

PART
II

식물성 원료 및 단백질의 이해

1. 식물성 단백질 원료(1차 원료)
2. 식물성 단백질(2차 원료)

II

식물성 원료 및 단백질의 이해

1. 식물성 단백질 원료(1차 원료)

1. 개요

시판되거나 연구 중인 식물성 대체육의 주요 원료는 대부분 대두 단백질과 밀글루텐이며 이외에도 완두 단백질, 땅콩 단백질, 쌀 단백질 등이 사용된다.

영양학적 측면에서, 모든 식물성 단백질들은 육류대용으로서의 가치를 가지고 있다. 그러나, 가공적 특성을 고려할 때 식물성 대체육의 원료로 활용될 수 있는 종류는 제한적이다.

식물성 대체육은 동물성 단백질 섭취 없이도 인체에 필요한 영양소를 공급하는 것이 중요하다. 현재 시판되고 있는 식물성 대체육은 단백질 함량이 가장 높고 견과류에서 추출한 식물성 대체육 이외에는 지방과 포화지방산의 함량이 비교적 낮은 것으로 나타났다.¹¹⁾

또한 대두 단백질의 경우 [표7]의 식품별 단백질 소화율 보정 아미노산 점수(PDCASS)* 비교시 농축 대두단백이 0.99, 분리대두단백이 0.92로 0.92인 쇠고기와 동일하거나 더 좋은 값을 보이고 있다.¹²⁾

* 사람에게 필요한 아미노산과 이를 인체에서 소화, 흡수하는 능력에 기초하여 단백질의 품질을 평가하는 방법이며, 수치가 1인 단백질은 완벽히 섭취, 소화할 수 있어 완전단백질로 불리며 수치가 1보다 낮을 경우 먹은 양의 일부만 이용하고 나머지는 배출된다.(Protein—which is best?. Journal of sports science & medicine, Hoffman, Falvo (2004))

이에 비해 완두 콩가루, 강낭콩, 압착 귀리, 밀 글루텐 등의 식물성 단백질의 PDCASS 지수가 전반적으로 낮은 값을 보이므로 두류의 경우 식물성 대체육을 만들기 위해 식물성 단백질을 분리 정제한 후 농축 과정을 거쳐 농축대두단백 또는 분리대두단백으로 제조하는 단계를 거친다.

11) 한국농수산식품유통공사, 2021 가공식품 세분시장 현황(비건식품) (2022)

12) 농림식품기술기획평가원, [농식품 R&D] 대체육 글로벌 동향 (2021)

[표7] 식품별 PDCASS 지수

PDCASS지수			
농축대두단백	0.99	완두콩	0.69
분리대두단백	0.92	강낭콩	0.68
계란흰자	1.00	압착귀리	0.57
쇠고기	0.92	밀글루텐	0.25

출처: FAO (1990)

[표8] 세계 주요 식물성 대체식품 기업의 주요 단백질 원료


기업명	국가	원료
비온드미트	미국	완두, 녹두, 파바콩, 현미
굿캐치	미국	대두, 완두, 렌틸콩, 병아리콩
말로우 푸드	영국	곰팡이에서 추출한 마이코프로테인
오돈텔라	프랑스	미역 등갈조류, 완두

출처: (주)비티타임즈, 국내외 대체식품 관련 산업분석보고서 (2021)

2. 식물성 단백질 원료별 특징 ^{13)*}

1) 두류

(1) 대두


구분	분류	내용			
일반 사항	한글명(영문명)	대두(Soybean)		 <p>출처: NAVER 지식백과</p>	
	학명	Glycine max (L.) Merr.			
	특징	- 두류 중 가장 높은 단백질 함량을 가지고 있어, 다양한 가공식품(두부, 된장, 간장 등)에 활용됨 - 미네랄, 비타민, 식이섬유 등의 영양소와 풍부한 불포화지방산을 함유하고 있어 영양학적 가치가 우수함			
주요성분 (100g당)	탄수화물	32.9 g			
	지방	14.7 g			
	단백질	36.21 g			
	열량	409 kcal			
	수분	11.2 g			
	기타 성분	비타민	함량	무기질	함량
	비타민A	1.00 µg	칼슘	260.00 mg	
	티아민(B1)	0.55 mg	철분	6.66 mg	
	리보플라빈(B2)	0.38 mg	마그네슘	256.00 mg	
	나이아신(B3)	8.36 mg	망간	3.73 mg	
	비타민B6	(측정치 없음)	인	660.00 mg	
	엽산(B9)	180 µg DFE*	칼륨	1,838.00 mg	
	비타민C	3.27 mg	나트륨	2.00 mg	
	비타민E	2.79 mg	아연	4.32 mg	
	비타민K	22.73 µg			
기타	*DFE란 식이섭취상당량(Dietary Folate Equivalent)을 말하며 엽산은 체내 이용률에 차이가 있어서 이를 고려한 DFE로 섭취기준을 정함 - 가공 특성(수용성, 기포형성능, 유화능, 겔화능 등)이 우수하여 대체육 원료로 활용되기 매우 적합함 ¹⁴⁾ - 8대 식품 알레르기 항원에 속한다는 단점이 있으며, 대두에 다량 함유된 이소플라본(Isoflavone)은 여성호르몬 에스트로겐(Estrogen)과 유사한 분자 구조와 효능을 가지고 있으므로 남성이 다량 섭취 시에는 문제가 될 수 있음 - 유전자 재조합 식품(Genetically Modified Organism, GMO)일 가능성이 존재함				

