 산업으로 정의됨(그린바이오산업 육성에 관한 법률).
 - 그린바이오산업의 주요 분야는 종자, 미생물(비료/농약/사료첨가제, 식품), 동물용 의약품, 곤충, 천연물, 식품소재로 구분됨.
- 그린바이오산업에서 생산된 제품은 자체로 소비되는 동시에 레드 및 화이트 바이오산업계의 중간재로 투입되는 특징을 가지고 있으므로 그린 바이오산업은 바이오산업의 기초분야를 차지하고 있음.
 - 레드바이오(의료)산업은 질병극복과 건강증진 분야를 담당하고 있으며, 화이트바이오산업은 환경 및 에너지 분야를 담당하는 바이오산업임.

〈표 2-1〉 그린·화이트·레드 바이오산업의 정의 및 분류

구분	정의	범위
그린 바이오산업	농생명자원에 생명공학 기술을 적용하여 농업 및 전후방산업에 부가가치를 창출하는 분야	종자, 동물용 의약품, 미생물, 곤충, 천연물, 식품 소재 등
레드 바이오산업*	질병극복과 건강증진을 위해 연구하는 생명과학 기술 분야	질병연구, 신약개발, 미래의료 서비스, 의료기기, 인허가 기술 등
화이트 바이오산업	지구온난화, 자원고갈 등 환경변화에 대응하여 생물자원 및 생물공학 기술을 활용해 에너지와 소재 등을 생산하는 생명과학기술 분야	바이오화학소재, 고분자소재, 생리활성소재, 육·해상 바이오매스 활용, 폐기물 활용

자료: 농림축산식품부(2023).

* 관계부처 합동(2017), 「제3차 생명공학육성 기본계획(17~26)」.

□ 그린바이오산업의 범위

○ 그린바이오산업의 주요 범위³⁾는 종자, 미생물(비료/농약/사료첨가제, 식품), 동물용 의약품, 곤충, 천연물, 식품소재 등을 들 수 있음.

〈표 2-2〉 그린바이오산업 항목의 주요 내용

구분	주요 내용	관련근거
종자	증식용 또는 재배용으로 쓰이는 씨앗, 버섯 종균(種菌), 묘목(苗木), 포자(孢子) 또는 영양체(營養體)인 잎·줄기·뿌리를 의미함	종자산업법 2조 1호
동물용 의약품	동물용으로만 사용함을 목적으로 하는 의약품을 말하며, 양봉용·양잠용·수산용 및 애완동물의약을 의미함	동물용 의약품 취급규칙 2조 1호
미생물	비료/농약/사료첨가제, 식품용 미생물이 포함됨. 농업에 실제적이거나 잠재적인 가치가 있는 미생물(예: 바이오 비료 및 농약, 식품용 미생물 및 효소, 사료첨가제용 미생물) 등으로 정의됨	농업생명 자원법 2조 1호
곤충	사슴벌레, 장수풍뎅이, 반딧불이, 동애등에, 꽃무지, 뒤영벌, 그 밖에 농림축산식품부령으로 정하는 동물로 정의	곤충산업 육성법 2조 1호
천연물	육상 및 해양에 살고 있는 동물·식물 등의 생물과 생물의 세포 또는 조직배양 산물(産物) 등 생물을 기원(基源)으로 하는 산물로 정의	천연물신약법 2조 1호
식품소재	식품의 제조에 사용되는 원재료 또는 중간생산물로서 분말, 액상 등 별도의 형태로 가공된 것으로 정의	식품산업진흥법 2조 1호

주: 그린바이오산업 육성법에는 동물용 의약품의 정의가 누락되어 있어 약사법 제45조 및 동물용 의약품 등 취급규칙 2조 1호에서 제시된 정의를 준용함.

자료: 농림축산식품부(2023) 및 해당 법안.

3) 그린바이오산업의 범위는 연구자 및 정책수립의 관점에 따라 다양할 수 있음. 농림축산식품부(2020)에서 그린바이오의 범위는 마이크로바이옴, 식품, 종자, 동물용의약품, 기타 생명소재로 분류하였으나, 기존 바이오산업 관련 통계와의 일치성을 위해 농림축산식품부(2023)에서는 분류기준을 본문 내용과 같이 새로 도입함.

- 가치사슬 측면에서 종자 및 동물용 의약품, 미생물 등은 농업 후방산업에 해당되며, 천연물과 곤충은 현물생산, 식품소재는 농업 전방산업에 해당됨. 따라서 그린바이오산업은 농업 및 연관산업이 모두 포함되어 있는 복합적인 특징을 가지고 있음.

제2절 그린바이오산업 현황

□ 글로벌 그린바이오산업 규모를 제시하는 컨설팅 보고서는 여러 종류가 있으나 각 보고서의 바이오산업에 대한 정의 및 범위, 집계방식의 차이로 인해 그린바이오산업의 규모 및 성장률은 상당한 차이가 있음.

○ 따라서 본 원고에서는 그린바이오산업 규모 전망 시 농림축산식품부(2023)에서 인용한 컨설팅 보고서(Orion Market Research 2021)와 애그펀더사(社)에서 발표한 그린바이오 부문 투자액을 이용하여 교차 비교하고자 함.

○ 애그펀더(Agfunder)는 농업 전후방 분야의 애그테크 관련 투자정보를 제공하는 플랫폼 업체임. 애그펀더에서 발표하고 있는 분야별 투자금액은 시장투자자들이 각 분야의 성장가능성을 나타내는 지표로 이용되고 있음.

□ 글로벌 그린바이오 투자 현황

○ Agfunder사는 매년 주요 애그테크 분야의 투자금액을 집계하여 발표하고 있음. 이 중 그린바이오와 관련된 분야는 애그바이오테크놀로지와 바이오소재 및 에너지⁴⁾를 들 수 있음. 그린바이오 분야 투자액은 2017년 9억 3,400만 달러에서 2023년 49억 달러로 연평균 36.4% 증가하였음.

4) 바이오에너지의 경우 우리나라에서는 화이트바이오로 분류되나, 애그펀더에서는 통합하여 발표하고 있어 이를 이용함.

- 애그바이오테크놀로지 분야의 투자액은 2017년 6억 9,600만 달러에서 2023년 19억 달러로 연평균 18.2% 증가하였으며, 바이오소재 및 에너지 분야는 같은 기간 동안 2억 3,800만 달러에서 2023년 30억 달러로 연평균 52.6% 증가함.
- 이와 같은 투자추세를 감안할 경우, 그린바이오 분야 시장규모는 향후에도 지속적으로 증가할 것으로 전망되며, 그 중에서도 바이오소재 및 에너지 분야의 시장규모가 두드러질 것으로 판단됨.

〈표 2-3〉 애그펀더의 그린바이오 부문 투자액

(단위: 백만 달러)

구분	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	증감률
애그바이오테크놀로지	696	1,500	1,100	1,600	2,600	2,400	1,900	18.2%
바이오소재 및 에너지	238	701	771	772	2,100	814	3,000	52.6%
합계	934	2,201	1,871	2,372	4,700	3,214	4,900	36.4%

자료: Agfuner(2018~2024)를 이용하여 저자 작성함.

□ 글로벌 그린바이오 시장 규모 및 전망

- Orion Market Research(2021)에서 발표한 자료를 근거로 추산한 글로벌 그린바이오산업 규모는 2023년 1조 2,870억 달러로 집계됨. 이 중 식품소재 산업 규모가 1조 450억 달러로 가장 많은 부분을 차지하고 있으며, 이어서 천연물 시장규모가 1,230억 달러, 미생물 시장규모는 600억 달러로 집계됨.
- 글로벌 그린바이오산업의 2029년 시장규모는 1조 8,060억 달러로 연평균 5.8%의 성장이 전망됨. 이 중 식품소재의 2029년 산업 규모는 1조 4,570억 달러(연평균 5.7% 증가), 천연물은 1,770억 달러(6.2%), 미생물은 800억 달러(5.0% 증가)로 예상됨.

〈표 2-4〉 글로벌 그린바이오 시장규모 및 전망

(단위: 십억 달러)

구분	2020	2023	2026	2029	연평균 증감률
총자	36	45	57	72	8.1%
동물용의약품	11	13	15	17	4.8%
미생물	52	60	69	80	5.0%
곤충	0.7	1.0	1.5	2.2	13.1%
천연물	103	123	148	177	6.2%
식품소재	885	1,045	1,234	1,457	5.7%
합계	1,087	1,287	1,524	1,806	5.8%

주: 미생물에는 바이오 비료 및 농약, 바이오 사료첨가제, 식품용 미생물이 포함된 값임.
 자료: Orion Market Research(2021), 유도일(2023)을 이용하여 저자 보완함.

□ 국내 그린바이오산업 현황 및 전망

○ 국내 그린바이오 시장규모 산정을 위한 기본 가정 및 자료 출처

- 현재 산업통상자원부에서는 매년 바이오산업 실태조사를 실시하고 있으며, 바이오산업을 크게 8개 대분류, 51개 중분류로 구분하여 제시하고 있음.
- 그린바이오산업의 주요 품목 중에서 종자, 동물용 의약품, 미생물,

〈표 2-5〉 그린바이오산업 규모 산정 시 자료 출처

구분	산업규모 자료 출처
종자	바이오산업 실태조사 7010. 종자 및 묘목
동물용의약품	1120. 동물용 의약품
미생물(비료/농약/사료첨가제, 식품)	2050. 바이오 비료 및 농약 3020. 식품용미생물 및 효소 3050. 사료첨가제
곤충	곤충산업 실태조사를 통한 간접추정
천연물	산업연관표를 통한 간접추정
식품소재	3010. 건강기능식품 3030. 식품첨가물 3040. 발효식품 3000. 기타 바이오 식품

자료: 유도일(2023), 바이오산업실태조사 및 한국은행 산업연관표, 농림축산식품 주요 통계를 이용하여 저자 작성함.

곤충시장 규모는 바이오산업 실태조사를 이용하여 분류하였으며, 천연물 시장규모는 산업연관표와 농림축산식품 주요 통계를 이용하여 간접 추정함. 시장규모는 국내 생산액과 수입액의 합으로 정의함.

- 2022년 기준 그린바이오 시장규모⁵⁾는 2조 9,723억 원으로 2018년 2조 4,199억 원에서 연평균 5.3% 증가하였음. 이 중 규모가 가장 큰 항목은 미생물(1조 721억 원)로서 36.1%를 차지하고 있음. 이어서 식품소재가 9,745억 원(32.8%), 천연물이 7,208억 원(24.2%)을 차지하는 것으로 분석됨.
- 종자 분야 시장규모는 2018년 1,553억 원에서 2022년 766억 원으로 연평균 16.2% 감소함.
- 동물용 의약품 시장규모는 2018년 1,023억 원에서 2022년 834억 원으로 연평균 5.0% 감소함. 원료물질(라이신) 가격 상승에 따른 가격 경쟁력 하락과 코로나19 이후 주요 수출국의 경제상황 악화 때문으로 판단됨.
- 미생물 시장규모는 2018년 7,288억 원에서 2022년 1조 721억 원으로 연평균 10.1% 증가함. 미생물 중 사료첨가제의 비중이 가장 크며, 시장규모는 같은 기간 동안 6,384억 원에서 9,239억 원으로 연평균 9.7% 증가함.
- 곤충 시장규모는 2018년 375억 원에서 2022년 449억 원으로 연평균 4.6% 증가함.
- 천연물 시장규모는 2018년 7,398억 원에서 2022년 7,208억 원으로 연평균 0.6% 감소함.
- 식품소재는 2018년 6,563억 원에서 2022년 9,745억 원으로 연평균 10.9% 증가함. 식품소재 중 건강기능식품 시장의 규모가 가장 크며, 시장규모는 같은 기간 동안 3,807억 원에서 6,453억 원으로 연평균 14.1% 증가함.

5) 바이오산업 실태조사의 '바이오 장비·서비스' 분야는 바이오산업에 공통으로 적용되는 분야로서 그린바이오에 속하는 바이오 장비·서비스를 도출하기에는 한계가 있음. 따라서 본 연구에서는 바이오 장비·서비스를 제외하고 그린바이오 규모를 산정함. 참고로 유도일(2023) 및 농림축산식품부(2023)는 바이오 장비·서비스 항목 일부를 그린바이오로 환산하여 규모를 산정하였으며, 2020년 기준 그린바이오산업 규모를 약 5조 4,000억 원으로 추산함.

〈표 2-6〉 그린바이오 주요 산업별 규모

(단위 : 백만 원)

구분		2018	2020	2022	연평균 증감률
총자		155,276	101,200	76,559	-16.2%
동물용 의약품		102,315	84,832	83,398	-5.0%
미생물	바이오 비료 및 농약	90,393	117,301	143,114	12.2%
	식품용 미생물 및 효소	41	4,034	5,162	235.0%
	사료첨가제	638,366	892,128	923,859	9.7%
곤충		37,506	41,392	44,916	4.6%
천연물		739,754	707,648	720,772	-0.6%
식품 소재	건강기능식품	380,715	592,056	645,285	14.1%
	식품첨가물	168,601	188,992	223,340	7.3%
	발효식품	83,284	85,420	86,810	1.0%
	대체육	23,686	19,746	19,100	-5.2%
합계		2,419,937	2,834,749	2,972,315	5.3%

자료 : 바이오산업실태조사, 유도일(2023), 이정민(2024)을 이용하여 저자 작성함.

제3절 그린바이오산업 인력 현황

□ 그린바이오 인력부문 통계의 한계점

- 그린바이오산업 종사인력을 종합적으로 조사·발표하는 통계는 현재 미비한 상황임. 한국생명공학연구원은 국내 바이오 중소·벤처기업에 한정된 인력부문을 발표하고 있으며, 산업통상자원부는 바이오산업실태조사에서 인력현황을 발표하고 있으나, 거시적인 분류기준으로 인해 정확한 그린바이오 부문의 인력 파악은 힘든 상황임.

□ 그린바이오 중소 및 벤처기업 현황통계

- 한국생명공학연구원은 국내 바이오 중소·벤처기업 현황통계를 발표하고 있음. 2021년 기준 농업부문 그린바이오 중소 및 벤처기업에서 근무하

는 평균 근로자 수는 18.4명이며, 식품부문에서는 30.9명으로 집계됨.
 - 이는 바이오기업 평균 근로자수 32.6명보다 적은 수치이며, 그린바이
 오 중소 및 벤처기업의 규모가 상대적으로 작음을 의미함.

〈표 2-7〉 그린바이오 중소 및 벤처기업의 평균 근로자 수

(단위: 명)

구분	2016	2017	2018	2019	2020	2021	연평균 증감률
농업부문	15.2	14.1	14.6	15.4	16.0	18.4	3.9%
식품부문	27.4	26.5	26.6	27.0	26.5	30.9	2.4%
바이오기업 평균 근로자수	29.5	28.5	29.7	29.6	30	32.6	2.0%

자료: 한국생명공학연구원 「그린바이오 중소 및 벤처기업 현황통계」, 각 연도

□ 바이오산업실태조사

○ 바이오산업실태조사의 경우 바이오 의약, 화학·에너지, 식품, 환경, 의료
 기기, 장비 및 기기, 자원, 서비스로 분류하고 있어 그린바이오와 관련
 된 항목이 식품으로 한정됨. 그린바이오를 식품으로 한정해서 살펴볼
 경우 그린바이오산업 종사자 수는 2016년 6,286명에서 2022년 7,639명
 으로 연평균 3.3% 증가함.

- 전체 바이오산업에서 그린바이오 종사자가 차지하는 비율은 동기간
 15.1%에서 18.4%로 3.3%p 증가함.

〈표 2-8〉 바이오산업 종사자 수

(단위: 명)

구분		2016	2018	2020	2022	연평균 증감률
그린	바이오 식품	6,286 (15.1%)	6,125 (14.7%)	7,120 (17.1%)	7,639 (18.4%)	3.30%
	바이오 의약	18,818 (45.3%)	20,211 (48.6%)	21,398 (51.5%)	26,077 (62.7%)	5.60%
레드	바이오 의료기기	3,734 (9%)	4,893 (11.8%)	6,098 (14.7%)	9,194 (22.1%)	16.20%
	바이오 화학·에너지	5,045 (12.1%)	6,272 (15.1%)	6,732 (16.2%)	6,994 (16.8%)	5.60%

〈표 2-8〉의 계속

구분		2016	2018	2020	2022	연평균 증감률
화이트	바이오 환경	1,194 (2.9%)	1,105 (2.7%)	959 (2.3%)	896 (2.2%)	-4.70%
기타	바이오 장비 및 기기	1,163 (2.8%)	1,412 (3.4%)	1,996 (4.8%)	1,775 (4.3%)	7.30%
	바이오 자원	967 (2.3%)	1,072 (2.6%)	1,078 (2.6%)	1,097 (2.6%)	2.10%
	바이오 서비스	4,352 (10.5%)	5,398 (13%)	6,916 (16.6%)	7,480 (18%)	9.40%
합계		41,559 (100%)	46,488 (111.9%)	52,297 (125.8%)	61,152 (147.1%)	6.60%

주: 괄호안의 값은 당해연도 전체 합계 대비 비율임.
자료: 각 연도 바이오산업실태조사를 이용하여 저자 작성함.

○ 그린바이오산업의 연구직 관련 종사인력은 2016년의 1,622명에서 2022년 1,768명으로 연평균 1.4% 증가함. 그린바이오의 연구직 인력은 레드 및 화이트 바이오산업의 연구직 종사자보다 전반적으로 적은 수준이며, 바이오산업 전체 연구직 인력의 연평균 증감률(6.6%)보다 낮은 값을 보이고 있음.

- 전체 바이오산업에서 그린바이오 연구직 종사자가 차지하는 비율은 동기간 3.9%에서 4.3%로 0.4%p 증가에 그치는 한계가 있음.

〈표 2-9〉 바이오산업 종사자 중 연구직 인력 통계

(단위: 명)

구분		2016	2018	2020	2022	연평균 증감률
그린	바이오 식품	1,622 (3.9%)	1,535 (3.7%)	1,582 (3.8%)	1,768 (4.3%)	1.4%
레드	바이오 의약	5,894 (14.2%)	6,637 (16%)	7,380 (17.8%)	9,019 (21.7%)	7.3%
	바이오 의료기기	821 (2%)	1,246 (3%)	1,634 (3.9%)	2,182 (5.3%)	17.7%
화이트	바이오 화학·에너지	2,263 (5.4%)	2,086 (5%)	2,140 (5.1%)	2,343 (5.6%)	0.6%
	바이오 환경	356 (0.9%)	383 (0.9%)	367 (0.9%)	330 (0.8%)	-1.3%

〈표 2-9〉의 계속

구분		2016	2018	2020	2022	연평균 증감률
기타	바이오 장비 및 기기	301 (0.7%)	321 (0.8%)	443 (1.1%)	377 (0.9%)	3.8%
	바이오 자원	322 (0.8%)	249 (0.6%)	283 (0.7%)	260 (0.6%)	-3.5%
	바이오 서비스	1,572 (3.8%)	2,075 (5%)	2,904 (7%)	3,046 (7.3%)	11.7%
합계		13,151 (31.6%)	14,532 (35%)	16,733 (40.3%)	19,325 (46.5%)	6.6%

주 : 괄호안의 값은 당해연도 전체 합계 대비 비율임.
 자료 : 각 연도 바이오산업실태조사를 이용하여 저자 작성함.

○ 그린바이오산업의 생산직 관련 종사인력은 2016년의 2,814명에서 2022년 3,180명으로 연평균 2.1% 증가함. 생산직 인력의 증감률 역시 바이오산업 전체 생산직 인력의 연평균 증감률(6.6%)보다 낮은 값을 보이고 있음.

- 전체 바이오산업에서 그린바이오 생산직 종사자가 차지하는 비율은 동기간 6.8%에서 7.7%로 2.1%p 증가함.

〈표 2-10〉 바이오산업 종사자 중 생산직 인력 통계

(단위 : 명)

구분		2016	2018	2020	2022	연평균 증감률
그린	바이오 식품	2,814 (6.8%)	2,564 (6.2%)	3,339 (8%)	3,180 (7.7%)	2.1%
레드	바이오 의약	6,334 (15.2%)	6,778 (16.3%)	6,590 (15.9%)	7,055 (17%)	1.8%
	바이오 의료기기	1,465 (3.5%)	1,832 (4.4%)	2,175 (5.2%)	2,795 (6.7%)	11.4%
화이트	바이오 화학·에너지	1,398 (3.4%)	2,068 (5%)	2,382 (5.7%)	2,368 (5.7%)	9.2%
	바이오 환경	350 (0.8%)	328 (0.8%)	342 (0.8%)	339 (0.8%)	-0.5%
기타	바이오 장비 및 기기	394 (0.9%)	346 (0.8%)	568 (1.4%)	533 (1.3%)	5.2%
	바이오 자원	333 (0.8%)	189 (0.5%)	305 (0.7%)	335 (0.8%)	0.1%

〈표 2-10〉의 계속

구분		2016	2018	2020	2022	연평균 증감률
기타	바이오 서비스	1,517 (3.7%)	2,064 (5%)	2,128 (5.1%)	2,223 (5.3%)	6.6%
합계		14,605 (35.1%)	16,169 (38.9%)	17,829 (42.9%)	18,828 (45.3%)	4.3%

주: 괄호안의 값은 당해연도 전체 합계 대비 비율임.
자료: 각 연도 바이오산업실태조사를 이용하여 저자 작성함.

제4절 그린바이오 관련 정책현황

□ 제3차 생명공학육성기본계획(2017.9. 과학기술정보통신부)⁶⁾

- ‘제3차 생명공학육성기본계획’은 ‘바이오경제를 주도하는 글로벌 바이오 강국 실현’을 비전으로 제시하였으며, ‘글로벌 시장 점유율: 2015년 1.7%(27조원) → 2025년 5%(152조원)’를 목표로 제시함.
 - 3대 전략, 9대 중점과제를 발표하였으며, 그린바이오와 관련된 내용으로 첨단 육종기술 개발 지원, 농업생명공학 지원확대, 국산 농생명 소재 산업화 촉진, 동물질병관리기술 고도화 전략을 제시함.
 - 인력양성과 관련하여 농어촌 지역의 산업생태계 조성을 통한 고용창출 방안을 제시하고 있음.

□ 제4차 농생명공학육성 중장기 기본계획(2018~2027, 농림축산식품부)⁷⁾

- ‘제4차 농생명공학육성 중장기 기본계획’은 첨단 생명공학기술 기반 바이오농산업 창출을 비전으로 제시하였으며, 목표로는 농업생명공학 기

6) 과학기술정보통신부(2017), 「제3차 생명공학육성기본계획: 바이오경제 혁신전략 2025」를 이용하여 작성함.

7) 농촌진흥청(2018a), 「제4차 농업생명공학육성 중장기 기본계획(2018~2027년)」을 이용하여 작성함.

술 경쟁력 강화, 농업생명공학 R&D 투자기반 강화 및 고용창출 확대, 농생명 빅데이터 기반 제2 녹색혁명(육종기술혁신) 구현을 제시함.

- 주요 추진전략으로 농업생명공학 R&D 생태계 혁신, 농업생명공학 기술혁신, 농업생명공학 인프라 혁신을 제시하였으며, 이와 연관된 11개 중점추진과제를 제시함.
- 인력양성과 관련된 내용으로 농생명분야 글로벌 리더 과학자와 창의 신진과학자의 연구장벽 진입완화 및 지원 확대방안, 연구과제 참여 지원 등 제도적 보완을 통한 농업생명공학분야 전문인력 양성 지원으로 고용창출 확대, 농생명 빅데이터 분석에 특화된 프로그램 개발 및 교육 확대를 통한 전문인력 양성 지원 등을 제시하고 있음.

□ 제3차 농림식품과학기술 육성 종합계획(2020~2024, 농림축산식품부)⁸⁾

○ ‘제3차 농림식품과학기술 육성 종합계획’은 개방형 혁신을 통한 지속가능한 미래 농림식품산업 육성을 비전으로 제시하였으며, 목표로는 최고 기술보유국 대비 기술 수준을 2024년 기준 84.6%, 농림식품 민간 R&D 비율을 평균 35%, 사업화 성공률을 2024년 기준 48.0%까지 달성하는 것을 제시함.

- 5대 중점분야 12대 핵심전략기술 분야를 제시하였으며, 그린바이오산업과 관련된 중점분야로 ‘육종기술, 미생물, 신소재 등 농생명 바이오산업 강화’를 들 수 있음.
 - 이에 해당하는 핵심전략기술 분야는 ‘고부가가치 창출을 위한 농생명 소재산업 개발,’ ‘바이오경제 시대 BT 유전체 기반 기술 강화,’ ‘종자산업경쟁력 강화’가 해당함.
- 인력양성과 관련된 내용으로 바이오 분야의 첨단기술을 농산업과 융복합하는 특수대학원 신설 및 특화 교육과정 개발지원 방안과 농식품 기업의 기업부설연구소 설립 및 우수인력 확보 지원방안을 제시함.

8) 농림축산식품부(2019), 「제3차 농림식품과학기술 육성 종합계획」을 이용하여 작성함.

□ 그린바이오 융합형 신산업 육성방안(2020. 9. 관계부처 합동)⁹⁾

○ ‘그린바이오 융합형 신산업 육성방안’은 ‘그린바이오산업을 통해 신(新) 혁신성장동력 육성 및 사회경제적 문제 해결’을 비전으로 제시하였으며, 목표로는 국내 그린바이오산업 규모 확대(2019년 4.5조 원→2030년 12.3조 원)와 고용규모 확대(2019년 2만 명→2030년 4.3만 명)를 제시함.

- 주요 추진전략으로 산업기반을 토대로 기업 지원 및 상생의 산업 생태계 조성을 제시함.
- 인력양성과 관련된 내용으로 핵심기술 분야 석박사급 연구인력 육성을 위한 특수대학원 등의 설립을 지원하고, 산업인력 양성을 위한 학과 개설을 추진할 예정임.

□ 제1차 국가연구개발 중장기 투자전략(2023~2027, 과학기술정보통신부)¹⁰⁾

○ ‘제1차 국가연구개발 중장기 투자전략’은 ‘2030년 과학기술 5대 강국 도약’을 비전으로 제시하였으며, ‘국정과제 성과창출 및 기술수준 제고, 정부 총지출 5%, 5년간 170조원 투자 및 선도국 대비 평균 기술수준 80% →85% 향상’을 목표로 제시함.

- 4대 전략, 23대 과제를 발표하였으며, 그린바이오와 관련된 내용으로 국가 차원의 농수산 생명자원 확보, 농생명 소재 자원의 실용화 및 기술보급 등을 통한 고부가가치 창출을 촉진하는 전략을 제시함.
- 이를 위해 5,700억 원을 투자하여 대학원 지원을 통한 연구·교육 혁신, 산·학·연 협동 혁신인재 양성 및 민간주도 인력양성 지원으로 석박사급 고급인력 비중 향상방안을 제시하고 있음.

9) 관계부처 합동(2020b), 「그린바이오 융합형 신산업 육성방안」을 이용하여 작성함.

10) 과학기술정보통신부(2023), 「국가연구개발 중장기 투자전략(2023~2027)」을 이용하여 작성함.

□ 그린바이오산업 육성전략(2023. 2. 농림축산식품부)¹¹⁾

○ 그린바이오산업 육성전략은 ‘바이오 기반 농식품 New Value Chain 육성’을 비전으로 제시하였으며, 목표로는 국내 그린바이오산업 확대(2020년 5.4조 원 → 2027년 10조 원), 그린바이오 글로벌 및 유니콘 기업 증대(2022년 1개 → 2027년 15개), 그린바이오산업 수출액 확대(2020년 2.7조 원 → 2027년 5조 원)를 제시함.

- 주요 추진전략으로 그린바이오산업화 촉진, 혁신기술 개발 및 인력양성, 그린바이오산업 생태계 조성 등을 제시함.
- 인력양성과 관련된 내용으로 그린바이오 관련 두뇌한국21(BK21) 교육연구단(16개 팀), 연구개발(R&D) 사업(5억 원당 1명 채용)을 통해 연구인력을 육성하고, 계약학과(4개 대학)·융합학부·특수대학원 등을 활용하여 산업인력을 육성할 계획임.

□ 그린바이오산업 관련 정책을 정리하면 <표 2-11>과 같음.

<표 2-11> 그린바이오산업 관련 법령과 계획

부처	법령	계획	사업 및 핵심과제	인력관련 주요내용
과학기술 정보통신 부	생명공학육성법	제3차 생명공학 육성 기본계획 (2017~26)	3대 전략/ 9대 중점 과제	- 산업인력 mismatch 해소를 위한 중점분야 육성 및 융합 전문인력 집중양성
과기부, 농식품부, 농진청	생명공학 육성 법, 농촌진흥법, 과학기술 기본 법	제4차 농생명공학 육성 중장기 기본계획 (2018~27)	3대 전략/ 11대 중점 추진 과제	- 농생명분야 글로벌 리더 과학자와 창의 신진과학자의 연구장벽 진입완화 및 지원 확대 - 연구과제 참여 지원 등 제도적 보완을 통한 농업생명공학분야 전문인력 양성 지원으로 고용창출 확대 - 농생명 빅데이터 분석에 특화된 프로그램 개발 및 교육 확대를 통한 전문인력 양성 지원 등을 제시
농식품부, 농진청	농림수산물 과학기술 육성법	제3차 농림식품 과학 기술 육성 종합계획 (2020~24)	5대 중점 분야/ 12대 핵심 전략 기술 분야	- 바이오 분야의 첨단기술을 농산업과 융복합 하는 특수대학원 신설 - 특화 교육과정 개발지원 방안 - 농식품 기업의 기업부설연구소 설립 및 우수인력 확보 지원

11) 농림축산식품부(2023), 「그린바이오산업 육성전략」을 이용하여 작성함.

〈표 2-11〉의 계속

부처	법령	계획	사업 및 핵심과제	인력관련 주요내용
관계부처 합동	-	그린바이오 융합형 신산업 육성방안 (2020.9)	그린바이오산업 규모 및 고용인 력 확대	- 핵심기술 분야 석박사급 연구인력 육성을 위한 특수대학원 등 설립지원 - 산업인력 양성을 위한 학과 개설을 추진
과기부	과학기술기본법	제1차 국가연구 개발 중장기 투자 전략(2023~27)	4대 전략/ 23대 과제	- 연구·교육 혁신, 산·학·연 협동 혁신인재 성장 - 민간주도 인력양성 지원으로 석박사급 고급 인력 비중 향상
농림축산 식품부	-	그린바이오산업 육성전략 (2023.2)	그린바이오산업 화 촉진 및 유니 콘기업 지원, 수 출확대	- 연구인력 육성 및 계약학과(4개 대학)·융합 학부·특수대학원 등을 활용하여 산업인력 육성

자료 : 저자 작성.

제5절 그린바이오 기업의 산업화 단계별 지원정책

□ 그린바이오산업은 바이오산업의 기초를 담당하는 기반산업이며, 동시에 농업분야의 신성장동력원으로 주목을 받고 있음.

○ 그린바이오에 해당하는 종자, 동물용의약품, 미생물, 천연물, 곤충, 식품 소재 등은 기존 관련 분야에 첨단 바이오 기술이 접목되면서 산업규모와 성장속도가 크게 증가하고 있음.

○ 그린바이오는 바이오 기술을 중심으로 새로운 제품 생산 및 신수요를 창출하는 사업이므로 신생 벤처기업의 창업이 활발히 일어나고 있음. 그린바이오산업의 고용효과는 이들 관련 기업의 제품화와 밀접한 관련이 있으므로 이들 기업의 산업화 단계별 지원정책 현황 파악 및 미비한 정책지원 분석을 통해 고용증가를 유도할 필요가 있음.

□ 그린바이오산업의 단계별 기업 지원정책을 정리하면 아래와 같음.

○ 종자분야는 소재발굴 및 정보제공은 농업생명공학정보센터가 담당하고

있으며, 시험·평가 지원정책은 디지털육종 전환 지원사업 시행 및 공공 육종 플랫폼 운영이 지원되고 있음. 제형 및 상품화는 종자기업 공동활용 종자가공 처리시설이 담당하고 있으며, 대량생산은 해외 채종단지 지원사업이 진행 중임. 수출부문은 농기자재 수출활성화 지원정책이 시행 중이며 거점단지는 K-Seed valley(전북 김제)가 계획 중임.

○ 동물용 의약품은 소재발굴·정보제공, 시험·평가, 제형·상품화 단계 지원 정책은 미비한 상황이며, 대량생산 부문은 인수공통 감염병 및 반려동물 의약품 거점 지원정책이 시행 중임. 수출부문은 농기자재 수출활성화 지원정책이 시행되고 있으며, 거점단지는 그린백신 실증센터(경북 포항)가 운영 중임.

○ 비료·농약·사료첨가제는 소재발굴·정보제공 지원을 위해 농업생명공학

〈표 2-12〉 그린바이오산업화 단계별 기업 지원정책

종류	단계	종자	동물용 의약품	미생물	
				비료·농약·사료 첨가제	식품
소재발굴·정보제공		•농업생명공학 정보센터(NABIC)	-	•농업생명공학정보센터(NABIC) •생명자원 정보 서비스(BRIS) •유용미생물은행	•장류 기능성 규명 및 안전성 모니터링
시험·평가		•디지털육종 전환지원 사업 •공공 육종 플랫폼	-	•농축산용 미생물 효능평가 지원	•전통장류 지역미생물 실증단지 구축
제형·상품화		•종자기업 공동 활용 종자가공 처리시설	-	-	•종균활용 발효식품산업 지원
대량 생산		•해외 채종단지 지원사업	•인수공통 감염병 및 반려동물 의약품 거점	•GMP기반 농축산용 미생물 산업화 지원 시설	•GMP기반 식품용 미생물 지원시설
수출		•농기자재 수출 활성화 지원	•농기자재 수출 활성화 지원	•농기자재 수출 활성화 지원	•발효식품산업 정보 제공·농식품 해외시장 진출 •농식품 시장개척
거점		•K-Seed valley(전북 김제) •채종·육종·가공 •판매·수출 지원	•그린백신 실증 센터(경북 포항)	•농축산용 미생물지원센터(전북 정읍) •바이오농약·비료 등 실증수출 지원	•발효미생물지원센터(전북 순창) •종균 평가 및 상품화

〈표 2-12〉의 계속

단계 종류	곤충	천연물	식품소재
소재발굴·정보제공	-	•천연물소재 전주기 표준화 허브	•기능성농식품 산업활성화 •기능성원료은행 •디지털 식품정보 플랫폼 (국가식품 클러스터)
시험·평가	-	-	•식품기능성 평가지원사업 (원료등록까지만 지원) •국산소재 기능성 규명 •비즈니스 활성화
제형·상품화	-	•천연물소재 전주기 표준화 허브	•기능성식품 제형센터 •기능성원료은행
대량 생산	•곤충산업화 및 유통 활성화 지원 •곤충산업 거점단지 조성	-	-
수출		-	•농식품 해외시장 진출 •농식품 시장개척 •비즈니스 활성화(국룰)
거점	•곤충산업 거점단지(경북 예천 등) -스마트 사육시설 및 소재화 등 지원	•천연물소재 허브(공모 예정) •의약·화장품·식품 소재화	•국가식품 클러스터(전북 익산), 기능성평가 및 상품화 지원

자료 : 농림축산식품부(2023).

