

약용작물의 바이오소재 수요 분석*

안병일** · 김용렬***

Biomaterials Demand of Medicinal Crops

Ahn, Byeong-Il · Kim, Yong-Lyoul

Medicinal crops are the most representative input among agricultural products for biomaterials. The actual situation of how medicinal crops are used as inputs in the downstream industry is analyzed, and the input demand function of medicinal crops is quantitatively estimated. The proportions of intermediate demand and final demand in the total production of medicinal crops were 52.1% and 47.9% in 1995, but changed to 74% and 26% in 2019, with the proportion of intermediate demand accounting for approximately increased by 3 times. Estimation results of the demand function for medicinal crops in the medicine industry show, a 1% increase in the production of medicine is found to increase the demand for medicinal crops by 0.3369%. If the production of health functional foods increase by 1%, the demand for medicinal crops is expected to increase by 0.6221%. It is also found that a 1% increase in the amount of cosmetic production would increase in the demand for medicinal crops by 0.3932%. This indicates that market expansion in downstream industries can have a significant impact on agricultural products for biomaterials.

Key words : *biomaterials, demand for inputs, final demand, medicinal crops, ripple effect*

I. 서 론

바이오산업은 지속적으로 성장세가 예상되는 미래 산업으로 다양한 기대를 받고 있으며, 바이오산업의 가장 중요한 소재는 농업에서 생산되는 약용작물이라고 할 수 있다. 농산물

* 이 논문은 한국농촌경제연구원 기본연구과제 사업에 의하여 연구되었다.

** 고려대학교 식품자원경제학과 교수

*** Corresponding author, 한국농촌경제연구원 선임연구위원(kimyl@krei.re.kr)

에 대한 수요가 정체되고 수입농산물과의 경쟁 압박이 점점 심화하고 있는 상황에서 새로운 수요처 개발도 매우 시급하게 대두되고 있는 상황에서, 바이오소재 농산물로써 약용작물 수요는 그 중요성이 매우 크며, 바이오산업과의 연계 강화를 통한 시장 확대도 중요한 정책과제로 조명 받고 있다.

한편, 건강 및 웰빙에 대한 관심의 증가, 대체 요법의 인식 상승 및 전통 의학에 대한 관심 회복 등의 요인으로 약용작물에 대한 소비자들의 관심이 높아지고 있다. 또한, 약물 부작용 및 합성 물질에 대한 우려가 높아지면서, 자연 소재를 기반으로 하는 치료법에 대한 수요가 더욱 높아지고 있다. 그러나, 약용작물과 레드바이오 시장의 수요 및 소비 패턴에 대한 정량적인 이해는 부족한 상태이다. 이러한 배경에서 이 논문에서는 약용작물에 대한 수요를 체계적으로 분석하고자 한다.

약용작물 수요 분석과 관련된 대부분의 선행연구는 소비자들의 최종수요에 초점을 맞추거나 시장 동향을 파악하는 데 그치고 있다. 예를 들어, Choi와 Kim (2014)은 약용작물 중 오미자에 초점을 맞추어 시장 개방의 효과를 평가하기 위한 수급 모형을 개발하였으며, Noh 등(2013)은 약용작물을 이용한 한방가공제품에 소비자들이 어느 정도의 지불의향을 보이는지를 계량분석 모형을 통해 추정하였다.

한편, Kim (2017)은 한국의 약용작물의 생산현황과 수출입 동향을 정리하고, 해외 사례와 비교하여 수출입 증대를 위한 정책 방향을 제시하였다. Jeong과 Jo (2012)는 약용작물의 생산, 수입 및 시장규모를 진단하고, 약용작물 시장이 당면한 문제점을 분석하여 그 개선방안을 제시하였다. Jang 등(2013)은 약용작물의 종자 생산과 공급체계를 개선하기 위해 필요한 국가 중장기 전략을 제시하고, 약용작물의 소비행태가 화장품, 의약품, 식품 등 바이오소재의 원료로 사용되는 소비 전환이 이루어지고 있음을 강조하였다. 그러나 이들 대부분의 선행연구는 가장 중요한 수요처인 전방 바이오산업에서 투입재로 활용하고 있는 바이오소재용 농산물에 대한 투입재 수요의 중요성을 간과하고 있다.

따라서 이 논문에서는 바이오소재용 농산물인 약용작물이 어떻게 투입재로 활용되고 있는지 실태를 분석하고, 약용작물에 대한 투입재 수요함수 및 소비자들로부터의 수요함수를 이론적 논의를 통해 체계적으로 논의하고 산업연관표에 기반을 둔 자료를 활용하여 계량적으로 추정하고자 한다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 약용작물의 바이오소재 수요 현황을 살펴보고, 제3장에서는 약용작물의 바이오소재로서 수요함수를 도출하기 위한 이론모형을 논의한다. 이를 바탕으로 실증 분석한 추정 결과를 제시한다. 마지막 제4장에서는 논문의 분석 결과를 요약하고 결론을 제시한다.

Ⅱ. 약용작물의 바이오소재 수요 현황

1. 바이오소재의 개념과 약용작물

우선, 바이오소재가 무엇인지를 살펴볼 필요가 있다. 농촌진흥청은 바이오소재를 “식물, 동물, 미생물, 곤충 등에서 유래한 유용하고 특수한 기능을 가진 농생명 자원 또는 분리·정제 등의 가공을 거친 물질”(RDA, 2018)이라는 개념과 “농생명 자원에 생명공학기술을 융복합하여 새로운 부가가치를 창출한 산업 소재 또는 농생명산업에 활용 가능한 소재”(RDA, 2020)로 정의하고 있다. 한편, Park 등(2017)에서는 바이오소재를 “미생물, 식물, 동물, 인체 유래 생물 소재 및 이를 가공한 중간재로 사용되는 생명자원을 의미하며, 추가로 농생명 자원을 협의의 바이오소재로 구분한다”라고 정의하고 있다.

