

수입유박 대체 비료자원 발굴을 위한 농업부산물 발생량 추정 및 양분 함량 조사

안난희^{a†}, 이상민^b, 조정래^a, 이초롱^a

Estimation of Agricultural By-products and Investigation on Nutrient Contents for Alternatives of Imported Oil-cakes

Nan-Hee An^{a†}, Sang-min Lee^b, Jung-Rai Cho^a, Cho-Rong Lee^a

(Received: Nov. 15, 2019 / Revised: Dec. 19, 2019 / Accepted: Dec. 19, 2019)

ABSTRACT: This research was conducted to improve availability of agricultural by-products, national natural resources that could be used as fertilizer source, by estimating the amount of production and collecting main contents of fertilizer substances from previous studies and data, in order to be used as basic data to investigate national resources that could be used as alternatives for imported oil-cakes in the future. Conversion factor was used to estimate annual production of agricultural by-products for main 34 crop types in 2018. For total agricultural by-products, rice straws accounted at 50.3% for the highest proportion, followed by 8.7% of rice husks, showing that by-products from rice harvest accounted at 59.0% for all by-products. Further, there were listed the contents of fertilizer substances (nitrogen, phosphoric acid, potash) in 40 types of by-products from agricultural areas. The average contents of nitrogen, phosphoric acid, and potash in agricultural by-products were 1.43%, 0.59%, and 1.90%, respectively. As a result of estimating the annual nitrogen supply amount from 26 agricultural by-products in 2018, it was found that it could supply 44,911 tons of nitrogen. The investigated by-products contained fertilizer substances such as nitrogen, phosphoric acid, and potash, but the contents were lower compared to castor oil-cake used as main component of organic fertilizer. Therefore, resource management plan needs to be established for efficient use of by-products because time, location, and nutrient content of agricultural by-product production were extremely different. Research on fertilizer and manure using agricultural by-products need to be conducted to develop and distribute alternatives for imported oil-cakes.

Keywords: agricultural by-products, castor oil-cakes, fertilizer source, organic fertilizer

초 록: 본 연구는 비료자원으로 이용 가능한 국내 부존자원인 농업부산물의 활용성 제고를 위해 발생량을 추정하고, 주요 비료 성분 (질소, 인산, 칼리) 함량을 선행연구 및 자료들을 수집하여 향후 수입 유박 대체를 위한 국내 자원 발굴 및 활용에 관한 기초자료로 활용하고자 하였다. 2018년 농작물 생산량과 환산계수를 활용하여 주요 34종의 농작물 부산물의 연간 발생량을 추정하였다. 전체 농업부산물 중 볏짚이 50.3%로 가장 많이 발생하였으며 그 다음 왕겨가 8.7%로 벼 재배 후 발생하는 부산물이 전체 59.0%로 대부분을 차지하였다. 또한 농촌지역에서 발생하는 부산물 40종에 대한 비료 성분 (질소, 인산, 칼리)의 함량을 목록화 하였으며, 농업부산물의 질소, 인산, 칼리 성분의

^a 국립농업과학원 유기농업과 연구사(Researcher, Organic Agriculture Division, National Institute of Agricultural Sciences)

^b 국립농업과학원 유기농업과 연구관(Senior researcher, Organic Agriculture Division, National Institute of Agricultural Sciences)

† Corresponding author(e-mail: nanhee79@korea.kr)

평균 함량은 각 1.43%, 0.59%, 1.90%로 나타났다. 2018년 기준 26종의 농업부산물의 연간 질소공급 잠재량을 추정된 결과 44,911톤의 질소를 공급할 수 있는 것으로 조사되었다. 조사된 농업부산물들은 질소, 인산, 칼리 등 비료 성분을 함유하고 있으나 유기질 비료의 주원료로 사용되는 아주까리 유박의 비료 성분 함량에 비해 대체적으로 낮게 나타났다. 농업부산물은 발생하는 시기나 장소, 양분 함량이 매우 다양하기 때문에 이를 효율적으로 활용하기 위한 관리방안 수립이 필요하며 국내 농업부산물을 활용한 비료 및 퇴비 연구를 통하여 수입 유박을 대체하는 자재 개발 및 보급이 요구된다.