정보센터(NABIC), 생명자원정보서비스(BRICS), 유용미생물은행 등이 운영 중이며, 시험·평가 지원을 위해 농축산용 미생물 효능평가 지원정책이 시행 중임. 제형·상품화 단계 지원정책은 미비된 상황이며, 대량생산은 GMP기반 농축산용 미생물 산업화 지원 시설이 담당하고 있음. 수출부문은 농기자재 수출활성화 지원정책에서 지원하고 있으며, 거점단지는 농축산용 미생물지원센터(전북 정읍)가 운영 중임.

- 식품(미생물)의 경우 소재발굴·정보제공 지원을 위해 장류 기능성 규명 및 안전성 모니터링을 시행 중이며, 시험·평가 지원을 위해 전통장류 지역미생물 실증단지가 구축 중임. 제형·상품화 단계 지원을 위해 종균활용 발효식품산업 지원정책이 진행 중이며, 대량생산은 GMP기반 농축산용 미생물 산업화 지원 시설이 담당하고 있음. 수출부문은 발효식품산업 정보 제공 및 농식품 해외시장 진출사업, 농식품 시장개척 사업에서

지원하고 있으며, 거점단지는 발효미생물 지원센터(전북 순창)가 운영 중임.

- 곤충분야의 소재발굴·정보제공, 시험·평가, 제형·상품화 단계 지원, 수출 정책은 미비한 상황이며, 대량생산 부문은 곤충산업화 및 유통 활성화지원정책과 곤충산업 거점단지조성이 진행중임. 거점단지는 곤충산업 거점단지가 구축 중임.
- 천연물의 소재발굴·정보제공, 제형·상품화 및 거점단지 구축을 위해 천연물소재 전주기 표준화 허브 구축사업이 진행 중이며, 이외 시험·평가, 대량생산, 수출부문 지원정책은 미비한 상황임.
- 식품소재의 경우 소재발굴·정보제공 단계에서는 기능성농식품 산업활성화, 기능성 원료은행, 디지털 식품정보 플랫폼이 운영 중이며, 시험·평가 단계에서는 식품기능성 평가지원사업, 국산소재 기능성 규명, 비즈니스 활성화 정책이 시행 중임. 제형·상품화 단계에서는 기능성식품 제형센터와 기능성 원료은행이 운영 중이며, 대량생산 관련 부문은 미비한 상황임. 수출 부문은 농식품 해외시장 진출사업, 농식품 시장개척 사업에서 지원하고 있으며, 거점단지는 국가식품 클러스터(전북 익산)가 운영 중임.

□ 시사점

- 앞서 제시한 그린바이오산업 육성 계획 및 방안에서 언급된 인력양성 내용을 정리하면 크게 석박사 위주의 전문 연구인력 양성을 위한 계획이 대부분을 차지하고 있음.
- 이와 같은 전문 연구인력 양성 중심의 접근방법은 제품 개발 초기 단계에 해당하는 소재발굴·정보제공, 시험·평가, 제형·상품화에는 적합하지만, 상품화를 위한 대량생산 및 수출 관련과 밀접한 인력확보에는 한계가 있음.
- 그린바이오산업은 농업후방산업(종자, 동물용 의약품, 미생물) 및 현물생산(천연물, 곤충), 전방산업(식품 및 소재)으로 구성되어 있어 각 구성요소의 폭이 넓고 분야별 특징이 명확한 점을 가지고 있음. 따라서 제품

단계별로 차별화된 인력지원 방안이 필요함.

- 현물생산 부문(천연물 및 곤충)에서는 효율적 생산과 기능성 물질을 추출에 대한 연구 및 지도 인력 육성이 필요함. 천연물의 효율적인 재배·시비를 통한 생산과 적절한 처리방법을 통해 생산물의 부가가치를 증대시킬 수 있는 방안을 연구할 수 있는 R&D 인력과 이를 농업현장에 효과적으로 전달할 수 있는 지도인력 육성이 필요함.
- 전방 및 후방 산업부문에서는 첨단 바이오 기술을 바탕으로 개별 제품을 개발 및 연구할 수 있는 연구인력과 함께 IT 분야 전문인력을 동반 육성할 필요가 있음. 현재 그린바이오 부문 연구는 빅데이터, 기계 학습 기반의 인공지능이 폭넓게 응용되고 있으므로 해당 전문인력의 양성 및 유도를 통해 BT와 IT 간 시너지 효과 창출을 유도할 필요가 있음.

○ 기업의 성장을 통한 고용인력 증대를 위해 현재 기업의 지원정책을 생애주기별로 구분하여 살펴본 결과 기업 성숙단계와 판로확보에 대한 지원정책이 부족한 것으로 나타남.

- 성숙단계 기업을 대상으로 현장의견 수렴을 통해 어떠한 지원정책이 필요한지 살펴볼 필요가 있으며, 이를 통해 지속성장 유망기업으로 유도할 필요가 있음.
- 판로확보에 대한 지원정책이 충분하지 않은 상황임. 유망 벤처기업에서 생산한 제품에 대한 판로정보 제공시스템 구축 및 기업 대 기업(B2B) 및 기업 대 정부(B2G), 기업 대 소비자(B2C) 채널별 시장분석을 통한 맞춤형 전략 수립이 필요함.

그린바이오산업 육성전략의 고용 영향: 국내 바이오산업 실태조사 자료 분석

제1절 분석 자료 및 방법

- 본 장에서는 2020년 정부의 그린바이오산업 육성 전략이 본격적으로 시작된 점을 감안하여, 가용한 기존 자료의 최신 연도를 기준으로 그린 바이오 기업의 고용 현황을 기타 바이오산업 부문 기업과 비교 분석한 결과를 제시함.
- 이를 위해 산업통상자원부가 주관하고 한국바이오협회가 전담기관으로서 2016년 이후 실시해 온 국내 바이오산업 실태조사 원자료를 활용함.
- 국내 바이오산업 실태조사 원자료는 통계청 마이크로데이터 통합서비스(MDIS)상에서 가용하며, 해당 자료를 다운로드받아 본 연구에 활용
 - 본 연구 이전에는 국내 바이오산업 실태조사 원자료가 통계청 MDIS 상에서 다운로드가 가능하다는 사실을 관련 연구자들이 잘 인지하지 못하고 있던 상태. 실제로 제1장 제4절에서 그린바이오 관련 선행연구 중 해당 조사 원자료를 사용한 연구는 사실상 존재하지 않음. 본 고용영향평가 연구를 기점으로 해당 원자료를 활용한 연구가 활발해질 것을 기대함.

○ 국내 바이오산업 실태조사 원자료가 가용한 최근 연도는 2022년으로서, 조사 대상 기업의 2022년 말 기준 종사자 수, 2022년 1년간의 연구개발비 및 시설투자비, 2022년 매출이 발생하고 있는 바이오산업 부문 제품, 서비스 혹은 거래기술의 품목 분류코드 및 국내 판매액과 해외 수출액 관련 응답 내역을 포함

- 다만 매출액, 순이익 등 재무지표의 경우, 조사표에는 설문 문항이 있으나 통계청 MDIS에 공개된 원자료에는 해당 문항에 대한 기업별 응답 내역이 생략되어 있음.

□ 2020년 농림축산식품부의 그린바이오산업 육성 전략 시행 이후 그린바이오 기업과 비그린바이오 기업 간 고용효과의 차이를 분석하기 위해, 가장 이상적인 방법론은 제5장에서와 유사하게 그린바이오 육성 전략 시행 이전인 2019년과 시행 후인 2022년의 기업 단위 종사자 수 증감이 처치집단(treatment group)과 통제집단(control group) 사이에 유의미한 차이를 보이는지 이중차분법(difference-in-differences)을 통해 분석하는 것임.

□ 다만 본 장의 분석을 위해 사용하는 국내 바이오산업 실태조사 원자료의 경우, 2020년 그린바이오 육성전략 시행 이전 시점과 이후 시점에 지속적으로 조사 표본에 포함된 기업을 식별할 방법이 없어, 이상적인 방법론인 이중차분법을 적용할 수 없음.

- 해당 조사의 조사표를 보면 “I. 공통부문” 섹션에서 조사 대상 기업의 기업명과 사업자등록번호를 설문하고 있으나, 통계청 MDIS상에 공개된 원자료에는 기업명은 물론이고 사업자등록번호 역시 생략되어 있으며, 그 외 동일 기업 식별이 가능한 별도 ID가 부여되어 있지 않음.

□ 따라서 본 장에서는 국내 바이오산업 실태조사의 가장 최근 연도인 2022년 원자료를 사용하여, 2020년 정부의 그린바이오 육성 전략 발표 후 2년 남짓 지난 시점에서 그린바이오 및 비그린바이오(화이트바이오

혹은 레드바이오) 기업 간 종사자 수가 어떤 차이를 보이는지에 대해 성향점수매칭(propensity score matching) 방법론을 사용하여 분석한 결과를 제시함.

- 국내 바이오산업 실태조사의 경우 정부 정책 수혜 여부를 판정할 수 있는 문항을 포함하지 않아, 그린바이오 내에서 수혜-비수혜 기업 간 비교는 가능하지 않은 관계로 불가피하게 그린바이오-비그린바이오 기업 간 비교 수행
- 성향점수매칭의 1단계에서는 처치집단(그린바이오 기업)과 통제집단(비그린바이오 기업)을 포괄한 분석 대상 기업 표본에 대해 관측 가능한 설명변수를 사용하여, 각 기업이 처치집단에 속하는지 여부를 결정하는 모형을 로짓(logit)으로 추정하고, 이로부터 각 표본 기업이 처치집단에 속할 확률, 즉 성향점수를 산정함.
- 다음으로 2단계에서는 처치집단에 속한 각 기업에 대해 통제집단에 속한 기업 중 1단계 산정 성향점수가 가장 근접한 하나 혹은 그 이상의 기업을 매칭하고, 이렇게 매칭된 처치-통제집단 기업 간의 종사자 수 차이가 평균적으로 몇 명인지 그 차이가 통계적으로 유의한지 여부를 분석
- 성향점수매칭을 통한 그린바이오 육성 전략의 처치효과(treatment effect) 분석 시 기본 모형 및 개별 표본별 최소 매칭 숫자에 변화를 준 모형 추정 결과를 함께 제시
- 본 장 분석에서 기본 모형은 각 표본별 최소 매칭 숫자가 하나인 경우를 상정하는데, 최소 매칭 숫자를 2개 이상으로 설정하여 분석한 결과를 함께 제시
- 한편 2020년 시작된 농식품부의 그린바이오산업 육성 전략의 수혜를 받은 처치집단을 어떻게 설정할지 대책이 필요
- 국내 바이오산업 실태조사는 조사 대상 기업의 그린바이오 여부를 바로 식별할 수 있는 문항을 포함하지 않음. 따라서 매출 발생 품목 및 전체

매출 중 차지하는 비중 등 문항에 대한 응답 내역을 활용하여 산정된 변수를 통해 그린바이오 기업 여부 판단 기준을 연구자가 직접 설정할 필요가 있음.

- 국내 바이오산업 실태조사 원자료는 2022년 기준 기업당 최대 16개 매출 발생 품목의 4자리 수 분류 코드를 제공하고, 품목별 국내 판매액과 해외 수출액을 각각 제시함으로써 조사 당시 매출 발생 기업의 경우 원칙적으로 그린바이오 품목의 매출 비중이 전체에서 몇 퍼센트(%)나 되는지 산정 가능
- 본 연구는 농림축산식품부(2023)를 근거로, 비식품 분야의 “1120. 동물용 바이오의약품,” “2050. 바이오농약 및 비료,” “3050. 사료첨가제,” “7010. 종자 및 묘목” 및 식품 분야의 “3000. 기타 바이오식품,” “3010. 건강기능식품,” “3020. 식품용 미생물 및 효소,” “3030. 식품첨가물,” “3040. 발효식품” 등 총 9개 품목 코드를 그린바이오에 해당하는 것으로 간주

○ 한편 그린바이오산업에 일반적으로 포함되는 식품 관련 부문의 경우, 2020년 이전에도 다양한 정부 지원 정책의 수혜를 받아 온 업종과 이전에 별다른 정책 지원이 없었던 타 그린바이오 분야와 구분됨.

- 즉 그린바이오로 간주된 9개 품목 분류 코드 중, 5개의 식품 분야 코드를 제외한 나머지 4개 품목(“1120. 동물용 바이오의약품,” “2050. 바이오농약 및 비료,” “3050. 사료첨가제,” “7010. 종자 및 묘목”)만을 2020년 이후 그린바이오 육성 정책의 수혜 분야로 간주한 분석 역시 실시해볼 필요성이 있음.

□ 본 장에서는 그린바이오 육성 전략의 처치집단을 식별하는 두 가지 기준, 즉 그린바이오 품목 매출 비중 및 식품 분야 포함 여부를 바탕으로 <표 3-1>에서처럼 총 6가지 방식으로 처치집단을 정의하여 각각의 경우에 대한 처치효과 추정 결과를 제시

〈표 3-1〉 처치집단 정의 및 각 정의별 표본 내 비중

그린바이오 기업 정의	식품 분야 포함	식품 분야 제외
그린바이오 품목 매출 비중 50% 이상	31.65%	18.42%
그린바이오 품목 매출 비중 70% 이상	30.01%	17.60%
그린바이오 품목 매출 비중 90% 이상	28.65%	17.05%

자료 : 산업통상자원부(2022), 「국내바이오산업실태조사」 원자료.

제2절 분석 결과

1. 기초통계

- 〈표 3-2〉는 국내 바이오산업 실태조사 2022년도 원자료의 바이오기업 표본에 대한 성향점수매칭 분석에 활용된 주요 변수의 기초통계를 제시함.
- 〈표 3-2〉에 제시된 기초통계 분석 결과 바이오산업 부문 기업 종사자 수의 증릿값은 26명에 불과하나, 일부 종사자 수가 수천에서 수만 명에 이르는 기업이 표본에 포함된 관계로 산술평균은 234명에 달함.
- 기업 성장단계상 매출이 발생하고 있어 품목별 매출 비중 산정이 가능한 기업은 국내 바이오산업 실태조사 2022년도 원자료 내 전체 1,089개 기업 표본 중 733개이며, 이들 중 위에 제시된 총 6개의 그린바이오 기업 정의 방식에 따른 그린바이오 비중은 위 〈표 3-1〉에 제시
- 국내 바이오산업 실태조사에서 기업 설립연도 관련 문항은 (1) 1950년 이전, (2) 1951~1980년, (3) 1981~1990년, (4) 1991~1995년, (5) 1996~2000년, (6) 2001~2005년, (7) 2006~2010년, (8) 2011~2015년, (9) 2016년 이후 등 총 9개의 범주로 응답하도록 설계되어 있는데, 〈표 3-2〉에서 보듯 2000년대에 평균이 형성

〈표 3-2〉 기초통계

변 수	산술평균	중윗값	표준편차	최솟값	최댓값	관측 수
종사자수 합계(명)	233.83	26	2,337.8	1	72,689	1,075
그린바이오더미(그린 바이오 매출 비중 50% 이상/식품 포함)	0.32	0	0.47	0	1	733
그린바이오더미(그린 바이오 매출 비중 70% 이상/식품 포함)	0.30	0	0.46	0	1	733
그린바이오더미(그린 바이오 매출 비중 90% 이상/식품 포함)	0.29	0	0.45	0	1	733
그린바이오더미(그린 바이오 매출 비중 50% 이상/식품 제외)	0.18	0	0.39	0	1	733
그린바이오더미(그린 바이오 매출 비중 70% 이상/식품 제외)	0.18	0	0.38	0	1	733
그린바이오더미(그린 바이오 매출 비중 90% 이상/식품 제외)	0.17	0	0.38	0	1	733
설립연도 범주	6.35	7	2.13	1	9	1,089
상장더미	0.25	0	0.43	0	1	1,089
연구개발비(백만 원)	6,672.39	517.5	55,900.74	0	1,732,912	1,078
시설투자비(백만 원)	5,655.78	30	63,521.61	0	1,387,115	1,074
매출발생단계 범주	2.22	2	0.82	1	3	986

자료 : 산업통상자원부(2022), 「국내바이오산업 실태조사」 원자료.

- 상장더미는 국내 바이오산업 실태조사에서 기업 상장 여부를 설문하면서 (1) 코넥스상장기업, (2) 코스닥상장기업, (3) 유가증권상장기업, (4) 해당없음 등 총 4개의 보기 중 하나를 선택하도록 한 문항에 대해 보기 (1), (2) 혹은 (3)을 선택한 기업은 1, (4)를 선택한 기업은 0의 값을 갖도록 설정한 더미변수로서, 전체 기업 중 대략 1/4 정도가 상장

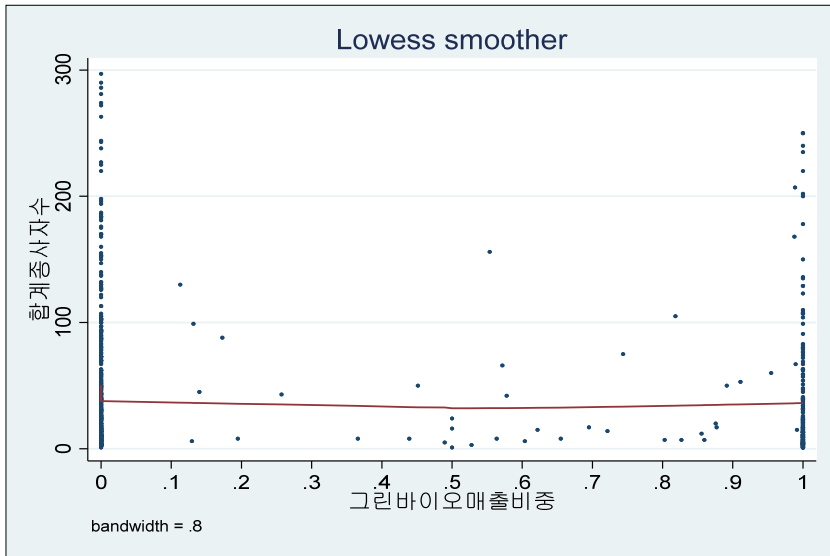
- 국내 바이오산업 실태조사 표본 기업의 2022년 연간 연구개발비 증윗값은 5억 원 남짓이나 연구개발비 액수가 압도적으로 높은 일부 기업으로 인해 산술평균은 66억 원을 초과함.
- 한편 2022년 연간 시설투자비의 증윗값은 3천만 원이나, 역시 시설투자비 액수가 압도적으로 높은 일부 기업으로 인해 산술평균은 56억 원을 넘어섬.
- 마지막으로 (1) 매출발생 이전, (2) 매출발생(손익분기점 미만), (3) 매출발생(손익분기점 이상) 등 3가지 범주 중 하나를 선택하도록 설문한 매출발생 성장단계 문항에서, 응답 기업의 평균 매출은 발생하고 있으나 대체로 손익분기점 미만에 해당

2. 비모수회귀분석

- 성향점수매칭 방법론을 사용하여 본격적으로 그린바이오산업 육성 전략의 수혜를 입은 처치집단과 수혜를 받지 않은 통제집단 간 종사자 수 차이를 분석하기 전에 그린바이오 매출 비중과 종사자 수 간 관계를 시각화하는 목적으로 비모수회귀분석(non-parametric regression)을 실시
- 이때 엄밀한 방법론을 사용하여 처치효과를 추정하는 경우 비모수회귀분석의 시각화 결과와는 전혀 다른 질적 결과가 나타날 수 있음에 유의할 필요
- [그림 3-1]과 [그림 3-2]는 그린바이오 품목 매출 비중 산정 시 식품 분야를 포함한 상태에서 종사자 수 300인 미만 및 100인 미만 기업 표본에 대해 Lowess 평활화(Lowess Smoothing)를 통해 그린바이오 품목 매출 비중과 종사자 수의 관계를 비모수회귀분석한 결과임.¹²⁾

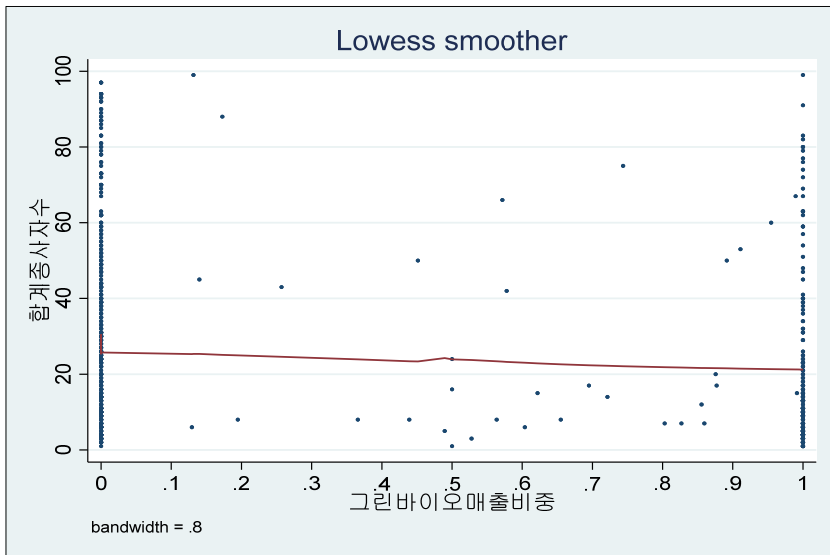
12) 종사자 수에 제한이 없는 기업 표본에 대한 비모수회귀분석 결과를 보여주는 그래프의 경우, 종사자 수에 있어 이상치(outlier)의 존재로 말미암아 명확한 정보 전달이 어려운 관계로 제시하지 않음.

[그림 3-1] 그린바이오 품목 매출 비중과 종사자 수 : 비모수회귀분석(300인 미만 기업 표본, 매출 비중 산정 시 식품 포함)



자료 : 산업통상자원부(2022), 「국내바이오산업실태조사」 원자료.

[그림 3-2] 그린바이오 품목 매출 비중과 종사자 수 : 비모수회귀분석(100인 미만 기업 표본, 매출 비중 산정 시 식품 포함)



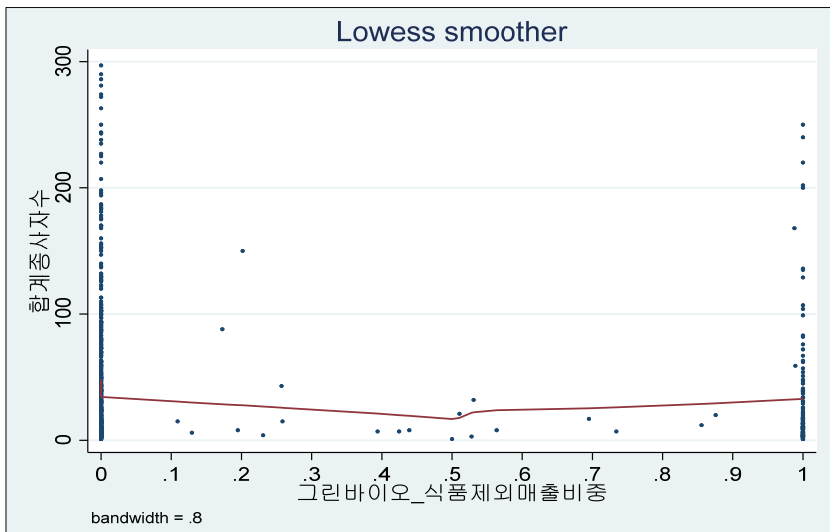
자료 : 산업통상자원부(2022), 「국내바이오산업실태조사」 원자료.

- [그림 3-1] 및 [그림 3-2]에 따르면, 식품을 그린바이오 품목에 포함할 때 300인 미만과 100인 미만 표본에서 모두 그린바이오 품목 매출이 늘어날수록 해당 기업의 종사자 수가 증가하는 양상은 발견되지 않음.
 - 오히려 100인 미만 표본에서는 그린바이오 품목 매출 비중 상승 시 종사자 수가 다소 감소하는 듯한 양상이 나타남.
 - 다만 이와 관련하여 엄밀한 판단을 내리려면 처치집단과 통제집단 간 동질성을 최대한 확보한 상태에서 처치효과를 추정한 결과를 바탕으로 할 필요가 있음.

□ 다음으로 [그림 3-3]과 [그림 3-4]는 그린바이오 품목 매출 비중 산정 시 식품 분야를 제외한 상태에서 각각 종사자 수 300인 미만 및 100인 미만 기업 표본에 대해 그린바이오 품목 매출 비중과 종사자 수의 관계를 비모수회귀분석한 결과를 나타냄.

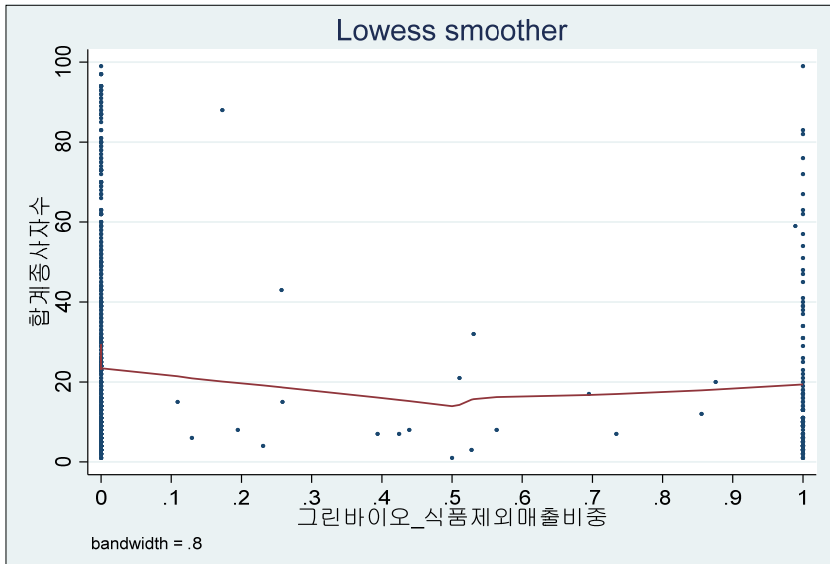
○ [그림 3-3] 및 [그림 3-4]는 식품을 그린바이오 품목에서 제외하고 분석

[그림 3-3] 그린바이오 품목 매출 비중과 종사자 수 : 비모수회귀분석(300인 미만 기업 표본, 매출 비중 산정 시 식품 제외)



자료 : 산업통상자원부(2022), 「국내바이오산업실태조사」 원자료.

[그림 3-4] 그린바이오 품목 매출 비중과 종사자 수 : 비모수회귀분석(100인 미만 기업 표본, 매출 비중 산정 시 식품 제외)



자료 : 산업통상자원부(2022), 「국내바이오산업실태조사」 원자료.

할 때 300인 미만과 100인 미만 표본에서 모두 그린바이오 품목 매출이 늘어날수록 해당 기업의 종사자 수가 증가하는 양상이 나타나지 않음을 보여줌.

- 다만 그린바이오 품목 매출 비중이 0.5를 넘어선 이후로는 그린바이오 매출 비중이 높아질수록 종사자 수가 약간이나마 증가하는 양상이 나타남.
- 물론 이에 대한 엄밀한 판단을 위해서는 처치집단과 통제집단 간 동질성을 최대한 확보한 상태에서 처치효과를 추정한 결과에 근거할 필요

3. 성향점수매칭 분석

가. 종사자 수 1인 이상 기업 전체 표본 분석

□ 우선 종사자 수가 1인 이상인 모든 기업을 분석 대상으로 포함한 결과

를 제시함. 산업 육성 정책에 대한 의존 없이 스스로 성장 가능한 대기
업이 제외되어 정부 정책 수혜의 영향이 좀 더 명확히 나타날 가능성이
있는 “종사자 수 300인 미만” 기업 및 “종사자 수 100인 미만” 기업 표
본에 대한 분석 결과는 차후에 제시

1) 그린바이오에 식품 분야를 포함하는 경우

- 우선 처치집단과 통제집단을 나눌 때, 식품 분야를 포함한 그린바이오
매출 기준으로 처치집단을 설정하는 경우의 분석 결과를 먼저 제시함.
- <표 3-3>은 그린바이오 기업과 비그린바이오 기업 간 종사자 수 차이를
분석하기 위한 성향점수매칭의 1단계, 즉 분석 대상 기업 표본이 처치
그룹에 속할 확률을 산정하는 로짓 분석 결과를 보여줌.
- 처치집단의 정의에 따라 총 3개의 모형을 추정. 즉 식품을 포함한 그린
바이오 품목 매출 비중이 50%, 70% 및 90%인 기업을 그린바이오 기업
으로 정의한 추정 결과를 각각 제시
- 성향점수 추정 로짓 모형의 설명변수로 통계적으로 유의한 추정계수를
갖는 변수만을 최종적으로 포함. 이들 변수는 설립연도 범주, 상장여부,
연구개발투자, 시설투자, 매출발생단계 범주임.¹³⁾
 - 그린바이오 기업을 어떻게 정의하든, 다른 조건이 동일할 때 설립연
도가 최근 연도일수록 그린바이오 기업으로 분류될 확률이 통계적으
로 유의하게 낮아짐.
 - 역시 처치집단 정의 방식에 관계없이 다른 조건이 같다면 상장된 기
업일수록 그린바이오 기업일 확률이 유의하게 낮아짐.
 - 연구개발투자액이 높을수록 그린바이오 기업일 확률은 유의하게 낮아
지는 반면, 시설투자의 경우 그 액수가 높을수록 그린바이오 기업으

13) 연구개발투자 및 시설투자 액수의 경우 로그를 취한 변수를 분석에 사용하는 것이 일반
적이나, 처치효과 추정 이전 사전 단계로서 로짓 모형 분석을 실시함에 있어 가급적 큰
표본에 대해 성향점수를 산정하기 위해 로그를 취하지 않은 변수를 사용하였음.

로 분류될 확률이 유의하게 높아짐.

- 한편 매출발생단계가 높아질수록 그린바이오 기업일 확률이 통계적으로 유의하게 높아짐.

□ <표 3-4>는 1단계에서 산정된 성향점수를 바탕으로 매칭을 함에 있어 기본 모형, 즉 개별 표본별 최소 매칭 숫자가 하나인 방식으로 추정된 모형의 분석 결과를 보여줌.

- 처치집단의 정의, 즉 그린바이오 품목 매출 비중 기준을 50%, 70% 및 90% 이상 중 어느 것으로 설정하든 관계없이 그린바이오 기업의 종사자 수 합계가 매칭된 비그린바이오 기업 대비 300명 안팎 가량 많으며, 이러한 차이는 통계적으로 유의함.

<표 3-3> 성향점수매칭 1단계 : 로짓 분석(종사자 수 1인 이상 기업 전체 표본, 그린바이오에 식품 포함)

종속변수 : 그린바이오기업더미

변 수	처치집단 정의		
	그린바이오 매출 50% 이상(식품 포함)	그린바이오 매출 70% 이상(식품 포함)	그린바이오 매출 90% 이상(식품 포함)
설립연도 범주	-0.2440*** (0.0494)	-0.2401*** (0.0498)	-0.2310*** (0.0499)
상장더미	-0.7200*** (0.2498)	-0.7345*** (0.2525)	-0.6311** (0.2520)
연구개발투자 (백만 원)	-0.0001*** (0.0000)	-0.0001*** (0.0000)	-0.0001*** (0.0000)
시설투자 (백만 원)	0.0000** (9.36e-06)	0.0000** (8.73e-06)	0.0000** (8.59e-06)
매출발생단계 범주	0.7902*** (0.2028)	0.8424*** (0.2078)	0.8336*** (0.2108)
상수	-1.0003 (0.7199)	-1.2541* (0.7338)	-1.3807* (0.7422)
관측 수	729	729	729
Prob> χ^2	0.0000	0.0000	0.0000
Pseudo R ²	0.1202	0.1192	0.1118

주 : 괄호 안 숫자는 표준오차(standard error)를 나타냄. *, **, ***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

자료 : 산업통상자원부(2022), 「국내바이오산업실태조사」 원자료.

〈표 3-4〉 처치효과 분석 : 기본 모형(종사자 수 1인 이상 기업 전체 표본, 그린바이오에 식품 포함)

종속변수 : 종사자수 합계(명)	처치집단 정의		
	그린바이오 매출 50% 이상(식품 포함)	그린바이오 매출 70% 이상(식품 포함)	그린바이오 매출 90% 이상(식품 포함)
처치효과 : 그린바이오기업 vs 비그린바이오기업	299.9351*** (101.68)	284.9982*** (99.9876)	308.1267** (152.9167)
관측 수	729	729	729

주 : 괄호 안 숫자는 강건 표준오차(robust standard error)를 나타냄. *, **, ***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.
자료 : 산업통상자원부(2022), 「국내바이오산업실태조사」 원자료.