선행연구들을 종합해 보면, 바이오소재라는 단어는 소재를 만들기 위한 농산물과 이를 가공하여 생산된 중간재를 모두 포함하고 있다. 따라서 이 논문에서는 ‘바이오소재를 만들기 위한 농산물’은 ‘바이오소재용 농산물’이라고 칭하고, ‘바이오소재’는 ‘바이오소재용 농산물’을 이용해서 생산된 ‘중간재’를 의미하며, 바이오소재산업은 ‘중간재인 바이오소재를 활용하는 산업’으로 한정하고자 한다.

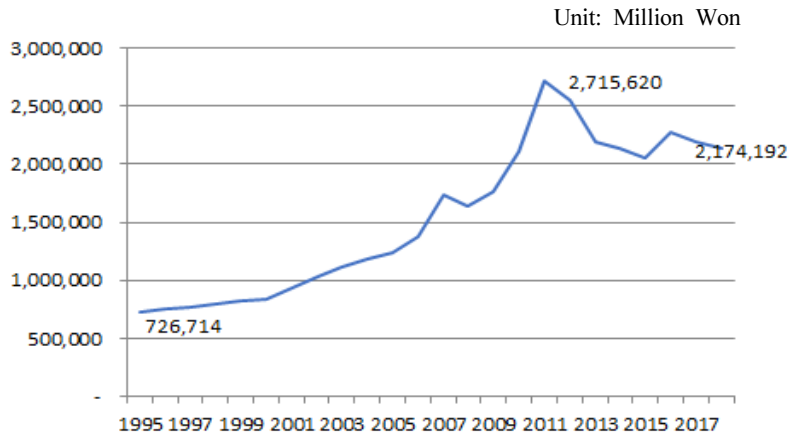
생산되는 농산물 중 바이오소재로 활용되는 농산물에는 곡물류, 채소류, 인삼, 차, 약용작물, 산업용 곤충 등이 있다. 이들 품목에 대한 일반 통계는 비교적 잘 구축되어 있으나, 바이오소재용으로 사용되는 물량이나 생산액에 대해서는 통계를 찾아볼 수 없는 상황이다. 이에 반해 바이오소재용으로 사용되는 약용작물은 바이오소재용 원료로 활용되거나 원물 자체가 바이오 최종제품으로 많이 활용되고 있다. 약용작물의 경우 기존에 구축된 통계인 생산량, 생산액 등 관련 통계 수집이 가능해 현황 파악과 계량 분석이 가능해 분석 대상으로 선정하였다.

2. 수요 현황

약용작물이 전방산업에서 어떻게 수요 되고 있는지를 분석하는 데 가장 유용한 자료는 한국은행에서 발행하고 있는 산업연관표이다. Fig. 1은 산업연관표에서 집계하고 있는 약용작물의 생산액을 나타낸 것이다. 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 1995년 약 7,267억 원에서 2019년 약 2조 1,749억 원으로 지난 25년간 생산액이 약 3배 증가한 것으로 나타난다. 생산액이 최고에 이르렀던 시점은 2011년으로 약 2조 7,156억 원이었다.

Table 1은 약용작물의 중간수요(전방산업에서 투입재로서 수요)와 최종수요(소비자들의 수요)를 연도별로 제시한 것이다. 표에서 확인할 수 있는 바와 같이, 약용작물의 생산액 증가는 주로 최종수요보다는 중간수요 증가에 기인한 것을 알 수 있다. 1995년 중간수요액은 약 3,783억 원이었으며, 최종수요액은 약 3,483억 원이었음에 반해 2019년 중간수요액은 약

1조 6,088억 원이었으며, 최종수요액은 약 5,661억 원인 것으로 나타난다. 이와 같은 수요 증가추세는 1995년 대비 중간수요액은 4.25배 증가하였으며, 최종수요는 1.63배 증가했다는 것을 의미한다.



Source: Bank of Korea, 『Input-Output Table』, each year.

Fig. 1. Medicinal crop production.

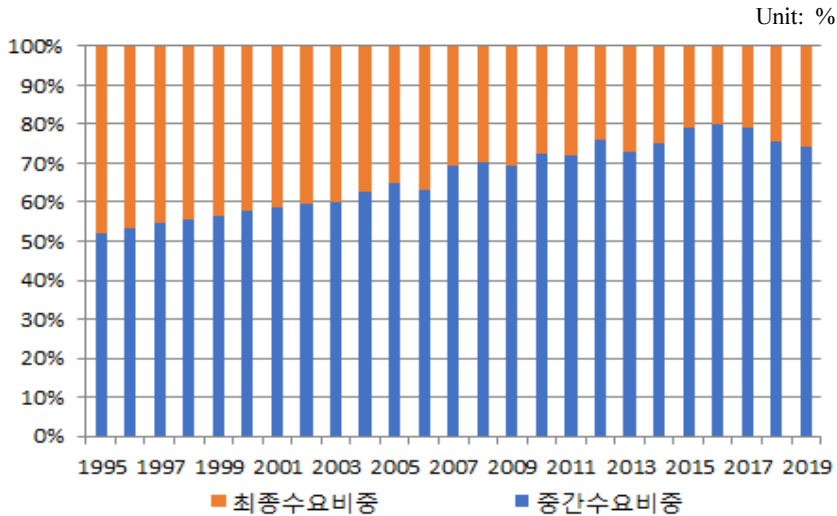
Table 1. Trends in interim and final demand for medicinal crops