주제어: 농산부산물, 비료자원, 아주까리 유박, 유기질 비료

1. 서론

정부는 제4차 친환경농업 육성 5개년 계획에 따라 2014년 화학비료 사용량을 258kg/ha 기준하여 2020년도까지 9% 감축 목표를 설정하고 이를 대체하기 위해 가축분퇴비를 비롯한 유기질비료를 공급하고 있다¹⁾. 이러한 이유로 화학비료를 대체할 양분 공급으로 가축분퇴비를 비롯한 유기질비료는 유기 농업 실천 농가에서 주로 사용하고 있으나, 최근에는 비료살포의 간편성과 구입시 보조금 혜택으로 인해 관행농업 농경지에서 많이 사용하고 있는 실정이다²⁾. 현재 유통되고 있는 유기질비료는 단일 원료에 의해 제조된 것 보다 2종 이상의 원료를 혼합하여 만든 혼합유박, 혼합유기질비료, 유기복합이 주류를 이루고 있다. 유기질비료의 원료는 식물성과 동물성으로 구분되며, 식물성은 아주까리 유박, 채종 유박, 대두박, 미강 유박 등이 있고, 동물성은 어박 및 골분 등이 있다. 원료 중 아주까리 유박은 아주까리 종실에서 기름을 짜고 남은 부산물로 성분 함량은 질소 4.5%, 인산 2.2%, 칼리 1.5%³⁾으로 수분 함량이 낮으며 농산물품질관리원에 목록공시 유기농업자재로 등록된 유기질비료 중 혼합유박과 혼합유기질비료에서 아주까리 유박의 혼합비율은 각각 50~80%와 10~95%로, 두 품목에 사용된 유박의 평균함량은 약 60%로 나타났다. 아주까리 생산량은 인도가 전 세계의 85%를 차지하며 국내의 재배면적 및 생산량은 매우 미미하다⁴⁾. 국내 유기질비료의 원료로 이용하고 있는 아주까리 유박은 전량 외국에서 수입되고 있으며 인간이나 동물에게 독성이 있는 ricin, ricinine을 함유하여 사료로 이용되지 못하고 비료 원료로 사용하고 있다⁵⁾. 그동안 유기질비료

관련하여 다수 연구자들은 유기질비료의 비료 성분 분포 함량의 특성^{2,6)}, 벼 재배 시 혼합유기질비료 사용이 질소이용율과 수량에 미치는 영향⁷⁾, 유기농 시설하우스 토양에서 유기질비료 사용이 다채 생육 및 토양환경에 미치는 영향⁸⁾ 등 작물 생산성 증가 및 토양환경 개선에 대한 효과를 평가하였다. 그러나 Lee (2009)는 채종 유박이 발작물의 생육 안정과 생산성을 증가시키는 반면, 장기 연용한 재배지의 토양유기물 함량 변화는 미미한 것으로 보고하였다⁹⁾. 또한 현재 국내 유기질 비료의 원료가 대부분 수입되고 있는 현실을 고려한다면, 지역 내 양분자원(가축분뇨, 녹비, 작물 잔사 등)을 활용하여 양분 순환을 극대화 할 수 있는 방법이 필요하다.

따라서 본 연구는 비료자원으로 이용 가능한 국내 부존자원인 농업부산물의 활용성 제고를 위해 발생량을 추정하고, 주요 비료 성분(질소, 인산, 칼리) 함량을 선행연구 및 자료들을 수집하여 향후 수입 유박 대체를 위한 국내 자원 발굴 및 활용에 관한 기초자료로 활용하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

본 연구에서 비료자원으로 이용 가능한 국내 농산물에 대한 잠재적인 부산물 발생량을 조사하기 위하여 국내 농업부산물의 바이오매스 발생량을 추정된 선행 연구들을 조사하였다. 현재 우리나라의 농촌에서 발생하는 농업부산물 바이오매스 자원으로 미곡(논벼, 밭벼), 맥류(겉보리, 쌀보리, 맥주보리, 밀), 잡곡(옥수수, 메밀), 두류(콩, 팥, 녹두), 서류(감자, 고구마), 조미채소(고추, 마늘), 과수(사

과, 배, 감, 포도, 복숭아) 및 버섯폐배지 (느타리, 팽이, 새송이) 등이 있다. 기존 농업부산물 잠재량에 대한 문헌조사 결과 작물별로 생산 단위면적당 부산물 발생량을 추정하였으나¹⁰⁾, 이는 품종, 영농방법, 토양조건, 기상상태에 따라 바이오매스 양도 변

화하는 문제점이 발생한다. 이를 해결하기 위해 Park 등 (2011)은 단위 면적당 바이오매스 발생량을 작물 생산량으로 나눈값을 환산계수로 산정하였으며¹¹⁾ 상기 조사 방법을 기준으로 추정된 농업부산물의 환산계수는 Table 1과 같다. 농업부문 부산물 자원