13) 식품영양성분 데이터베이스, 식품의약품안전처

14) Cho, S. Y., & Ryu, G. H. (2021). Perspective and manufacturing characteristics of meat analog using extrusion cooking process. 축산식품과학과 산업, 10(1), 22-30.

* 원료 주요성분은 모두 식품의약품안전처의 식품영양성분 데이터베이스를 바탕으로 작성됨.

(2) 녹두

구분	분류	내용			
일반 사항	한글명(영문명)	녹두(말린 것)(Mung bean)		 <p>출처: NAVER 지식백과</p>	
	학명	<i>Vigna radiata</i> (L.) R.Wilczek			
	특징	<ul style="list-style-type: none"> - 전세계에서 광범위하게 사용되는 대두와 달리 녹두는 주로 아시아 지역에서 활용 빈도가 높은 원료임 - 국내에서는 대두 다음으로 수요가 많음 - 높은 탄수화물 및 단백질 함량으로 인하여 다양한 가공식품(묵, 당면, 떡, 죽, 빈대떡 등)의 원료로 활용됨 			
주요성분 (100g당)	탄수화물	60.2 g			
	지방	1.5 g			
	단백질	24.5 g			
	열량	352 kcal			
	수분	9.4 g			
	기타 성분	비타민	함량	무기질	함량
		비타민A	20 µg	칼슘	100 mg
		티아민(B1)	0.156 mg	철분	4.11 mg
		리보플라빈(B2)	0.358 mg	마그네슘	174 mg
		나이아신(B3)	1.634 mg	망간	1.074 mg
비타민B6		(측정치 없음)	인	441 mg	
엽산(B9)		428 µg DFE	칼륨	1420 mg	
비타민C		5.29 mg	나트륨	1 mg	
비타민E		0.92 mg	아연	2.79 mg	
비타민K	63.35 µg				
기타	<ul style="list-style-type: none"> - 최근 압출성형을 통한 식물성 대체육의 제조에 활용되고 있으며, 그 적합성이 확인되었음 - 알레르기 유발 성분이 적을 뿐만 아니라 항알레르기성을 갖고 있기 때문에 안전성이 매우 우수함. 따라서, 이유식의 단백질 보충제로 사용되기도 함 - 다른 두류 단백질에 비해 소화율이 우수함 				

(3) 완두

구분	분류	내용			
일반 사항	한글명(영문명)	완두(Pea)		 <p>출처: NAVER 지식백과</p>	
	학명	<i>Pisum sativum</i> L.			
	특징	<ul style="list-style-type: none"> - 주로 빵과자류의 양금이나 떡의 고물로 사용됨. 가정에서는 밥과 함께 지어먹는 것이 일반적임 - 대두와는 달리 알레르기 항원이 없어 안전하다는 장점이 있음 - 대두에 비해 지방 함량이 낮아 담백한 맛을 가짐 			
주요성분 (100g당)	탄수화물	19.5 g			
	지방	0.4 g			
	단백질	7.9 g			
	열량	114 kcal			
	수분	71 g			
	기타 성분	비타민	함량	무기질	함량
		비타민A	32 µg	칼슘	36 mg
		티아민(B1)	0.186 mg	철분	2.08 mg
		리보플라빈(B2)	0.141 mg	마그네슘	45 mg
		나이아신(B3)	2.946 mg	망간	1.136 mg
비타민B6		(측정치 없음)	인	174 mg	
엽산(B9)		79 µg DFE	칼륨	356 mg	
비타민C		11.9 mg	나트륨	0 mg	
비타민E		0.08 mg	아연	1.46 mg	
비타민K	3 µg				
기타	<ul style="list-style-type: none"> - GMO일 확률이 희박하므로 바이오 안전성이 우수함 - 대두를 제외한 두류들 중에서 가장 우수한 가공특성을 지니며, 여러가지 가공 식품의 원료로 활용됨 - 식물성 대체육 제조 시 대두 다음으로 가장 많이 활용되는 단백질 원료임 				