Unit: Million Won

Year	Interim demand	Final demand
1995	378,383	348,331
2000	485,419	356,519
2005	801,865	438,245
2006	872,772	510,127
2007	1,205,355	529,613
2008	1,146,913	488,536
2009	1,223,107	538,104
2010	1,526,623	581,948
2011	1,958,207	757,413
2012	1,943,300	610,992
2013	1,593,281	599,496
2014	1,605,183	529,289
2015	1,625,505	428,859
2016	1,808,418	459,690
2017	1,736,758	454,880
2018	1,613,365	527,657
2019	1,608,800	566,127

Source: Bank of Korea, 『Input-Output Table』, each year.

최종수요에 비해 중간수요액이 더 빠르게 증가한 결과 Fig. 2에서 볼 수 있는 바와 같이, 약용작물의 총생산액 중에서 중간수요와 최종수요가 차지하는 비중은 1995년 각각 52.1%와 47.9%로 비슷한 수준이었으나, 2019년에는 74.0%와 26.0%로 변해 중간수요가 차지하는 비중이 최종수요가 차지하는 비중의 약 3배 정도로 달라졌다.



Source: Written by the author using the 『Input-Output Table』.

Fig. 2. Trends in the share of final demand and interim demand in medicinal crop demand.

Table 2는 약용작물에 대한 전방산업에서 지난 25년간의 중간수요 추이를 나타낸 것이다. 표에서 확인할 수 있는 바와 같이 약용작물을 가장 많이 투입제로 수요하고 있는 전방산업은 건강기능식품산업이며(2019년 기준 약 6,374억 원어치의 약용작물 중간수요), 다음으로는 의료 및 보건산업(2019년 기준 약 6,270억 원어치의 약용작물 중간수요)임을 알 수 있다. 의약품산업에서도 약용작물을 상대적으로 많이 소비하고 있는 것으로 나타난다(2019년 기준 약 2,069억 원어치의 약용작물 중간수요). 의료 및 보건산업의 경우 약용작물을 바이오 생산물로 가공하기보다는 직접적으로 의약품(한약재) 형태로 사용하고 있는 비중이 절대적으로 높다고 할 수 있다.

Fig. 3은 각 전방산업에 의한 약용작물의 수요 비중을 나타낸 것이다. 의약품에 의한 중간수요 비중은 1995년 42.4%에서 2019년 12.9%로 줄어든 반면, 건강기능식품에 의한 중간수요 비중은 1995년 23.7%에서 2019년 39.6%로 증가한 것으로 나타난다.

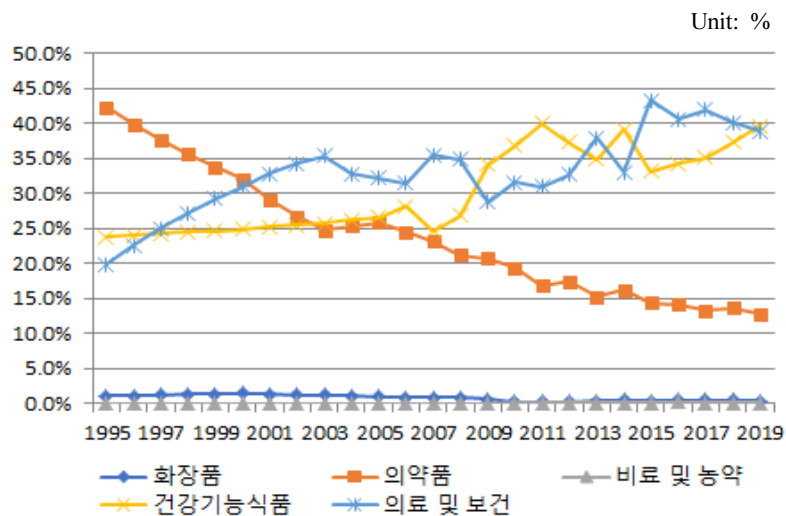
Table 2의 현황 분석 결과를 바탕으로 이 논문에서는 약용작물을 중간수요로 사용하는 비중이 높은 의약품, 건강기능식품과 중요성이 점점 부각되고 있는 화장품산업, 그리고 비료 및 농약산업, 의료 및 보건산업을 후방산업으로 선택하여 이들 산업에서의 약용작물 수요를 추정하였다.

Table 2. Medicinal crops' intermediate demand in downstream industries

Unit: Million Won

Year	Cosmetics	Medicine	Fertilizers and pesticides	Health functional food	Medical treatment and health	Others	Interim demand total
1995	4,016	160,398	-	89,846	75,380	48,743	378,383
2000	6,935	155,816	-	120,681	150,697	51,290	485,419
2005	7,833	207,344	-	213,554	258,308	114,826	801,865
2006	7,795	214,127	-	245,494	274,392	130,964	872,772
2007	10,310	279,399	-	296,774	428,653	190,219	1,205,355
2008	9,529	244,081	-	307,701	399,864	185,738	1,146,913
2009	8,240	253,987	-	417,597	352,475	190,808	1,223,107
2010	4,955	296,257	2,044	561,557	482,759	179,051	1,526,623
2011	5,758	329,191	2,110	782,827	606,683	231,638	1,958,207
2012	6,073	338,384	2,458	725,620	634,633	236,132	1,943,300
2013	6,625	242,455	2,472	555,568	603,589	182,572	1,593,281
2014	7,312	260,140	2,774	628,824	530,335	175,798	1,605,183
2015	7,105	233,844	3,290	539,896	703,172	138,198	1,625,505
2016	8,866	256,824	3,947	620,042	735,546	183,193	1,808,418
2017	7,900	230,431	2,852	610,010	729,023	156,542	1,736,758
2018	7,675	221,205	2,871	602,800	646,690	132,124	1,613,365
2019	6,690	206,972	2,743	637,423	627,000	127,972	1,608,800

Source: Bank of Korea, 『Input-Output Table』, each year.