Table 1. Biomass Conservation Factor of Agricultural By-products

Crop	By-prodcuts	Biomass conversion factor	Reference
Paddy rice	Straw	1.020	Park et al. (2011) ¹¹⁾
	Husks	0.177	
Under paddy	Straw	1.062	
	Husks	0.236	
Barley	Haulm	1.230	
Naked barley	Haulm	0.662	
Two-rowed barley	Haulm	0.690	
Wheat	Straw	0.708	
Potato	Haulm	0.180	
Sweet potato	Haulm	0.850	
Corn	Straw	1.189	
Foxtail millet	Haulm	1.718	
Buck Wheat	Haulm	1.278	
Soybean	Stalk	1.000	
	Shell	0.417	
Red bean	Stalk	1.079	
	shell	0.368	
Mung bean	Stalk	1.092	
	shell	0.404	
Pepper	Stem	2.600	
Galic	stem	0.713	Lee (2013) ¹⁴⁾
Sesame	Stem	5.800	
Perilla seed	Stem	6.140	Park et al. (2011) ¹¹⁾
Peanut	Stem	1.780	
	Shell	0.278	
Oyster mushroom	spent mushroom media	8.700	Kim et al. (2007) ¹⁵⁾
<i>Flammulina velutipes</i>	spent mushroom media	9.400	
King oyster mushroom	spent mushroom media	6.500	
Rape	Stem	4.700	Park et al. (2011) ¹¹⁾
Apple	Branch	1.316	
Persimmon	Branch	0.270	
Citrus fruit	Branch	0.088	
Pear	Branch	0.656	
Grape	Branch	1.562	
Peach	Branch	0.367	
Plum	Branch	0.383	

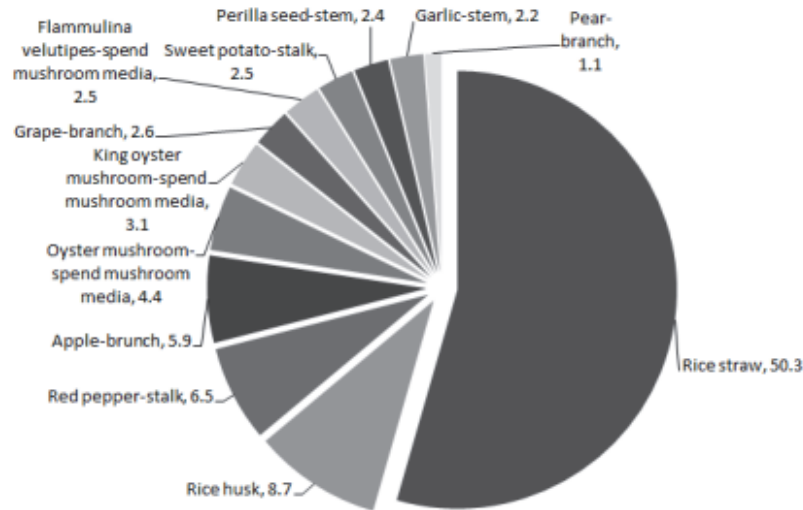


Fig. 1. Types and generation ratios of agricultural by-products.

의 잠재량 추정은 다음의 식으로 계산하였다¹¹⁾.

$$\text{농업부산물 자원 발생량 (천톤/년)} \\ = \text{작물생산량 (톤)} \times \text{바이오매스 환산계수 (1)}$$

작물 생산량은 2018년 통계청 농작물생산량 자료를 활용하였고, 버섯 폐배지는 가장 최근 자료인 2017년도 통계자료를 이용하여 연간 생산량을 파악하였다¹²⁾.

주요 농작물의 비료 성분 함량은 논문, 연구보고서, 한국 표준사료 성분표 등 문헌조사를 통하여 목록화 하였으며 농업부산물에 대한 연간 질소 공급 잠재량은 각 농업부산물의 건조 중량에 질소 성분 함량을 곱하여 산출하였다. 부산물의 수분량은 Yoon (2014)의 연구보고서에서 인용하였으며 조사되지 않은 보리·메밀의 짙은 볏짚을, 콩·팥·녹두의 깍지는 땅콩 깍지를, 팥·녹두의 줄기는 콩 줄기를, 감귤·복숭아의 전정지는 그 외 과수전정지의 평균으로 가정하였다¹³⁾.

3. 결과 및 고찰

3.1. 국내 농업부산물 발생량 추정

농작물 생산량과 환산계수를 활용하여 2018년 주

요 34종의 농작물의 부산물 연간 발생량을 추정하였다(Table 2). 2018년 주요 농업부산물의 이론적 발생량은 10,537천톤으로 그 중 논벼의 경우 생산량은 5,194천톤이었으며 볏짚의 경우 환산계수 1.02를 적용하였을 때 약 5,298천톤이 왕겨의 경우 환산계수 0.177을 적용하였을 때 919천톤이 발생한 것으로 추정하였다.