□ 다음으로 〈표 3-5〉와 〈표 3-6〉은 〈표 3-3〉에 제시된 1단계 산정 성향점수를 사용하여 매칭을 실시하되, 개별 표본별 최소 매칭 숫자를 각각 2개 및 3개로 다시 설정하여 추정된 결과를 제시함.

〈표 3-5〉 처치효과 분석 : 매칭 숫자 2개 이상(종사자 수 1인 이상 기업 전체 표본, 그린바이오에 식품 포함)

종속변수 : 종사자수 합계(명)	처치집단 정의		
	그린바이오 매출 50% 이상(식품 포함)	그린바이오 매출 70% 이상(식품 포함)	그린바이오 매출 90% 이상(식품 포함)
처치효과 : 그린바이오기업 vs 비그린바이오기업	101.1822 (221.3085)	135.4783 (227.8244)	114.6175 (223.9192)
관측 수	729	729	729

주 : 괄호 안 숫자는 강건 표준오차(robust standard error)를 나타냄. *, **, ***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.
자료 : 산업통상자원부(2022), 「국내바이오산업실태조사」 원자료.

〈표 3-6〉 처치효과 분석 : 매칭 숫자 3개 이상(종사자 수 1인 이상 기업 전체 표본, 그린바이오에 식품 포함)

종속변수 : 종사자수 합계(명)	처치집단 정의		
	그린바이오 매출 50% 이상(식품 포함)	그린바이오 매출 70% 이상(식품 포함)	그린바이오 매출 90% 이상(식품 포함)
처치효과 : 그린바이오기업 vs 비그린바이오기업	154.9207 (209.7775)	179.1661 (217.6302)	176.3602 (217.5385)
관측 수	729	729	729

주 : 괄호 안 숫자는 강건 표준오차(robust standard error)를 나타냄. *, **, ***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.
자료 : 산업통상자원부(2022), 「국내바이오산업실태조사」 원자료.

○ <표 3-5>와 <표 3-6>에 제시된 결과에 따르면, 앞서 <표 3-4>에서 제시한 기본 모형의 처치효과 추정 결과가 강건하지 않음.

- 개별 표본별 매칭 숫자를 2개 혹은 3개 이상으로 설정하고 매칭한 후 처치효과를 추정하면, 매칭 숫자를 1개 이상으로 설정한 기본 모형 대비 처치효과 크기가 줄어들고 동시에 통계적 유의성을 상실

2) 그린바이오에서 식품 분야를 제외하는 경우

□ 다음으로 식품 분야를 제외한 그린바이오 품목 매출 기준으로 처치집단을 설정한 경우의 분석 결과를 제시함.

□ <표 3-7>은 식품 분야를 제외한 그린바이오 매출 기준으로 처치집단을 설정할 때, 성향점수매칭의 1단계에서 수행된 로짓 분석 결과를 보여줌.

○ 역시 처치집단의 정의에 따라 총 3개의 모형을 추정하였음

○ 로짓 모형의 설명변수로는 통계적으로 유의한 추정계수를 갖는 변수만을 최종적으로 포함하였으며, 이들 변수는 설립연도 범주, 상장더미, 연구개발투자, 매출발생단계 범주임.¹⁴⁾

- 다른 조건이 동일할 때 설립연도가 최근일수록 그린바이오 기업으로 분류될 확률이 통계적으로 유의하게 낮아지고, 상장된 기업일수록 그린바이오 기업일 확률이 유의하게 낮아짐.

- 한편 연구개발투자액이 높을수록 그린바이오 기업일 확률은 유의하게 낮아지고, 매출발생단계가 높아질수록 그린바이오 기업일 확률이 통계적으로 유의하게 높아짐.

□ <표 3-8>은 산정된 성향점수를 바탕으로 매칭을 함에 있어 기본 모형을 사용하여 종사자 수에 대한 처치효과를 분석한 결과를 제시

○ 처치집단 정의 시 식품 제외 그린바이오 품목 매출 비중 기준을 50% 혹

14) 다만 상장더미 변수의 경우 식품 제외 그린바이오 매출 90% 이상을 그린바이오 기업으로 정의할 때 추정계수가 유의하지 않아 분석에서 제외됨.

은 70% 이상으로 설정하는 경우, 처치집단 기업의 종사자 수 합계가 성향점수를 바탕으로 매칭된 통제집단 기업 대비 480명 남짓 더 많으며, 이는 통계적으로 강하게 유의함.

- 그러나 식품 제외 그린바이오 품목 매출 비중 90% 이상을 기준으로 처치집단을 정의할 때에는 처치효과 추정치가 부(-)의 값을 갖고 통계적으로 유의하지 않음.

〈표 3-7〉 성향점수매칭 1단계 : 로짓 분석(종사자 수 1인 이상 기업 전체 표본, 그린바이오에 식품 제외)
종속변수 : 그린바이오기업여미

변 수	처치집단 정의		
	그린바이오 매출 50% 이상(식품 제외)	그린바이오 매출 70% 이상(식품 제외)	그린바이오 매출 90% 이상(식품 제외)
설립연도 범주	-0.2326*** (0.0566)	-0.2231*** (0.0571)	-0.2300*** (0.0569)
상장여미	-0.7291** (0.3136)	-0.6710** (0.3140)	-
연구개발투자 (백만 원)	-0.0001** (0.0000)	-0.0001** (0.0000)	-0.0003*** (0.0001)
매출발생단계 범주	0.9058*** (0.2615)	0.9222*** (0.2661)	0.8606*** (0.2721)
상수	-2.1995** (0.8984)	-2.3677*** (0.9129)	-2.1137** (0.9208)
관측 수	730	730	730
Prob> χ^2	0.0000	0.0000	0.0000
Pseudo R^2	0.1049	0.0998	0.1227

주: 괄호 안 숫자는 표준오차(standard error)를 나타냄. *, **, ***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

자료: 산업통상자원부(2022), 「국내바이오산업실태조사」 원자료.

〈표 3-8〉 처치효과 분석: 기본 모형(종사자 수 1인 이상 기업 전체 표본, 그린바이오에 식품 제외)

종속변수 : 종사자수 합계(명)	처치집단 정의		
	그린바이오 매출 50% 이상(식품 제외)	그린바이오 매출 70% 이상(식품 제외)	그린바이오 매출 90% 이상(식품 제외)
처치효과 : 그린바이오기업 vs 비그린바이오기업	482.6158*** (113.2658)	480.1781*** (108.6115)	-130.1639 (107.3822)
관측 수	730	730	730

주: 괄호 안 숫자는 강건 표준오차(robust standard error)를 나타냄. *, **, ***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

자료: 산업통상자원부(2022), 「국내바이오산업실태조사」 원자료.

□ 다음으로 <표 3-9>와 <표 3-10>은 <표 3-7>에서 산정한 성향점수를 사용하여 매칭을 실시하되, 표본별 최소 매칭 숫자를 각각 2개 및 3개로 설정한 결과를 제시함.

○ <표 3-9>와 <표 3-10>에 제시된 결과에 따르면, 앞서 <표 3-8>에서 제시한 기본 모형의 처치효과 추정 결과는 강건하지 않음.

- 표본별 매칭 숫자를 2개 혹은 3개 이상으로 설정하고 매칭한 후 처치효과를 추정하면, 앞서 <표 3-8>에서 두 가지 방식의 처치집단 정의 시 처치효과가 유의한 정(+)의 값을 가졌던 것과 달리, 처치효과와 크기가 줄어들고 동시에 통계적 유의성을 상실함.

<표 3-9> 처치효과분석: 매칭숫자 2개 이상(종사자수 1인 이상 기업 전체 표본, 그린바이오에 식품 제외)

종속변수 : 종사자수 합계(명)	처치집단 정의		
	그린바이오 매출 50% 이상(식품 제외)	그린바이오 매출 70% 이상(식품 제외)	그린바이오 매출 90% 이상(식품 제외)
처치효과 : 그린바이오기업 vs 비그린바이오기업	231.308 (234.2546)	204.0884 (232.381)	-135.3664 (108.9306)
관측 수	730	730	730

주: 괄호 안 숫자는 강건 표준오차(robust standard error)를 나타냄. *, **, ***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

자료: 산업통상자원부(2022), 「국내바이오산업실태조사」 원자료.

<표 3-10> 처치효과분석: 매칭숫자 3개 이상(종사자수 1인 이상 기업 전체 표본, 그린바이오에 식품 제외)

종속변수 : 종사자수 합계(명)	처치집단 정의		
	그린바이오 매출 50% 이상(식품 제외)	그린바이오 매출 70% 이상(식품 제외)	그린바이오 매출 90% 이상(식품 제외)
처치효과 : 그린바이오기업 vs 비그린바이오기업	107.6642 (176.2311)	83.8761 (175.9896)	-153.7036 (106.5582)
관측 수	730	730	730

주: 괄호 안 숫자는 강건 표준오차(robust standard error)를 나타냄. *, **, ***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

자료: 산업통상자원부(2022), 「국내바이오산업실태조사」 원자료.

나. 종사자 수 300인 미만 기업 표본 분석

□ 지금까지의 분석은 종사자 수가 1인 이상인 모든 기업, 즉 종사자 수가 수천 혹은 수만 명에 달하는 기업 표본까지 포괄한 것임. 이제 자생력이 높은 대기업 표본을 제외하여 정부 정책 수혜의 영향이 좀 더 명확히 나타날 가능성이 있는 종사자 수 300인 미만 기업 표본에 대한 분석 결과를 제시함.

1) 그린바이오에 식품 분야를 포함하는 경우

□ <표 3-11>은 성향점수매칭의 1단계로서 300인 미만 표본 기업 각각이 처치그룹에 속할 확률을 산정하기 위해 실시한 로짓 분석 결과를 보여줌.

○ 처치집단의 정의별로 총 3개의 모형, 즉 식품을 포함한 그린바이오 품목 매출 비중이 50%, 70% 및 90%인 기업을 그린바이오 기업으로 정의한 추정 결과를 각각 제시

○ 모형의 설명변수로는 통계적으로 유의한 변수만을 최종적으로 포함. 이들 변수는 설립연도 범주, 연구개발투자, 매출발생단계 범주임.

- 그린바이오 기업을 어떻게 정의하든, 다른 조건이 동일할 때 설립연도가 최근일수록 그린바이오 기업 분류 확률이 통계적으로 유의하게 낮아짐.

- 한편 연구개발투자액이 높을수록 그린바이오 기업일 확률은 유의하게 낮아지는 반면, 매출발생단계가 높아질수록 그린바이오 기업일 확률이 유의하게 높아짐.

□ <표 3-12>는 산정된 성향점수를 바탕으로 매칭을 함에 있어 기본 모형을 사용하여 추정된 처치효과 분석 결과를 제시함.

○ 처치집단의 정의에 관계없이 그린바이오 기업의 종사자 수 합계가 성향점수를 바탕으로 매칭된 비그린바이오 기업 대비 다소 적은 것으로 추정되지만 이러한 차이는 통계적으로 유의하지 않음.

〈표 3-11〉 성향점수매칭 1단계 : 로짓 분석(종사자 수 300인 미만 기업 표본, 그린바이오에 식품 포함)
종속변수 : 그린바이오기업데미

변 수	처치집단 정의		
	그린바이오 매출 50% 이상(식품 포함)	그린바이오 매출 70% 이상(식품 포함)	그린바이오 매출 90% 이상(식품 포함)
설립연도 범주	-0.2465*** (0.0508)	-0.2406*** (0.0512)	-0.2354*** (0.0515)
연구개발투자 (백만 원)	-0.0005*** (0.0001)	-0.0005*** (0.0001)	-0.0005*** (0.0001)
매출발생단계 범주	0.6490*** (0.2086)	0.7009*** (0.2133)	0.6824*** (0.2164)
상수	-0.4188 (0.7396)	-0.6879 (0.7521)	-0.7519 (0.7617)
관측 수	677	677	677
Prob> χ^2	0.0000	0.0000	0.0000
Pseudo R^2	0.1401	0.1382	0.1330

주: 괄호 안 숫자는 표준오차(standard error)를 나타냄. *, **, ***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

자료: 산업통상자원부(2022), 「국내바이오산업실태조사」 원자료.

〈표 3-12〉 처치효과 분석 : 기본 모형(종사자 수 300인 미만 기업 표본, 그린바이오에 식품 포함)

종속변수 : 종사자수 합계(명)	처치집단 정의		
	그린바이오 매출 50% 이상(식품 포함)	그린바이오 매출 70% 이상(식품 포함)	그린바이오 매출 90% 이상(식품 포함)
처치효과 : 그린바이오기업 vs 비그린바이오기업	-4.5214 (5.0954)	-7.5593 (5.1696)	-6.8385 (6.0366)
관측 수	677	677	677

주: 괄호 안 숫자는 강건 표준오차(robust standard error)를 나타냄. *, **, ***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

자료: 산업통상자원부(2022), 「국내바이오산업실태조사」 원자료.

□ 다음으로 〈표 3-13〉과 〈표 3-14〉는 기본 모형 대신 표본별 최소 매칭 숫자를 각각 2개 및 3개로 설정하여 추정한 결과를 보여줌.

○ 〈표 3-13〉과 〈표 3-14〉는 모두 추정된 처치효과와 부호 및 크기가 기본 모형 분석 결과와 유사하고, 통계적으로 유의하지 않은 것도 동일

〈표 3-13〉 처치효과 분석 : 매칭 숫자 2개 이상(종사자 수 300인 미만 기업 표본, 그린바이오에 식품 포함)

종속변수 : 종사자 수 합계(명)	처치집단 정의		
	그린바이오 매출 50% 이상(식품 포함)	그린바이오 매출 70% 이상(식품 포함)	그린바이오 매출 90% 이상(식품 포함)
처치효과 : 그린바이오기업 vs 비그린바이오기업	-6.6130 (5.5990)	-6.5311 (4.2731)	-5.8935 (6.6403)
관측 수	677	677	677

주 : 괄호 안 숫자는 강건 표준오차(robust standard error)를 나타냄. *, **, ***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.
자료 : 산업통상자원부(2022), 「국내바이오산업실태조사」 원자료.

〈표 3-14〉 처치효과 분석 : 매칭 숫자 3개 이상(종사자 수 300인 미만 기업 표본, 그린바이오에 식품 포함)

종속변수 : 종사자 수 합계(명)	처치집단 정의		
	그린바이오 매출 50% 이상(식품 포함)	그린바이오 매출 70% 이상(식품 포함)	그린바이오 매출 90% 이상(식품 포함)
처치효과 : 그린바이오기업 vs 비그린바이오기업	-6.3609 (5.4906)	-5.5089 (4.8139)	-5.4639 (6.1590)
관측 수	677	677	677

주 : 괄호 안 숫자는 강건 표준오차(robust standard error)를 나타냄. *, **, ***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.
자료 : 산업통상자원부(2022), 「국내바이오산업실태조사」 원자료.

2) 그린바이오에서 식품 분야를 제외하는 경우

- ☐ 다음으로 처치집단 설정 시 식품 분야를 제외한 그린바이오 매출을 기준으로 하는 경우의 분석 결과를 제시함.
- ☐ 〈표 3-15〉는 처치집단 설정 시 식품 분야 제외 그린바이오 매출을 기준으로 할 때, 성향점수매칭의 1단계에서 수행된 로짓 분석 결과를 제시함.
- ☐ 총 3개의 모형에 대해 통계적으로 유의한 추정계수를 갖는 변수만을 로짓 모형의 설명변수로서 포함하였으며, 이들 변수는 설립연도 범주, 연구개발투자, 매출발생단계 범주임.

- 다른 조건이 동일할 때 설립연도가 최근 연도일수록, 연구개발투자액이 높을수록 그린바이오 기업일 확률이 유의하게 낮아지고, 매출발생 단계가 높아질수록 그린바이오 기업일 확률이 유의하게 높아짐.

〈표 3-15〉 성향점수매칭 1단계 : 로짓분석(종사자 수 300인 미만 기업 표본, 그린바이오에 식품 제외)
종속변수 : 그린바이오기업여미

변 수	처치집단 정의		
	그린바이오 매출 50% 이상(식품 제외)	그린바이오 매출 70% 이상(식품 제외)	그린바이오 매출 90% 이상(식품 제외)
설립연도 범주	-0.2811*** (0.0603)	-0.2704*** (0.0607)	-0.2839*** (0.0614)
연구개발투자 (백만 원)	-0.0011*** (0.0002)	-0.0010*** (0.0002)	-0.0010*** (0.0002)
매출발생단계 범주	0.6594** (0.2687)	0.6749** (0.2729)	0.6904** (0.2778)
상수	-0.8262 (0.9262)	-1.0153 (0.9387)	-1.0090 (0.9523)
관측 수	677	677	677
Prob> χ^2	0.0000	0.0000	0.0000
Pseudo R^2	0.1641	0.1558	0.1590

주: 괄호 안 숫자는 표준오차(standard error)를 나타냄. *, **, ***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

자료: 산업통상자원부(2022), 「국내바이오산업실태조사」 원자료.

□ 〈표 3-16〉은 산정된 성향점수를 사용하여 매칭을 함에 있어 기본 모형을 사용하여 처치효과를 분석한 결과를 보여줌.

〈표 3-16〉 처치효과 분석 : 기본 모형(종사자 수 300인 미만 기업 표본, 그린바이오에 식품 제외)

종속변수 : 종사자수 합계(명)	처치집단 정의		
	그린바이오 매출 50% 이상(식품 제외)	그린바이오 매출 70% 이상(식품 제외)	그린바이오 매출 90% 이상(식품 제외)
처치효과 : 그린바이오기업 vs 비그린바이오기업	-4.4417 (6.6391)	-4.3385 (5.1588)	2.8784 (6.7596)
관측 수	677	677	677

주: 괄호 안 숫자는 강건 표준오차(robust standard error)를 나타냄. *, **, ***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

자료: 산업통상자원부(2022), 「국내바이오산업실태조사」 원자료.

○ <표 3-16>에 제시된 결과는 처치집단을 어떻게 정의하더라도 성향점수 매칭 기본 모형을 통해 추정된 종사자 수에 대한 처치효과가 통계적 유의성을 갖지 않음을 보여줌.

□ 다음으로 <표 3-17>과 <표 3-18>은 최소 매칭 숫자를 각각 2개 및 3개로 설정한 처치효과 추정 결과를 보여줌.

○ <표 3-17>과 <표 3-18>에 제시된 결과는 질적으로 <표 3-16>에 제시된 기본 추정 결과와 상당히 유사함.

- 즉 처치집단 정의별 모형의 처치효과 추정계수의 부호가 모두 동일하고, 추정계수의 크기도 큰 차이를 보이지 않음.
- 다만 매칭 숫자 2개 이상 추정 시 처치효과가 부(-)의 값을 가지면서 통계적으로 유의한 모형이 존재한다는 차이가 있음.

<표 3-17> 처치효과 분석: 매칭 숫자 2개 이상(종사자 수 300인 미만 기업 표본, 그린바이오에 식품 제외)

종속변수 : 종사자 수 합계(명)	처치집단 정의		
	그린바이오 매출 50% 이상(식품 제외)	그린바이오 매출 70% 이상(식품 제외)	그린바이오 매출 90% 이상(식품 제외)
처치효과 : 그린바이오기업 vs 비그린바이오기업	-9.7836 (6.0216)	-7.7562** (3.8764)	0.4893 (7.6529)
관측 수	677	677	677

주: 괄호 안 숫자는 강건 표준오차(robust standard error)를 나타냄. *, **, ***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

자료: 산업통상자원부(2022), 「국내바이오산업실태조사」 원자료.

<표 3-18> 처치효과 분석: 매칭 숫자 3개 이상(종사자 수 300인 미만 기업 표본, 그린바이오에 식품 제외)

종속변수 : 종사자 수 합계(명)	처치집단 정의		
	그린바이오 매출 50% 이상(식품 제외)	그린바이오 매출 70% 이상(식품 제외)	그린바이오 매출 90% 이상(식품 제외)
처치효과 : 그린바이오기업 vs 비그린바이오기업	-4.1703 (5.8326)	-4.4371 (5.6513)	0.2249 (12.9776)
관측 수	677	677	677

주: 괄호 안 숫자는 강건 표준오차(robust standard error)를 나타냄. *, **, ***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

자료: 산업통상자원부(2022), 「국내바이오산업실태조사」 원자료.

다. 종사자 수 100인 미만 기업 표본 분석

□ 종사자 수 300인 미만 기업 표본에 대한 위의 분석 결과에 이어, 정부 정책 수혜의 영향이 더 명확할 수 있는 종사자 수 100인 미만 기업 표본을 분석

1) 그린바이오에 식품 분야를 포함하는 경우

□ <표 3-19>는 성향점수매칭의 1단계로서 100인 미만 표본 기업 각각이 처치그룹에 속할 확률을 산정하기 위해 실시한 로짓 분석 결과를 제시함.

○ 역시 처치집단의 정의별로 총 3개의 모형에 대해 추정하였고, 통계적으로 유의한 추정계수를 갖는 변수인 설립연도 범주, 연구개발투자, 매출 발생단계 범주를 설명변수로 사용함.

- 모든 모형에서 설립연도가 최근 연도일수록 그린바이오 기업으로 분

<표 3-19> 성향점수매칭 1단계 : 로짓 분석(종사자 수 100인 미만 기업 표본, 그린바이오에 식품 포함)

종속변수 : 그린바이오기업여미

변 수	처치집단 정의		
	그린바이오 매출 50% 이상(식품 포함)	그린바이오 매출 70% 이상(식품 포함)	그린바이오 매출 90% 이상(식품 포함)
설립연도 범주	-0.2480*** (0.0573)	-0.2486*** (0.0579)	-0.2402*** (0.0584)
연구개발투자 (백만 원)	-0.0008*** (0.0002)	-0.0008*** (0.0002)	-0.0009*** (0.0002)
매출발생단계 범주	0.5846*** (0.2184)	0.6334*** (0.2236)	0.6140*** (0.2272)
상수	-0.1060 (0.7950)	-0.3103 (0.8093)	-0.3768 (0.8206)
관측 수	589	589	589
Prob> χ^2	0.0000	0.0000	0.0000
Pseudo R^2	0.1381	0.1409	0.1386

주 : 괄호 안 숫자는 표준오차(standard error)를 나타냄. *, **, ***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

자료 : 산업통상자원부(2022), 「국내바이오산업실태조사」 원자료.

류될 확률이 통계적으로 유의하게 낮아지고, 연구개발투자액이 높을수록 그린바이오 기업일 확률이 유의하게 낮아지며, 매출발생단계가 높아질수록 그린바이오 기업일 확률이 유의하게 높아짐.

□ <표 3-20>은 도출된 성향점수를 사용하여 매칭을 함에 있어 기본 모형을 사용한 처치효과 분석 결과를 보여줌.

○ 처치집단의 정의에 관계없이 그린바이오 기업의 종사자 수 합계가 성향 점수를 바탕으로 매칭된 비그린바이오 기업과 비교할 때 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않음.

<표 3-20> 처치효과 분석 : 기본 모형(종사자 수 100인 미만 기업 표본, 그린바이오에 식품 포함)

종속변수 : 종사자수 합계(명)	처치집단 정의		
	그린바이오 매출 50% 이상(식품 포함)	그린바이오 매출 70% 이상(식품 포함)	그린바이오 매출 90% 이상(식품 포함)
처치효과 : 그린바이오기업 vs 비그린바이오기업	-0.9861 (2.7244)	-0.2513 (2.6191)	0.3537 (3.0567)
관측 수	589	589	589

주 : 괄호 안 숫자는 강건 표준오차(robust standard error)를 나타냄. *, **, ***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

자료 : 산업통상자원부(2022), 「국내바이오산업실태조사」 원자료.

□ 다음으로 <표 3-21>과 <표 3-22>는 표본별 최소 매칭 숫자를 각각 2개 및 3개로 설정하여 추정한 결과를 제시함.

<표 3-21> 처치효과 분석 : 매칭 숫자 2개 이상(종사자 수 100인 미만 기업 표본, 그린바이오에 식품 포함)

종속변수 : 종사자수 합계(명)	처치집단 정의		
	그린바이오 매출 50% 이상(식품 포함)	그린바이오 매출 70% 이상(식품 포함)	그린바이오 매출 90% 이상(식품 포함)
처치효과 : 그린바이오기업 vs 비그린바이오기업	-2.7449 (2.8273)	-1.8534 (2.8101)	0.0048 (3.2140)
관측 수	589	589	589

주 : 괄호 안 숫자는 강건 표준오차(robust standard error)를 나타냄. *, **, ***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

자료 : 산업통상자원부(2022), 「국내바이오산업실태조사」 원자료.

〈표 3-22〉 처치효과 분석 : 매칭 숫자 3개 이상(종사자 수 100인 미만 기업 표본, 그린바이오에 식품 포함)

종속변수 : 종사자 수 합계(명)	처치집단 정의		
	그린바이오 매출 50% 이상(식품 포함)	그린바이오 매출 70% 이상(식품 포함)	그린바이오 매출 90% 이상(식품 포함)
처치효과 : 그린바이오기업 vs 비그린바이오기업	-3.2175 (2.6902)	-1.9704 (2.8146)	-1.4882 (3.0664)
관측 수	589	589	589

주 : 괄호 안 숫자는 강건 표준오차(robust standard error)를 나타냄. *, **, ***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

자료 : 산업통상자원부(2022), 「국내바이오산업실태조사」 원자료.

○ 〈표 3-21〉과 〈표 3-22〉에서 모두 처치효과와 추정치가 기본 모형 분석 결과와 크게 다르지 않고, 통계적으로 유의하지 않은 것도 동일함.

2) 그린바이오에서 식품 분야를 제외하는 경우

□ 다음으로 처치집단을 설정할 때 식품 분야를 제외한 그린바이오 매출을 기준으로 하는 경우의 분석 결과를 제시함.

〈표 3-23〉 성향점수매칭 1단계 : 로짓분석(종사자 수 100인 미만 기업 표본, 그린바이오에 식품 제외)

종속변수 : 그린바이오기업더미

변 수	처치집단 정의		
	그린바이오 매출 50% 이상(식품 제외)	그린바이오 매출 70% 이상(식품 제외)	그린바이오 매출 90% 이상(식품 제외)
설립연도 범주	-0.2843*** (0.0679)	-0.2670*** (0.0681)	-0.2818*** (0.0690)
연구개발투자 (백만 원)	-0.0018*** (0.0004)	-0.0017*** (0.0004)	-0.0018*** (0.0004)
매출발생단계 범주	0.6308** (0.2801)	0.6472** (0.2842)	0.6609** (0.2896)
상수	-0.4968 (0.9884)	-0.7439 (1.0007)	-0.7134 (1.0165)
관측 수	589	589	589
Prob> χ^2	0.0000	0.0000	0.0000
Pseudo R^2	0.1778	0.1670	0.1716

주 : 괄호 안 숫자는 표준오차(standard error)를 나타냄. *, **, ***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

자료 : 산업통상자원부(2022), 「국내바이오산업실태조사」 원자료.

□ <표 3-23>은 식품 분야를 제외한 그린바이오 매출을 기준으로 할 때, 성향점수매칭의 1단계로 수행된 로짓 분석 결과를 보여줌.

○ 총 3개의 모형에 대해 통계적으로 유의한 추정계수를 갖는 변수인 설립 연도 범주, 연구개발투자, 매출발생단계 범주만을 로짓 모형의 설명변수로서 최종적으로 포함

- 다른 조건이 동일할 때 설립연도가 최근일수록 그리고 연구개발투자액이 높을수록 그린바이오 기업일 확률이 유의하게 낮고, 매출발생단계가 높을수록 그린바이오 기업일 확률이 유의하게 높게 나타남.

□ <표 3-24>는 도출된 성향점수를 사용하여 매칭을 함에 있어 기본 모형을 사용하여 처치효과를 분석한 결과를 제시함.

○ <표 3-24>에 제시된 결과는 처치집단 정의에 관계없이 성향점수매칭 기본 모형을 사용하여 추정된 종사자 수에 대한 처치효과가 통계적으로 유의하지 않음을 보여줌.

<표 3-24> 처치효과 분석 : 기본 모형(종사자 수 100인 미만 기업 표본, 그린바이오에 식품 제외)

종속변수 : 종사자수 합계(명)	처치집단 정의		
	그린바이오 매출 50% 이상(식품 제외)	그린바이오 매출 70% 이상(식품 제외)	그린바이오 매출 90% 이상(식품 제외)
처치효과 : 그린바이오기업 vs 비그린바이오기업	-0.8115 (3.0718)	-0.4907 (2.9361)	1.4717 (2.8585)
관측 수	589	589	589

주 : 괄호 안 숫자는 강건 표준오차(robust standard error)를 나타냄. *, **, ***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

자료 : 산업통상자원부(2022), 「국내바이오산업실태조사」 원자료.

□ 다음으로 <표 3-25>와 <표 3-26>은 최소 매칭 숫자를 각각 2개 및 3개로 설정한 처치효과 추정 결과를 제시함.

○ <표 3-25>와 <표 3-26>에 추정되어 제시된 처치효과 크기가 <표 3-24>의 기본 모형에서 추정된 것과 크게 다르지 않고, 통계적 유의성을 갖지 않는 점도 동일

〈표 3-25〉 처치효과 분석: 매칭 숫자 2개 이상(종사자 수 100인 미만 기업 표본, 그린바이오에 식품 제외)

종속변수 : 종사자수 합계(명)	처치집단 정의		
	그린바이오 매출 50% 이상(식품 제외)	그린바이오 매출 70% 이상(식품 제외)	그린바이오 매출 90% 이상(식품 제외)
처치효과 : 그린바이오기업 vs 비그린바이오기업	1.7832 (2.5752)	1.0832 (2.5973)	2.4825 (2.6427)
관측 수	589	589	589

주: 괄호 안 숫자는 강건 표준오차(robust standard error)를 나타냄. *, **, ***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

자료: 산업통상자원부(2022), 「국내바이오산업실태조사」 원자료.

〈표 3-26〉 처치효과 분석: 매칭 숫자 3개 이상(종사자 수 100인 미만 기업 표본, 그린바이오에 식품 제외)

종속변수 : 종사자수 합계(명)	처치집단 정의		
	그린바이오 매출 50% 이상(식품 제외)	그린바이오 매출 70% 이상(식품 제외)	그린바이오 매출 90% 이상(식품 제외)
처치효과 : 그린바이오기업 vs 비그린바이오기업	-1.8104 (4.0720)	-2.0875 (4.0143)	-0.9872 (2.5079)
관측 수	589	589	589

주: 괄호 안 숫자는 강건 표준오차(robust standard error)를 나타냄. *, **, ***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

자료: 산업통상자원부(2022), 「국내바이오산업실태조사」 원자료.

제3절 소 결

- 바이오산업 업종 분류 기준이 표준산업분류와 달라 일반적으로 널리 쓰이는 기존 조사 자료를 활용한 분석이 어렵다는 점을 감안하여, 본 장에서는 바이오산업에 특화된 자료인 국내 바이오산업 실태조사 원자료를 활용하여 그린바이오 육성 정책의 고용효과를 들여다보고자 시도함.
- 이처럼 국내 바이오산업 실태조사 원자료를 사용한 분석을 실시하는 것이 그린바이오 관련 연구에서 처음이라는 점 자체가 중요한 의미를 가짐.
- 다만 국내 바이오산업 실태조사 자료의 한계로 인해, 이중차분법 등 그

린바이오 육성 정책의 효과를 분석하는 데 좀 더 적합한 방법론 대신
 성향점수매칭을 통해 2022년도 그린바이오 기업과 비그린바이오 기업
 간의 종사자 수 차이를 분석하였는데, 유의미한 차이가 있다고 보기 어
 려운 결과 도출

- 종사자 수에 제한을 두지 않은 표본뿐만 아니라 산업 육성 정책과 관계
 없이 독자 성장이 가능한 대기업 표본이 제외되어 정부 지원 정책에 좀
 더 영향을 많이 받을 수 있는 300인 미만 및 100인 미만 기업 표본에
 대해 별도 분석을 실시
- 본 장의 분석에서 처치집단을 정의함에 있어, 그린바이오 품목 매출 비
 중 관련 기준을 50% 이상, 70% 이상 및 90% 이상 등 다양하게 설정
- 한편 식품 관련 세부업종의 경우, 2020년 정부의 그린바이오 육성 전략
 발표 이전부터 다양한 정책 지원이 이루어져 온 분야임을 감안하여 처
 치집단이 아닌 통제집단에 포함한 분석을 병행 실시
- 더불어 성향점수매칭 시 적용되는 최소 매칭 숫자에 변화를 주면서 추
 가적인 강건성 검증을 시도
- 이처럼 다양한 방식으로 분석한 결과, 일부 분석을 제외하고는 처치집
 단과 통제집단 간 유의미한 종사자 수의 차이가 발견되지 않았음.
 - 기업의 종사자 수에 제한을 두지 않아 산업 육성 정책의 영향이 적을
 가능성이 높은 대기업이 포함된 표본에 대해 식품 분야를 포함한 그
 린바이오 기업 전체를 처치집단으로 간주하고, 최소 매칭 숫자에 대
 한 기본 가정을 바탕으로 성향점수매칭을 실시할 때에만 처치집단의
 종사자 수가 통제집단 대비 유의하게 나타남.
 - 더불어 1인 이상 전체 기업 표본에 대해 식품 분야를 제외한 그린바
 이오 기업을 처치집단으로 간주하는 경우, 그린바이오 매출 관련 기
 준 설정에 따라서는 기본 모형을 사용하여 성향점수매칭을 할 때 역
 시 처치효과가 통계적으로 유의한 경우 존재

- 2020년 이후 시행된 농식품부의 그린바이오산업 육성 전략이 고용 측
 면에서 긍정적인 영향을 미쳤는지에 대해 엄밀한 분석 결과를 도출하기

위해서는, 이중차분법 등 준실험적 방법론의 적용이 가능하도록 설계된 자체 설문조사 결과의 분석이 필수적임. 그 분석 결과는 제5장에 제시함.