(4) 렌틸콩

구분	분류	내용			
일반 사항	한글명(영문명)	렌틸콩(Lentil)		 <p>출처: NAVER 지식백과</p>	
	학명	<i>Lens culinaris</i> Medik.			
	특징	<ul style="list-style-type: none"> - 양면이 볼록한 렌즈 모양을 하고 있어 렌즈콩이라고도 불림 - 노란색, 갈색, 붉은색, 검은색 등 다양한 품종이 존재함 - 탈피하여 건조한 상태로 유통되는 것이 일반적임 - 아시아 지역 보다는 주로 터키, 아랍, 아프리카 등지에서 주로 소비됨 			
주요성분 (100g당)	탄수화물	65.4 g			
	지방	1.4 g			
	단백질	21.0 g			
	열량	359 kcal			
	수분	9.6 g			
	기타 성분	비타민	함량	무기질	함량
		비타민A	2 µg	칼슘	72 mg
		티아민(B1)	0.193 mg	철분	7.17 mg
		리보플라빈(B2)	0.262 mg	마그네슘	106 mg
		나이아신(B3)	1.605 mg	망간	1.218 mg
비타민B6		(측정치 없음)	인	384 mg	
엽산(B9)		96 µg DFE	칼륨	943 mg	
비타민C		0 mg	나트륨	0 mg	
비타민E		0.32 mg	아연	3.1 mg	
비타민K	(측정치 없음)				
기타	<ul style="list-style-type: none"> - 대두를 제외한 두류 중에서 가장 높은 단백질 함량을 지님 - 최근 연구에 따르면, 식물성 대체육 제조 시 렌틸콩 단백질이 대두 단백을 대안 하여 주요 단백질 원료로 활용될 수 있음이 밝혀짐¹⁵⁾ 				

15) Dogan, H., Gueven, A., & Hicsasmaz, Z. (2013). Extrusion cooking of lentil flour (Lens culinaris-Red)-corn starch-corn oil mixtures. International journal of food properties, 16(2), 341-358.

(5) 병아리콩

구분	분류	내용			
일반 사항	한글명(영문명)	병아리콩(Chick Peas)		 출처: NAVER 지식백과	
	학명	<i>Cicer arietinum</i> L.			
	특징	- '이집트콩'이라는 명칭으로도 불리며, 다른 콩류와 달리 콩 특유의 비린내 없이 고소한 맛이 우수하며, 밤과 땅콩의 중간 정도의 맛을 지니고 있는 것으로 알려져 있음 ¹⁶⁾ - 쌀과 함께 밥을 지어 먹거나 푹 삶아 으깨어 소스, 수프, 스투 등을 만들어 먹음			
주요성분 (100g당)	탄수화물	63.1 g			
	지방	1.4 g			
	단백질	17.3 g			
	열량	373 kcal			
	수분	10.8 g			
	기타 성분	비타민	함량	무기질	함량
		비타민A	2 µg	칼슘	153 mg
		티아민(B1)	0.646 mg	철분	4.74 mg
		리보플라빈(B2)	0.124 mg	마그네슘	135 mg
		나이아신(B3)	1.423 mg	망간	2.061 mg
비타민B6		(측정치 없음)	인	367 mg	
엽산(B9)		201 µg DFE	칼륨	1085 mg	
비타민C		0 mg	나트륨	5 mg	
비타민E		0.83 mg	아연	3.23 mg	
비타민K	(측정치 없음)				
기타	- 높은 단백질 생체 이용률과 활성 물질 함량, 균형 잡힌 아미노산 구성으로 인해 우수한 식이 단백질 공급원으로 간주됨 ¹⁷⁾ - 육류가공품의 증량제로 사용될 시 보수력(Water holding capacity), 다즙성, 탄성 등과 같은 제품의 품질 특성에 긍정적인 영향을 미침 ¹⁸⁾ - 식물성 대체육 제조 시 대두 단백을 대신하여 주요 단백질 원료로 사용이 가능함				

16) <https://kiss.kstudy.com/Detail/Ar?key=3588394>

17) <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1541-4337.12878>

18) Kasaiyan, S. A., Caro, I., Ramos, D. D., Salvá, B. K., Carhuallanqui, A., Dehnavi, M., & Mateo, J. (2023). Effects of the use of raw or cooked chickpeas and the sausage cooking time on the quality of a lamb-meat, olive-oil emulsion-type sausage. *Meat Science*, 202, 109217.