Source: Written by the author using the 『Input-Output Table』.

Fig. 3. Trend in the share of intermediate demand by each downstream industry for medicinal crops.

Ⅲ. 약용작물의 바이오소재 수요함수 추정

1. 이론적 배경

약용작물에 대한 수요는 Table 1에서 제시된 바와 같이 일반 소비자들에 의해 직접 소비되는 최종수요와 전방산업에서 투입재로 사용하는 투입재 수요(즉, 중간수요)로 구분할 수 있다. 투입재로서의 수요는 다음과 같은 전방산업 생산물을 생산하는 생산자의 비용 최소화 문제로부터 유도할 수 있다.

$$\text{Min } C = w_x X_x + \sum_{i=1}^n w_i X_i \quad \text{st, } Q = f(X_x, X_1, \dots, X_n) \quad (1)$$

여기서 Q 는 전방산업 생산물 생산량, $Q = f(X_x, X_1, \dots, X_n)$ 는 전방산업 생산물 생산함수, w_x 는 전방산업에서 수요하는 생산요소(투입재) x 의 가격, (w_1, w_2, \dots, w_n) 는 각각 1, 2, ... n 번째 생산요소의 가격이다.

식 (1)을 라그랑지 문제로 변환하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{Min } L = w_x X_x + \sum_{i=1}^n w_i X_i - \lambda(Q - f(X_x, X_1, \dots, X_n)) \quad (2)$$

식 (2)에 대해 최적 투입요소 선택을 위한 1계 조건을 구하면 다음과 같이 유도된다.

$$\frac{\partial C}{\partial X_x} = w_x - \lambda \frac{\partial Q}{\partial X_x} = 0 \quad (3)$$

$$\frac{\partial C}{\partial X_i} = w_i - \lambda \frac{\partial Q}{\partial X_i} = 0, \quad i = 1, \dots, n \quad (4)$$

$$Q - f(X_x, X_1, \dots, X_n) = 0 \quad (5)$$

식 (3)과 식 (4)에서 λ 는 라그랑지 승수이며, 식 (3)~(5)를 연립해서 풀면 다음과 같은 전방산업에서의 투입재에 대한 수요함수를 도출할 수 있다.

$$X_x = g_x(Q, w_x, w_1, \dots, w_n): \text{약용작물에 대한 수요} \quad (6)$$

$$X_i = g_i(Q, w_x, w_1, \dots, w_n), \quad i = 1, \dots, n: \text{여타 투입재에 대한 수요} \quad (7)$$

이 논문에서는 식 (6)으로 묘사된 약용작물에 대한 전방산업에서 투입재(중간재) 수요함수를 추정하였다. 실증분석에서는 추정계수가 직접적으로 탄성치를 나타내도록 다음과 같은 로그(log)-로그(log) 형태로 설정하였다(식 (8)에서 ϵ 는 오차항이다).¹⁾

$$\ln X_x = \alpha_0 + \alpha_q \ln Q + \alpha_x \ln w_x + \sum_{i=1}^n \alpha_i \ln w_i + \epsilon \tag{8}$$

2. 투입재로서의 수요함수 추정

이 논문에서 분석 대상으로 선택한 전방산업은 전술한 바와 같이 약용작물을 중간수요로 사용하는 비중이 높은 의약품, 건강기능식품과 중요성이 점점 부각되고 있는 화장품산업, 그리고 비료 및 농약산업, 의료 및 보건산업이다. 분석을 위해 전방산업별 약용작물의 중간재 수요량(즉, 식 (6)에서 X_x)과 해당 전방산업에서의 생산량(즉, 식(6)에서 Q)은 산업연관표의 투입산출표 자료를 이용하였다.²⁾

분석은 산업연관표상의 생산액, 중간재 투입액 자료가 확보되는 2000년~2019년의 연별 자료를 이용하였으며, 가격변수는 통계청에서 제공하는 생산자물가지수를 이용하였다. 모든 가격변수는 GDP 디플레이터를 이용하여 실질 가격으로 전환하였다. 약용작물 가격의 경우 이를 대표하는 가격지수가 존재하지 않아, 한약재 가격지수를 대리 변수로 사용하였다. Table 3은 분석에 사용된 자료의 대표 통계치이다.³⁾

Table 3. Representative statistics of data used for estimating the input demand of medicinal crops by downstream industries

Variables	Average	Median	Max	Min	Standard Deviation
Use of medicinal crops for medicine industry (million won)	232,307	232,138	338,384	155,816	52,884
Use of medicinal crops for health functional food industry (million won)	426,344	478,747	782,827	120,681	221,173
Use of medicinal crops for cosmetics industry input (million won)	7,517	7,644	10,310	4,955	1,229

- 1) 로그-로그 함수형태를 선택한 이유는, 설명변수의 상당수가 ‘가격지수’이기 때문에 해당 변수의 절대적 변화치가 종속변수에 미치는 영향을 설명하는 것은 큰 의미를 가지지 못하기 때문이다.
- 2) 물량 단위인 X_x 와 Q 는 산업별 생산량과 투입량 자료가 존재하지 않아 부득이 산업연관표 상의 금액으로 표시된 통계를 이용하였다.
- 3) 이와 같은 대리 변수를 사용한 것은 이 논문의 가장 큰 한계임을 밝혀둔다.