주요 34종의 농작물 중 부산물 발생량 비율이 1% 이상의 농업부산물 발생량별 비율을 Fig. 1에 나타내었다. 전체 농업부산물 중 볏짚이 50.3%로 가장 많이 발생하였으며 그 다음 왕겨가 8.7%로 벼 재배 후 발생하는 부산물이 전체 59.0%로 대부분을 차지하였다. 벼 부산물 다음으로 밭작물 부산물로 고추 줄기가 약 6.5%, 고구마 줄기 2.5%, 들깨 줄기 2.4%, 마늘 줄기 2.2% 순으로 부산물이 발생하였다. 과수 부산물은 사과 전정가지가 5.9%, 포도 전정가지 2.6%, 배 전정가지 1.1% 순으로 발생하였다. 버섯재배 후 발생하는 폐배지의 경우 느타리, 새송이, 팽이가 각각 4.4%, 3.1%, 2.5% 순으로 나타내었다. 2017년 아주까리 유박 수입량은 382천톤으로¹⁾ 농업부산물 전체 발생량의 3.6%에 해당하였다. 벼 부산물을 제외하고 고추 줄기, 사과 전정지, 느타리버섯 및 새송이버섯 폐배지의 발생량은 아주까리 유박의 연간 수입량과 비슷하거나 그 이상으로 발생하는 것으로 나타났다. 또한 농업부산물의 활용성 제고를 위해서

Table 2. Estimate of Agricultural By-products Production

Crop	Production (ton)	By-products	Biomass conversion factor	By-product total production (1,000 ton/year)
Paddy rice	5,194,548	Straw	1.020	5,298.4
		Husks	0.177	919.4
Under rice	889	Straw	1.062	0.9
		Husks	0.236	0.2
Barley	43,757	Haulm	1.230	53.8
Naked barley	76,906	Haulm	0.662	50.9
Two-rowed barley	30,738	Haulm	0.690	21.2
Wheat	25,788	Straw	0.708	18.3
Potato	548,065	Haulm	0.180	98.7
Sweet potato	305,304	Haulm	0.850	259.5
Corn	78,012	Straw	1.189	92.8
Buck Wheat	2,908	Haulm	1.278	3.7
Soybean	89,410	Stalk	1.000	89.4
		Shell	0.417	37.3
Red bean	5,640	Stalk	1.079	6.1
		shell	0.368	2.1
Mung bean	2,083	Stalk	1.092	2.3
		shell	0.404	0.8
Pepper	265,254	Stem	2.600	689.7
Galic	331,741	stem	0.713	236.5
Sesame	12,727	Stem	5.800	73.8
Perilla seed	40,344	Stem	6.140	247.7
Peanut	11,002	Stem	1.780	19.6
		Shell	0.278	3.1
Oyster mushroom †	53,548	spent mushroom media	8.700	465.9
<i>Flammulina velutipes</i> †	28,536	spent mushroom media	9.400	268.2
King oyster mushroom †	50,634	spent mushroom media	6.500	329.1
Apple	475,303	Branch	1.316	625.5
Persimmon	298,382	Branch	0.270	80.6
Citrus fruit	621,154	Branch	0.088	54.7
Pear	206,166	Branch	0.656	116.5
Grape	175,399	Branch	1.562	274.0
Peach	206,889	Branch	0.367	75.9
Plum	53,794	Branch	0.383	20.6

† Korean Statistical Information Service, Crop Production Data (2017)

는 발생량의 정확한 산정도 필요하지만 농업부산물의 경우 수확시기에 집중적으로 발생되므로 시기에 따라 발생하는 부산물의 종류가 달라지는 것을 고려해야 한다. Park 등 (2011)은 가장 많은 부산물의

비율을 차지하는 미곡의 경우 10월에 발생되며 과수 전정가지 등 과수 부산물의 경우 1~3월 사이에 집중적으로 발생하는 것으로 나타내었다¹¹⁾. 또한 맥류와 감자는 4~6월에 발생되며 그 외 작물은 9월,

10월 발생하는 것으로 조사되었다¹¹⁾.

3.2. 국내 농업부산물 자원의 비료 성분 특성

농촌지역에서 발생하는 부산물 40종의 비료 성분(질소, 인산, 칼리)의 함량은 Table 3에 나타내었다. 국내 농업부산물의 특성 연구는 대체에너지에 대한 관심 증대로 국내에 잠재되어 있는 미활용 바이오매스 자원조사를 통해 제한적으로 이루어져 왔다. Park (2013)은 벼짚, 왕겨 등 농업 부분 주요 바이오매스 26종의 비료 성분을 분석하였으며¹⁶⁾, Shin 등 (2011)은 토마토, 오이 등 주요 시설채소 부산물의 성분 함량을 보고하였다¹⁷⁾. Yoon (2014)은 에너지 자원화에 기준이 될 화학성 성상을 분석하였으며 30종의 농업부산물에 대해 질소, 인 및 칼륨 성분 함량을 보고하였다¹³⁾. 농업부산물의 특성은 품종 개량과 작물의 종류, 토양의 양분상태, 양분관리, 기상여건 등에 달라질 수 있다. 벼짚의 경우 질소는

0.68~0.87%, 인산은 0.17~0.30%, 칼리는 1.42~2.18%로 조사되었고, 오이는 질소가 0.51와 2.22%, 인산은 0.53과 1.22%, 칼리는 1.84와 4.84%로 분석 값의 차이가 다른 작물의 부산물에 비해 크게 나타났다. Kim (2019)은 지역별 텃밭에서 감자줄기, 콩 대, 옥수수 대의 이화학적 특성을 조사하였으며 콩의 경우 질소 0.53~1.65%, 인산 0.10~0.94%, 칼륨 0.56~3.44%으로 차이가 있는 것으로 보고 하였다¹⁸⁾.