그린바이오 기업 대상 설문조사 및 FGI 결과 분석

제1절 설문조사 및 FGI 개요

1. 설문조사 대상 및 범위

- 그린바이오산업 분야 조사에 최적화된 국가승인 통계 자료는 현재 구축되어 있지 않으나 그린, 레드, 화이트 구분 없이 전체 바이오산업에 대한 통계 자료는 산업통상자원부 바이오융합산업과 주관으로 매년 작성되는 ‘국내 바이오산업 실태조사’가 유일하게 존재함.
- 해당 통계는 전수조사로 2022년 기준 조사 모집단 수는 전국 1,354개 기업이고 유효 표본 수는 모집단의 80.4%인 1,089개 기업임.
- 단, 조사 대상 기업들이 그린, 레드, 화이트바이오 중 어느 분야에 속하는지는 명시되어 있지 않음.
- 이에 본 연구는 그린바이오산업 분야에 해당하는 기업들에 초점을 맞춘 자체 설문조사를 진행하여 해당 기업들의 매출액, 고용 등 일반 현황은 물론 기업들의 정책 수요 및 효과 등에 대한 의견을 구체적으로 파악함.

- 설문조사 대상은 본 연구의 주 분석 대상인 그린바이오 분야 기업체와 함께 5장에서 수행되는 그린바이오산업 육성 전략의 정책 효과 분석을 위해 필요한 비(非)그린바이오 분야, 즉 레드 및 화이트바이오 분야 기업체도 포함됨.
- 그린바이오산업 육성 전략은 농림축산식품부가 2020년 9월 발표한 「그린바이오 융합형 신산업 육성방안」을 중심으로 하며, 해당 정책 시행 전 후 효과를 구분하기 위해 설문조사 대상을 2020년 6월 이전과 2020년 7월 이후 설립된 기업으로 설정함.
- 정책 효과 관련 미시계량 분석은 5장에서 이중차분모형(DID) 및 성향점수매칭-이중차분모형(PSM-DID)을 통해 이루어지는데, 이때 처치집단(treatment group)은 2020년 6월 이전 설립된 그린바이오 기업으로 비식품 및 식품 기업들을 포함하며, 통제집단(control group)은 2020년 6월 이전 설립한 비그린바이오(레드 및 화이트바이오) 기업들로 구성됨.
- 한편 정책 시나리오별 고용효과 분석 및 정책 제언 대상 기업은 1장에서 기술한 바와 같이 식품을 제외한 비식품 그린바이오 기업들로 이루어지며 이는 미시계량 분석에서 활용된 2020년 6월 이전 설립된 비식품 그린바이오 기업들과 함께 2020년 7월 이후 설립된 비식품 그린바이오 기업들을 대상으로 진행됨(표 4-1 참조).

〈표 4-1〉 설문조사 대상 유형 및 분포

구 분		2020년 6월 이전 설립	2020년 7월 이후 설립
그린바이오	비식품	200개(A)	100개(D)
	식품	300개(B)	해당 없음
비그린바이오(레드, 화이트)		270개(C)	해당 없음
총계		870개	

주 : 1) 미시계량 분석(DID 및 PSM-DID) 시 처치집단 = A+B, 통제집단 = C.

2) 정책 시나리오별 분석 및 정책 제언 대상 = A+D.

자료 : 저자 작성.

2. 설문조사 방법

□ <표 4-1>에 제시된 바와 같이 그린, 레드, 화이트바이오 분야 870개 기업을 대상으로 2024년 8월 7일부터 8월 30일까지 구조화된 설문지를 활용한 온라인 조사가 시행됨.

○ 조사는 코데이터솔루션(주)(KoDATA)¹⁵⁾이 수행하였는데, 해당 기관은 바이오산업과 관련하여 유일한 공인 통계인 ‘국내 바이오산업 실태조사’ 작성을 담당하고 있어 자체 구축된 DB를 통해 본 설문조사 대상 기업들의 매출액, 영업이익, 고용 등 기업 현황 제공이 가능하다는 장점이 있음.

○ 코데이터솔루션(주)은 일차적으로 ‘국내 바이오산업 실태조사’ 당시 확보된 바이오산업 기업 리스트를 활용하여 <표 4-1>에 제시된 기준에 부합하는 기업들을 선정, 본 설문조사에 포함된 질문들을 일차적으로 조사하고 5장에서 활용되는 2016~2023년 연도별 연간 매출액, 영업이익, 연간 투자액, 상시 근로자수의 경우 응답률이 저조할 것으로 예상되어 내부 DB를 사용하여 각 연도별 현황을 보완함.

□ 온라인 조사는 전화, 이메일, 팩스 등을 병행하는 방식으로 진행되었으며, 조사 내용은 다음 <표 4-2>와 같음.

<표 4-2> 설문조사 항목 및 내용

항목	산술평균
응답 기업 특성	기업명/설립연월/대표자 성명/대표전화/본사 기준 소재지/응답자 성명/전화번호/소속부서(팀)명/직위/조직형태/사업자등록번호/주사업 업종/주사업 품목
기업 일반 현황	2020년 6월 기준 주사업 업종 2020년 6월 기준 주된 품목 연간 매출액 영업이익 연간 투자액 연간 채용규모 신규채용자 초임 연봉(세전 기준) 그린바이오산업 관련 정책 지원 여부

15) <http://www.kodata.co.kr/ci/CICEO01R0.do>

〈표 4-2〉의 계속

항목	산술평균
최근 4년간 고용의 양 및 질 변화 내역	종사자 지위별 고용 규모 상시 근로자 수 1인당 평균 급여 변화 1인당 평균 급여(연간) 평균근속 여부 근로차 초과 근로시간 변화
그린바이오 육성 정책 수요 및 효과 전망	인력 확보 방법 인력 확보 문제점 인력 확보를 위해 필요한 정책 그린바이오산업과 농식품산업 상생 관계 그린바이오 통계 별도 구축 시 기업활동 도움 정도 그린바이오 관련 가장 중요한 과제(중요성) 그린바이오 관련 가장 시급한 과제(시급성) 주요 과제 이행 시 신규 채용 확대 의향 그린바이오산업 육성이 원활한 경우 신규 채용 규모 주요 과제에 따른 매출액 증가 여부 그린바이오산업 육성이 원활한 경우 매출액 증가율

자료 : 저자 작성.

- 미시계량 분석 및 정책 제언을 위해 응답 기업 특성, 기업 일반 현황, 최근 4년간 고용의 양과 질 변화 내역, 그린바이오 육성 정책 수요 및 효과 전망 등으로 구성됨.

3. FGI 개황

- 본 연구 목적에 부합하는 설문조사가 진행되었지만 그린바이오 분야 기업들을 대상으로 보다 심층적인 질문을 통해 정책적 시사점을 도출하고 유관 기관에 제언하기 위해 표적집단면접(Focus Group Interview, FGI)을 수행함.
- 앞서 설문조사와 달리 FGI는 설립 연도에 제한을 두지는 않으나 대상은 본 연구 목적에 부합하도록 식품을 제외한 비식품 그린바이오 분야 기업들로 한정함.
- 설문조사 대상 870개 업체 중 비식품 그린바이오 기업들을 대상으로 업

체 대표, 이사, 연구소장 등 기업을 대표할 수 있는 직위에 해당하는 인물에 한하여 인터뷰가 가능한 기업을 선별함.

- 업체 소재 위치가 균형 있게 분포하도록 지역을 고려하여 총 13개 업체를 선정하였으며 이 중 8개 업체가 실제 FGI에 참여함.
- FGI는 PM이 사회자를 맡아 2024년 8월 20일부터 8월 21일까지 양일간 18:00pm부터 2시간 이상씩 비대면 화상회의로 진행되었음.
- FGI 응답자가 대부분 현업에 종사하며 각 지역별로 산재되어 있어 비대면 화상회의 방식으로 진행하였으며, 시간도 업무 시간 이후인 18:00pm으로 설정하여 참여율을 높임.
- 2024년 8월 20일에 4명, 8월 21일에 4명이 각각 FGI에 참여하였으며, 그린바이오 정책 관련 사전 질문지를 배포하여 인터뷰 진행상 효율성을 제고함.

제2절 설문조사 분석 결과

1. 기업 특성

- 2024년 6월 기준 그린바이오(비식품 및 식품) 및 비그린바이오 기업 870개 업체에 대한 특성은 <표 4-3>에 정리됨.
- <표 4-1>에 제시된 2020년 6월 기준 설립 시기 및 분야별로 세분화할 경우 지나치게 내용이 방대해져 본 절에서는 2024년 6월을 기준으로 조사된 870개 업체 전체에 대한 기업 특성만 제시함.
- 처치집단과 통제집단에 해당하는 세부 기업 관련 기초 통계는 이중차분모형(DID) 및 성향매칭점수-이중차분모형(PSM-DID) 등 미시계량 분석이 행해지는 5장을 참조할 수 있음.

〈표 4-3〉 기업 특성

구분		사례 수(개) (n = 기업 수)	비중 (%)
조사대상 유형	2020년 6월 이전/그린바이오/비식품	200	23.0
	2020년 7월 이후/그린바이오/비식품	100	11.5
	2020년 6월 이전/그린바이오/식품	300	34.5
	2020년 6월 이전/비그린바이오	270	31.0
소재지	수도권	446	51.3
	충청권	131	15.1
	전라권	97	11.1
	경상권	126	14.5
	강원권	56	6.4
	제주권	14	1.6
조직 형태	개인사업체	70	8.0
	법인	800	92.0
주 사업 업종	그린바이오	600	69.0
	비그린바이오(레드, 화이트)	270	31.0
식품 여부 ¹⁾	비식품	300	50.0
	식품	300	50.0
주 사업 품목 ²⁾	동물용 바이오의약품	45	7.5
	바이오농약	19	3.2
	바이오비료	60	10.0
	사료첨가제	30	5.0
	종자 및 묘목	67	11.2
	천연물	79	13.2
	기타 바이오식품	59	9.8
	건강기능식품	123	20.5
	식품용 미생물 및 효소	51	8.5
	식품첨가물	36	6.0
	발효식품	24	4.0
	곤충	7	1.2
	전체	870	100.0

주: 1), 2): '식품 여부' 및 '주 사업 품목'은 그린바이오(비식품 및 식품) 기업에 해당(n = 600).
자료: 자체 설문조사 결과.

- 870개 업체 중 조사대상 유형은 <표 4-1>의 분포에서 정의한 바와 같이 5장의 미시계량 분석 및 정책 제언을 위해 설립 시기 및 그린바이오/비그린바이오(레드, 화이트바이오), 식품/비식품 등으로 구분되어 있음.
- 소재지의 경우 수도권이 51.3%로 과반을 차지하였으며 충청권 15.1%, 경상권 14.5%순이며 전라권은 11.1%로 파악됨.
- 반면 강원권은 6.4%, 제주권은 1.6%로 상대적으로 그 비중이 저조한 것으로 나타남.
- 수도권을 포함한 충청권 등 중부지방까지 66.4%가 분포하는 이러한 지역별 불균형은 중부 이남으로 내려갈수록 상대적으로 인력 충원이 용이하지 않다는 점과 연관이 있어 보임.
- 바이오산업 기업체들은 개인사업체보다 법인이 92%로 압도적인 비중을 차지하고 있는 것으로 파악됨.
- 주 사업 품목의 경우 레드 및 화이트바이오, 바이오서비스 등을 제외한 그린바이오 분야 식품 및 비식품 기업 600개 업체를 대상으로 조사하였는데, 2024년 6월 기준으로 가장 큰 비중을 차지하는 것은 123개를 차지한 건강기능식품 기업으로 그 비중이 20.5%에 달함.
- 다음 순위로 13.2%의 천연물, 11.2%의 종자 및 묘목, 10%의 바이오비료가 그 뒤를 이음.
- 600개 업체 중 식품 관련 그린바이오 기업 300개만 고려할 경우 123개에 달하는 건강기능식품 업체 비중은 41%, 59개 기타 바이오식품은 19.7%, 51개 식품용 미생물 및 효소는 17%를 각각 차지함.
- 반면 식품을 제외하고 정책 제언과 관련된 비식품 그린바이오 분야 300개 업체만 살펴보면 천연물 79개(26.3%), 종자 및 묘목 67개(22.3%), 바이오비료 60개(20%) 분야 기업체 수가 상대적으로 높은 비중을 차지한 것으로 나타남.

2. 기업 일반 현황

- 먼저 5장의 미시계량 분석에 활용되는 처치집단 및 통제집단, 즉 2020년 6월 이전 설립된 기업을 대상으로 2020년 6월 기준 기업의 일반 현황을 조사함.
- 처치집단에 해당하는 2020년 6월 이전 설립된 그린바이오 비식품 기업들 200개 및 그린바이오 식품 기업들 300개와 통제집단에 해당하는 2020년 6월 이전 설립된 비그린바이오, 즉 레드, 화이트바이오 혹은 바이오서비스 분야 270개 기업, 총계 770개 기업체들의 2020년 6월 기준 현황이 분석됨.
- 2020년 6월 이전에 설립된 770개 업체들의 주요 업종은 비식품 및 식품 포함 그린바이오 분야 기업들이 57.1%, 레드, 화이트바이오 및 바이오서비스 등 비그린바이오 분야 기업들이 10.9%, 바이오 분야가 아닌 업체, 즉 비바이오 분야 기업들이 32%로 조사되었음(표 4-4 참조).
- 해당 기업들은 앞서 <표 4-3>의 설문조사 표본 설계상 2024년 6월 기준으로 비바이오 분야 기업이 없었다는 점에서 2020년 6월 이전과 대비하여 바이오산업으로 기업 업종 전환이 상당 부분 이루어져 왔다는 점을 시사함.

<표 4-4> 2020년 6월 이전 설립 기업 주요 업종 비중

(단위: 개, %)

조사대상 유형	사례 수	그린바이오 (식품 및 비식품 포함)	비그린바이오 (레드, 화이트, 바이오서비스)	비바이오 (바이오 분야가 아님)
2020년 6월 이전 /그린바이오/비식품	200	76.0%	2.0%	22.0%
2020년 6월 이전 /그린바이오/식품	300	86.0%	11.7%	2.3%
2020년 6월 이전 /비그린바이오	270	11.1%	16.7%	72.2%
전체	770	57.1%	10.9%	32.0%

자료: 자체 설문조사 결과.

○ 이러한 경향은 2020년 6월 이전 설립된 비그린바이오, 즉 레드, 화이트 바이오 및 바이오서비스 산업 분야에서 두드러지는데 2020년 6월 이전 바이오 분야 기업이 아니었던 비중이 72.2%에 달한 반면, 2024년 6월 기준으로는 조사 대상 업체인 270개 업체가 모두 비그린바이오(레드, 화이트, 바이오서비스) 분야 업종에 해당되는 기업들이므로 파악됨.

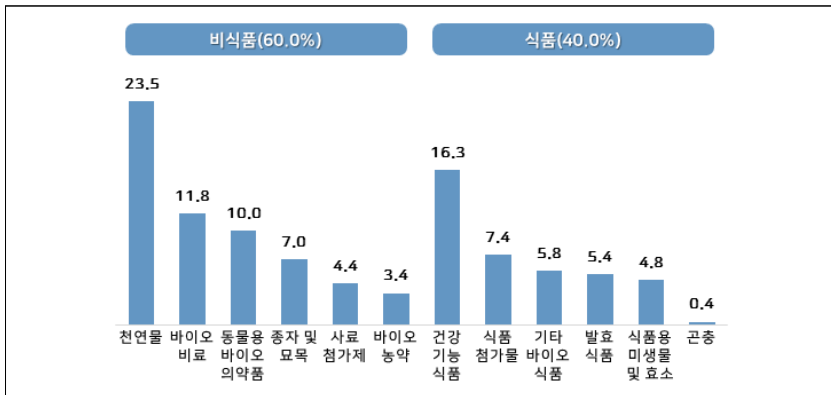
□ 한편 식품 및 비식품 분야를 포함한 그린바이오 기업들(n=600)의 2020년 6월 기준 세부 품목을 살펴보면 비식품 분야가 60%, 식품 분야가 40% 가량을 차지하여 비식품 분야가 상대적으로 많은 업종을 차지했던 것으로 파악됨(그림 4-1 참조).

○ 세부적으로 비식품 분야에서는 천연물 23.5%, 바이오 비료 11.8%, 동물용 바이오회약품 10.0% 등이 높은 순위를 차지하였음.

○ 반면 식품 분야에서는 건강기능식품 16.3%, 식품첨가물 7.4% 등이 상대적으로 높은 비중을 보였음.

[그림 4-1] 2020년 6월 기준 그린바이오 기업 주요 품목 비중

(단위: %, n = 600)



자료: 자체 설문조사 결과.

□ 앞서 <표 4-3>에서 2024년 6월 기준 식품 그린바이오 기업이 300개 표본으로 구성된 만큼 2020년 6월과 비교하여 4년이 경과하는 동안 그린

바이오 분야 내에서도 식품 관련 기업의 비중이 커진 것을 확인할 수 있음.

- 1장에서 기술하였듯이 식품 분야는 2020년 그린바이오산업 육성 이전 부터 이루어져 온 다양한 정부 지원 정책 사업의 영향을 받아 왔기 때문에 그 비중이 증가해 왔다고 유추할 수 있음.
- 비중 순위는 다소 차이가 있는데 <그림 4-1>에서 보이는 바와 같이 2020년 6월 기준 식품 분야에서는 건강기능식품(16.3%), 식품첨가물(7.4%)이 수위를 차지한 반면, <표 4-3>의 2024년 6월 기준 식품 분야 비중 순위는 건강기능식품(20.5%)이 1순위인 것은 동일하나, 2순위는 기타 바이오 식품(9.8%)이고 식품첨가물은 6% 수준으로 하락한 것을 확인할 수 있음.
- 참고로 비식품 그린바이오 분야의 경우 2020년 6월 기준 천연물(23.5%), 바이오비료(11.8%), 동물용바이오의약품(10.0%)의 순으로 나타났던 반면, 2024년 6월 기준으로는 천연물(13.2%), 종자 및 묘목(11.2%), 바이오비료(10.0%)로 파악되어 순위상 변동이 있음.

□ 연간 매출액의 경우 조사 대상 870개 업체 전체의 평균 매출액은 2016년 기준 220.7억 원에서 2023년 기준 276.7억 원을 기록하여 연평균성장률(CAGR) 3.3%의 증가세를 보임.

- 반면 평균 영업 이익은 2016년 13억 원에서 2023년 8.8억 원 수준으로 하락하여 동기간 CAGR -5.4%의 하락세를 보임.
- 그러나 평균 연간 투자액은 2016년 78억 원에서 2023년 134.7억 원 수준으로 동기간 CAGR 8.1%를 기록함.
- 즉, 그린 및 비그린바이오 부문 전체 바이오산업의 경우 평균 매출액은 소폭 증가, 영업 이익은 감소, 투자액은 대폭 증가로 요약할 수 있음.

□ 이를 보다 세부적으로 2020년 6월 이전 설립된 비식품 그린바이오, 식품 그린바이오, 비그린바이오, 2020년 7월 이후 설립된 비식품 그린바이오 등 네 그룹으로 나누어 세분화하면 다음 <표 4-5>와 같음.

〈표 4-5〉 연간 매출액, 영업이익, 연간투자액(2016~2023년)

(단위: 백만 원, %)

조사대상 유형	사례 수	2016년 평균 (백만 원)	2023년 평균 (백만 원)	CAGR	
				(‘16~’23)	(‘20~’23)
연간 매출액					
전체	870	22,077,813.6	27,668,027.3	3.3%	7.7%
2020년 6월 이전 /그린바이오/비식품	200	14,853,933.9	19,026,613.0	3.6%	10.4%
2020년 7월 이후 /그린바이오/비식품	100	269,131.0	2,001,385.0	-	95.2%
2020년 6월 이전 /그린바이오/식품	300	46,124,729.2	50,180,227.2	1.2%	6.7%
2020년 6월 이전 /비그린바이오	270	6,136,862.4	13,194,213.8	11.6%	17.0%
영업이익					
전체	870	1,299,522.8	883,582.1	-5.4%	-8.0%
2020년 6월 이전 /그린바이오/비식품	200	665,991.0	716,553.4	1.1%	-15.9%
2020년 7월 이후 /그린바이오/비식품	100	-14,381.6	-105,353.0	-	94.2%
2020년 6월 이전 /그린바이오/식품	300	2,791,216.7	1,390,913.8	-9.5%	-7.1%
2020년 6월 이전 /비그린바이오	270	364,445.5	642,449.6	8.4%	15.1%
연간 투자액					
전체	870	7,797,942.6	13,473,912.5	8.1%	7.4%
2020년 6월 이전 /그린바이오/비식품	200	7,658,048.2	11,792,338.7	6.4%	5.7%
2020년 7월 이후 /그린바이오/비식품	100	37,361.0	657,782.7	-	160.1%
2020년 6월 이전 /그린바이오/식품	300	16,435,474.8	27,913,320.3	7.9%	6.7%
2020년 6월 이전 /비그린바이오	270	1,192,437.0	3,422,451.0	16.3%	17.1%

주: 2020년 7월 이후 그린바이오 비식품 기업의 경우 2016년 평균이 아니라 2020년 평균이며, CAGR은 2020~2023 기간만 계산됨.
자료: 자체 설문조사 결과.

- CAGR 예측 기간이 상이하여 단순 비교는 어렵지만 2020년 7월 이후 설립된 그린바이오 비식품 기업들의 평균 연간 매출액은 2020~2023년 기간 동안 CAGR 95.2%의 증가세를 보임.
- 2020~2023년 기간 동안 870개 업체 전체의 연간 매출액 CAGR은 7.7%로 2016~2023년 CAGR 3.3%보다 상승하기는 하나 2020년 7월 이후 그린바이오 비식품 기업의 성장세와는 확연히 차이가 남.
- 이는 2020년 6월 이전 그린바이오 비식품 기업들의 2020~2023년 CAGR이 10.4%임을 감안해도 월등히 높은 수치임.
- 반면 2020년 7월 이후 그린바이오 비식품 기업들의 영업이익은 2020년 기준 -143.8억 원에서 2023년 기준 -1,053.5억 원으로 CAGR 94.2%의 하락세로 적자를 면치 못하고 있으며 그 규모도 커지고 있는 상황임.
- 그러나 연간 투자액은 2020년 373.6억 원에서 2023년 6,577.8억 원 규모로 CAGR 160.1%의 증가세를 보이고 있어 2020년 9월 정부 정책 이후 투자액이 급증하고 있는 것을 간접적으로 확인할 수 있음.
- 한편 조사대상 전체인 870개 업체를 대상으로 지금으로부터 2년 후인 2026년(단기)과 5년 후인 2029년(장기) 고용 계획을 질문한 결과 장기적으로 인원을 더 확충할 계획이라고 답함(표 4-6 참조).
- 구체적으로 870개 업체 전체 평균은 2년 후인 2026년에 4.8명을, 5년 후인 2029년에는 7.2명을 고용할 계획이라고 밝힘.
- 이 중 2년 후 가장 많은 인원을 채용한다고 답한 기업들은 6.8명을 기록한 2020년 6월 이전 설립된 그린바이오 식품 기업들이었으며, 5년 이후 가장 많은 채용 인원을 피력한 기업들은 2020년 6월 이전 설립된 그린바이오 비식품 기업들이었음.
- 2020년 7월 이후 설립한 그린바이오 비식품 기업들의 경우 2년 후 평균 3.3명, 5년 후 6.5명으로 상대적으로 낮은 채용 계획을 피력했는데, 이는 신생 기업인 만큼 상대적으로 기업 역사가 긴 업체들에 비해 다소 보

수적으로 운영하는 경향이 있음을 시사함.

- 또한 2020년 6월 이전 설립한 비그린바이오 기업들의 경우 2년 후 1.9명, 5년 후 2.5명으로 식품 및 비식품 그린바이오 기업들보다 현저히 낮은 채용 계획을 밝혔는데, 레드, 화이트바이오 및 바이오서비스 업체의 업종 특징이 그린바이오 분야와 어떠한 차이점을 가지는지 보다 심화 분석이 필요해 보임.

〈표 4-6〉 조사대상 유형별 연간 채용 규모(2026~2029년)

(단위: 개, 명)

조사대상 유형	사례 수	2026년(2년 후)	2029년(5년 후)
전체	870	4.8	7.2
2020년 6월 이전 /그린바이오/비식품	200	5.6	9.6
2020년 7월 이후 /그린바이오/비식품	100	3.3	6.5
2020년 6월 이전 /그린바이오/식품	300	6.8	9.0
2020년 6월 이전 /비그린바이오	270	1.9	2.5

자료: 자체 설문조사 결과.

- 또한 신규채용자 초임 연봉(세전)의 경우 870개 전체 기업들은 평균적으로 2년 후인 2026년에 2,721만 원, 5년 후인 2029년에 2,998만 원 수준으로 증가할 계획이 있는 것으로 조사됨(표 4-7 참조).
- 조사대상 유형별로 구분하면 2026년에 평균적으로 가장 많은 연봉을 지불할 의사가 있는 기업들은 3,222만 원을 제시한 2020년 6월 이전에 설립된 그린바이오 식품 기업들이었으며, 5년 후인 2029년의 경우도 해당 기업들이 3,446만 원을 제시하여 가장 많은 지불 의사를 보임.
- 반면 가장 적은 초임 연봉을 제시한 유형은 2026년과 2029년에 각각 2,009만 원과 2,138만 원의 의향을 보인 2020년 6월 이전 설립된 비그린바이오 기업들인 것으로 파악되는데 이 역시 추가 조사를 통해 업종별 차이가 왜 나타나는지 심화 분석이 필요할 것으로 보임.

〈표 4-7〉 조사대상 유형별 신규채용자 초임 연봉(세전)(2026~2029년)

(단위: 개, 만 원)

조사대상 유형	사례 수	2026년(2년 후)	2029년(5년 후)
전체	870	2,721.2	2,998.2
2020년 6월 이전 /그린바이오/비식품	200	2,777.5	3,405.7
2020년 7월 이후 /그린바이오/비식품	100	2,748.3	2,943.5
2020년 6월 이전 /그린바이오/식품	300	3,222.0	3,445.5
2020년 6월 이전 /비그린바이오	270	2,008.5	2,138.3

자료: 자체 설문조사 결과.

□ 마지막으로 농림축산식품부가 2020년 9월에 발표한 「그린바이오 융합형 신산업 육성방안」에 따른 정부부처 및 산하 공공기관 등의 정책 지원을 받은 적이 있는가라는 질문에 그린바이오 600개 업체 중 12.5%만이 지원을 받았다고 답하여, 농림축산식품부 주도로 이루어지는 그린바이오 관련 정책 홍보 및 확산에 노력을 기울일 필요가 있음이 시사점으로 대두됨(표 4-8 참조).

○ 조사대상 유형별로는 상대적으로 2020년 6월 이전에 설립된 그린바이오 식품 기업들이 15%를 받았다고 답한 비율이 높았으며, 이는 1장에서

〈표 4-8〉 조사대상 유형별 그린바이오산업 관련 정책 수혜 여부

(단위: 개, %)

조사대상 유형	사례 수	예	아니오	모름/무응답
전체	870	10.5	85.1	4.5
2020년 6월 이전 /그린바이오/비식품	200	10.5	89.0	0.5
2020년 7월 이후 /그린바이오/비식품	100	9.0	91.0	0.0
2020년 6월 이전 /그린바이오/식품	300	15.0	80.0	5.0
2020년 6월 이전 /비그린바이오	270	5.9	85.6	8.5

자료: 자체 설문조사 결과.

언급한 대로 식품 분야에서는 사전에 여러 루트를 통하여 정책이 마련되어 온 만큼 해당 분야 기업들이 그린바이오 정책에도 상대적으로 노출도가 높을 수 있을 것으로 짐작되는 부분임.

3. 기업 고용 인력의 양 및 질 변화 내역

□ 먼저 고용의 양적 측면에서 볼 때 2020년 6월 이전에 설립된 비식품 및 식품 그린바이오 기업들과 비그린바이오 기업들 770개 업체를 대상으로 종사자 지위별 고용 규모를 살펴보면, 2020년 6월 30일 기준 47.3명에서 2024년 6월 30일 기준 50.1명으로 CAGR 1.5%의 미미한 증가세를 확인할 수 있음(표 4-9 참조).

○ 단, 이를 1년 이상 상용근로자와 1개월 이상~1년 미만의 임시근로자 및 1개월 미만의 일용근로자로 구분하여 살펴보면 상용직은 2020년 6월 기준 45.7명에서 2024년 6월 기준 48.3명으로 CAGR 1.4%만큼 소폭 증가한 반면 임시·일용직은 2020년 6월 기준 1.6명에서 2024년 6월 기준 1.9명으로 CAGR 4.4% 규모로 상승세가 상대적으로 높았음을 확인할 수 있음.

○ 조사대상 유형별로 분석하면 2020년 6월 이전 설립된 비식품 그린바이오 기업들은 상용직을 줄이고 임시·일용직을 대폭 늘린 반면, 2020년 6월 이전 설립된 식품 그린바이오 기업들 및 비그린바이오 기업들의 경우 고용 인력을 늘려왔으나 그 정도에는 기업 및 종사상지위별로 다소 다른 양상을 나타내고 있음을 확인할 수 있음.

○ 참고로 <표 4-9>에는 수록되지 않았지만 상시 근로자 수의 경우 770개 업체를 대상으로 각 연도 12월을 기준으로 조사한 결과 2016년 평균 93.2명에서 2020년 68.2명까지 지속적으로 감소하였으나 이를 저점으로 다소 등락은 있지만 2023년 12월 기준 74명으로 상승하는 추세임.

□ 다음으로 고용의 질적 측면에서 볼 때 2020년 6월 이전에 설립된 비식품 및 식품 그린바이오 기업과 비그린바이오 기업 770개 업체들을 대상

으로 2020년 6월과 2024년 6월 두 시점 간 1인당 평균 급여가 몇 퍼센트(%)나 변화하였는가라는 질문을 행한 결과 전체적으로 평균 14.4% 이상 증가(+)한 것으로 파악되었음(그림 4-2 참조).

〈표 4-9〉 종사상지위별 고용 규모 변화(2020~2024년)

(단위: 개, 명)

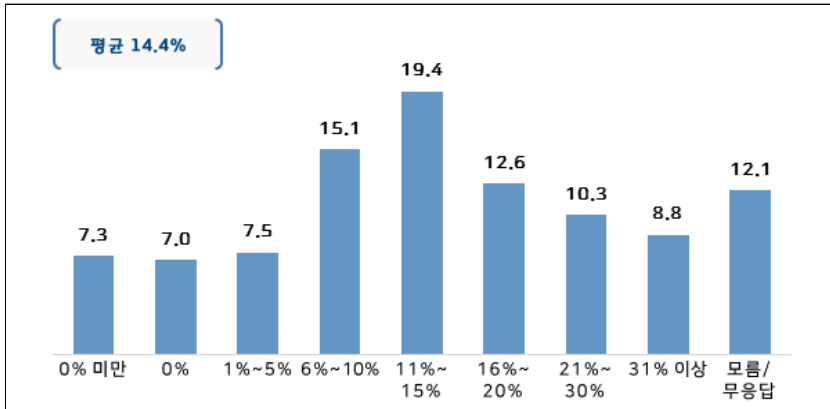
조사대상 유형	사례 수	2020년 6월 30일 기준	2024년 6월 30일 기준	CAGR (2020~2024)
전체 고용 규모				
전체	870	47.3	50.1	1.5%
2020년 6월 이전 /그린바이오/비식품	200	44.0	42.3	-1.0%
2020년 7월 이후 /그린바이오/비식품	100	-	-	-
2020년 6월 이전 /그린바이오/식품	300	77.3	83.9	2.1%
2020년 6월 이전 /비그린바이오	270	13.4	14.0	1.1%
상용직(1년 이상) 고용 규모				
전체	870	45.7	48.3	1.4%
2020년 6월 이전 /그린바이오/비식품	200	41.4	38.6	-1.7%
2020년 7월 이후 /그린바이오/비식품	100	-	-	-
2020년 6월 이전 /그린바이오/식품	300	75.2	81.5	2.0%
2020년 6월 이전 /비그린바이오	270	13.1	13.5	0.8%
임시직(1개월 이상 ~ 1년 미만)·일용직(1개월 미만) 고용 규모				
전체	870	1.6	1.9	4.4%
2020년 6월 이전 /그린바이오/비식품	200	2.6	3.7	9.3%
2020년 7월 이후 /그린바이오/비식품	100	-	-	-
2020년 6월 이전 /그린바이오/식품	300	2.1	2.5	3.4%
2020년 6월 이전 /비그린바이오	270	0.3	0.4	8.5%

자료: 자체 설문조사 결과.

- 구간별 분포를 살펴보면 11~15% 증가가 19.4%의 비율로 가장 높은 것으로 파악되었으며, 그 뒤를 6~10% 증가가 15.1%로 2순위, 16~20% 증가가 12.6%로 3순위로 조사되었음.
- 조사대상 유형별로는 2020년 6월 이전 설립된 그린바이오 식품 기업들의 응답이 평균 15.3% 증가로 가장 높았으며, 2020년 6월 이전 설립된 비그린바이오 기업들이 14.3%, 2020년 6월 이전 설립된 그린바이오 비식품 기업들이 12.3%로 그 다음 순위를 차지하였지만 뚜렷한 차이가 있지는 않았음.

[그림 4-2] 1인당 평균 급여 변화 비율 분포(2020.6~2024.6)

(단위: %, n = 770)



자료: 자체 설문조사 결과.

- 이 외에 고용의 질적 지표로 활용된 것으로는 재직 근로자의 연간 급여를 들 수 있는데, 2020년 6월 이전 설립된 기업들 770개 및 2020년 7월 이후 설립된 그린바이오 비식품 기업들 100개를 합한 870개 전체 업체 평균은 2016년 12월 기준 1인당 3,092만 원에서 2023년 12월 기준 4,019만 원 수준으로 CAGR 3.8%의 증가세를 보이는 것으로 파악됨(표 4-10 참조).
- 단, 2020년 7월 이후 설립된 그린바이오 비식품 기업들의 경우 2020년 12월 기준 3,458만 원에서 2023년 12월 기준 3,445만 원으로 동기간

CAGR은 -0.1%로 소폭 감소함을 보여 관련 분야의 인건비 지원 등 고용 질을 제고할 수 있는 정책이 마련될 필요가 있어 보임.