Variables	Average	Median	Max	Min	Standard Deviation
Use of medicinal crops for medical treatment and health industry input (million won)	451,617	455,706	735,546	150,697	201,611
Use of medicinal crops for fertilizer and pesticide industry input (million won)	2,756	2,759	3,947	2,044	560
Use of medicinal crops for all other industry input (million won)	146,887	147,370	236,132	51,290	53,122
Pharmaceutic production (million won)	3,450,113	3,717,294	7,752,861	669,624	1,910,443
Health functional food production (million won)	1,305,072	1,039,962	3,291,657	268,046	999,172
Cosmetics production (million won)	7,552,798	6,137,300	18,487,602	3,415,932	4,261,756
Medical treatment and health production (million won)	66,460,068	63,228,359	130,000,000	23,580,770	30,663,409
Fertilizer and pesticide production (million won)	646,047	570,731	1,423,131	238,803	344,879
All other industry (GDP) production (billion won)	1,278,704	1,263,979	1,924,498	651,634	408,400
Self-price (oriental medicine price) index (2020=100)	75.7	72.2	95.7	62.6	9.3
Electricity price index (2020=100)	76.3	71.6	100.5	53.6	19.4
Wage index (2020=100)	77.6	72.2	119.6	47.8	23.1
Agricultural product price Index (2020=100)	72.8	72.2	95.3	47.5	15.1
Processed food price index (2020=100)	76.5	78.3	98.6	53.0	16.7
Water rate eligibility index (2020=100)	70.1	68.6	99.2	38.3	17.4

Table 4는 약용작물에 대한 대표적인 전방산업인 의약품산업에서 약용작물에 대한 수요 함수를 추정된 결과이다. 표에서 확인할 수 있는 바와 같이 대부분의 변수는 1% 유의수준에서 유의한 것으로 나타났으며, 자체 가격에 대한 추정치도 5% 유의수준에서 유의한 것으로 추정되었다. 자체 가격에 대한 추정계수의 경우 -1.2963으로 매우 탄력적인 값으로 추정되어 약용작물의 가격이 1% 상승할 경우, 의약품산업에서의 수요는 -1.2963% 하락하는 관계에 있는 것으로 나타난다. 의약품 생산액에 대한 추정계수의 경우 0.3369로 추정되어 의약품 생산액이 1% 증가할 경우 이로 인해 약용작물의 수요는 0.3369% 증가하는 관계에 있는 것으로 분석된다.

Table 4. Estimated input demand of medicinal crop for medicine industry

Coefficient	Estimation coefficient	Standard error	Prob.
Constant term	14.0714	2.5752	0.0000
LOG (medicine production)	0.3369	0.0609	0.0000
LOG (Self-price index)	-1.2963	0.5765	0.0245
LOG (Electricity price index)	1.3976	0.3117	0.0000
LOG (wage index)	-1.6293	0.3942	0.0000
Dummy variable (1 after 2011, 0 before)	0.2977	0.0638	0.0000

Note: $R^2=0.9567$

Table 5는 약용작물에 대해 가장 중요한 전방산업인 건강기능식품산업에서 약용작물에 대한 수요함수를 추정된 결과이다. 표에서 확인할 수 있는 바와 같이 대부분의 변수는 1% 유의수준에서 유의한 것으로 나타났으며, 자체 가격에 대한 추정치도 10% 유의수준에서 유의한 것으로 추정되었다. 자체 가격에 대한 추정계수의 경우 -0.4584로 추정되어 약용작물의 가격이 1% 상승할 경우 건강기능식품산업에서 수요는 -0.4584% 하락하는 관계에 있는 것으로 나타난다. 건강기능식품 생산액에 대한 추정계수의 경우 0.6221로 추정되어 건강기능식품 생산액이 1% 증가할 경우 이로 인해 약용작물의 수요는 0.6221% 증가하는 관계에 있는 것으로 분석된다.

Table 5. Estimated input demand of medicinal crop for health functional food industry

Coefficient	Estimation coefficient	Standard error	Prob.
Constant term	-4.1598	1.5323	0.0066
LOG (Health functional food production)	0.6221	0.0474	0.0000
LOG (Self-price index)	-0.4584	0.2673	0.0864
Dummy variable (1 after 2009, 0 before)	-0.1347	0.0401	0.0008
LOG (Electricity price index)	-0.5325	0.1600	0.0009
LOG (wage index)	-2.4421	0.1851	0.0000
LOG (Agricultural product price index)	0.7595	0.235	0.0013
Dummy variable (1 after 2005, 0 before)	0.0707	0.0305	0.0204
LOG (Processed food price index)	4.5808	0.2303	0.0000

Note: $R^2=0.9992$

Table 6은 화장품산업에서 약용작물에 대한 수요함수를 추정된 결과이다. 표에서 확인할 수 있는 바와 같이 대부분의 변수는 5% 유의수준에서 유의한 것으로 나타났다. 자체 가격

에 대한 추정 계수의 경우 -1.3977의 매우 탄력적인 값으로 추정되어 약용작물의 가격이 1% 상승할 경우 화장품산업에서 수요는 -1.3977% 하락하는 관계에 있는 것으로 나타난다. 화장품 생산액에 대한 추정 계수의 경우 0.3932로 추정되어 화장품 생산액이 1% 증가할 경우 이로 인해 약용작물의 수요는 0.3932% 증가하는 관계에 있는 것으로 분석된다.