또한 농업부산물의 활용은 축산업의 경쟁력 강화를 위해 사료로 이용이 가능한 농업부산물에 대한 연구가 추진하였으며 한국 표준사료 성분표에 벼, 보리, 밀과 같은 곡류의 짚, 버섯재배 부산물 등 농업부산물의 성분 함량을 확인할 수 있었다¹⁹⁾.

Fig. 2는 농업부산물의 비료 성분 함량의 분포 범위를 나타내었다. 질소 성분 평균이 1.43%로 최대값은 배추줄기로 4.05%, 최소값은 유채줄기로 0.20%를 나타냈다. 인산 함량은 평균이 0.59%, 최대값은

Table 3. The Contents of Total Nitrogen, Phosphate, and Potash of Agricultural By-products

Crop	By-products	N P ₂ O ₅ K ₂ O			Reference
		----- % (D.W.)-----			
Paddy rice	Straw	0.68	0.28	1.84	Lim (2000) ²⁰⁾
		0.60	0.30	2.18	Park (2013) ¹⁶⁾
		0.87	0.17	1.42	Yoon (2014) ¹³⁾
	Husk	0.47	0.16	0.83	Lim (2000) ²⁰⁾
		0.38	0.48	0.84	Park (2013) ¹⁶⁾
		0.56	0.13	0.48	Yoon (2014) ¹³⁾
Barley	Haulm	0.67	0.27	2.44	Lim (2000) ²⁰⁾
		0.46	0.21	1.39	Park (2013) ¹⁶⁾
		0.93	0.25	-	RDA (2017) ¹⁹⁾
Naked barley	Haulm	0.52	0.11	1.34	Park (2013) ¹⁶⁾
Wheat	Straw	0.43	0.25	1.90	Park (2013) ¹⁶⁾
	Wheat bran	2.70	2.25	-	RDA (2017) ¹⁹⁾
Potato	Haulm	1.58~1.99	0.37~0.64	7.13~8.93	Kim (2019) ¹⁸⁾
		3.95	0.78	3.41	Yoon (2014) ¹³⁾
Sweet potato	Haulm	0.37	0.78	1.69	Park (2013) ¹⁶⁾
		2.09	0.82	4.07	Yoon (2014) ¹³⁾
		0.45	0.92	2.20	Park (2013) ¹⁶⁾
Corn	Straw	0.79~1.41	0.29-1.08	1.67-3.96	Kim (2019) ¹⁸⁾
		3.13	0.70	1.96	Yoon (2014) ¹³⁾
Buck Wheat	Haulm	1.55	0.71	1.55	Park (2013) ¹⁶⁾

Table 3. Continued

Crop	By-products	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Reference
		----- % (D.W.)-----			
Soybean	Stalk	0.90	0.30	0.67	Park (2013) ¹⁶⁾
		0.53-1.65	0.1-0.94	0.56-3.44	Kim (2019) ¹⁸⁾
		3.28	0.45	1.73	Yoon (2014) ¹³⁾
Red bean	Shell	1.61	0.55	1.24	Park (2013) ¹⁶⁾
	Stalk	1.29	0.60	1.67	
Mung bean	shell	1.68	0.73	2.05	Park (2013) ¹⁶⁾
	Stalk	1.29	0.60	1.67	
Pepper	Stem	1.48	0.27	1.11	Park (2013) ¹⁶⁾
		1.93	0.62	3.05	Yoon (2014) ¹³⁾
Sesame	Stem	0.43	0.27	1.82	Park (2013) ¹⁶⁾
		0.74	0.76	2.41	Yoon (2014) ¹³⁾
Perilla seed	Stem	1.14	0.71	2.18	Park (2013) ¹⁶⁾
		1.74	0.48	1.94	Park (2013) ¹⁶⁾
Peanut	Stem	1.09	0.50	1.76	Yoon (2014) ¹³⁾
	shell	1.63	0.46	-	
Oyster mushroom	spent mushroom media	1.68	1.08	-	RDA (2017) ¹⁹⁾
<i>Flammulina velutipes</i>	spent mushroom media	1.50	0.27	-	
King oyster mushroom	spent mushroom media	1.44	1.03	-	
Apple	Branch	1.78	0.43	0.53	Yoon (2014) ¹³⁾
Persimmon	Branch	0.75	0.27	0.70	Park (2013) ¹⁶⁾
		0.89	0.20	0.60	Yoon (2014) ¹³⁾
Citrus fruit	Branch	0.49	0.14	0.27	Park (2013) ¹⁶⁾
		0.65	0.25	0.66	Park (2013) ¹⁶⁾
Pear	Branch	1.00	0.31	0.71	Yoon (2014) ¹³⁾
		0.65	0.25	0.66	Park (2013) ¹⁶⁾
Grape	Branch	1.00	0.31	0.71	Yoon (2014) ¹³⁾
		0.46	0.16	0.36	Park (2013) ¹⁶⁾
Chestnut	Branch	0.62	0.11	0.11	RDA (2017) ¹⁹⁾
	Peel	1.40	0.23	-	
Watermelon	Stem	3.00	0.82	3.81	
Oriental melon	Stem	2.89	1.13	3.58	Yoon (2014) ¹³⁾
Strawberry	Stem	1.50	0.67	2.21	
Cucumber	Stem	2.22	1.22	4.41	Yoon (2014) ¹³⁾
		0.51	0.53	1.84	Shin (2011) ¹⁷⁾
Pumpkin	Stem	1.74	1.29	1.88	Yoon (2014) ¹³⁾
Tomato	Stem	3.60	1.13	3.57	Yoon (2014) ¹³⁾
		0.44	0.18	1.44	Shin (2011) ¹⁷⁾
Carrot	Stem	2.51	0.83	4.49	Yoon (2014) ¹³⁾
Chinese cabbage	Stem	4.05	0.29	0.46	Yoon (2014) ¹³⁾
		3.03	1.26	-	RDA (2017) ¹⁹⁾
Cabbage	Stem	3.09	0.75	3.87	Yoon (2014) ¹³⁾