- 다른 질적 지표로는 평균근속연수를 들 수 있는데, 870개 업체 대상 2016년 12월 기준 6.5년에서 연간 등락을 거듭하여 2023년 12월 기준 6.2년 수준으로 매년 비슷한 수준을 보이는 것으로 조사되었음(표 4-10 참조).

〈표 4-10〉 1인당 평균 연간 급여(2016~2023년)

(단위: 천 원, 연, %)

조사대상 유형	사례 수	2016년	2023년	CAGR	
				('16~'23)	('20~'23)
1인당 평균연간급여					
전체	870	30,920.3	40,193.5	3.8%	3.8%
2020년 6월 이전 /그린바이오/비식품	200	30,029.4	38,863.4	3.8%	3.4%
2020년 7월 이후 /그린바이오/비식품	100	34,584.8	34,447.3	-	-0.1%
2020년 6월 이전 /그린바이오/식품	300	33,424.5	42,821.1	3.6%	4.3%
2020년 6월 이전 /비그린바이오	270	28,889.7	39,231.7	4.5%	4.8%
1인당 평균근속연수					
전체	870	6.5	6.2	-0.7%	1.4%
2020년 6월 이전 /그린바이오/비식품	200	9.9	7.7	-3.5%	3.8%
2020년 7월 이후 /그린바이오/비식품	100	-	-	-	-
2020년 6월 이전 /그린바이오/식품	300	5.7	5.8	0.4%	1.0%
2020년 6월 이전 /비그린바이오	270	-	-	-	-

주: 2020년 7월 이후 그린바이오 비식품 기업의 경우 2016년이 아니라 2020년 수치이며, CAGR은 2020~2023 기간만 계산됨.

자료: 자체 설문조사 결과.

- 고용의 질적 지표 마지막은 근로자들의 초과 근로시간(주 40시간 이상 근로)으로 2020년 6월과 2024년 6월 두 시점 간 비교 결과 770개 업체들은 평균 초과 근로시간이 늘었거나 그대로라고 한 답이 95.1%로 압도적으로 높게 나왔으며, 초과 근로시간이 줄었다는 대답은 4.7%에 불과한 것으로 파악됨.
- 조사대상 유형별로는 2020년 6월 이전에 설립된 그린바이오 비식품 기업들이 늘었거나 그대로라는 응답이 91.5%로 가장 낮게 대답하기는 했지만 전반적으로 초과 근로시간 관련 근로의 질은 개선되지 않은 것으로 판단됨.

4. 그린바이오 육성 정책 수요 및 효과 전망

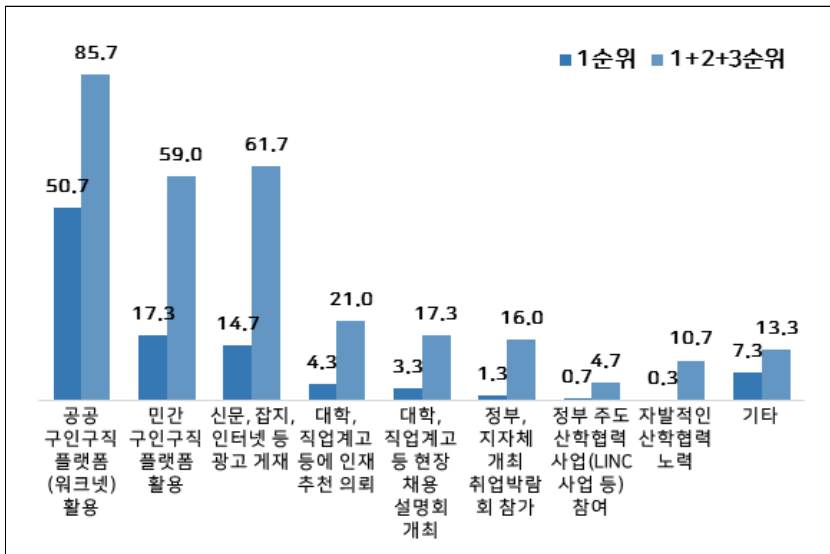
- 본 절에서는 2020년 6월 이전 및 7월 이후 설립된 그린바이오 비식품 기업들을 대상으로 정책 시나리오별 효과 및 정책 제언을 도출하기 위한 설문이 진행됨.
- 이에 따라 2020년 6월 이전 설립된 그린바이오 식품 기업과 레드, 화이트바이오, 바이오서비스 등 비그린바이오 기업들은 분석 대상에서 제외됨.
- 또한 단편적 정책이 아닌 복합적 효과를 지향하기 위해 업체별로 정책 관련 대안을 3순위까지 중복 응답을 허용하였으며, 이에 따라 분석 결과는 1순위 및 1+2+3순위까지 함께 제시됨.
- 먼저 그린바이오 비식품 기업들의 인력 확보 방법으로는 1순위 기준으로 공공 구인구직 플랫폼(워크넷) 활용이 50.7%로 가장 높고, 민간 구인구직 플랫폼 활용이 17.3%, 신문, 잡지, 인터넷 등 광고 게재가 14.7%의 순으로 조사되었음(그림 4-3 참조).
- 1+2+3순위 기준으로도 공공 구인구직 플랫폼(워크넷) 활용이 85.7%로 압도적이었으며, 차순위는 신문, 잡지, 인터넷 등 광고 게재가 61.7%,

민간 구인구직 플랫폼 활용이 59.0%로 순위가 다소 바뀌었음.

- 즉, 전반적으로는 플랫폼 기반의 디지털 서비스가 구인 활동에 최우선으로 활용된다고 볼 수 있는데, 민간보다는 공공 플랫폼의 선호도가 높은 점을 특징으로 볼 수 있음.

[그림 4-3] 인력확보 방법

(단위: %, n = 300)



주: 1순위 = 단수 응답, 1+2+3순위 = 복수 응답.
 자료: 자체 설문조사 결과.

- 다음으로 기업의 인력 확보 및 고용 확대에 있어 문제점으로는 1순위 기준으로 R&D, 세제 혜택 등 정부 지원 부족을 29.0%로 가장 높게 응답하였으며, 바이오 관련 전공 석사, 박사급 전문인력 공급 부족이 21.3%, 기업 지원자 수 자체가 부족이 17.3%로 차순위를 차지함(그림 4-4 참조).

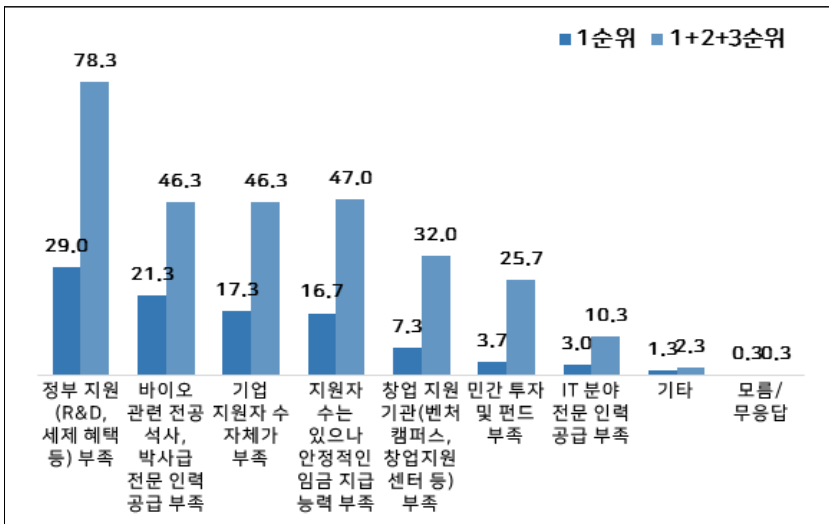
- 1+2+3순위까지 포괄할 경우 순위가 다소 변동되기는 하지만 1순위는 78.3%의 정부 지원(R&D, 세제 혜택 등) 부족이 동일하게 지적되었으며, 지원자 수는 있으나 안정적인 임금 지급 능력 부족이 47.0%로 2순위를

차지했지만, 46.3%로 동률을 기록한 바이오 관련 전공 석사, 박사급 전문인력 공급 부족과 기업 지원자 수 자체가 부족이라는 답변과 큰 차이가 없었음.

- 그린바이오 비식품 기업들이 대부분 수익 창출이 불안정한 벤처 스타트업 기업임을 감안하면 R&D나 세제 혜택 등 보다 직접적인 정책이 우선적으로 마련될 필요가 있음을 시사한다고 볼 수 있음.

[그림 4-4] 인력확보 문제점

(단위 : %, n = 300)



주 : 1순위 = 단수 응답, 1+2+3순위 = 복수 응답.
 자료 : 자체 설문조사 결과.

- 이와 궤를 같이 하여 인력 확보를 위해 필요한 정책으로는 1순위 응답 기준으로 정부 지원(R&D, 세제 혜택, 임금 지원 등)이 42.7%로 가장 높고, 바이오 관련 전공 석사, 박사급 전문인력 육성(11.3%), 창업 지원 기관(벤처캠퍼스, 창업지원센터 등) 설립(10.3%)이 다음 순위를 차지함.

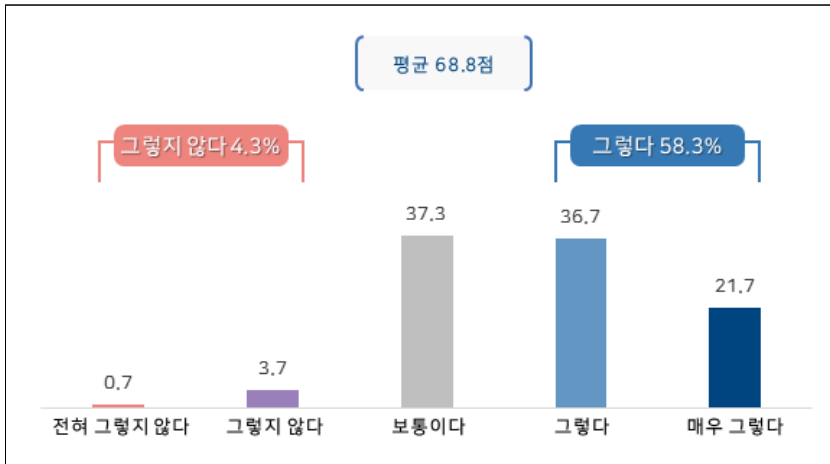
- 1+2+3순위 기준으로 정부 지원(R&D, 세제 혜택, 임금 지원 등)이 78%로 1위를 차지하였으며, 바이오 분야 규제 혁신이 40%, 민간 투자/펀드 활성화가 34%로 다소 순위 변동이 있는 것으로 파악됨.

□ 추가적으로 그린바이오산업이 전후방산업 관계로 농식품산업과 필연적으로 연관된다는 관점에서 그린바이오산업과 농식품산업의 상생 관계를 설문한 결과 그렇다 및 매우 그렇다라는 의견이 58.3%로 그렇지 않다 및 전혀 그렇지 않다라는 의견 4.3%를 압도적으로 상회하는 것으로 나타났다(그림 4-5 참조).

○ 물론 그린바이오산업 기업들의 경우 수익성 등을 고려할 때 가격경쟁력이 확보되는 수입산 농산물 재료 도입을 고려하지 않을 수는 없겠지만, 결국 그린바이오와 농식품산업이 태생적으로 밀접한 관계를 맺고 있는 바 상생 관계가 있다는 긍정적 시각은 향후 정책 수행에 있어 농림축산식품부의 당위성을 확보할 근거로 쓰일 것으로 기대됨.

[그림 4-5] 그린바이오산업과 농식품산업 간 상생 관계

(단위: %, 점, n = 300)



자료: 자체 설문조사 결과.

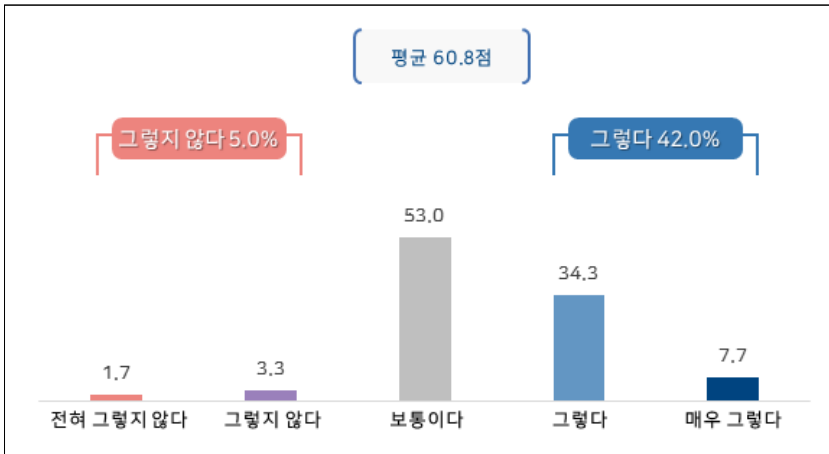
□ 또한 그린바이오산업 관련 통계가 유일한 국가 공인 통계인 ‘국내 바이오산업 실태조사’에서 농식품산업 연관 분야를 추출해서 간접적으로 파악되는 만큼, 그린바이오산업에 초점을 맞춘 그린바이오 통계가 별도로 구축될 경우 관련 기업들에 도움이 될 것인가라는 질문에 그렇다 및 매

우 그렇다라는 의견이 42.0%로 그렇지 않다 및 전혀 그렇지 않다라는 의견 5.0%를 압도적으로 상회하는 것으로 나타났음(그림 4-6 참조).

- 현재 농림축산식품부 및 한국농업기술진흥원 등 유관 기관에서 그린바이오산업에 초점을 맞춘 업체 현황 파악 및 통계 작성을 시도하고 있는 만큼, 이 역시 관련 정책 이행에 시의성과 당위성을 부여한다고 할 수 있음.

[그림 4-6] 그린바이오 통계 구축 시 관련 기업 활동 도움 정도

(단위: %, 점, n = 300)



자료: 자체 설문조사 결과.

- 한편 본 설문조사는 농림축산식품부가 2023년 2월 발표한 ‘그린바이오 산업 육성 전략’에 대한 각 전략 과제별 중요성과 시급성도 함께 질문하였으며, 이와 관련된 신규채용 규모 및 매출액 증가는 미시계량 분석이 수행되는 5장 및 시나리오 분석이 수행되는 6장에서 보다 상세히 기술함.

- 본 절에서는 전략과제별 중요성 및 시급성에 초점을 맞추어 기술함.

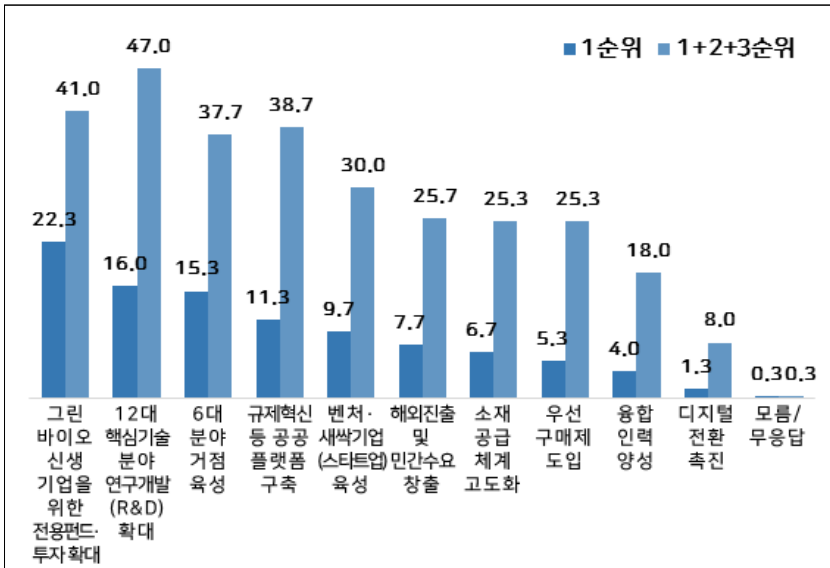
- 그린바이오산업 육성 전략의 중요성에 대해서는 1순위 응답 기준으로 그린바이오 신생 기업을 위한 전용펀드·투자 확대가 22.3%로 가장 높

고, 12대 핵심기술 분야 연구개발(R&D) 확대(16.0%), 6대 분야 거점 육성(15.3%)의 순으로 나타남(그림 4-7 참조).

- 1+2+3순위 중복 응답의 경우 순위가 다소 바뀌었는데 12대 핵심기술 분야 연구개발(R&D) 확대가 47.0%로 가장 높고, 1순위 기준 1위였던 그린바이오 신생 기업을 위한 전용펀드·투자 확대가 41.0%로 다음 순위를, 규제혁신 등 공공 플랫폼 구축이 38.7%로 3순위로 나타났음.

[그림 4-7] 그린바이오산업 육성 전략 과제 중요성

(단위: %, n = 300)



주: 1순위 = 단수 응답, 1+2+3순위 = 복수 응답.
 자료: 자체 설문조사 결과.

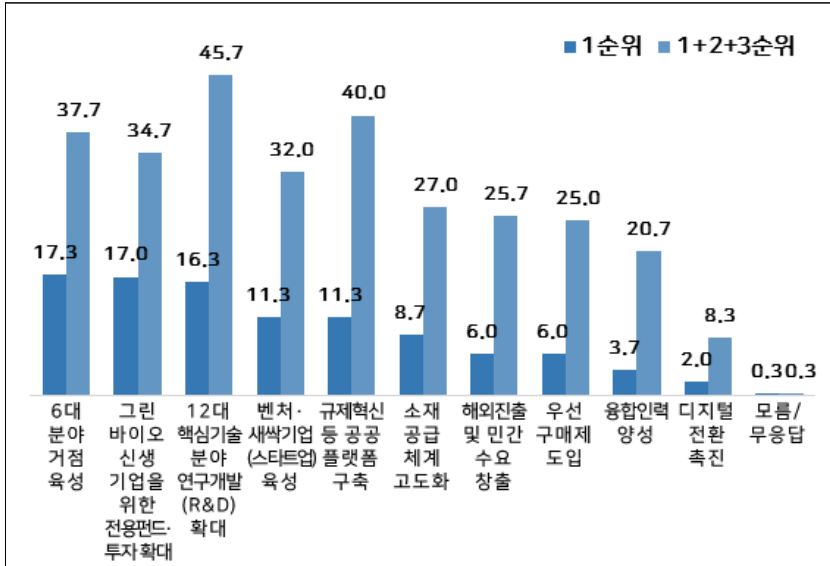
- 시급성과 관련해서는 1순위 응답 기준으로 6대 분야 거점 육성이 17.3%로 가장 높고, 그린바이오 신생 기업을 위한 전용펀드·투자 확대(17.0%), 12대 핵심기술 분야 연구개발(R&D) 확대(16.3%)의 순으로 파악되었음(그림 4-8 참조).

- 역시 1+2+3순위 중복 응답의 경우 순위가 다소 바뀌었는데 12대 핵심

기술 분야 연구개발(R&D) 확대가 45.7%로 가장 높았으며, 규제혁신 등 공공플랫폼 구축이 40.0%, 6대 분야 거점 육성이 37.7%의 순위를 보였음.

[그림 4-8] 그린바이오산업 육성 전략 과제 시급성

(단위: %, n = 300)



주: 1순위 = 단수 응답, 1+2+3순위 = 복수 응답.
자료: 자체 설문조사 결과.

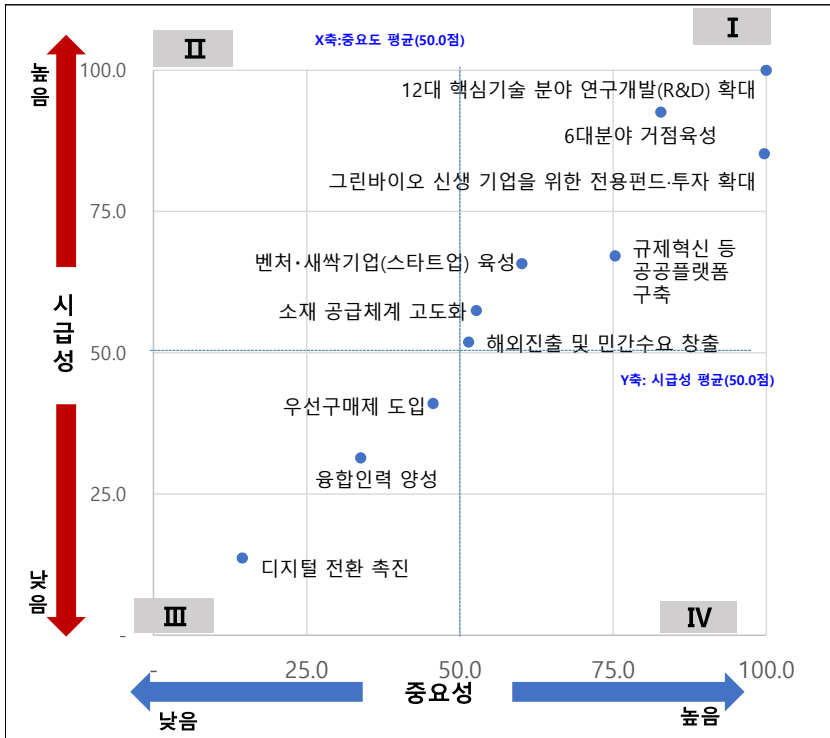
- 요컨대 1순위 응답을 기준으로 할 때 중요성은 펀드 투자 확대, R&D 확대, 6대 분야 거점 육성으로 나타났지만 그 중 시급성으로는 6대 분야 거점 육성이 1순위로 인식되고 있음을 알 수 있음.

5. 그린바이오산업 육성전략의 주요 과제별 IPA 분석 결과

- 관련 기업을 대상으로 그린바이오 육성전략의 주요 과제별 중요성과 시급성 분석을 위한 IPA 분석을 실시함.
- 분석 결과 중요성과 시급성이 높은 항목으로는 12대 핵심기술 분야 연구개발 (R&D) 확대, 그린바이오 신생 기업을 위한 전용펀드·투자 확대, 6대 분야 거

점 육성, 규제혁신 등 공공 플랫폼 구축, 벤처새싹기업(스타트업) 육성, 소재 공급체계 고도화, 해외진출 및 민간수요 창출 순으로 나타남.

[그림 4-9] 그린바이오산업 육성전략의 IPA 분석 결과



자료 : 설문조사 결과를 이용하여 저자 작성함.

- 한편 중요성과 시급성이 낮은 항목으로는 융합인력 양성, 디지털 전환 촉진, 우선구매제 도입 순으로 조사됨.
- 이는 앞서 진행한 기업의 신규채용 확대와 관련된 주요 정책 설문결과와 유사한 결론이 도출된 사항임.
- 즉, 그린바이오 관련 기업에서는 12대 핵심기술 분야 연구개발(R&D) 확대 및 6대 분야 거점 육성 정책이 고용확대와 깊은 연관성이 있다고 판단한 분야이므로 지속적인 지원이 필요한 분야임.

제3절 FGI 분석 결과

□ 이상의 설문 결과를 바탕으로 FGI를 통해 보다 심층 질문을 수행하였으며, 8인의 현장 전문가들의 분야 및 직위 등은 <표 4-11>에 정리하였음.

<표 4-11> FGI 대상 현장 전문가 분야

업체 연번	소재지	분야	직위·직책	재직 기간
1	경북	천연물, 화장품	연구개발 소장	7년
2	경북	종자, 종균, 식품	인사부 이사	7년
3	경기	반려동물 대상 마이크로바이옴 조사	바이오인포 주임	3년
4	경북	셀룰로오스, 식물성 소재 제품	대표	5년
5	경북	동물용 바이오의약품, 아토피 치료제	과장	5년
6	경북	반려동물 면역 관련 제품, 사료첨가제, 수산물 업사이클링	대표	3년
7	충북	사람 및 동물 백신, 아토피 치료제, 면역체 보호 치료제	대표	2년
8	전북	소재, 화장품, 사료 첨가제, 의약품, 건강기능식품	대표이사	12년

□ 8명의 현장 전문가 직위는 모두 소장, 이사, 대표 등 업체를 대표하는 인물들이 FGI에 응하여 답변의 신뢰도를 높임.

- 응답자 재직 기간은 최장 12년, 최단 2년으로 평균 5.5년간 그린바이오 분야에 종사하여 전문성을 보장할 수 있음.
- 8개 업체들의 소재지는 경북이 5개로 가장 많지만, 경기 1개, 충북 1개, 전북 1개 등 북부, 중부, 남부 지방에 걸쳐 소재하여 각 전문가가 해당 지역 상황을 파악하는데 도움이 되었음.
- 그린바이오 분야의 경우 특정 분야에만 특화되었다기보다는 시장 상황에 따라 다양한 품목을 개발하는 등 경영 리스크를 줄이기 위한 노력을 볼 수 있었는데, 이는 어느 한 분야에 초점을 맞추기보다는 분야 간 융

합이 될 수 있도록 정책이 시행되어야 한다는 간접적 근거가 될 수 있음.

□ 이상 8인의 현장 전문가를 대상으로 도출한 시사점 및 정책 제언은 다음과 같이 정리할 수 있음.

□ 첫째, top-down 방식의 정부 주도 정책이라는 한계를 극복할 필요가 있음.

○ 2020년 9월과 2023년 2월의 두 차례에 걸쳐 농림축산식품부가 대대적으로 시행한 그린바이오산업 육성 전략은 전형적인 위로부터의 top-down 방식으로 이루어지긴 했으나 현장 기업들의 경우 이를 인지하지 못하는 등 민간 생태계와 상당 부분 괴리감이 있는 것으로 확인되었음.

○ 물론 해당 정책에 대해 알고 있는 기업체도 있었으나 세부 내용을 인지하지 못하거나 알고 있더라도 기업 차원에서 bottom-up 방식으로 인지한 것이 아니라 농림축산식품부의 전문가 집단 풀에 소속되어 정책 수립 단계부터 관여되어 알고 있는 사례에 해당되었음.

○ FGI에 참여한 8개 업체 대표 다수가 진작에 알았다면 지원했을 것이라는 의견을 피력함에 따라 농림축산식품부 주도로 지속적인 정책 홍보 등이 이루어져야 할 것으로 보임.

○ 특히 농림축산식품부 등 관련 부처가 정책 시행 시 기업의 수요 반응을 위한 노력이 필요할 것으로 보이는데, 해당 분야에 어느 정도 명성이 있는 특정 몇몇 기업들을 대상으로 정책 의견 간담회 등을 진행하는 것보다는 신생 벤처 스타트업 기업들이나 기존 기업들이 그린바이오 신산업 분야에 진출하는 경우 등 다양한 시나리오를 상정해서 기업 수요가 충실히 반영되도록 현장 모니터링을 시행함은 물론 산, 학, 연, 관 협의체를 수시로 운영하는 노력이 필요할 것으로 보임.

□ 둘째, 그린바이오산업 육성 전략의 구체화 및 정책 수혜 대상 확대가 필요함.

- 농림축산식품부가 주도하는 정책이 비교적 광범위하게 설정되어 있기는 하지만 디테일하게 들어가면 실질적으로 지원할 수 없는 분야라 소외되는 경우가 다수 존재한다는 의견이 제기되었음.
 - 일례로 미농(美農) 분야라고 할 수 있는 바이오소재 기반 화장품, 동물용 의약품 관련 ICT 기반 플랫폼 기업, 해양수산부나 산업통상자원부 관련 과제라고 생각해서 농림축산식품부와는 접점이 없다고 생각한 수산폐기물 관련 업사이클링 기업 등이 이에 대한 불만 의견을 다수 표출함.
 - 설령 해당 사업을 알고 있더라도 경쟁률이 높고 사업에 선정되기 어려워 한 번 실패하면 관심을 접게 되는 업체들도 일부 있었는데, 패자부활전 방식 등을 통해 두 번째, 세 번째 기회를 폭넓게 제공해 달라는 의견도 있었음.
 - 결정적으로는 국가 R&D 예산이 전반적으로 삭감됨에 따라 정부 R&D 관련 정책의 불안정성에 대해 의문을 품는 분위기가 팽배한 점도 마이너스 요인으로 작용함.
 - 이를 위해 현행 그린바이오산업 육성 전략 범위를 넓히고, 관련 R&D 규모 및 설문조사에서도 도출되었던 세제 혜택 등 금전적 지원의 양적 규모를 확대할 필요가 있음.
- 셋째, 부처 간 장벽, 산업 간 장벽을 허무는 융합형 전략이 수립될 필요가 있음.
- 대부분의 업체들이 그린바이오 분류 기준에 부합하는 업종만 유지하는 것은 아니며 시장 상황, 기업 상황 등에 따라 유연하게 사업 형태를 바꾸는 것이 현실임.
 - 즉 해당 품목 및 업종이 경우에 따라 그린바이오일 수도 있고 비그린바이오(레드, 화이트바이오, 바이오서비스 등)일 수도 있는데 정부의 정책 및 관련 전략이 이에 맞추어 유연하게 대응하였으면 하는 현장의 목소리가 다수 있었음.
 - 이를 위해 현행 그린바이오산업 육성 전략 범위를 넓히고, 해양수산부나 산업통상자원부, 중소벤처기업부 등 타 부처와의 융합형 R&D 과제

도모 및 고질적으로 지적되는 부처 간 장벽 허물기 등이 꾸준히 시도될 필요가 있음.

- 일례로 2020년 그린바이오 융합형 신산업 육성방안이 당시 관계부처 합동으로 추진된 사례와 같이 부처 간 융합형 정책을 추진하는 것이 일차적으로 고려될 수 있으며, 업체들이 다양하게 품목 및 업종을 전환하는 현실을 반영하여 정책 수립 시 분야를 특정하는 것보다 다부처 간 패키지 형식으로 업종을 포괄적으로 제시하는 것도 전략일 수 있음.

□ 넷째, 결과 위주가 아닌 과정 위주의 장기적 R&D 지원이 이루어질 필요가 있음.

- 그린바이오 관련 기업들의 경우 대부분 영세 벤처 및 스타트업 기업들인 경우가 많아 실제 사업단계로 보면 초기 투자나 펀딩이 필요한 상황이 많음.
- 그러나 정부 지원 사업에 지원할 경우 대부분의 경우 평가자들은 초기 상황을 이해하기보다는 1~2년 내 단기간의 '수익성'을 평가 지표로 삼는 경우가 허다함.
- 그린바이오산업 내 기업들의 특성상 실패에 관대하고 당장 단기적인 수익성은 내지 못하더라도 장기적 관점에서 지원할 수 있는 R&D 지원이 이루어질 필요가 있음.

□ 다섯째, 인력 공급이 전주기적 과정에서 이루어질 필요가 있음.

- 그린바이오 특성상 석박사급의 전문 인력이 오면 당연히 R&D 축진을 위해 기여하는 바가 큰 것은 알고 있으나 문제는 그러한 고급 인력이 올 경우 수도권으로 이직하는 것이 현실임.
- 수도권이나 적어도 충청도 지역의 중부권에 위치한 업체들의 경우 인력 공급에 상대적으로 어려움이 덜할 수도 있으나 경남권 및 전남권의 경우 당장 필요한 인력을 구하지 못하는 상황임.
- 이에 고급 인력은 고급 인력대로 양성하되, 기취업한 석사 미만의 학부

생, 농업계 고등학교 학생, 저개발국가 외국인 유학생 등이 취업할 경우 해당 인력들을 위한 교육 과정 마련도 중요한 전략일 수 있음.

- 일례로 농촌진흥청 등 유관 기관에서 운영하는 기술교육도 지방 소재 업체들에는 중요한 인적자원의 함양 기회임.
- 아울러 농촌진흥청 등 유관 기관에서 은퇴한 인력을 활용하는 것도 효과적일 수 있음.
- 즉 인력 관련 정책에 있어 각 시장별로 보다 세분화된 정책 마련이 그린바이오 업체 및 민간 생태계 조성에 기여할 수 있음.

□ 여섯째, 글로벌 시장에 맞춘 수출 지향 전략이 구체화될 필요가 있음.

- 내수시장은 사실상 한계가 있으므로 그린바이오 기업 입장에서 결국 해외 시장 진출이 지상과제임.
- 이러한 기업들에 있어서 농림축산식품부 및 유관 기관에서 제공하는 홍보 부스, 수출 대상국 규제 정보 제공, 기업체 제품 홍보 엑스포관 설치 등은 실제 수출 전략에 있어 많은 도움이 되고 있음.
- 단 이런 기회가 다소 적어 업체 입장에서는 확대를 바라는 입장이어서 유관 기관들이 관련 정책을 마련하면 수출 시장개척에 도움이 될 수 있음.

제4절 소 결

□ 본 절에서는 870개 업체를 대상으로 설문조사를 시행하고 8개 업체를 대상으로 FGI를 통해 심층 질문을 통해 그린바이오산업 육성 전략 관련 정책적 제언을 도출하고자 하였음.

- 870개 업체는 5장 미시계량 분석에서 처치집단으로 활용되는 2020년 6월 이전 설립된 그린바이오 비식품 기업 200개, 식품 기업 300개 업체, 통제집단으로 활용되는 비그린바이오(레드, 화이트, 바이오서비스)

270개 업체 그리고 정책 제언을 위해 조사되는 2020년 7월 이후 설립된 그린바이오 비식품 기업 100개 업체임.

□ 먼저 설문조사 결과 다음의 시사점을 도출함.