Table 6. Estimated input demand of medicinal crop for cosmetics industry

Coefficient	Estimation coefficient	Standard error	Prob.
Constant term	14.9453	4.0600	0.0002
LOG (cosmetics production)	0.3932	0.2059	0.0563
LOG (Self-price index)	-1.3977	0.5621	0.0129
Dummy variable (1 after 2008, 0 before)	-0.1305	0.0665	0.0498
LOG (Electricity price index)	1.3247	0.5326	0.0129
LOG (wage index)	-2.2786	1.0818	0.0352
LOG (Agricultural product price index)	-2.0926	0.5074	0.0000
LOG (Water rate eligibility index)	1.7090	0.4206	0.0000

Note: R²=0.9426

Table 7은 의료 및 보건산업에서 약용작물에 대한 수요함수를 추정한 결과이다. 자체 가격에 대한 추정계수의 경우 -2.4760의 매우 탄력적인 값으로 추정되어 약용작물의 가격이 1% 상승할 경우 의료 및 보건산업에서 수요는 -2.4760% 하락하는 관계에 있는 것으로 나타난다. 이는 의료 및 보건산업에서 약용작물과 경쟁하는 투입재가 상대적으로 많아 약용작물 가격에 의료 및 보건산업에서의 수요가 민감하게 반응하기 때문인 것으로 풀이된다.

Table 7. Estimated input demand of medicinal crop for medical treatment and health Industry

Variable	Estimated coefficient	Standard error	Prob.
Constant term	5.3398	4.5555	0.2639
LOG (Medical treatment and health production)	0.3682	0.1916	0.0788
LOG (Self-price index)	-2.4760	0.9927	0.0282
LOG (Agricultural product price index)	1.4058	0.9450	0.1627
Dummy variable (1 after 2006, 0 before)	0.2551	0.1303	0.0739
LOG (Crud oil price index)	0.0373	0.0998	0.7152
LOG (Electricity price index)	1.2697	0.4549	0.0163

Note: R²=0.9560

의료 및 보건산업 생산액에 대한 추정계수의 경우 0.3682로 추정되어 의료 및 보건산업에서 생산액이 1% 증가할 경우 이로 인해 약용작물의 수요는 0.3682% 증가하는 관계에 있는 것으로 분석된다.

Table 8은 비료 및 농약 산업에서 약용작물에 대한 수요함수를 추정한 결과이다. 표에서 확인할 수 있는 바와 같이 대부분의 변수가 5% 유의수준에서 유의한 것으로 나타났으며, 자체 가격에 대한 추정계수의 경우 -1.5512의 탄력적인 값으로 추정되어 약용작물의 가격이 1% 상승할 경우 비료 및 농약 산업에서의 수요는 -1.5512% 하락하는 관계에 있는 것으로 나타난다. 비료 및 농약 산업 생산액에 대한 추정계수의 경우 0.4239로 추정되어 비료 및 농약 산업에서 생산액이 1% 증가할 경우 이로 인해 약용작물의 수요는 0.4239% 증가하는 관계에 있는 것으로 분석된다.

Table 8. Estimated input demand of medicinal crop for fertilizer and pesticide industry

Variable	Estimated coefficient	Standard error	Prob.
Constant term	8.8049	1.9967	0.0216
LOG (Fertilizer and pesticide production)	0.4239	0.1321	0.0490
LOG (Self-price index)	-1.5512	0.5666	0.0715
LOG (Agricultural product price index)	-1.9327	1.0128	0.1524
LOG (Electricity price index)	2.4525	0.3846	0.0078
LOG (Crud oil price index)	-0.4605	0.0474	0.0023
Dummy variable (1 after 2016, 0 before)	-0.1112	0.0564	0.1430

Note: $R^2=0.9867$

Table 9는 기타 산업에서 약용작물에 대한 수요함수를 추정한 결과이다. 표에서 확인할 수 있는 바와 같이 대부분의 변수가 1% 유의수준에서 유의한 것으로 나타났으며, 자체 가격에 대한 추정계수의 경우 -3.4944의 매우 탄력적인 값으로 추정되어 약용작물의 가격이 1% 상승할 경우 기타 산업에서의 수요는 -3.4944% 하락하는 관계에 있는 것으로 나타난다.4) 이는 기타 산업은 앞서 분석한 의약품, 건강기능식품 등의 산업에 비해 약용작물이 필

4) 추정 결과를 바탕으로 다중공선성 문제를 의심해 볼 수도 있다. 다중공선성이 강할수록 추정계수의 표준오차가 커져 통계적 유의성을 떨어뜨리고 관측치 수를 늘리거나 줄임에 따라 추정계수의 값이 크게 변하는 불안정성이 나타날 수도 있다. 이 추정 결과의 주요 변수에 대한 표준오차는 작은 값으로 추정되어 다중공선성이 존재한다고 하더라도 그 정도는 매우 낮은 수준일 것으로 판단된다. 한편, 투입물-산출물 간의 관계를 동시에 파악할 수 있는 자료는 산업연관표가 유일한 것이어서 이 논문에서 기초자료로 사용한 관측치는 그 수가 매우 적다. 따라서 다중공선성 문제가 아니더라도 관측치 수를 조정하면 추정계수는 다른 값을 보이는데, 이는 이 논문이 가지고 있는 큰

수 또는 중요 투입재로서의 성격이 약하므로 약용작물의 가격이 상승하면 약용작물 대신 다른 투입재를 대체하여 수요하는 경향이 강하기 때문인 것으로 짐작된다. 기타 산업 생산액에 대한 추정계수의 경우 1.6258로 추정되어 기타 산업에서 생산액이 1% 증가할 경우 이로 인해 약용작물의 수요는 1.6258% 증가하는 관계에 있는 것으로 분석된다.