밀기울 2.25%, 최소값은 유채줄기로 0.11%이며 칼리 함량은 평균 1.90%, 최대값은 감자줄기로 7.99%, 최소값은 밤 전정지로 0.11%로 분포하는 것을 확인하였다. 앞서 추정된 생산량과 비료 성분을 같이 고려하면 고추 줄기, 사과 전정지, 느타리버섯 폐배지, 그리고 새송이버섯 폐배지가 농업부산물 중 질소 성분이 평균값 (1.43%) 이상이며 연간 생산량도 수입되는 아주까리 유박의 양보다 많이 발생하는 것으로 조사되었다.

주요 농업부산물의 연간 질소공급 잠재량을 추정한 결과는 다음과 같다(Table 4). 2018년 기준 26종의 농업부산물의 건조 중량은 4,752,323톤으로 추정되어 농업부산물 연간 질소공급 잠재량은 44,911톤으로 추정되었다. 또한 2017년 아주까리 유박의 연간 수입량을 기준으로 유기질비료 질소 수입량은 약 17,190톤으로 추정되어 국내 생산 농업부산물을 활용하는 경우 아주까리 유박 등에 의한 질소 수입량을 대체할 수 있을 것으로 사료된다.

Table 4. Estimation of Annual Nitrogen Supply Amount from Agricultural By-products

Crop	By-products	By-product total production (1,000ton/year)	Moisture content (%)	Dry weight (ton/year)	Nitrogen content (%)	Nitrogen supply amount (ton/year)
Rice	Straw	5,298.4	59.9	2,127,172	0.72	15,273
	Husks	919.4	13.0	800,367	0.47	3,759
Barley	Haulm	53.8	59.9	50,553	0.65	326
Wheat	Straw	18.3	59.9	7,329	0.43	32
Potato	Haulm	98.7	90.1	9,786	2.85	279
Sweet potato	Haulm	259.5	90.0	25,925	1.23	318
Corn	Straw	92.8	72.7	25,369	1.56	395
Soybean	Stalk	89.4	65.7	30,668	1.74	534
	Shell	37.3	12.8	32,512	1.61	523
Red bean	Stalk	6.1	65.7	2,087	1.29	27
	shell	2.1	12.8	1,810	1.68	30
Mung bean	Stalk	2.3	65.7	780	1.26	10
	shell	0.8	12.8	734	1.43	10
Pepper	Stem	689.7	79.7	139,863	1.70	2,383
Sesame	Stem	73.8	15.4	62,464	0.59	367
Perilla seed	Stem	247.7	15.4	209,614	1.14	2,390
Peanut	Stem	19.6	30.7	13,575	1.41	192
	Shell	3.1	12.8	2,667	1.63	43
Oyster mushroom†	spent mushroom media	465.9	63.0	172,278	1.68	2,886
<i>Flammulina velutipes</i> †	spent mushroom media	268.2	54.5	122,156	1.50	1,831
King oyster mushroom†	spent mushroom media	329.1	59.2	134,281	1.44	1,938
Apple	Branch	625.5	36.5	397,192	1.78	7,070
Persimmon	Branch	80.6	21.8	62,968	0.82	516
Citrus fruit	Branch	54.7	32.8	36,733	0.49	180
Pear	Branch	116.5	25.9	86,268	1.65	1,423
Grape	Branch	274.0	47.2	144,658	1.33	1,917
Peach	Branch	75.9	32.8	51,024	0.46	235
Sum		10,280.0	-	4,752,323	-	44,911