- 첫째, 870개 업체의 지역별 분포 결과 수도권에 51.3%, 충청권에 15.1% 등 중부지방 소재 업체가 66.4%를 차지하는 등 지역 불균형 문제가 존재하며 이는 FGI에서 언급한 관련 인재 구인의 어려움과 연결됨.
- 둘째, 2020년 6월과 2024년 6월 두 시점의 주요 업종을 분석한 결과 바이오 분야에서 바이오산업으로 업종을 전환하는 비율이 증가세였으며, 이는 그린바이오 식품 분야에서 상대적으로 더 두드러짐. 이는 1장에서 언급한 바와 같이 식품 분야가 타 그린바이오 비식품 분야에 비해 상대적으로 많은 정책 지원 대상이 되어 왔음과 연관됨.
- 셋째, 기업체들의 매출액과 투자액은 증가 추세이지만 영업이익은 감소세인 기업들이 다수 존재하였으며, 특히 2020년 7월 이후 설립된 그린바이오 비식품 기업들은 만성적 영업 적자에 시달리며 그 규모 또한 커지고 있음. 반면 투자 규모는 정부 지원과 함께 증가 추세에 있어 영업이익을 흑자로 전환하는 시장 분위기 및 정책 조성이 필요함.
- 넷째, 농림축산식품부가 2020년 9월에 발표한 「그린바이오 융합형 신산업 육성방안」에 따른 정부부처 및 산하 공공기관 등의 정책 지원을 받은 적이 있는가라는 질문에 그린바이오 기업 중 12.5%만이 지원을 받았다고 응답함에 따라 정책 수혜도에 있어 보완의 여지가 상당함. 이에 그린바이오 관련 정책 홍보 및 확산에 노력을 기울일 필요가 있음이 시사점으로 대두됨.
- 다섯째, 고용의 양적 지표는 종사상지위별 고용 규모 변화에서 보이듯이 증가 추세에 있으나 상용직보다 임시·일용직 증가가 상대적으로 더 높다는 특징을 보임. 아울러 질적 지표에 있어서 평균 연간 급여는 다소 증가하였으나 초과 근로시간이 줄었다는 대답은 극히 미미한 것으로 파악되어 질적 개선의 여지가 필요함.
- 여섯째, 농림축산식품부의 2023년 2월 ‘그린바이오산업 육성 전략’ 내

주요 과제 중 중요성은 그린바이오 신생 기업을 위한 전용 펀드 투자 확대, 12대 핵심기술 분야 연구개발(R&D) 확대, 6대 분야 거점 육성 등으로 나타났지만 그 중 시급성으로는 6대 분야 거점 육성이 1순위로 인식되고 있어 기업체들의 정책 수요를 파악할 수 있음.

- 일곱째, 그린바이오 비식품 기업들의 경우 농식품산업과의 상생 관계 및 그린바이오 분야 통계 구축 등에 긍정적인 태도를 보임.

□ 8개 업체를 대상으로 심층 질문을 한 FGI 분석 결과 정책 제언은 다음과 같이 요약됨.

- 첫째, top-down 방식의 정부 주도 정책이라는 한계를 극복할 필요가 있으며, 이는 농림축산식품부의 정책 홍보 중요성을 역설함.
- 둘째, 그린바이오산업 육성 전략의 구체화 및 정책 수혜 대상 확대가 필요함. 이를 위해 기계적인 업종 분류 외에 지원 업체가 소외받지 않는 보다 구체적인 업종 제시와 함께 지원 규모 자체의 확대를 꾀할 필요가 있음.
- 셋째, 부처 간 장벽, 산업 및 업종 간 장벽을 허무는 융합형 전략이 수립될 필요가 있음.
- 넷째, 결과 위주가 아닌 과정 위주의 장기적 R&D 지원이 이루어질 필요가 있음. 이를 위해 단기적 수익성에 매몰되지 않는 장기적 관점에서 스타팅 업체를 지원할 R&D 수립 정책이 요구됨.
- 다섯째, 인력 공급이 전주기적 과정에서 이루어질 필요가 있음. 기존 석박사급 전문인력 양성 외에도 지역에서 실제 필요로 하는 맞춤형 인재, 일제로 저학력 및 외국인 취업자의 직장 재교육, 농촌진흥청 은퇴자의 활용, 대학원이 아니더라도 유관 기관을 활용한 맞춤형 기술교육 등이 장려될 수 있음.
- 여섯째, 글로벌 시장에 맞춘 수출 지향 전략이 구체화될 필요가 있음. 수출 지향 기업 수요에 맞춰 당장 필요한 홍보 전략, 엑스포 활용, 시제품 해외 설명회, 수출국 정보 제공, 규제 모니터링 등 보다 구체적이고 실질적인 전략이 추가될 필요가 있음.

- 이상의 논의를 기반으로 인력양성 등 고용과 관련된 정책 제언을 구체화하면 다음과 같이 정리할 수 있음.
- 첫째, 대부분의 정책이 석박사급 전문 연구인력 양성에 초점을 맞추고 있어 연구개발 초기 단계에는 적합하나 산업화 및 상용화 단계의 인력 수요를 충족시키기에는 한계가 있으므로 연구인력 외 생산, 품질관리, 마케팅 등 다양한 직무의 인력양성을 위한 대책도 함께 모색할 필요가 있음.
 - 둘째, 그린바이오산업은 농업 후방산업, 현물생산, 전방산업 등 다양한 분야로 구성되어 있으므로 분야별 특성을 고려한 맞춤형 인력양성 대책을 수립할 필요가 있음.
 - 셋째, R&D 전문인력 양성과 관련해, 바이오산업 자체가 빅데이터, AI 등 IT 기술과의 융합이 중요하고, 그린바이오산업에서도 이러한 융합기술의 고도화가 중요한 만큼, BT-IT 융합 인력양성을 위한 정책 제언도 다룰 필요가 있음.
 - 넷째, 창업 초기 단계 지원에 비해 성숙단계 기업 지원 및 판로 확보 지원 정책이 부족하여 지속적인 고용 창출로 이어지기 어려운 구조를 고려하여, 기업 성장단계별 고용 지원 정책을 수립하는 것이 정책의 실효성을 거둘 수 있음.
 - 다섯째, 단기적으로는 기업 현장의 실제 인력 수요를 파악하고 이를 정책에 반영하는 것이 필요하며, 중장기적으로는 개별 기업 지원을 넘어 산업 생태계 전반의 일자리 창출을 고려한 정책 설계가 필요할 것으로 판단됨.

그린바이오산업 육성전략의 고용 영향: 자체 설문조사 자료 분석

제1절 분석 자료 및 방법

- 본 장에서는 2020년 정부의 그린바이오산업 육성 전략이 본격적으로 시작된 점을 감안하여, 전술한 설문조사 자료를 활용하여 그린바이오 기업의 고용 관련 지표들에 대해 비교 분석함.
- 구체적으로, 2020년 6월과 2024년 6월의 두 시점을 기준으로 다양한 고용지표들을 분석하였으며, 이를 바탕으로 2020년 9월 시행된 그린바이오산업 육성 전략의 정책 효과를 분석하고자 함.
- 분석에서 다루는 주요 고용지표들은 다음과 같음.
 - 기업별 종사자 수(상시 근로자수)
 - 상용직, 임시 및 일용직 종사자 수
 - 평균임금 수준
 - 초과 근로시간
- 설문조사의 2024년 자료는 고용 관련 지표들 및 정성적 질문에 대한 응답 내용만이 포함되었기 때문에 매출액, 영업이익, 연간 투자액 등의 자료는 제공받은 과거 자료를 바탕으로 선형 외삽법(Linear Extrapolation)을 통해 추정하였음.

1. 이중차분모형

□ 분석 기법 및 적용

- 본 연구에서는 정책 효과를 분석하기 위해 우선 이중차분(Difference-in-Differences, 이하 DID) 모형을 적용하였음.
- DID 모형은 정책 도입이나 제도 변화가 특정 집단에 미치는 영향을 평가하는 준실험적 방법으로, 정책의 영향을 받는 처치집단(Treatment group)과 영향을 받지 않는 통제집단(Control group) 간의 정책 시행 전후 변화를 비교하여 정책효과를 추정함(Heckman et al., 1997).
 - 본 연구에서는 2020년 이후 농림축산식품부가 시행한 그린바이오 육성전략 정책의 수혜기업을 처치집단으로 설정하고, 정책의 혜택을 받지 못한 기업을 통제집단으로 설정함.
 - 정책 시행 이후 두 집단 간 종사자 수 변화가 발생할 경우, 이는 정책의 처치효과(Treatment effect)로 볼 수 있음.
- 본 연구에서 이용한 DID 분석에서 1차 차분은 정책의 수혜 여부에 따른 차이를 반영하며 이는 그린바이오 기업을 나타내는 더미변수(*Green*)로 측정하였고, 2차 차분은 정책 시행 전후의 시기 차이를 반영하며 정책 도입 시기를 나타내는 기간 더미변수(*Post*)로 측정함.
- 연구의 핵심 목표는 그린바이오 육성전략이 고용에 미치는 영향을 분석하는 것으로, 이는 두 더미변수의 상호작용항(Interaction term)을 통해 추정함.

□ DID 추정방정식은 다음과 같음.

$$Y_{it} = \alpha + \beta_1 Green_i + \beta_2 Post_t + \beta_3 Green_i \times Post_t + \gamma X_{it} + \varepsilon_{it}$$

- 종속변수 Y_{it} 는 기업 i 의 시점 t 에서의 종사자 수를 나타냄.
- 변수들은 다음과 같음.
 - $Green_i$ 는 수혜기업 여부를 나타내는 더미변수로, 그린바이오 기업인 경우 1, 비그린바이오 기업인 경우 0으로 설정함.

- $Post_t$ 는 그린바이오 육성전략 정책 도입 후 시기를 나타내는 기간 터미변수로, 2021년 이후 1, 그 이전은 0으로 설정함.
- $Green_i \times Post_t$ 는 정책 도입 후 수혜기업의 특성 변화를 반영하는 상호작용항으로, 이를 통해 정책 효과의 순수한 영향을 측정함.
- X_{it} 는 매출액, 연구개발비, 영업이익 등 기업 특성을 나타내는 통제 변수 벡터
- ε_{it} 는 오차항

2. 성향점수매칭-이중차분모형

- 설문조사 자료의 구조적 한계로 인해 그린바이오산업 육성 전략의 정책 효과를 엄밀히 추정하는 데 어려움이 존재함.
- 이러한 한계를 극복하고자, 이중차분(DID) 분석과 함께 성향점수매칭(Propensity Score Matching)을 통해 처치집단과 통제집단 간의 차이를 최소화한 후, 매칭된 관측치를 기반으로 이중차분 분석을 실시하여 결과의 신뢰성을 높이하고자 함.
- 분석 기법 및 적용
- 성향점수매칭-이중차분(PSM-DID) 모형은 성향점수 매칭(PSM)과 이중차분(DID) 방법론을 결합한 분석 기법으로, 이를 통해 처치집단과 통제집단 간의 특성 차이를 통제한 후 이중차분법을 적용하여 정책 효과 추정의 편향을 보정할 수 있음.
- PSM-DID 모형은 관측되지 않은 특성으로 인한 편향을 줄일 수 있다는 장점을 가지고 있어, 개별적으로 PSM과 DID를 사용하는 것보다 더 정확하게 정책 효과를 추정할 수 있음(Smith & Todd, 2005; 윤상필 외, 2020).
- 성향점수매칭의 1단계에서는 정책 수혜 여부를 종속변수로 하고, 성향점수에 영향을 미치는 변수를 통제변수로 설정하여 로지스틱 회귀모형을 사용해 각

관측치가 처치 받을 확률인 성향점수를 추정함.

- 2단계에서는 추정된 성향점수를 기반으로 처치집단과 통제집단을 매칭함. 이때 최근접 이웃매칭(Nearest Neighbor Matching) 방법을 사용하여, 처치집단의 관측치와 성향점수가 가장 유사한 통제집단의 관측치를 매칭함.
 - 최근접 이웃매칭은 처치집단의 관측치마다 성향점수가 가장 가까운 통제집단의 관측치를 선택하는 방식으로, 이를 통해 두 집단 간 특성 차이를 최대한 줄임.
- 마지막으로 3단계에서는 매칭된 관측치들만을 대상으로 이중차분 분석을 수행하여 정책 도입 전후의 고용 변화를 비교하고, 정책 효과를 추정함.
 - 이를 통해 매칭된 데이터에서 정책의 순수한 효과를 평가할 수 있으며, 처치집단과 통제집단 간 차이가 보정된 상태에서의 정책 효과를 더욱 신뢰성 있게 분석할 수 있음.

3. 분석자료 구축

- 본 연구에서 분석에 사용된 데이터는 바이오 기업을 대상으로 조사업체 KODATA에서 실시한 설문조사 결과를 기반으로 구축됨. 해당 설문은 본 연구를 위해 특별히 설계되었으며, 기업의 인사담당자들을 대상으로 2020년 6월과 2024년 6월의 두 시점에 걸쳐 실시됨.
- 2024년에는 고용관련 지표 자료들은 확보되었으나, 매출액, 영업이익, 연간투자액 등에 대한 자료는 설문 응답이 불가능하기 때문에 업체에서 제공한 과거 데이터를 기반으로 외삽법(Extrapolation)을 사용하여 이러한 변수들을 추정함.
- 응답한 기업들은 2024년 6월 기준으로 그린바이오와 비그린바이오로 구분되었으며, 2020년 6월 기준으로 그린바이오, 비그린바이오(레드, 화이트) 및 비바이오 기업으로 구분함.
- 최종 분석에 필요한 모든 변수가 존재하는 기업만을 대상으로 추출한 결과, 총 463개의 기업이 최종 분석에 포함됨.
- <표 5-1>에서 연도별 기초 통계량을 살펴보면, 전체 기간의 평균 종사자 수는 65.6명, 매출액은 331.8억 원, 연간 투자액은 215.9억 원, 영업이익의 범주는

0.7, 업력은 17.3년으로 나타남.

- 영업이익 범주는 흑자인 기업은 1, 적자인 기업은 0으로 설정한 더미 변수임.

○ <표 5-1>에서 2020년과 2024년의 주요 지표들을 비교해 보면, 모든 변수에서 2024년의 값들이 2020년보다 평균적으로 증가한 것으로 나타남.

<표 5-1> 연도별 기초통계량

변 수	전체	2020년	2024년
평균 종사자 수(명)	65.6 (173.5)	63.6 (169.6)	67.5 (177.6)
매출액(억 원)	331.8 (1,058.5)	291.8 (913.9)	371.9 (1,185.2)
연간 투자액(억 원)	215.9 (664.3)	187.0 (570.0)	244.8 (746.3)
영업이익 범주	0.7 (0.5)	0.7 (0.5)	0.7 (0.5)
업력(연)	17.3 (13.7)	15.3 (13.6)	19.3 (13.6)
관측치	926	463	463

자료: 설문조사 결과를 가공하여 저자 작성.

○ 한편, <표 5-1>에서 볼 수 있듯이, 변수들의 표준편차가 상당히 큰 이유는 일부 기업의 규모가 상대적으로 매우 크기 때문임.

- 2020년에는 종사자 수가 500명을 넘어가는 기업이 분석대상 표본에서 10곳 있으며, 최대 종사자 수는 1,984명을 기록

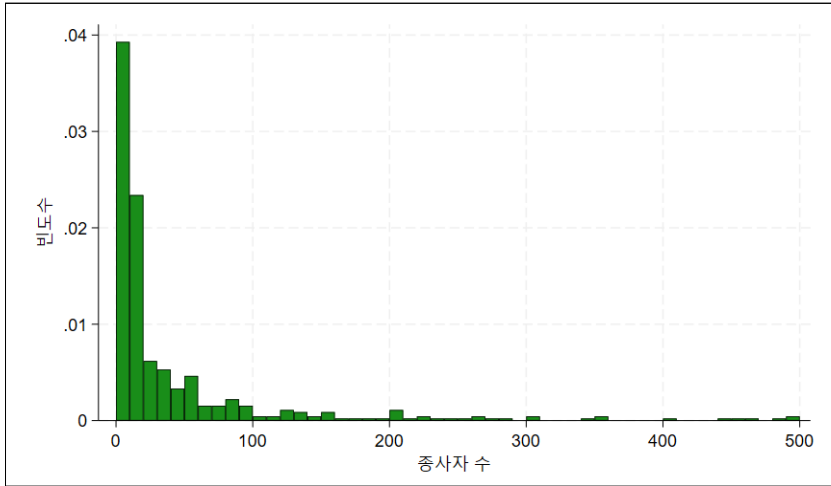
- 2024년에는 500인 이상 기업이 11곳으로 증가하였고, 최대 종사자 수는 2,100명으로 나타남.

○ 2020년과 2024년에 대해 500인 미만을 대상으로 기업별 종사자 수 분포를 <그림 5-1>과 <그림 5-2>에 나타냄.

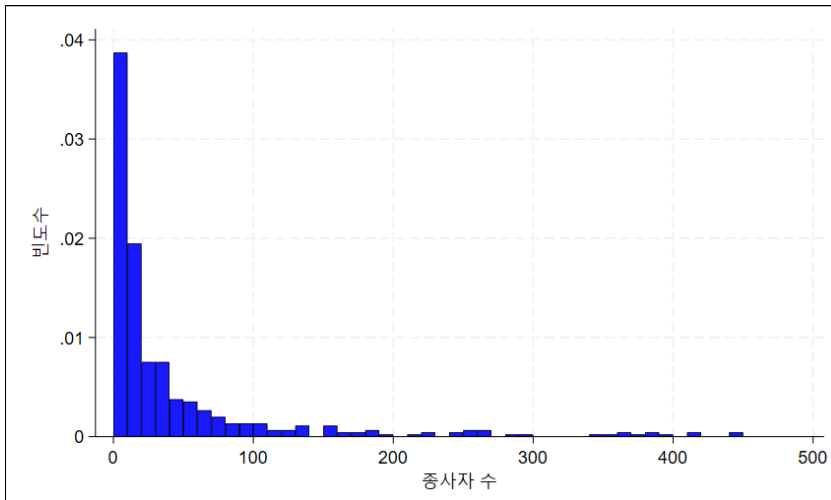
○ 다음으로 <표 5-2>와 <표 5-3>은 분석데이터의 주요 변수에 대한 연도별 및 기업 범주별 기초 통계를 제시함.

- 2020년 6월 기준으로, 그린바이오 기업은 282개, 비그린바이오 기업은 62개, 비바이오 기업은 119개가 존재함.
- 2024년 6월 기준으로는 그린바이오 기업이 305개, 비그린바이오 기업이 158개 존재함.

[그림 5-1] 2020년 기업 평균 종사자 수 분포



[그림 5-2] 2024년 기업 평균 종사자 수 분포



〈표 5-2〉 기업 범주별 기초통계(2020년)

변 수	산술평균	중윗값	표준편차	최솟값	최댓값	관측 수
그린바이오						
평균 종사자 수(명)	56.0	14.5	145.3	1	1,984.0	282
매출액(억 원)	236.7	27.9	755.9	0.001	9,607.8	282
연간 투자액(억 원)	191.2	21.5	567.3	0.031	5,208.1	282
영업이익범주	0.6	1.0	0.5	0	1	282
업력(연)	15.0	13.0	13.2	0	68	282
비그린바이오						
평균 종사자 수(명)	171.9	18.0	304.8	1	1,200.0	62
매출액(억 원)	842.9	89.4	1,661.8	0.011	7,643.1	62
연간 투자액(억 원)	442.7	36.4	899.7	0.003	4,709.2	62
영업이익 범주	0.7	1.0	0.5	0	1	62
업력(연)	21.7	18.0	19.1	0	67	62
비바이오						
평균 종사자 수(명)	25.4	10.0	80.6	1	857.0	119
매출액(억 원)	135.2	45.1	538.7	0.639	5,837.1	119
연간 투자액(억 원)	44.0	7.2	179.1	0.023	1,829.2	119
영업이익 범주	0.8	1.0	0.4	0	1	119
업력(연)	12.4	10.0	9.4	1	46	119

자료: 설문조사 결과를 가공하여 저자 작성.

- 〈표 5-2〉에서 2020년 값을 보면, 평균 종사자 수는 그린바이오 기업이 56명, 비그린바이오 기업이 171.9명, 비바이오 기업이 25.4명으로 나타남. 비그린바이오 기업이 상대적으로 가장 높은 평균 종사자 수를 기록함.
- 종사자 수 외에도 매출액과 연간 투자액에서 바이오 기업들이 비바이오 기업에 비해 높은 수치를 보이며, 특히 연간 투자액의 경우 바이오 기업이 비바이오 기업보다 상당히 높은 수준을 기록함.
- 기업 업력에서도 바이오 기업이 비바이오 기업보다 평균적으로 더 긴 업력을 보임.
- 〈표 5-3〉에서 2024년의 값을 보면, 그린바이오 기업이 비그린바이오 기업보다 전반적으로 더 높은 값을 기록하고 있음.

- 이는 2020년에 비바이오 기업으로 분류되었던 기업 중 일부가 비그린 바이오 기업으로 전환된 것에 기인할 수 있음.
- 종사자 수는 그린바이오 기업이 92.7명, 비그린바이오 기업이 18.9명이며, 매출액은 각각 500.7억 원과 123.2억 원, 연간 투자액은 342.7억 원과 55.8억 원으로 나타나 그린바이오 기업이 비그린바이오 기업에 비해 큰 격차를 보임.

〈표 5-3〉 기업 범주별 기초통계(2024년)

변 수	산술평균	중위값	표준편차	최솟값	최댓값	관측 수
그린바이오						
평균 종사자 수(명)	92.7	21.0	213.8	1	2,100	305
매출액(억 원)	500.7	47.1	1,436.9	0.1	14,291.3	305
연간 투자액(억 원)	342.7	42.1	897.8	0.02	7,835.3	305
영업이익 범주	0.6	1.0	0.5	0	1	305
업력(연)	21.2	18.0	15.3	4	72	305
비그린바이오						
평균 종사자 수(명)	18.9	9.0	25.6	1	173	158
매출액(억 원)	123.2	51.6	203.4	0.6	1,326.7	158
연간 투자액(억 원)	55.8	14.6	154.1	0.04	1,322.2	158
영업이익 범주	0.8	1.0	0.4	0	1	158
업력(연)	15.6	13.0	8.3	4	50	158

자료: 설문조사 결과를 가공하여 저자 작성.

제2절 분석 결과

1. 기초통계

□ 〈표 5-4〉와 〈표 5-5〉는 2020년과 2024년으로 구성된 최종 분석데이터에서 처치집단과 통제집단의 주요 변수에 대한 기초통계를 제시함.

- 처치집단은 2020년 이후 농림축산식품부가 시행한 그린바이오 육성전략 정책의 혜택을 받은 기업으로 설정하고, 혜택을 받지 못한 기업을 통제집단으로 설정함.
- <표 5-4>의 2020년 기초통계 분석 결과에 따르면, 처치집단 종사자 수의 중윗값은 14명, 통제집단은 11명으로 비교적 소규모 기업들이 다수 포함되어 있음. 그러나 [그림 5-1]에서 보인 바와 같이 일부 대규모 기업에서 종사자 수가 천 명을 넘는 경우도 존재하며, 산술 평균은 각각 58.4명과 70.6명으로 높게 나타남.
- 매출액은 처치집단이 평균 242.2억 원, 통제집단이 357억 원으로 통제집단이 더 높게 나타났으나 중윗값은 각각 27.1억 원과 52.2억 원으로 기업 간 매출액 분포의 편차가 상당히 큰 것을 확인할 수 있음.
- 연간 투자액은 처치집단이 201.6억 원, 통제집단이 167.9억 원으로 처치집단이 다소 높게 나타남.
- 영업이익 범주는 처치집단 0.6, 통제집단이 0.8로 대부분의 기업들이 이익을 나타냈으며, 통제집단이 소폭 더 높은 것으로 나타남.
- 업력은 처치집단 15.2년, 통제집단이 15.4년으로 비슷한 수준임.

<표 5-4> 기초통계(2020년)

변 수	산술평균	중윗값	표준편차	최솟값	최댓값	관측 수
처치집단						
평균 종사자 수(명)	58.4	14.0	150.0	1	1,984	263
매출액(억 원)	242.2	27.1	780.4	0.001	9,607.8	263
연간 투자액(억 원)	201.6	21.7	585.9	0.031	5,208.1	263
영업이익 범주	0.6	1.0	0.5	0	1	263
업력(년)	15.2	13.0	13.5	0	68	263
통제집단						
평균 종사자 수(명)	70.6	11.0	192.5	1	1,200	200
매출액(억 원)	357.0	52.2	1,062.9	0.011	7,643.1	200
연간 투자액(억 원)	167.9	12.7	549.3	0.003	4,709.2	200
영업이익 범주	0.8	1.0	0.4	0	1	200
업력(년)	15.4	11.0	13.7	0	67	200

자료 : 설문조사 결과를 가공하여 저자 작성.

- <표 5-5>에서는 2024년을 대상으로 한 기초 통계를 제공하며, 종사자 수의 경우 처치집단은 평균 62.3명, 통제집단은 평균 74.2명으로 통제집단이 더 높은 평균을 기록함. 그러나 여전히 평균보다 낮은 중윗값으로 미루어보아 소규모 기업들이 다수 분포하고 있음을 알 수 있음.
- 매출액, 연간투자액, 영업이익 범주, 업력은 2020년에 나타난 <표 5-4>의 경향과 유사하게 처치집단과 통제집단 사이에 비슷한 패턴을 보이며, 모든 변수에서 소폭 상승한 모습을 나타냄.
- <표 5-4>와 <표 5-5>를 종합적으로 비교해 보면 종사자 수, 매출액, 연간 투자액이 두 집단에서 모두 증가했으며, 특히 처치집단이 통제집단에 비해 소폭 더 증가한 것을 확인할 수 있음.

<표 5-5> 기초통계(2024년)

변 수	산술평균	중윗값	표준편차	최솟값	최댓값	관측 수
처치집단						
평균 종사자 수(명)	62.3	16.0	156.1	1	2,100	263
매출액(억 원)	309.4	39.1	1,049.1	0.15	14,291.3	263
연간투자액(억 원)	253.7	29.6	768.5	0.02	7,835.3	263
영업이익 범주	0.6	1.0	0.5	0	1	263
업력(연)	19.2	17.0	13.5	4	72	263
통제집단						
평균 종사자 수(명)	74.2	13.0	202.6	1	1,277	200
매출액(억 원)	454.1	65.3	1,341.7	0.62	9,836.2	200
연간투자액(억 원)	233.2	22.5	717.7	0.04	5,557.6	200
영업이익 범주	0.8	1.0	0.4	0	1	200
업력(연)	19.4	15.0	13.7	4	71	200

자료: 설문조사 결과를 가공하여 저자 작성.

- 한편, 데이터의 구조상 이중차분모형 분석을 위한 평행추세가정(Parallel Trend Assumption) 검증을 직접적으로 수행하기 어렵기 때문에 정책 시행 전인 2020년에 처치집단과 통제집단의 특성을 비교함으로써 평행 추세가정의 타당성을 뒷받침하고자 함.
- <표 5-6>은 2020년을 기준으로 처치집단과 통제집단의 주요 변수(평균

종사자 수, 매출액, 연간투자액, 영업이익 범주, 업력)에 대한 평균과 표준편차 그리고 두 집단 간의 차이 및 이에 대한 t-검정 결과를 나타냄.

- 대부분 변수에서 두 집단 간의 차이는 통계적으로 유의미하지 않은 모습을 보였으며, 이는 전반적으로 평행추세가정이 일정 부분 성립한다고 판단할 수 있음.

- 영업이익 범주 변수만이 통계적으로 유의한 차이가 있었으나, 통제변수로 활용함으로써 정책 효과 분석에 미칠 영향 가능성을 상쇄함.

〈표 5-6〉 처치집단과 통제집단 특성 비교(2020년)

변 수	처치집단 평균	통제집단 평균	차이	P-value(t-test)
평균 종사자 수(명)	58.4 (150.0)	70.6 (192.5)	-12.2	0.444
매출액(억 원)	242.2 (780.4)	357.0 (1062.9)	-114.8	0.181
연간 투자액(억 원)	201.6 (585.9)	167.9 (549.3)	33.7	0.529
영업이익 범주	0.6 (0.5)	0.8 (0.4)	-0.2	0.0002
업력(연)	15.2 (13.5)	15.4 (13.7)	-0.2	0.873

주: 괄호 안 숫자는 표준오차(standard error).

자료: 자체 설문조사 자료.

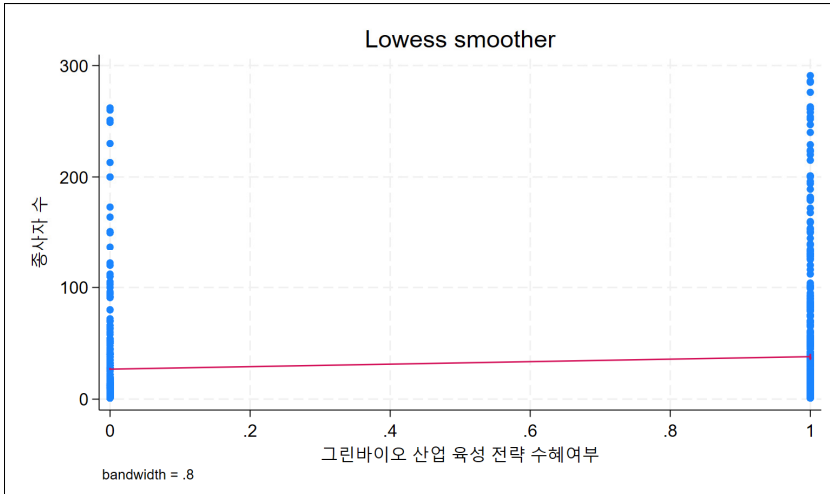
2. 비모수회귀분석

- 본격적인 그린바이오산업 육성 전략의 정책 효과를 분석하기에 앞서, 두 변수 간의 관계를 시각적으로 파악하기 위해 비모수회귀분석(Non-parametric regression) 결과를 제시함.

- 비모수회귀분석은 두 변수 간의 관계를 시각적으로 명확히 보여주기 위한 분석 방법으로, 모형에 의한 가정 없이 데이터의 패턴을 관찰할 수 있는 장점이 있으나, 엄밀한 모형 기반의 분석과는 결과가 다를 수 있으므로 정확한 처치효과 추정을 위해서는 보완적인 분석이 필요함.

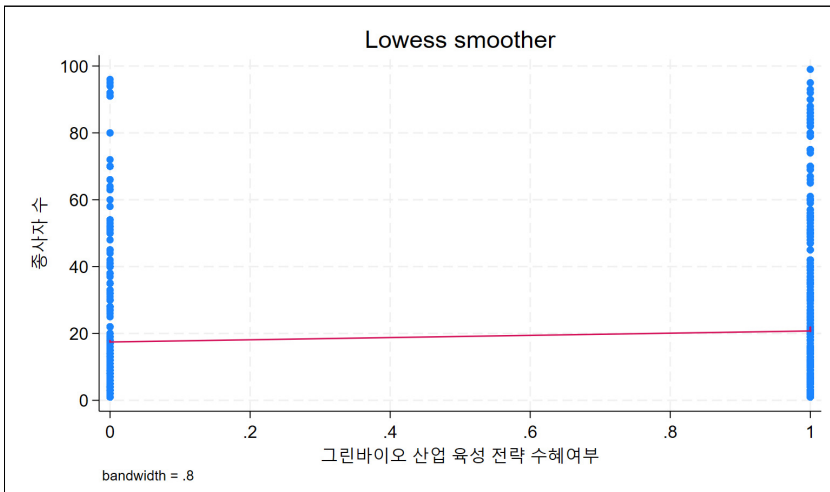
□ [그림 5-3]과 [그림 5-4]는 각각 종사자 수 300인 미만 및 100인 미만 기업 표본에 대해 비모수회귀분석 방법론 가운데 Lowess 평활화(Lowess smoothing) 기법을 이용한 비모수회귀분석 결과를 보여줌.

[그림 5-3] 그린바이오산업 육성전략 수혜여부와 종사자 수 : 비모수회귀분석(300인 미만 기업 표본)



자료 : 설문조사 결과를 가공하여 저자 작성.

[그림 5-4] 그린바이오산업 육성전략 수혜여부와 종사자 수 : 비모수회귀분석(100인 미만 기업 표본)



자료 : 설문조사 결과를 가공하여 저자 작성.

- [그림 5-3]과 [그림 5-4]에서는 그린바이오산업 육성 전략의 정책 수혜를 받은 처치집단과 통제집단 간의 종사자 수 분포를 비교함.
- 분석 결과, 처치집단에 속한 기업들은 종사자 수가 더 많은 곳에 집중적으로 분포되어 있는 것으로 나타남.
- 또한, 300인 미만과 100인 미만 기업 표본 모두에서 처치집단에 속하는 기업의 종사자 수가 통제집단에 비해 소폭 높게 나타남.
 - 다만, 이 결과는 처치집단과 통제집단 간의 동질성을 확보한 엄밀한 분석이 이루어지지 않은 상태에서 도출된 것이므로, 해석 시 주의가 필요하며 단순 참조용으로 활용해야 함.

3. 이중차분모형 분석 결과

가. 종사자 수 변화 분석

- 먼저, 종사자 수가 1인 이상인 모든 기업을 대상으로 종사자 수 변화에 대한 분석 결과를 제시하고, 정책 효과가 더 명확히 나타날 가능성이 있는 종사자 수 300인 미만 및 100인 미만 기업 표본에 대한 분석 결과를 각각 제시함.
- 이중차분모형 분석 결과에 따르면, 그린바이오산업 육성 전략의 정책 효과는 <표 5-7>에서 볼 수 있듯이 통제변수를 고려하지 않은 모형 1에서는 0.302, 통제변수를 모두 고려한 모형 2에서는 -4.324로 나타났으며 두 모형 모두 통계적으로는 유의하지 않음.
 - 구체적으로, 정책 시행 시점 터미변수와 그린바이오 기업 터미변수의 상호작용 교차항인 정책 도입 후 효과가 통계적으로 유의하지 않게 추정됨에 따라 정책 효과가 분석 기간 내에서 유의미하게 나타나지 않았음을 시사함.
 - 이는 정책 시행 초기의 적응 기간이나 분석 대상 기간 중 발생한 코로나19 등의 외부 경제적 요인이 고용에 영향을 미쳤을 가능성을 고려할 필요가 있음을 나타냄.

○ 기타 통제변수의 추정계수를 살펴보면, 매출액의 자연대수 변수인 로그 매출액의 추정치는 20.221로 나타나 매출액이 1% 증가할 때 종사자 수가 0.22명 증가하는 것으로 나타났음.

- 또한, 로그 연간 투자액의 추정치는 18.288로 연간 투자액이 1% 증가할 때 종사자 수가 0.18명 증가하는 것으로 나타남.