Table 9. Estimated input demand of medicinal crop for all other industry

Variable	Estimated coefficient	Standard error	Prob.
Constant term	10.9461	10.9889	0.3427
LOG (Production in all other industry) ¹⁾	1.6258	0.5836	0.0193
LOG (Self-price index)	-3.4944	1.7875	0.0791
Dummy variable (1 after 2009, 0 before)	-0.3145	0.0814	0.0031
LOG (Crud oil price index)	0.4081	0.0641	0.0001
LOG (Electricity price index)	1.6455	0.4709	0.0058
LOG (Wage index)	-3.5401	0.9789	0.0047
Dummy variable (1 after 2014, 0 before)	0.3230	0.0765	0.0018

Note: 1. R²=0.9848

2. GDP is used for the proxy variable indicating the production of all other industry.

3. 바이오소재 농산물(약용작물)에 대한 최종재 수요함수 추정

Table 1을 보면 그 비중이 줄어드는 추세에 있음에도 불구하고 약용작물 자체를 최종재로 소비하는 수요의 비중이 여전히 상당한 수준인 것을 알 수 있다. 따라서 약용작물에 대한 수요 패턴을 이해하기 위해서는 약용작물에 대한 최종재 수요 분석도 필수적이다. 이 논문에서는 다음과 같은 최종재로서의 수요함수 추정 방정식을 설정하였다.

$$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln P + \beta_2 \ln I + \beta_3 \ln P_M + \beta_4 \ln P_A + \beta_5 D_{2011} + \beta_6 D_{2017} + \epsilon \quad (9)$$

식 (9)에서 Y 는 약용작물에 대한 최종재 수요액, P 는 약용작물 가격지수(한약 가격지수), I 는 GDP, P_M 는 의약품 가격지수, P_A 는 농산물 가격지수, D_{2011} 는 2011년 이후를 1, 이전은 0으로 설정한 더미변수, D_{2017} 는 2017년 이후를 1, 이전은 0으로 설정한 더미변수, ϵ 는 오차항이다.

한계점임을 밝힌다. 다만, 이 논문에서는 자료 확보가 가능한 최대한의 시계열자료를 모두 이용하고자 하였다.

실증분석에서 GDP와 가격지수는 모두 GDP 디플레이터를 이용하여 실질변수로 전환하였다. Table 10은 수요함수 추정에 사용된 자료의 대표 통계치이다.

Table 10. Representative statistics of the data used to estimate the demand function of medicinal crops for final end products

Variables	Average	Median	Max	Min	Standard deviation
General demand for medicinal crops (million won)	503,289	499,332	757,413	356,519	92,681
Self-price (oriental medicine price) index (2020=100)	75.7	72.2	95.7	62.6	9.3
GDP (1 billion won)	1,278,704	1,263,979	1,924,498	651,634	408,400
Medicine price index (2020=100)	93.9	96.0	99.8	83.0	4.3
Agricultural product price index (2020=100)	72.8	72.2	95.3	47.5	15.1

Table 11은 약용작물에 대한 최종재 수요함수를 추정한 결과이다. 표에서 확인할 수 있는 바와 같이 대부분의 변수는 1% 유의수준에서 유의한 것으로 나타났으며, 자체 가격에 대한 추정치도 10% 유의수준에서 유의한 것으로 추정되었다.

자체 가격에 대한 추정계수의 경우 -0.3009로 추정되어 약용작물의 가격이 1% 상승할 경우 최종재로의 수요는 -0.3009% 하락하는 관계에 있는 것으로 나타난다. 대체재로 인식되는 의약품에 대한 가격의 추정계수의 경우 5.2190로 추정되어 의약품 가격이 1% 증가할 경우 이로 인해 약용작물의 수요는 5.2190% 증가하는 매우 탄력적인 경쟁 관계에 있는 것으로

Table 11. Estimation result of demand function of medicinal crops for final end products

Coefficient	Estimation coefficient	Standard error	Prob.
Constant term	-53.5196	3.6301	0.0000
LOG (Self-price index)	-0.3009	0.1777	0.0904
LOG (Medicine price index)	5.2190	0.3401	0.0000
LOG (GDP)	1.0673	0.1575	0.0000
Dummy variable (1 after 2011, 0 before)	-0.1010	0.0328	0.0021
LOG (Eeneral agricultural product price index)	2.4873	0.2229	0.0000
Dummy variable (1 after 2017, 0 before)	0.0568	0.0315	0.0711

로 나타난다. 소득에 대한 추정계수의 경우 1.0673로 추정되어 소득이 1% 증가할 경우 이로 인해 약용작물의 수요는 1.0673% 증가하는 탄력적인 관계에 있는 것으로 나타난다. 일반농산물 가격에 대한 추정계수의 경우 2.4873로 추정되어 일반농산물 가격이 1% 증가할 경우 이로 인해 약용작물의 수요는 2.4873% 증가하는 탄력적인 보완 관계에 있는 것으로 나타난다.

한편, 최종재 수요 추세를 보면 2010년까지는 증가하는 추세로 나타나다가 2016년까지는 감소하는 추세로 전환되는 것으로 나타나고 있다. 설명변수로 삽입한 2개의 더미변수의 추정결과는 이와 같은 추세 전환이 통계적으로 의미가 있었다는 점을 보여주고 있다.