† Korean Statistical Information Service, Crop Production Data (2017)

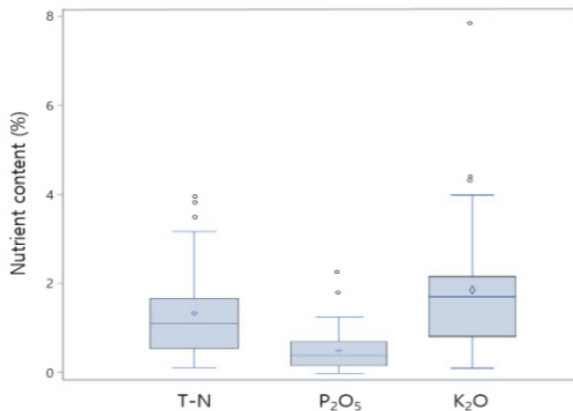


Fig. 2. Mean contents of nitrogen, phosphate, and potash of agricultural by-products.

일반적으로 국내 발생하는 농업부산물의 자원화 기술은 물질 자원화, 에너지화로 나누어지며 물질 자원화 기술에는 퇴비화, 사료화 기술이 있다²¹⁾. Park (2013)은 벼짚, 보리짚, 콩대, 콩깍지, 고구마 줄기 등 다양한 농업부산물이 사료로 활용하고 있으며 벼짚, 왕겨, 벼싹폐배지 등은 가축분뇨와 섞어 퇴비의 부재료로 이용되고 있다고 보고하였다¹⁶⁾.

본 연구에서 조사된 농업부산물은 질소, 인산, 칼리 등 비료 성분을 함유하고 있으나 유기질 비료의 주원료로 사용되는 아주까리 유박의 비료 성분 함량에 비해 대체적으로 낮은 것으로 나타났다. 또한 농업부산물 발생량은 벼 부산물인 벼짚, 왕겨가 59%로 대부분을 차지하며 작물 재배 시기에 따라 작물별로 집중되는 경향을 보였다. 이처럼 농업부산물은 발생하는 시기나 장소, 양분 함량이 매우 다양하기 때문에 이를 효율적으로 활용하기 위해서는 관리방안 수립이 필요하다. 농산부산물 중에서 벼짚은 농식품부의 가축 조사료 수급 활성화 정책에 따라 관리되고 있으나 이외의 품목들은 명확한 관리 제도가 없는 상황이다²¹⁾. 향후 농업부산물의 비료 및 퇴비 자원화를 위해서는 관리부처의 명확화를 통해 발생 및 처리통계 체계마련, 적극적인 자원화 정책의 수립이 필요하다. 그리고 농업부산물의 자원화 효율 방안으로는 넓게 분포하고 있는 농업부산물을 효율적으로 수송·저장할 수 있는 수거체계의 정비 및 권역별 저장장소 운영, 국내 농업부산물을 활용한 비료 및 퇴비 연구를 통하여 수입 유박을 대체

하는 자재 개발 및 보급이 요구된다. 또한, 농업부산물을 유기질비료의 원료로 이용하여 아주까리 유박을 대체하기 위해서는 연간생산량을 고려하여 유기질비료 원료로 사용할 수 있도록 질소 공급이 균일한 원료의 선별과 보관 등과 같은 원료들의 균일한 비료 원료 품질이 유지되도록 관리하는 방안도 필요하다.

4. 결론

본 연구는 수입 유박 대체를 위한 국내자원 발굴 및 활용을 위한 비료자원으로 이용 가능한 농업부산물의 발생량을 추정하고, 주요 비료성분 (질소, 인산, 칼리) 함량을 선행연구 및 자료들을 수집하여 검토한 결과는 다음과 같다.

1. 농작물 생산량과 환산계수를 활용하여 2018년 주요 34종의 농작물의 부산물 연간 발생량을 추정한 결과, 농업부산물의 총 이론적 발생량은 10,537천톤이며 전체 농업부산물 중 벼짚이 50.3%로 가장 많이 발생하였으며 그 다음 왕겨가 8.7%로 벼 재배 후 발생하는 부산물이 전체 59.0%로 대부분을 차지하였다.
2. 벼 부산물 다음으로 발생량 비율은 발작물 부산물로 고추 줄기가 약 6.5%, 고구마 줄기 2.5%, 들깨 줄기 2.4%, 마늘 줄기 2.2% 순이며, 과수 부산물인 전정가지가 9.6%, 벼싹재배 후 발생하는 폐배지의 경우 10.0%으로 추정하였다.
3. 농촌지역에서 발생하는 부산물 40종의 비료 성분 함량을 조사한 결과, 농업부산물의 질소, 인산, 칼리 성분의 평균 함량은 각 1.43%, 0.59%, 1.90%으로 유기질 비료의 주원료로 사용되는 아주까리 유박의 비료 성분 함량에 비해 대체적으로 낮은 것으로 나타났다.
4. 2018년 기준 26종 농업부산물에 대한 연간 질소공급 잠재량이 44,911톤, 2017년 아주까리 유박의 연간 수입량을 기준으로 유기질비료 질소 수입량은 약 17,190톤으로 추정되어 국내 생산 농업부산물을 활용하는 경우 아주까리 유박 등에 의한 질소 수입량을 대체할 수 있을 것으로 사료된다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업 (과제번호: PJ013515012019)의 지원에 의해 이루어진 것임.