- 반면, 영업이익의 더미는 (-)의 부호로 나타나, 영업이익이 흑자인 기업이 적자인 기업에 비해 상대적으로 고용을 적게 하는 경향이 있는 것으로 나타났으며, 업력은 양(+)의 효과를 나타내어 업력이 길수록 종사자 수가 증가하는 경향이 있는 것으로 나타남.

〈표 5-7〉 이중차분 분석 결과

변 수	모형 1	모형 2
정책 시행 시점 더미	-12.186 (16.462)	-12.197 (14.296)
그린바이오 기업 더미	3.660* (2.070)	-21.483*** (4.414)
정책 도입 후 효과	0.302 (2.925)	-4.324 (4.395)
로그 매출액		20.221*** (6.192)
로그 연간 투자액		18.288*** (4.574)
영업이익 더미		-23.825*** (6.816)
업력(연)		2.600* (1.388)
상수항	70.570*** (13.612)	-75.937*** (18.764)
관측치 수	926	926
결정계수 R^2	0.001	0.354

주: 괄호 안 숫자는 표준오차(standard error)를 나타내며, 모든 표준오차는 기업별 클러스터링을 적용함. *, **, ***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.
자료: 자체 설문조사 자료.

○ 다음으로, 정책의 효과가 더욱 명확히 나타날 것으로 보이는 300인 미만 기업에 대한 이중차분 분석 결과는 <표 5-8>에서 볼 수 있듯이 통제 변수를 고려하지 않은 모형 1에서는 3.242, 통제변수를 모두 고려한 모형 2에서는 0.374로 추정되었으나 두 모형 모두 통계적으로 유의하지 않은 결과를 보였음.

- <표 5-7>의 종사자 수 1인 이상 기업 전체 표본에 대한 분석 결과와 비교해 보면, 모형 2에서는 추정 계수의 부호가 (+)로 변하였으나 여전히 통계적으로 유의하지 않은 모습을 나타냄.

<표 5-8> 이중차분 분석 결과(300인 미만 기업)

변 수	모형 1	모형 2
정책 시행 시점 더미	10.900** (4.706)	7.131** (3.451)
그린바이오 기업 더미	0.486 (1.242)	-9.543*** (1.681)
정책 도입 후 효과	3.242 (2.298)	0.374 (2.307)
로그 매출액		8.940*** (1.242)
로그 연간 투자액		6.833*** (0.985)
영업이익 더미		-16.635*** (3.479)
업력(연)		1.108*** (0.242)
상수항	26.803*** (3.172)	-22.782*** (4.562)
관측치 수	881	881
결정계수 R^2	0.015	0.525

주: 괄호 안 숫자는 표준오차(standard error)를 나타내며, 모든 표준오차는 기업별 클러스터링을 적용함. *,

, *는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

자료: 자체 설문조사 자료.

- 이는 정책 효과가 300인 미만 기업에서는 다소 긍정적인 가능성이 있으나 분석 기간 내에서는 확실한 영향을 확인하기 어려움.
- 기타 통제변수의 추정계수를 보면, 매출액의 자연대수 변수인 로그 매출액의 추정치는 8.940으로 나타나 매출액이 1% 증가할 때 종사자 수는 0.08명 증가하는 것으로 분석되었으며 이는 종사자 수 1인 이상 기업 전체와 비교했을 때 다소 낮은 수준임.
- 연간 투자액의 자연대수 변수인 로그 연간 투자액의 추정치는 6.833으로 연간 투자액이 1% 증가할 때 종사자 수가 0.06명 증가하는 것으로 나타남.
- 영업이익 더미는 여전히 (-)의 부호로 나타났으며, 업력은 높을수록 종사자 수가 증가하는 것으로 나타남.

〈표 5-9〉 이중차분 분석 결과(100인 미만 기업)

변 수	모형 1	모형 2
정책 시행 시점 더미	4.398** (2.144)	3.908** (1.711)
그린바이오 기업 더미	0.955 (0.941)	-2.884*** (1.000)
정책 도입 후 효과	-0.217 (1.430)	-1.279 (1.409)
로그 매출액		4.916*** (0.534)
로그 연간 투자액		4.035*** (0.413)
영업이익 더미		-9.124*** (1.522)
업력(연)		0.132 (0.083)
상수항	17.187*** (1.507)	-2.356 (1.840)
관측치 수	800	800
결정계수 R^2	0.010	0.492

주: 괄호 안 숫자는 표준오차(standard error)를 나타내며, 모든 표준오차는 기업별 클러스터링을 적용함. *,

, *는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

자료: 자체 설문조사 자료.

- 마지막으로, 종사자 수 100인 미만 기업 표본에 대한 분석 결과는 <표 5-9>에서 확인할 수 있듯이 통제변수를 고려하지 않은 모형 1에서는 -0.217, 통제변수를 모두 고려한 모형 2에서는 -1.279로 추정되었으며 두 모형 모두 통계적으로 유의하지 않은 결과를 보임.
 - 이는 종사자 수가 적은 기업에서는 정책 효과가 더 제한적으로 나타났을 수 있음을 시사하며, 정책의 고용 효과가 명확히 나타나지 않았을 가능성을 시사함.
- 기타 통제변수들의 추정계수는 이전 분석과 유사한 정성적 결과들을 보여주고 있으나 정량적으로는 계수 추정치의 절댓값이 상대적으로 줄어들었고, 업력은 통계적으로 유의하지 않은 모습이 나타남.

나. 상용직과 임시 및 일용직 표본 분석

- 앞서 상시 근로자수의 합인 평균 종사자 수 변화에 대한 분석 결과에 이어, 이번에는 상시 근로자를 상용직과 임시 및 일용직으로 구분하여 분석한 결과를 제시함.
- 추정 결과는 앞선 모형 2의 결과를 바탕으로 제시하였으며, 이는 모형 2의 결정계수가 더 높고, 종속변수의 변화를 설명하는 데 있어 중요한 통제 변수들을 포함했기 때문임.
- 분석은 종사자 수 1인 이상 기업 전체 표본과 종사자 수 300인 미만 기업, 종사자 수 100인 미만 기업에 대해 각각 수행되었으며, 이중차분모형 분석 결과는 <표 5-10>에서 확인할 수 있음.
- 분석 결과, 종사자 수 1인 이상 기업 전체에서는 -4.883, 300인 미만 기업에서는 -0.173, 100인 미만 기업에서는 -1.332로 나타났으며 모두 통계적으로 유의하지 않음.
 - 상시 근로자의 대부분을 상용직 근로자가 차지하는 점을 감안할 때, 앞선 분석 결과와 정성적, 정량적으로 매우 유사한 결과가 나타남.
- 다음으로, <표 5-11>은 임시 및 일용직 근로자에 대한 정책 효과를 이 중차분모형으로 분석한 결과를 제시함.

- 분석 결과 임시 및 일용직 근로자에 대한 정책 효과는 종사자 수 1인 이상 기업 전체에서 0.559, 300인 미만 기업에서 0.546, 100인 미만 기업에서 0.053으로 나타났으며 300인 미만 기업의 경우에만 5% 유의수준에서 통계적으로 유의한 결과가 확인됨.
- 다만, 임시 및 일용직의 비율이 매우 낮은 점을 감안할 때 정책이 이들에게 미치는 효과가 제한적일 수 있으며 모형의 설명력도 이에 따라 제약을 받을 가능성이 있음.
 - 또한, 정책의 효과가 특정 규모의 기업에만 제한적으로 적용되었을 가능성이 존재함.

〈표 5-10〉 이중차분 분석(상용직)

변 수	전체 기업	300인 미만 기업	100인 미만 기업
정책 시행 시점 더미	-14.932 (13.286)	6.590* (3.408)	3.483** (1.679)
그린바이오 기업 더미	-21.223*** (4.288)	-9.272*** (1.654)	-2.808*** (0.968)
정책 도입 후 효과	-4.883 (4.154)	-0.173 (2.256)	-1.332 (1.368)
로그 매출액	18.902*** (5.137)	8.835*** (1.238)	4.876*** (0.536)
로그 연간 투자액	17.106*** (3.834)	6.633*** (0.982)	3.956*** (0.415)
영업이익 더미	-24.712*** (6.695)	-16.932*** (3.454)	-9.404*** (1.506)
업력(연)	2.765** (1.206)	1.061*** (0.232)	0.133 (0.084)
상수항	-70.237*** (16.048)	-21.473*** (4.416)	-2.065 (1.832)
관측치 수	926	881	800
결정계수 R^2	0.379	0.522	0.492

주: 괄호 안 숫자는 표준오차(standard error)를 나타내며, 모든 표준오차는 기업별 클러스터링을 적용함. *,

, *는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

자료: 자체 설문조사 자료.

〈표 5-11〉 이중차분 분석(임시 및 일용직)

변 수	전체 기업	300인 미만 기업	100인 미만 기업
정책 시행 시점 더미	2.736 (1.860)	0.541 (0.345)	0.425 (0.275)
그린바이오 기업 더미	-0.261 (0.334)	-0.270* (0.153)	-0.076 (0.145)
정책 도입 후 효과	0.559 (0.626)	0.546** (0.275)	0.053 (0.281)
로그 매출액	1.319 (1.195)	0.105 (0.077)	0.040 (0.046)
로그 연간 투자액	1.182 (0.874)	0.201** (0.085)	0.079 (0.050)
영업이익 더미	0.887 (0.567)	0.297 (0.348)	0.280 (0.223)
업력(연)	-0.165 (0.242)	0.047 (0.033)	-0.001 (0.017)
상수항	-5.701* (3.434)	-1.309** (0.553)	-0.291 (0.254)
관측치 수	926	881	800
결정계수 R^2	0.048	0.067	0.017

주: 괄호 안 숫자는 표준오차(standard error)를 나타내며, 모든 표준오차는 기업별 클러스터링을 적용함. *

, *는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

자료: 자체 설문조사 자료.

다. 평균임금 수준 변화 분석

□ 앞서 수행한 분석들이 고용의 양적인 측면을 다루었다면, 이번에는 고용의 질을 평가하는 지표 중 하나인 평균임금 수준에 대한 이중차분 분석 결과를 제시함(표 5-12 참조).

○ 분석 결과, 그린바이오산업 육성 전략 정책이 평균임금 수준에 미친 효과는 종사자 수 1인 이상 기업 전체에서 -0.02, 300인 미만 기업에서 -0.024, 100인 미만 기업에서 -0.026으로 나타났으며 모든 경우 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났음.

- 모든 분석에서 0에 매우 근접한 추정 계수가 나왔으며, 이는 정책 도입이 평균임금 수준에 실질적인 영향을 미치지 않았을 가능성을 시사함.

〈표 5-12〉 이중차분 분석(평균임금 수준)

변 수	전체 기업	300인 미만 기업	100인 미만 기업
정책 시행 시점 더미	0.013 (0.025)	0.021 (0.027)	0.024 (0.029)
그린바이오 기업 더미	0.156*** (0.016)	0.161*** (0.017)	0.157*** (0.019)
정책 도입 후 효과	-0.020 (0.022)	-0.024 (0.024)	-0.026 (0.026)
로그 매출액	0.045*** (0.010)	0.044*** (0.011)	0.043*** (0.011)
로그 연간 투자액	0.014** (0.007)	0.013* (0.007)	0.014* (0.008)
영업이익 더미	-0.056** (0.025)	-0.059** (0.026)	-0.066** (0.029)
업력(연)	0.002** (0.001)	0.001 (0.001)	0.002* (0.001)
상수항	7.953*** (0.039)	7.960*** (0.041)	7.957*** (0.046)
관측치 수	776	731	655
결정계수 R^2	0.285	0.232	0.201

주: 괄호 안 숫자는 표준오차(standard error)를 나타내며, 모든 표준오차는 기업별 클러스터링을 적용함. *

, *는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

자료: 자체 설문조사 자료.

라. 초과 근무시간 변화 분석

□ 다음으로 초과 근무시간에 대한 이중차분 분석 결과를 제시함(표 5-13 참조).

○ 분석 결과, 그린바이오산업 육성 전략 정책이 초과 근무시간에 미친 효과는 종사자 수 1인 이상 기업 전체에서 -0.005, 300인 미만 기업에서 -0.007, 100인 미만 기업에서 -0.004로 나타났으며 모든 경우 통계적으

로 유의하지 않은 것으로 나타났음.

- 앞선 평균임금 수준에 대한 분석 결과와 유사하게 모든 분석에서 0에 매우 근접한 추정 계수가 나왔으며, 이는 초과 근무시간에 대한 정책 효과가 미미하여 정책 도입이 근무시간의 연장에 유의미한 변화를 가져오지 않았을 가능성이 크다는 것을 나타냄.

〈표 5-13〉 이중차분 분석(초과 근무시간)

변 수	전체 기업	300인 미만 기업	100인 미만 기업
정책 시행 시점 더미	-0.005 (0.005)	-0.006 (0.007)	-0.006 (0.007)
그린바이오 기업 더미	1.058*** (0.038)	1.060*** (0.039)	1.059*** (0.038)
정책 도입 후 효과	-0.005 (0.043)	-0.007 (0.046)	-0.004 (0.049)
로그 매출액	-0.007 (0.004)	-0.006 (0.004)	-0.004 (0.004)
로그 연간 투자액	0.006 (0.007)	0.007 (0.007)	0.008 (0.008)
영업이익 더미	0.019 (0.015)	0.018 (0.014)	0.013 (0.014)
업력(연)	0.000 (0.000)	0.001 (0.001)	0.002 (0.001)
상수항	-0.008 (0.017)	-0.014 (0.022)	-0.029 (0.031)
관측치 수	926	881	800
결정계수 R^2	0.763	0.755	0.740

주: 괄호 안 숫자는 표준오차(standard error)를 나타내며, 모든 표준오차는 기업별 클러스터링을 적용함. *,

***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

자료: 자체 설문조사 자료.

4. 성향점수매칭 이중차분모형 분석 결과

- 본 연구에서는 처치집단과 통제집단 사이의 특성 차이가 이중차분모형 분석에서 발생시키는 편의를 보정하기 위해 성향점수매칭 방법을 활용

하여 유사한 특성을 가진 처치집단과 통제집단을 구성하여 이들을 대상으로 다시 이중차분모형을 분석하여 그린바이오산업 육성 전략의 정책 효과를 추정함.

- 성향점수의 추정은 처치집단에 속할 확률인 그린바이오 기업 여부를 종속변수로 한 로지스틱 회귀분석을 수행
 - 이중차분모형 분석에서 설명변수로 사용한 모든 변수들을 이용하여 로지스틱 회귀분석을 수행
 - 매칭은 최근접 이웃매칭법(Nearest Neighbor Matching)에 의해 처치 집단과 통제집단을 매칭함.

가. 종사자 수 변화 분석

- <표 5-14>는 처치집단과 통제집단 사이의 종사자 수 차이를 분석하기 위한 성향점수매칭의 1단계로서, 분석 대상 기업 표본들이 처치집단에 속할 확률을 구하기 위해 수행한 로지스틱 회귀분석 결과를 제시함.
- 성향점수 추정을 위한 로지스틱 회귀분석의 설명변수로는 앞선 이중차분모형 분석에 이용한 통제변수들, 매출액, 연간투자액의 자연대수인 로그값, 영업이익의 터미, 업력을 포함하였음.
 - 결과는 종사자 수의 규모 차이와는 상관없이 처치집단과 통제집단 간 변수들의 영향력이 비슷하게 나타남.
 - 다른 조건이 동일한 경우, 매출액이 높을수록 처치그룹에 속할 확률이 통계적으로 유의하게 낮아지고, 연간 투자액이 높을수록 처치그룹에 속할 확률이 유의하게 높아짐.
 - 영업이익의 터미는 통계적으로 유의하지 않았으며, 이는 해당 기간 동안 기업이 영업이익의 창출 여부가 그린바이오 기업으로 분류되는데 중요 요인으로 작용하지는 않았음을 시사함.
 - 반면, 업력은 300인 미만 기업에서 통계적으로 유의하게 양(+)의 값을 나타냈으며 이는 업력이 많은 기업일수록 그린바이오 기업으로 분류될

가능성이 높다는 점을 시사하지만, 전체 기업과 100인 미만 기업에서는 유의하지 않았음.

〈표 5-14〉 성향점수매칭 : 로지스틱 회귀분석

종속변수 : 그린바이오기업더미

변 수	전체 기업	300인 미만 기업	100인 미만 기업
로그 매출액	-0.405*** (0.085)	-0.409*** (0.088)	-0.391*** (0.092)
로그 연간 투자액	0.344*** (0.065)	0.328*** (0.066)	0.320*** (0.069)
영업이익 더미	-0.234 (0.254)	-0.273 (0.259)	-0.458 (0.279)
업력(연)	0.004 (0.010)	0.019* (0.011)	0.016 (0.013)
상수항	0.912*** (0.226)	0.802*** (0.233)	0.922*** (0.245)
관측치 수	463	441	403
Prob> χ^2	0.000	0.000	0.000
Pseudo R^2	0.083	0.088	0.095

주 : 괄호 안 숫자는 표준오차(standard error)를 나타냄. *, **, ***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

자료 : 자체 설문조사 자료.

〈표 5-15〉 성향점수매칭의 균형검증(Balancing test)

변 수	구분	처치집단	통제집단	차이	Pr(T > t)
전체 기업					
로그 매출액	매칭전	3.282	3.974	-0.692	0.001
	매칭후	3.474	3.723	-0.249	0.198
로그 연간 투자액	매칭전	3.029	2.442	0.587	0.011
	매칭후	2.996	3.293	-0.296	0.139
영업이익 더미	매칭전	0.616	0.775	-0.159	0.000
	매칭후	0.653	0.661	-0.008	0.850
업력(연)	매칭전	15.171	15.375	-0.204	0.873
	매칭후	15.633	14.504	1.129	0.341

〈표 5-15〉의 계속

변 수	구분	처치집단	통제집단	차이	Pr(T > t)
300인 미만 기업					
로그 매출액	매칭전	3.117	3.714	-0.597	0.004
	매칭후	3.246	3.548	-0.302	0.099
로그 연간 투자액	매칭전	2.862	2.139	0.723	0.001
	매칭후	2.787	3.184	-0.397	0.029
영업이익 더미	매칭전	0.605	0.766	-0.161	0.000
	매칭후	0.636	0.669	-0.033	0.443
업력(연)	매칭전	14.439	13.096	1.343	0.237
	매칭후	14.494	14.389	0.105	0.918
100인 미만 기업					
로그 매출액	매칭전	2.772	3.548	-0.776	0.000
	매칭후	2.871	2.898	-0.027	0.885
로그 연간 투자액	매칭전	2.499	1.899	0.6	0.005
	매칭후	2.435	2.611	-0.176	0.335
영업이익 더미	매칭전	0.582	0.784	-0.202	0.000
	매칭후	0.606	0.699	-0.093	0.043
업력(연)	매칭전	12.335	12.08	0.255	0.791
	매칭후	12.458	12.597	-0.139	0.878

자료 : 자체 설문조사 자료.

- 다음으로 처치집단과 통제집단의 표본들이 잘 매칭되었는지 확인하기 위해, 매칭 전후의 변수값들에 대해 통계분석을 함으로써 유의성을 확인하였음.
- 〈표 5-15〉의 균형검증결과 매칭 전 대부분의 변수에서 처치집단과 통제 집단 사이에 차이가 없다는 가설은 기각되었으며, 매칭 후에 대부분의 변수에서 두 집단 간의 차이가 감소하였고 두 집단 간 특성의 차이가 줄어든 것을 볼 수 있음.
- 〈표 5-16〉은 〈표 5-14〉에 제시된 로지스틱 회귀분석 결과를 통해 추정된 성향점수를 사용하여 매칭한 후, 매칭된 기업을 대상으로 수행한 이중차분 분석 결과를 제시함.

○ <표 5-16>에 제시된 결과에 따르면, 그린바이오산업 육성 전략의 효과에 대한 계수 추정치는 종사자 수 1인 이상 전체 기업에서는 -6.918, 300인 미만 기업에서는 -2.533, 100인 미만 기업에서는 -3.667로 나타났으며, 100인 미만 기업에서만 5% 유의수준에서 통계적으로 유의한 결과가 확인됨.

- 다만, 전체적으로 음(-)의 효과가 나타난 부분은 정책의 단기적 효과를 고려한 결과일 수 있으며, 정책 도입 초기의 적응 비용이나 외부 경제 환경의 변동 등이 고용에 영향을 미쳤을 가능성을 배제할 수 없음.
- 정책의 효과를 보다 정확히 평가하기 위해서는 장기적 관점에서의 추가적인 분석이 필요함.

<표 5-16> 성향점수매칭-이중차분 분석

변 수	전체 기업	300인 미만 기업	100인 미만 기업
정책 시행 시점 더미	-11.113 (18.224)	8.002* (4.387)	4.866** (2.056)
그린바이오 기업 더미	-14.687*** (5.559)	-7.305*** (2.346)	-1.446 (1.341)
정책 도입 후 효과	-6.918 (5.064)	-2.533 (2.843)	-3.667** (1.648)
로그 매출액	23.740*** (7.240)	10.580*** (1.935)	5.255*** (0.752)
로그 연간 투자액	17.272*** (6.355)	6.081*** (1.643)	4.140*** (0.584)
영업이익 더미	-22.792*** (6.779)	-16.969*** (4.216)	-9.003*** (1.679)
업력(연)	1.501 (1.621)	0.980*** (0.290)	0.087 (0.093)
상수항	-71.855*** (22.884)	-25.712*** (5.897)	-3.875* (2.333)
관측치 수	706	660	600
결정계수 R^2	0.322	0.492	0.512

주: 괄호 안 숫자는 표준오차(standard error)를 나타내며, 모든 표준오차는 기업별 클러스터링을 적용함. *,

, *는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

자료: 자체 설문조사 자료.

- 기타 통제변수들의 추정치를 보면, 로그 매출액과 로그 연간 투자액은 모든 그룹에서 종사자 수에 유의미한 양(+)의 영향을 미쳤으며, 이는 앞선 이중차분 분석의 결과와 유사하게 매출과 투자가 증가할수록 기업이 더 많은 종사자를 고용할 가능성이 높아짐을 시사함.
- 영업이익 더미와 업력 변수들의 추정치는 이중차분 분석 결과와 정성적으로 동일하게 나타나며 일관된 방향성을 보임.

나. 상용직과 임시 및 일용직 표본 분석

- <표 5-17>과 <표 5-18>은 앞선 <표 5-14>에 제시된 로지스틱 회귀분석 결과를 추정된 성향점수를 사용하여 매칭한 후, 매칭된 기업을 대상으로 상시 근로자를 상용직과 임시 및 일용직으로 구분한 표본에 대해 이중차분 분석을 수행한 결과를 제시함.
- <표 5-17>에 따르면, 상용직 근로자에 대한 그린바이오산업 육성 전략 정책의 효과는 종사자 수 1인 이상 기업 전체에서는 -6.918, 300인 미만 기업에서는 -0.735, 100인 미만 기업에서는 -2.704로 나타났으며 100인 미만 기업에서만 10% 유의수준에서 통계적으로 유의한 결과가 확인됨.

<표 5-17> 성향점수매칭-이중차분 분석(상용직)

변 수	전체 기업	300인 미만 기업	100인 미만 기업
정책 시행 시점 더미	-13.992 (16.969)	8.221** (3.622)	4.414** (1.853)
그린바이오 기업 더미	-14.536*** (5.300)	-7.710*** (2.190)	-1.106 (1.188)
정책 도입 후 효과	-6.918 (4.846)	-0.735 (2.563)	-2.704* (1.518)
로그 매출액	22.309*** (6.153)	8.846*** (1.542)	5.755*** (0.785)
로그 연간 투자액	15.699*** (5.247)	7.224*** (1.459)	3.590*** (0.600)
영업이익 더미	-23.191*** (6.549)	-12.675*** (3.070)	-8.395*** (1.539)

〈표 5-17〉의 계속

변 수	전체 기업	300인 미만 기업	100인 미만 기업
업력(연)	1.699 (1.369)	0.906*** (0.284)	0.025 (0.093)
상수항	-65.246*** (19.089)	-26.243*** (5.176)	-4.364** (2.188)
관측치 수	706	670	604
결정계수 R^2	0.353	0.521	0.504

주: 괄호 안 숫자는 표준오차(standard error)를 나타내며, 모든 표준오차는 기업별 클러스터링을 적용함. *, **, ***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.
자료: 자체 설문조사 자료.

〈표 5-18〉성향점수매칭-이중차분 분석(임시 및 일용직)

변 수	전체 기업	300인 미만 기업	100인 미만 기업
정책 시행 시점 더미	2.879 (2.259)	0.466 (0.419)	0.576** (0.263)
그린바이오 기업 더미	-0.151 (0.537)	-0.323 (0.207)	0.096 (0.113)
정책 도입 후 효과	-0.001 (0.434)	0.603** (0.298)	-0.114 (0.284)
로그 매출액	1.431 (1.321)	0.070 (0.098)	0.042 (0.061)
로그 연간 투자액	1.574 (1.259)	0.278** (0.135)	0.087 (0.084)
영업이익 더미	0.399 (0.610)	0.144 (0.431)	0.282 (0.275)
업력(연)	-0.198 (0.303)	0.058 (0.041)	-0.003 (0.022)
상수항	-6.610 (4.437)	-1.432** (0.670)	-0.426 (0.292)
관측치 수	706	670	604
결정계수 R^2	0.053	0.074	0.016

주: 괄호 안 숫자는 표준오차(standard error)를 나타내며, 모든 표준오차는 기업별 클러스터링을 적용함. *, **, ***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.
자료: 자체 설문조사 자료.

- <표 5-18>은 임시 및 일용직 근로자에 대한 그린바이오산업 육성 전략 정책의 효과를 나타내며, 추정 결과는 종사자 수 1인 이상 기업 전체에서 -0.001, 300인 미만 기업에서는 0.603, 100인 미만 기업에서는 -0.114로 나타났으며 300인 미만 기업에서만 5% 유의수준에서 통계적으로 유의한 결과가 확인됨.
- 앞서 <표 5-11>의 결과해석에서 언급한 것처럼, 모형의 설명력이 제한적이라는 한계가 있으며 정책의 효과가 기업의 규모에 따라 다르게 나타날 가능성이 존재함.

다. 평균임금 수준 변화 분석

- <표 5-19>는 앞선 <표 5-14>에 제시된 로지스틱 회귀분석 결과를 추정된 성향점수를 사용하여 매칭한 후, 매칭된 기업을 대상으로 평균임금 수준에 대해 이중차분 분석을 수행한 결과를 제시함.
- <표 5-19>의 결과를 보면, 그린바이오산업 육성 전략 정책이 평균임금 수준에 미친 효과는 종사자 수 1인 이상 기업 전체에서 -0.017, 300인 미만 기업에서 -0.022, 100인 미만 기업에서 -0.029로 나타났으며 모두 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타남.
- 모든 분석에서 정책 도입 후 추정 계수는 모두 0에 근접했으며, 이는 정책이 평균임금 수준에 실질적인 영향을 주지 않았을 가능성을 시사함.

<표 5-19> 성향점수매칭-이중차분 분석(평균임금 수준)

변 수	전체 기업	300인 미만 기업	100인 미만 기업
정책 시행 시점 더미	0.026 (0.031)	0.039 (0.034)	0.045 (0.036)
그린바이오 기업 더미	0.151*** (0.023)	0.158*** (0.025)	0.155*** (0.027)
정책 도입 후 효과	-0.017 (0.028)	-0.022 (0.030)	-0.029 (0.033)
로그 매출액	0.049*** (0.014)	0.048*** (0.015)	0.049*** (0.016)

〈표 5-19〉의 계속

변 수	전체 기업	300인 미만 기업	100인 미만 기업
로그 연간 투자액	0.015 (0.011)	0.014 (0.011)	0.016 (0.012)
영업이익 더미	-0.029 (0.029)	-0.029 (0.029)	-0.041 (0.033)
업력(연)	0.002 (0.001)	0.001 (0.001)	0.002 (0.001)
상수항	7.894*** (0.048)	7.895*** (0.051)	7.886*** (0.057)
관측치 수	578	542	481
결정계수 R^2	0.294	0.243	0.214

주: 괄호 안 숫자는 표준오차(standard error)를 나타내며, 모든 표준오차는 기업별 클러스터링을 적용함. *, **, ***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.
 자료: 자체 설문조사 자료.

라. 초과 근무시간 변화 분석

□ 〈표 5-20〉은 앞선 〈표 5-14〉에 제시된 로지스틱 회귀분석 결과를 추정된 성향점수를 사용하여 매칭한 후, 매칭된 기업을 대상으로 초과 근무시간에 대한 이중차분 분석 결과를 제시함.

〈표 5-20〉 성향점수매칭-이중차분 분석(초과 근무시간)

변 수	전체 기업	300인 미만 기업	100인 미만 기업
정책 시행 시점 더미	-0.001 (0.002)	-0.003 (0.004)	-0.001 (0.004)
그린바이오 기업 더미	1.093*** (0.074)	1.100*** (0.080)	1.102*** (0.082)
정책 도입 후 효과	-0.037 (0.079)	-0.045 (0.088)	-0.044 (0.093)
로그 매출액	-0.008 (0.007)	-0.007 (0.006)	-0.005 (0.006)
로그 연간 투자액	0.007 (0.009)	0.008 (0.010)	0.011 (0.012)

〈표 5-20〉의 계속

변 수	전체 기업	300인 미만 기업	100인 미만 기업
영업이익 더미	0.019 (0.015)	0.017 (0.015)	0.012 (0.016)
업력(연)	0.000 (0.001)	0.001 (0.001)	0.002 (0.002)
상수항	-0.012 (0.023)	-0.020 (0.029)	-0.039 (0.041)
관측치 수	706	670	604
결정계수 R^2	0.721	0.712	0.695

주: 괄호 안 숫자는 표준오차(standard error)를 나타냄. *, **, ***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

자료: 자체 설문조사 자료.

- 분석 결과에 따르면, 그린바이오산업 육성 전략 정책이 초과 근무시간에 미친 영향은 전체 기업에서는 -0.037, 300인 미만 기업에서는 -0.045, 100인 미만 기업에서는 -0.044로 나타났으며, 모든 그룹에서 통계적으로 유의하지 않은 결과를 보임.
- 이러한 결과는 정책 도입이 초과 근무시간에 실질적인 변화를 유발하지 않았을 가능성을 시사함.

제3절 소 결

- 본 장에서는 2020년 그린바이오산업 육성 전략 정책이 기업 고용 및 근로 환경에 미친 영향을 분석하기 위해, 이중차분모형(DID)과 성향점수 매칭-이중차분모형(PSM-DID)을 사용하여 고용의 양과 질에 대한 다양한 지표를 살펴보았음.
- 종사자 수에 대한 분석 결과, 그린바이오산업 육성 전략의 효과는 종사자 수 1인 이상 전체 기업에서부터 300인 미만 기업, 100인 미만 기업

에 이르기까지 대부분 통계적으로 유의하지 않았으며 고용증가 효과가 기대에 미치지 못했고 전반적으로 미미한 수준에 그친 것으로 나타남.

- 이는 정책 시행 초기에 기업들이 외부 경제적 요인이나 정책 적응 비용 등으로 인해 즉각적인 고용증대를 실현하지 못했을 가능성을 시사함.

○ 상용직과 임시 및 일용직에 대한 분석에서도 정책 효과는 뚜렷하지 않게 나타났는데, 일부 통계적인 유의성을 보였으나 전반적으로 효과가 미미한 수준에 그침.

- 이는 임시 및 일용직 근로자의 비율이 매우 낮고, 이들에 대한 정책의 효과가 기업 규모에 따라 달라질 가능성이 있음을 시사함.

○ 평균임금 수준과 초과 근무시간과 같은 고용의 질을 평가한 분석에서도 정책이 유의미한 변화를 초래하지 않았음이 확인됨.

- 평균임금과 초과 근무시간 모두에서 정책 효과는 통계적으로 유의하지 않았으며, 이는 그린바이오산업 육성 전략이 근로 조건에 실질적인 변화를 가져오지 않았거나, 정책 도입 초기의 영향이 충분히 반영되지 않았음을 의미함.

□ 종합적으로, 그린바이오산업 육성 전략은 고용의 양적 및 질적 측면에서 단기적 효과를 보여주지 못했으나, 이는 정책의 시행 초기 단계에 초점을 맞춘 분석 결과임을 고려해야 함.

○ 그린바이오산업 육성전략은 단기적으로 고용에 미치는 효과가 크지 않았으며, 이는 정책 도입 초기의 적응 기간과 더불어 외부 환경의 변동성(예: 코로나19) 등이 주요 원인일 가능성이 있음.

○ 정책의 장기적 영향을 평가하고 외부 요인들을 통제한 추가적인 연구가 필요하며, 고용의 질적 개선과 소규모 기업에 대한 정책적 지원 강화가 향후 중요 과제라고 할 수 있음.

그린바이오산업 육성전략 개선을 위한 정책 제언

제1절 개선방안

- 2020년 하반기에 이르러서야 본격적으로 추진되기 시작한 농림축산식품부의 그린바이오산업 육성전략이 그 결실을 맺어 일자리의 양적 증가 및 질적 제고로 이어지는 데에는 불가피하게 상당한 시일이 소요될 것임. 단기 일자리 성과에 연연하기보다, 중장기적으로 해당 정책을 흔들림 없이 추진하여 그린바이오산업 및 궁극적으로 전후방 연관산업에 일자리 측면의 긍정적 효과가 충분히 발현될 수 있도록 하는 것이 중요
- 본 연구는 가용한 기존 조사 자료(제3장) 및 자체적으로 생성한 설문조사 데이터(제5장)를 사용하여 각 자료 특성에 비추어 최대한 엄밀한 방법론을 사용하여 분석하였음. 그 결과, 충분히 예측 가능하듯 그린바이오 육성전략의 시작 시점으로부터 2년 후(제3장의 경우) 혹은 3년 반 후(제5장의 경우)에 정책 수혜 기업의 일자리 성과가 두드러진 모습을 나타내지 않음.
 - 농림축산식품부의 그린바이오산업 육성은 본질적으로 중장기적인 호흡을 갖고 꾸준히 시행해야 성과를 거둘 수 있는 정책임. 고용영향평가 연구 대상 사업 중 다수의 경우 재정지원일자리사업(고용서비스,

직업훈련, 고용장려금, 직접일자리 사업 등)으로 분류되어 단기 일자리 개선 효과를 내어야만 소기 목적을 달성한 것으로 간주할 수 있는 경우가 분명히 있음. 그러나 본 평가 대상 사업의 경우 이와는 전혀 다른 성격임을 유념해야 함.