IV. 요약 및 결론

바이오소재산업과 약용작물 시장 간의 연관관계 파악을 바탕으로, 바이오소재산업 성장이 농산물 시장에 미치는 효과를 계량 분석을 통해 그 효과를 규명하였다. 바이오소재용 농산물인 약용작물이 전방 바이오소재산업에서 어떻게 투입재로 활용되고 있는지 실태를 분석하고, 약용작물의 투입재 수요함수를 계량적으로 추정하였다. 바이오소재용 농산물인 약용작물에 대한 수요는 바이오소재에 대한 파생수요로 이해할 수 있다. 따라서 바이오소재 시장 규모가 확대되면 이는 바이오소재용 농산물인 약용작물에 대한 수요 확대로 이어지게 된다.

한편, 바이오소재 수요가 증가할 경우, 바이오소재용 농산물(약용작물)이 일반수요로 사용되는 소비량과 바이오소재로 사용되는 소비량은 서로 다른 방향으로 나타난다. 즉, 바이오소재의 시장 확대로 발생한 소재용 농산물의 수요 증가는 바이오소재용 농산물의 가격을 상승시키기 때문에 바이오소재용 농산물의 일반수요(즉, 바이오소재 외의 용도 수요)는 감소하게 된다. 다만 일반수요 감소를 넘어서는 수준으로 바이오소재로의 수요 증가가 더 큰 폭으로 나타난 바이오소재의 수요 증가는 바이오소재용 농산물(약용작물)의 시장을 확대시키는 효과로 귀결된다.

분석 결과는 바이오소재용 농산물(약용작물)의 전방산업인 바이오소재 시장의 확대가 바이오소재용 농산물(약용작물)에 상당한 영향을 줄 것임을 보여주고 있다. 특히 전방 바이오소재산업 중에서 단일 산업으로는 건강기능식품산업이 소재 농산물(약용작물)에 대한 파급효과 면에서 가장 중요한 산업임을 나타내고 있다. 전방 바이오소재산업의 성장 외에 바이오소재산업에서 바이오소재용 농산물(약용작물)에 대한 수요 증가가 이루어질 경우, 이것이 바이오소재용 농산물(약용작물) 시장에 미치는 효과는 더 크게 나타남을 알 수 있었다.

그러나 산업연관표를 활용한 파급효과 분석에는 한계도 존재한다. 첫째, 국내산 거래표를 이용하였으나, 정확히 국내산과 수입산 구분이 되지 않는다는 점, 둘째, 이 논문에서 해

당 산업의 생산액 지수와 해당 품목의 자체 가격지수가 가장 중요한 변수임에 따라 다른 변수들에 대한 통제가 완벽하지 못할 수도 있다는 점, 셋째, 바이오소재용 농산물(약용작물)이 투입재로 쓰이는 것을 나타낼 수 있는 자료는 산업연관표 밖에는 없다는 점이다.

이와 같은 한계에도 불구하고 이 논문에서 얻은 분석 결과는 통계적 유의성이 매우 높아 신뢰성을 확보하였다. 분석 결과에 따르면 바이오소재산업의 성장이 약용작물농업에 긍정적인 영향을 준다는 것을 확인할 수 있었다. 이와 같은 분석 결과는 전방산업에서 더 많은 바이오소재 농산물을 수요할 수 있도록 기술을 개발하고, 소재 농산물과 전방산업 간의 연계가 강화될 수 있도록 정책을 지원하는 것이 파급효과를 극대화할 수 있음을 시사한다.

[Submitted, August 1, 2023; Revised, September 4, 2023; Accepted, October 27, 2023]

References

1. Bank of Korea. Input-Output Table.
2. Choi, B. O. and B. S. Kim. 2014. An Analysis on Supply-Demand Outlook of Korean Omija (Medicinal Plant). *Journal of Korea Academia-Industrial Cooperation Society*. 15(5): 2689-2694.
3. Chung, H. G. and G. H. Cho. 2012. Supply and Demand Trends of Medicinal Crops and Policy Tasks. *Ag. Focus 25*. Korea Rural Economic Institute.
4. Jang, W. W., J. S. Park, R. U. Maria, C. B. Park, and Y. S. Ahn. 2013. Seed Production and Distribution System Improvement of Medicinal Crop Seeds. *Current Research on Agriculture and Life Sciences*. 31(4): 286-329.
5. Kim, M. H. 2014. The Study for the Production of Korean Medicinal Crops and the Export-Import Movement and the Improving Methods of Them. *The Korea Journal of Herbology*. 32(2): 1-16.
6. Kim, Y. L., J. M. Lee, J. H. Park, B. I. Ahn, J. W. Kim, and S. T. Kim. 2022. Ways to Promote the Biomaterial Agriculture. Korea Rural Economic Institute.
7. Noh, J. S., Y. S. Ahn, Y. G. Kim, and S. H. Min. 2013. Consumer's Willingness to Pay for the GAP Medicinal Crop. *Korean Journal of Agricultural Management and Policy*. 40(4): 894-921.
8. Lee, S. C. 2013. Seed Production and Distribution System Improvement of Medicinal Crop Seeds. *Current Research on Agriculture and Life Sciences*. 31(4): 286-294.

9. Park, J. Y., H. J. An, and Y. G. Park. 2017. Current Status and Challenges of the Biomaterial Industry in the Agricultural Sector. Korea Rural Economic Institute.
10. Rural Development Administration. 2018. Agro-biomaterial Industrialization Technology Development Project.
11. Rural Development Administration. 2020. Agro-biomaterial Industrialization Technology Development Project.