References

1. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, "The National Fourth Five-Year Plan for Environmental Agriculture". (2016).
2. Kim, M. S., Kim, S. C., Yun, S. G., Park, S. J. and Lee. C. H., "Quality characteristics of commercial organic fertilizers circulated", Journal of the KORRA, 26(1), pp. 21~28. (2018).
3. National Institute of Agricultural Science, "Standard of fertilizer use by crop", RDA. (2017).
4. Kim, S. J., "Variations of growth characteristics, oil content and fatty acid composition in accessions of castor bean", Chungbuk National University PhD Thesis. (2012).
5. Yoon, J. O., "Studies on the preparation of food proteins from castor bean protein", Kor. J. Food. Sci. Technol., 12(4), pp. 263~217. (1980).
6. Yun, H. B., Kaown, D. I., Lee, J. S., Lee, Y. J., Kim, M. S., Song, Y. S. and Lee, Y. B., "The nitrogen, phosphate, and potassium contents in organic fertilizer", Korean J. Soil Sci. Fert., 44(3), pp. 498~501. (2011).
7. Cho, K. R., Won, T. J., Kang, C. S., Lim, J. W. and Park, K. Y., "Effects of mixed organic fertilizer application with rice cultivation on yield and nitrogen use efficiency in paddy field", Korean J. Soil Sci. Fert., 42(3), pp.152~159. (2009).
8. Kim, K. C., Ahn, B. G., Ko, D. Y., Kim, J. and Jeong. S. S., "Effects of expellar cake fertilizer on soil properties and Tah Tasai chinese cabbage yield in organic greenhouse farm", Korean J. Environ Agric., 33(3), pp. 149~154. (2014).
9. Lee, S. M., "Long-term effects of organic matters in upland soil", Research Report, National Institute of Agricultural Science. (2009).
10. Hong, S. G., "Evaluation of agricultural biomass resources for renewable energy", The Korean Society of Agri. Engineers, 46(3), pp. 85~92. (2004).
11. Park, W. G., Park, N. B., Shin, J. D., Hong, S. G. and Kwon, S. I., "Estimation of biomass resource conversion factor and potential production in agricultural sector", Korean J Environ Agric., 30(3), pp. 252~260. (2011).
12. Korean Statistical Information Service. (2018).
13. Yoon, S. I., "Biomass circulation area (Biopia) model construction and guidebook development in cultivation-forestry-livestock Industry", Research Report, Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. (2014).
14. Lee, Y. H., "Study on yield survey and feeding technology of garlic by-product as a ruminant Feed", Konkuk University Master Thesis. (2013)
15. Kim, Y. I., Bae, J. S., Jung, S. H., Ahn, M. H. and Kwak, W. S., "Yield and physicochemical characteristics of spent mushroom(*Pleurotus ryngii*, *Pleurotus osteratus* and *Annullina velutipes*) substrates according to mushroom species and cultivation types", J. Anim. Sci & Technol., 49(1), pp. 79~88. (2007).
16. Park, W. G., "Characteristics and agricultural utilization of organic resources in rural areas", Research Report, National Institute of Agricultural Science. (2013).
17. Shin, K. S., Kim, C. H., Lee, S. E. and Yoon, Y. M., "Biochemical methane potential of agricultural by-product in greenhouse vegetable crops", Korean J. Soil Sci. Fert., 44(6), pp. 1252~1257. (2011).
18. Kim, D. G., "Development of soil management technology using garden by-products applied to northern temperate zones", Research Report, Gyeonggi-do Agricultural Research & Extension Services. (2019).
19. NIAS, Korean standard feed ingredients, Rural

- Development Administration. (2017).
20. Lim, D. G., “Current Status and Prospect of By-Product Fertilizer”, Soil & Fertilizer., 2, pp. 28~66. (2000).
21. Yoon, Y. M., Seo, D. S., Kang, C. Y., Kim, W. T. and Choi. J. Y., “Current status and development direction of recycling technology for organic waste resources”, Research Report 833, Korea Rural Economic Institute. (2017).