- 단기 일자리 효과 발현 유무와 상관없이, 그린바이오산업은 화이트 및 레드바이오 등 인접 바이오산업에 중간재를 공급하는 산업으로서 전체 바이오산업의 기초 역할을 수행함. 또한 농업 부문의 신성장동력으로서 향후 우리나라 농업 경제의 고도화에도 상당한 기여를 할 수 있는 산업임. 따라서 아직 초기 단계인 육성 전략을 흔들림 없이 추진해나가는 것이 중요

- 본 장의 2절에서 보듯, 산업연관효과를 감안하여 그린바이오 육성전략이 꾸준히 추진될 때의 경제 전반에 대한 고용 증대 효과를 예측해 보면 그 기여도가 상당한 것으로 나타남. 물론 이러한 추정 효과는 해당 정책이 취지대로 지속 시행됨을 전제로 한 것임. 따라서 이러한 전제가 현실화될 수 있도록 정책 추진 동력을 잃지 말아야 할 것임.

- 이처럼 현 시점에서는 2023년 농림축산식품부가 발표하여 추진 중인 정책 시행 계획이 그 취지대로 집행될 수 있도록 하는 것이 중요. 다만 세부 계획에 대해서는 본 연구에서 취합된 정책 수요자들의 요구 사항을 반영하여 다음의 개선이 필요한 것으로 보임.

- 본 연구(제4장)에서 (식품 제외) 그린바이오기업을 대상으로 설문조사 및 FGI를 실시하여 의견을 수렴한 결과, 2020년 그린바이오 육성전략의 본격 실시 이후 사업 참여율이 상당히 낮게 나타나 정책 홍보 확대 필요성이 제기됨.
- 2023년 농림축산식품부가 발표한 ‘그린바이오산업 육성 전략’ 내 10대 주요 과제 중 중요성 및 시급성에 대한 정책 수요자들의 인식을 조사한 결과, “그린바이오 신생 기업을 위한 전용펀드·투자 확대”(중요성 1순위, 시급성 2순위), “6대 분야 거점 육성”(시급성 1순위, 중요성 3순위), “12대 핵심기술 분야 연구개발(R&D) 확대”(중요성 2순위, 시급성 3순위)

등에 대해 정책 당국의 주된 초점이 맞춰져야 할 것으로 파악됨.

- 정책 수요 기업 대상 조사 결과를 참조할 때, 그린바이오의 전통적인 농식품산업과의 상생 여부 및 그린바이오 분야 특화 통계 구축 등에 대해 수요자들이 대체로 긍정적이어서 농림축산식품부의 정책기조 유지가 바람직한 것으로 판단
- 현실적으로 기업 입장에서는 그린바이오에만 머무는 것이 아니라 타 업종으로 유연하게 전환하는 경우가 빈번함. 이를 반영하여 부처 간, 산업 간 장벽을 허무는 방식의 융합형 지원 전략을 수립하여 가급적 사업 지원 업체가 소외받지 않도록 할 필요
- 모든 산업 육성 정책이 그러하듯, 그린바이오 육성 전략도 특히 R&D 지원에 있어 단기적 수익 창출에 매몰되기보다 장기적 관점에 기반하여 추진하는 것이 바람직함.
- 비수도권 소재 기업의 경우 석박사급 전문인력 채용 및 유지가 쉽지 않은데, 비전문인력에 대한 직장 재교육 및 유관 기관 은퇴자 활용, 유관 기관에서의 맞춤형 기술교육을 통해 전문인력을 양성하는 방안을 모색하고 지원할 필요
- 연구인력 외 생산, 품질관리, 마케팅 등 다양한 직무의 인력양성을 위한 대책도 함께 모색해야 하고, 그린바이오산업 내 다양한 분야별 특성을 고려한 맞춤형 인력양성 대책을 수립해야 하며, 바이오산업의 특성상 빅데이터, AI 등 IT 기술과의 융합이 중요한 점을 감안하여 BT-IT 융합 인력양성에도 힘쓸 필요
- 결국 그린바이오산업 육성이 기업의 매출 확대로 이어지려면 내수시장의 한계를 넘어 해외 수출 확대에 주력하는 것이 불가피함. 엑스포 활용, 시제품 해외 설명회 개최, 수출 대상국가의 규제 정보 제공 등이 보다 구체적이고 실질적인 전략으로 발전할 필요

제2절 개선을 통한 기대효과 : 시나리오 분석

1. 그린바이오산업 육성전략의 경제적 파급효과 분석

- 그린바이오산업 외생화 산업연관표 이용

○ 최근 발표된 순병민 외(2024)의 연구에서 제시한 그린바이오산업을 외생화한 산업연관표와 해당 표를 이용하여 분석한 산업연관분석 결과를 이용하여 경제적 파급효과를 추정함.

○ 해당 논문에서는 그린바이오산업을 크게 바이오 기반 농업생산, 바이오 식품, 바이오 장비 및 서비스로 구분하여 분류체계를 정하였음.

- 본 연구에서 주로 초점을 맞추고 있는 산업들이 국내 바이오산업 실태조사의 품목 분류코드 기준 “1120. 동물용 바이오의약품,” “2050. 바이오농약 및 비료,” “3050. 사료첨가제” 및 “7010. 종자 및 묘목”인

〈표 6-1〉 그린바이오산업 분류체계

대분류	중분류	소분류	세부품목	
			코드	상품명
바이오 기반 농업생산	1. 농업 생산자원	유전자변형 생물체	0861	조미료 및 첨가용식품
			0862	유지
		종자 및 묘목	0192	약용작물
			0195	종자
			0303	식용 임산물
			0309	기타 임산물
			0500	농림어업 서비스
	2. 동물용 의약품	동물용 의약품	2000	의약품
	3. 바이오 농약·비료	바이오 농약	2102	살충제 및 농약
		바이오 비료	2101	비료 및 질소화합물
	4. 바이오 사료	바이오기술 기반 사료	0880	사료

자료 : 순병민 외(2024) 〈표 1〉.

점에 비추어 매우 비슷한 범위를 포괄하고 있음.

- 순병민 외(2024)에서는 바이오산업의 적절한 규모 산정을 위해 한국은행 산업연관표의 그린바이오 부문 규모가 바이오산업 실태조사 규모와 유사함을 가정하고 산업연관표의 기본 부문을 각각 비례 배분하는 형태의 배분 방법을 적용
 - 산업분류 간 연계 과정에서 두 자료의 분류체계가 완전히 일치하지 않기 때문에 현재 구축되어 있는 자료를 통해서 모든 상품과 산업을 명확하게 구분할 수 없는 한계가 존재함.

2. 산업연관 분석

가. 산업연관 분석 모형

- 산업연관분석(Input-Output Analysis)은 산업연관표를 이용한 경제분석의 한 방법으로서, 산업 간의 상호의존성과 연결성 및 경제구조를 이해하고 파악하는데 도움을 주며, 산업 사이의 생산과 소비 관계를 정량적으로 분석함.
- 산업연관표를 이용하여 산업 간 상호의존 관계를 수량적으로 분석하는 것을 산업연관분석이라고 함.
- 또한, 경제적 파급효과 분석은 특정한 품목의 수요변동이 경제 전체 또는 특정 부분에 어떤 영향을 미치는지를 분석하는 방법론임.
 - 산업연관표 중 투입산출표로부터 산출한 투입계수를 이용하여 도출되는 생산유발계수, 부가가치유발계수 등 각종 분석계수를 이용함.
- 경제적 파급효과는 다음과 같이 구분할 수 있음.
 - 직접효과(Direct Effect) : 파급효과의 첫 번째 요소는 초기 지출이나 투자가 발생한 산업에서의 직접적인 생산 및 소득 증가를 나타내는 직접효과임.
 - * 직접효과 = Y (초기 지출(투자) 증가량)
 - 간접효과(Indirect Effect) : 간접효과는 초기 지출이나 투자가 다른 산

업으로부터 파생되어 발생하는 추가적인 경제활동과 생산을 나타냄.
즉, 초기 지출이 다른 부분에 영향을 미치고, 그 영향이 다시 추가적인 간접효과를 발생시키며, 또 추가적인 간접효과를 반복적으로 발생시키는 과정으로 나타나기 때문에 간접효과는 종종 무한급수로 나타내며, 계속해서 확대되는 특성이 존재함.

$$\begin{aligned} * \text{간접효과} &= a(Y) + a(aY) + a(a^2Y) + \dots \\ &= aY + a^2Y + a^3Y + \dots \\ &= Y(a + a^2 + a^3 + \dots) \end{aligned}$$

a : 산업에서 투입계수¹⁶⁾

- 총파급효과(Total Effect): 총파급효과는 초기 지출이나 투자가 발생한 산업에서의 직접효과와 해당 산업뿐만 아니라 다른 산업에서 연쇄적으로 소비, 투자, 생산 등 다양한 경제활동의 형태로 확산되는 간접효과를 포함함.

$$\begin{aligned} * \text{총파급효과} &= \text{직접효과} + \text{간접효과} \\ &= Y + Y(a + a^2 + a^3 + \dots) \\ &= (1 + a + a^2 + a^3 + \dots)Y \\ &= \frac{1}{1-a} Y = (1-a)^{-1} Y, \quad (|a| < 1) \end{aligned}$$

- 이러한 경제적 파급효과 확산과정은 여러 단계에 걸쳐 무한히 반복되므로 투입계수를 활용하여 일일이 계산하는 것은 사실상 불가능하기 때문에 무한등비급수 합의 공식을 활용하여 역행렬이라는 수학적인 방법으로 생산유발계수를 도출하여 활용함.

□ 생산유발효과

- 생산유발효과는 최종수요에 의해 발생하는 직·간접적인 생산의 크기를

16) 각 상품 부문이 해당 부문의 재화나 서비스 생산에 사용하기 위해 다른 부문으로부터 구입한 원재료 및 연료 등의 중간투입액을 총투입액으로 나눈 것.

말하며, 생산유발계수를 활용하여 산출함.

- 생산유발계수는 한 산업의 생산 증가가 전체 경제 내에서 얼마나 많은 다른 산업의 생산 증가를 유발하는지를 나타내는 지수이며 투입계수를 활용하여 산출함.
- 수급균형식을 이용하여 생산유발계수를 도출하는 과정은 다음과 같음.
 - 먼저 일반적인 투입산출표를 행렬형태로 나타내면 다음과 같이 나타낼 수 있음.

$$\begin{aligned} X_{11} + X_{12} + X_{13} + Y_1 - M_1 &= X_1 \\ X_{21} + X_{22} + X_{23} + Y_2 - M_2 &= X_2 \\ X_{31} + X_{32} + X_{33} + Y_3 - M_3 &= X_3 \end{aligned}$$

- 여기서 X_{ij} : j 부문 생산을 위한 i 부문의 중간투입액
 Y_i : i 부문의 최종수요액, M_i : i 부문의 수입액, X_i : i 부문의 산출액
- 이를 투입계수를 이용하여 표현하고, 행렬로 표현하면 다음과 같음.

$$\begin{aligned} a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 + Y_1 - M_1 &= X_1 \\ a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + a_{23}X_3 + Y_2 - M_2 &= X_2 \\ a_{31}X_1 + a_{32}X_2 + a_{33}X_3 + Y_3 - M_3 &= X_3 \end{aligned}$$

$$\rightarrow \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} M_1 \\ M_2 \\ M_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}$$

- 다시 이것을 행렬기호로 표현하고, X 에 대해 정리하면 다음과 같은 수식을 도출할 수 있음.

$$\begin{aligned} X &= A \cdot X + Y - M \\ \rightarrow X &= (I - A)^{-1}(Y - M) \end{aligned}$$

- 여기서 I : 단위행렬¹⁷⁾, $(I - A)^{-1}$: 생산유발계수행렬
- 위에서 구한 생산유발계수 $(I - A)^{-1}$ 를 이용하여 최종수요(Y)와 수

17) 단위행렬(Unit Matrix)이란 주대각선의 원소가 모두 1이며 나머지 원소는 모두 0인 정사각 행렬을 말함.

입(M)의 변동에 따라 각 품목 부문에서 직·간접적으로 유발되는 총 산출액(X)을 구할 수 있음.

○ 여기서 생산유발계수($I - A$)⁻¹는 다음과 같은 의미가 있음.

$$(I - A)^{-1} = I + A + A^2 + A^3 + \dots$$

- 앞서 총파급효과에서 언급한 것처럼 I 는 직접 생산유발효과를 나타내고 I 항 이후의 항들은 투입계수행렬(A)의 무한등비급수 합을 나타내며 이는 곧 최종수요 한 단위(I)의 투입으로 인하여 유발되는 간접 생산유발효과(IE)를 나타냄.
- 간접 생산유발효과를 나타내는 투입계수행렬(A)의 무한등비급수 합 중 첫째 항인 A 는 1차 생산유발효과로서 각 품목부문 생산물의 한 단위 생산에 필요한 중간재투입액을 나타내고, 둘째항인 A^2 는 1차 생산유발효과로 나타난 각 품목부문 생산물의 생산에 필요한 중간재 투입액인 2차 생산유발효과를 나타내며, A^3 도 마찬가지로 3차 생산유발효과를 나타내며 무한등비급수의 형태가 됨.

□ 노동유발효과

- 노동유발계수란 일정 기간 생산활동에 투입된 노동량을 총산출액으로 나눈 값을 나타냄.
 - 한 단위¹⁸⁾의 생산에 직접 필요한 노동량을 의미하므로 노동생산성과는 역수의 관계가 존재함.
- 노동유발계수는 취업계수와 고용계수로 구분함.
 - 노동량에 피용자(임금근로자)만 나타난 것을 고용계수라고 하고, 노동량에 피용자와 자영업자 및 무급가족종사자를 모두 포함한 것은 취업계수라고 함.
- 또한 노동유발계수가 클수록 산출량 단위당 필요한 노동량이 많으므로

18) 노동유발효과 산출에서는 일반적으로 한 단위를 산출액 10억 원을 기준으로 함. 투입산출표의 작성단위가 백만 원을 기준으로 되어있어, 이 단위를 유지할 경우 노동계수가 소수점 3번째 또는 4번째에서 표기되는 문제가 있어 10억 원 단위로 조정하고 있음.

노동집약적 산업이며, 생산을 위해 설비 자동화 등의 투자가 증가하면 산출량 단위당 필요 노동량이 감소하므로 노동유발계수도 따라서 작아지며 상대적으로 자본집약적 산업이 됨.

○ 최종수요와 노동량의 연관관계를 나타내는 관계식을 설명하기 위해 $(I - A^d)^{-1}$ 형 생산유발계수표를 이용하면 다음과 같은 관계식이 성립함.

- 노동계수는 각 부문별 노동자수 벡터 L 을 산출액 벡터 X 로 나누어 계산 $l = L/X$
- 노동계수 벡터를 대각행렬 $\hat{l}$ 로 바꾸고 산출액 벡터 X 를 곱하면 $L = \hat{l} \cdot X$ 가 되고, 여기에 생산유발 관계식을 대입하여 정리하면 $L = \hat{l} \cdot (I - A^d)^{-1} \cdot Y^d$ 의 최종수요와 노동의 관계식을 도출 가능
- 이때, 노동유발계수는 $\hat{l} \cdot (I - A^d)^{-1}$ 이며 이는 어떤 품목부문의 국내생산물에 대한 최종수요가 한 단위 발생할 경우 국민경제 전체에서 직접·간접적으로 유발되는 노동량을 나타냄.

나. 그린바이오산업 경제적 파급효과 분석 결과

○ 2019년 산업연관표를 이용한 그린바이오산업의 경제적 파급효과 분석 결과¹⁹⁾

- 그린바이오산업의 생산유발계수는 2.6955, 취업유발계수는 10.3, 고용유발계수는 7.5로 나타남.
 - 즉, 최종수요가 한 단위(10억 원) 증가할 경우, 생산은 26.955억 원, 취업자는 10.3명 증가하는 것으로 나타남.
- 그린바이오산업의 경우 생산유발효과는 타 산업에 비해 높은 것으로 나타났다으나, 노동유발효과는 가장 낮은 수준으로 나타남.

19) 순병민 외(2024)의 결과를 인용하였으며 본 연구에서 정의한 그린바이오산업의 범주에 바이오 기반 농업생산(GB1)이 해당되어 순병민 외(2024)의 논문에서 분석한 바이오 기반 농업생산(GB1)의 결과를 이용함.

〈표 6-2〉 그린바이오산업의 산업연관 분석 결과 종합

구 분	생산유발계수	취업유발계수			고용유발계수		
		총	직접	간접	총	직접	간접
그린바이오산업	2.6955	10.3	1.9	8.4	7.5	1.7	5.8

자료 : 순병민 외(2024).

〈표 6-3〉 그린바이오산업의 산업연관 분석과 타 산업 비교

구 분	생산유발계수	취업유발계수	고용유발계수
그린바이오산업	2.6955	10.3	7.5
농림어업/광산품 평균	2.278	19.5	7.2
제조업 평균	2.734	12.1	9.3
전력수도건설 평균	2.441	11.0	8.8
서비스업 평균	2.005	14.9	10.7

자료 : 순병민 외(2024)를 가공하여 저자 작성.

- 그린바이오산업의 영향력과 감응도계수를 살펴보면, 영향력 계수는 1.0996으로 1보다 크고 감응도 계수는 0.4802로 1보다 작음.
- 영향력계수가 후방연쇄효과의 정도, 감응도계수가 전방연쇄효과의 정도를 전산업 평균에 대한 상대적 크기로 나타낸 점을 고려할 때, 그린 바이오산업은 다른 산업에 영향을 많이 미치지만 다른 산업으로부터 받는 영향은 작다는 점을 알 수 있음.

〈표 6-4〉 영향력 및 감응도 계수

구 분	생산유발계수	영향력 계수	감응도 계수
그린바이오산업	2.696	1.100	0.480
농림어업/광산품 평균	2.278	0.929	1.548
제조업 평균	2.734	1.115	1.164
전력수도건설 평균	2.441	0.996	0.759
서비스업 평균	2.005	0.818	0.985

자료 : 순병민 외(2024)를 가공하여 저자 작성.

3. 설문조사 활용 산업파급효과 분석

가. 그린바이오 기업 설문조사 산업파급효과 분석

☐ 분석 방법

- 그린바이오산업의 경제적 파급효과에 대해 분석한 논문(순병민 외 2024)에 제시된 산업연관표 및 산업연관분석 결과와 기업 대상 설문조사를 반영하여 아래와 같은 단계를 거쳐 산업파급효과 분석을 수행
 - 1단계: 설문조사 기업의 매출액 및 향후 그린바이오산업 육성이 원활하게 이루어진다는 가정하에 예상되는 매출 증가율을 이용하여 매출액을 전망
 - 2단계: 그린바이오 기업 매출액 전망 결과에 산업연관 분석 종합 결과를 적용한 경제적 파급효과 도출

☐ 설문조사 기업의 매출액 조사 결과 및 향후 예상 매출액 전망 종합

- 조사 대상 중 그린바이오산업 육성이 원활하게 이루어진다는 가정하에 예상되는 매출 증가율에 응답한 기업 174개를 기준으로 작성
 - 응답 기업의 2023년 매출액 평균은 277.1억 원으로 나타남.
 - 2023년 대비 2년 후 및 5년 후 예상 매출 증가 비율 중윗값은 각각 20%, 40%로 나타남.

〈표 6-5〉 설문조사 응답 기업의 2023년 대비 매출 증가 비율 전망

(단위:억 원, %)

구 분	조사기업 평균 매출액	증가율	
		2년 후	5년 후
기업 설문조사 결과	277.1	20	40

자료: 설문조사 자료를 이용하여 저자 작성.

☐ 설문조사 결과에 그린바이오산업 산업연관 분석 종합 결과 적용

- 기업 설문조사를 통해 2년 후, 5년 후 예상 매출액 증가율을 조사하였

으며, 이를 바탕으로 매출액을 추정

- 2023년 기준으로 예상 매출액을 추정하여 2년 후 및 5년 후에 대해 각 유발효과를 구한 결과, 생산유발효과는 896.3억 원, 1,045.6억 원, 취업유발효과는 342.5명, 399.6명, 마지막으로 고용유발효과는 249.4명, 290.9명으로 나타남.

〈표 6-6〉 그린바이오산업 기준 산업연관분석 유발계수 정리

구 분	생산유발계수	취업유발계수			고용유발계수		
		총	직접	간접	총	직접	간접
그린바이오산업	2.6955	10.3	1.9	8.4	7.5	1.7	5.8

자료 : 순병민 외(2024).

〈표 6-7〉 그린바이오산업 기업 설문조사 산업파급효과 분석

(단위: 억 원, 명)

구 분	2년 후(2025년)	5년 후(2028년)
예상 매출액	332.5	387.9
생산유발효과	896.3	1,045.6
취업유발효과	342.5	399.6
고용유발효과	249.4	290.9

자료 : 설문조사 자료를 이용하여 저자 작성.

나. 시나리오별 그린바이오산업 경제적 파급효과 분석

□ 시나리오 구성

○ 산업연관분석을 이용한 경제적 파급효과는 분석에 이용된 산업규모에 따라 유동적으로 변동하므로 합리적인 산업규모 전망치 산정이 필수적임.

- 현재 그린바이오산업 육성법에서 제시한 그린바이오 품목은 종자, 미생물, 곤충, 천연물, 식품재료 등으로 구분됨.
- 제시된 품목은 농업 원물 및 농업후방산업과 전방산업 생산물 등 성격이 상이한 품목이 혼재되어 있어 품목별 전망치 산정에는 한계가

있음.

○ 따라서 이 연구에서는 그린바이오산업 전망치를 선행연구 및 정부에서 제시한 시장목표치, 설문조사 결과를 바탕으로 구성하여 시나리오를 구성함.

- 유도일(2023)은 그린바이오산업 규모를 2020년 5조 4,000억 원에서 2027년 8조 6,000억 원으로 연평균 성장률을 7.0%로 산정하였으며, 이를 본 연구의 시나리오 I로 설정함.
- 농림축산식품부(2023)는 그린바이오산업 육성전략을 통해 그린바이오 산업시장을 2020년 5조 4,000억 원에서 2027년 10조 원으로 연평균 9.1%의 성장률을 목표로 제시하였으며, 이를 시나리오 II으로 설정함.
- 앞서 기업 설문조사에서 분석된 기업의 2년 후 예상매출액 전망값 (20%)을 연평균 증가율로 환산 시 9.5%가 도출되었으며, 이를 시나리오 III으로 설정함.

〈표 6-8〉 시나리오별 그린바이오산업 증가율

구 분	그린바이오산업 연평균 증가율	출처
시나리오 I	7.0%	유도일(2023)
시나리오 II	9.1%	농림축산식품부(2023)
시나리오 III	9.5%	본 연구 설문조사 자료

자료 : 표에 제시.

○ 각 시나리오별 연평균 증가율을 적용 시 그린바이오산업 규모는 아래와 같음.

- 연평균 증가율 7.0%를 적용한 시나리오 I의 그린바이오산업 규모는 2022년 2조 9,000억 원에서 2027년 약 4조 2,000억 원으로 증가함.
- 연평균 증가율 9.1%를 적용한 시나리오 II의 그린바이오산업 규모는 2022년 2조 9,000억 원에서 2027년 약 4조 6,000억 원으로 증가함.
- 연평균 증가율 9.5%를 적용한 시나리오 III의 그린바이오산업 규모는 2022년 2조 9,000억 원에서 2027년 약 4조 7,000억 원으로 증가함.

〈표 6-9〉 시나리오별 그린바이오산업 규모 전망

(단위: 십억 원)

연도	시나리오 I	시나리오 II	시나리오 III
2022	2,972	2,972	2,972
2023	3,180	3,246	3,255
2024	3,403	3,544	3,564
2025	3,641	3,870	3,902
2026	3,896	4,227	4,273
2027	4,169	4,615	4,679
연평균 증감률	7.0%	9.1%	9.5%

자료: 저자 작성.

□ 시나리오 분석결과

○ 앞서 제시된 시나리오별로 그린바이오산업이 성장할 경우 예상되는 생산유발액은 〈표 6-10〉과 같음.

- 연평균 증가율 7.0%를 가정한 시나리오 I의 생산유발액은 2022년 8조 120억 원에서 2027년 11조 2,370억 원으로 증가하며, 분석기간 동안 총 생산유발액은 57조 3,110억 원으로 추산됨.
- 연평균 증가율 9.1%를 가정한 시나리오 II의 생산유발액은 2022년 8조 120억 원에서 2027년 12조 4,410억 원으로 증가하며, 분석기간 동안 총 생산유발액은 60조 5,810억 원으로 추산됨.

〈표 6-10〉 그린바이오산업 성장에 따른 생산유발액 전망

(단위: 십억 원)

연도	시나리오 I	시나리오 II	시나리오 III
2022	8,012	8,012	8,012
2023	8,573	8,749	8,773
2024	9,173	9,554	9,606
2025	9,815	10,433	10,519
2026	10,502	11,393	11,518
2027	11,237	12,441	12,613
합계	57,311	60,581	61,041

자료: 저자 작성.

- 연평균 증가율 9.5%를 가정한 시나리오 Ⅲ의 생산유발액은 2022년 8조 120억 원에서 2027년 12조 6,130억 원으로 증가하며, 분석기간 동안 총 생산유발액은 61조 410억 원으로 추산됨.

○ 시나리오별 그린바이오산업 성장에 따른 취업유발효과는 <6-11>과 같음.

- 시나리오 I의 취업유발효과는 2022년 3,061명에서 2027년 4,294명으로 증가하며, 분석기간 동안 총 취업유발효과는 21,900명으로 추산됨.
- 시나리오 II의 취업유발효과는 2022년 3,061명에서 2027년 4,754명으로 증가하며, 분석기간 동안 총 취업유발효과는 23,149명으로 추산됨.
- 시나리오 III의 취업유발효과는 2022년 3,061명에서 2027년 4,820명으로 증가하며, 분석기간 동안 총 취업유발효과는 23,325명으로 추산됨.

<표 6-11> 그린바이오산업 성장에 따른 취업유발액 전망

(단위: 명)

연도	시나리오 I	시나리오 II	시나리오 III
2022	3,061	3,061	3,061
2023	3,276	3,343	3,352
2024	3,505	3,651	3,671
2025	3,750	3,987	4,020
2026	4,013	4,353	4,401
2027	4,294	4,754	4,820
합계	21,900	23,149	23,325

자료: 저자 작성.

○ 시나리오별 그린바이오산업 성장에 따른 고용유발효과는 <표 6-12>와 같음.

- 시나리오 I의 고용유발효과는 2022년 2,229명에서 2027년 3,127명으로 증가하며, 분석기간 동안 총 고용유발효과는 15,946명으로 추산됨.
- 시나리오 II의 고용유발효과는 2022년 2,229명에서 2027년 3,462명으로 증가하며, 분석기간 동안 총 고용유발효과는 16,856명으로 추산됨.
- 시나리오 III의 고용유발효과는 2022년 2,229명에서 2027년 3,509명으로 증가하며, 분석기간 동안 총 고용유발효과는 16,984명으로 추산됨.

〈표 6-12〉 그린바이오산업 성장에 따른 고용유발액 전망

(단위: 명)

연도	시나리오 I	시나리오 II	시나리오 III
2022	2,229	2,229	2,229
2023	2,385	2,434	2,441
2024	2,552	2,658	2,673
2025	2,731	2,903	2,927
2026	2,922	3,170	3,205
2027	3,127	3,462	3,509
합계	15,946	16,856	16,984

자료: 저자 작성.

□ 소 결

- 산업연관분석을 통해 분석한 그린바이오산업의 생산유발효과는 타 산업보다 높지만, 노동유발효과는 낮은 수준으로 분석됨.
 - 그린바이오산업의 영향력계수는 높으나 감응도 계수가 낮은 점에서 그린바이오산업이 다른 산업에 미치는 영향은 높으나 타 산업에서 받는 영향은 비교적 작다는 특징이 도출됨.
- 그린바이오산업 육성전략이 효과적으로 실시될 경우 그린바이오 관련 기업들은 연평균 매출증가율이 9.5%에 달할 것으로 기대하고 있음. 이는 당초 그린바이오산업 육성전략에서 상정한 목표치(9.1%)보다 높은 값임.
- 선행연구 및 그린바이오산업 육성전략, 그린바이오 관련 기업에서 제시한 그린바이오산업 예상 성장률을 이용하여 산정한 그린바이오산업 규모는 2027년 기준 약 4조 2,000억~4조 7,000억 원으로 추산됨.
- 산업연관분석에 따른 파급효과 추정 시 2022~2027년의 총 생산유발효과는 시나리오에 따라 57조 3,000억~61조 400억 원으로 추정되며, 총 취업유발효과는 약 2만 2,000~2만 3,000명, 총 고용유발효과는 약 1만 6,000~1만 7,000명으로 추정됨.

참고문헌

- 강승규·이재홍·이승현(2019), 「국내 바이오산업의 산업연계구조와 연구개발 투자의 경제적 파급효과 분석 : Ritz-Spaulding 모형의 산출-산출승수를 활용한 2006년과 2013년 비교분석」, 『산업경제연구』 32(3), pp.1059~1090.
- 과학기술정보통신부(2017), 「제3차 생명공학육성기본계획 : 바이오경제 혁신 전략 2025」.
- 과학기술정보통신부(2023), 『국가연구개발 중장기 투자전략(2023~2027)』.
- 관계부처 합동(2020), 『그린바이오 융합형 신산업 육성방안』.
- 관계부처 합동(2017), 『제3차 생명공학육성 기본계획(17~26)』.
- 농림축산식품부(2019), 『제3차 농림식품과학기술 육성 종합계획』.
- 농림축산식품부(2023.2.16), 『그린바이오산업 육성전략』.
- 농림축산식품부(2024), 『농림축산식품 주요통계』.
- 농림축산식품부 내부자료(2024), 『농식품 기업 성장단계별 주요 정책 지원사업 현황』.
- 농촌진흥청(2018), 『제4차 농업생명공학육성 중장기 기본계획(2018~2027년)』.
- 박지현·이선명·김주원·김종란·안지현·윤성용(2023), 『그린바이오 3대 유망 분야별 기술특성을 고려한 신산업 육성 방안 연구』, 한국과학기술기획평가원.
- 산업통상자원부, 『국내 바이오산업 실태조사』, 각 연도.
- 순병민·이충원·이현선·박정선(2023), 『그린바이오 제품 수요 촉진 방안 연구』, 농림축산식품부.
- 순병민·이현선·박정선·이충원(2024), 「산업연관분석을 활용한 그린바이오산업의 경제적 파급효과」, 『농업경제연구』 65(2), pp.1~25.
- 유도일(2023), 「그린바이오 분야 신산업 분류 체계 및 시장전망 연구」, 서울대학교 산학협력단.
- 유도일·범진우·김기윤·김미석·정은이·이한영(2021), 『그린바이오 인증(확인) 제도 필요성 및 도입 방안 연구』, 농림축산식품부.

- 유도일·정인석·김현웅·권지수(2020), 『그린바이오 분야 신산업 육성 연구』, 농림축산식품부.
- 윤상필·김필성·정규채·정양현·고혜수(2020), 「정부출연연구원의 중소기업 기술지원 성과에 관한 연구: 협력과 수요대응지원제도를 중심으로」, 『중소기업연구』 42(2), pp.93~115.
- 이정민·박지연·서대석·김부영(2024), 「그린바이오산업의 농업부문 파급효과와 발전방향」, 『농업전망 2024』, 한국농촌경제연구원.
- 장필호·김용환·전성규·이창운·정명진(2020), 「디지털바이오헬스케어산업의 고용유발에 관한 연구」, 『한국IT서비스학회지』 19(2), pp.23~35.
- 한국생명공학연구원(2016~2021), 『국내 바이오 중소·벤처기업 현황통계』.
- Agfunder, Global Agrifoodtech Investment Report(2018~2023), 인터넷 사이트 : <https://agfunder.com/>(접속일 : 2024. 3. 25).
- Heckman, James J., Hidehiko Ichimura, and Petra E. Todd(1997), "Matching as an econometric evaluation estimator: Evidence from evaluating a job training programme," *The review of economic studies* 64.(4) : 605-654.
- Kafarski, P.(2012), "Rainbow Code of Biotechnology," *Chemik*, 66(8) : 811-816.
- Orion Market Research(2021), Global Biotechnology Market 2021~2027.
- Smith, Jeffrey A., and Petra E. Todd(2005), "Does matching overcome LaLonde's critique of nonexperimental estimators?," *Journal of econometrics* 125.1-2 : 305-353.
- Wydra, S.(2011), "Production and Employment Impacts of Biotechnology – Input-ouput Analysis for Germany," *Technological Forecasting & Social Change*, 78(2011) : 1200-1209.

그린바이오산업 육성전략의 고용영향

▪ 발행연월일	2024년 12월 26일 인쇄 2024년 12월 30일 발행
▪ 발 행 인	허 재 준
▪ 발 행 처	한국노동연구원 30147 세종특별자치시 시청대로 370 세종국책연구단지 경제정책동 ☎ 대표 (044) 287-6081 Fax (044) 287-6089
▪ 조판 · 인쇄	거목정보산업(주) (044) 863-6566
▪ 등 록 일 자	1988년 9월 13일
▪ 등 록 번 호	제2015-000013호

※ 본 보고서의 내용은 한국노동연구원의 사전 승인 없이 전재 및 역재할 수 없습니다.

ISBN 979-11-260-0766-0 (비매품)

[그린바이오산업 육성전략의
고용영향]