2) 견과류 및 종실류

(1) 땅콩


구분	분류	내용				
일반 사항	한글명(영문명)	땅콩(Peanut)		 <p>출처: NAVER 지식백과</p>		
	학명	<i>Arachis hypogaea</i> L.				
	특징	<ul style="list-style-type: none"> - 지방 함량이 높기 때문에 유지작물로 분류하여 재배됨 - 높은 지방 함량만큼 단백질도 풍부하게 포함하고 있는 고단백 식품임 - 땅콩에 함유되어 있는 높은 불포화 지방산은 혈중 저밀도 지질단백질 및 콜레스테롤 함량을 낮춰주어, 섭취 시 심혈관 질환의 위험을 예방하는 것으로 보고되어 있음¹⁹⁾ 				
주요성분 (100g 당)	탄수화물	18.4 g				
	지방	42.6 g				
	단백질	25.7 g				
	열량	520 kcal				
	수분	10.8 g				
	기타 성분	비타민		함량	무기질	함량
		비타민A		0 µg	칼슘	67 mg
		티아민(B1)		0.389 mg	철분	3.07 mg
		리보플라빈(B2)		0.212 mg	마그네슘	182 mg
		나이아신(B3)		10.514 mg	망간	1.594 mg
비타민B6		(측정치 없음)	인	425 mg		
엽산(B9)		89 µg DFE	칼륨	746 mg		
비타민C		0 mg	나트륨	0 mg		
비타민E		11.65 mg	아연	3.38 mg		
비타민K		0 µg				
기타	<ul style="list-style-type: none"> - 단백질 함량보다 지방 함량이 더 높으므로 식물성 대체육 제조에 활용하기 위해서는 반드시 탈지 공정을 거친 후 사용해야 함 - 고수분 식물성 대체육의 주원료로 땅콩 단백질을 사용할 시에, 트랜스글루타미나아제(Transglutaminase, 식품의약품안전처의 식품 및 식품첨가물공전에 의해 식품첨가물로 분류됨)라는 효소를 첨가할 경우, 땅콩 단백질 분자 사이의 가교 결합을 촉진하여 우수한 섬유 구조를 갖는 제품을 생산할 수 있는 것으로 보고되어 있음²⁰⁾ 					

19) <http://medicinalcrop.org/xml/23229/23229.pdf>

20) <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X20308663>


3) 곡류

(1) 쌀

구분	분류	내용			
일반 사항	한글명(영문명)	쌀(Rice)		 <p>출처: NAVER 지식백과</p>	
	학명	<i>Oryza sativa</i> L.			
	특징	<ul style="list-style-type: none"> - 밀과 함께 세계 2대 식량 작물로 간주됨 - 도정 방법에 따라 벼의 낱알에서 왕겨만 벗겨낸 현미, 쌀눈까지 깎아낸 백미, 쌀눈을 최대한 남긴 배아미 등으로 구분됨 - 전분 중 아밀로펙틴의 함량에 따라 아밀로펙틴이 상대적으로 적게 함유된 멥쌀과 아밀로펙틴이 많이 함유된 찰쌀로 구분됨 			
주요 성분 (100g 당)	탄수화물	78.7 g			
	지방	1.1 g			
	단백질	6.8 g			
	열량	366 kca			
	수분	13.0 g			
	기타 성분	비타민	함량	무기질	함량
		비타민A	0 µg	칼슘	7 mg
		티아민(B1)	0.099 mg	철분	0.24 mg
		리보플라빈(B2)	0.028 mg	마그네슘	30 mg
		나이아신(B3)	1.059 mg	망간	0.881 mg
비타민B6		0.169 mg	인	101 mg	
엽산(B9)		16 µg DFE	칼륨	88 mg	
비타민C		0 mg	나트륨	2 mg	
비타민E		0.41 mg	아연	1.86 mg	
비타민K	0 µg				
기타	<ul style="list-style-type: none"> - 쌀 단백질의 가공 특성은 대두 단백질보다 떨어지기 때문에, 식물성 대체육 제조 시 단독 주요 단백질로 활용하기 위해서는 최적 공정 조건 및 부원료 설정이 중요함 - 대두 단백질의 제한 아미노산은 메티오닌이며, 쌀 단백질의 제한 아미노산은 류신임. 그러나, 쌀 단백질에는 메티오닌이, 대두 단백질에는 류신이 풍부하므로, 이 두 단백질을 혼합하여 사용할 경우, 서로 부족한 아미노산을 상호 보완할 수 있음²¹⁾ 				

21) <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002364382102209X>

(2) 밀

구분	분류	내용				
일반 사항	한글명(영문명)	밀(Wheat)		 <p>출처: NAVER 지식백과</p>		
	학명	<i>Triticum aestivum</i> L.				
	특징	<ul style="list-style-type: none"> - 쌀과 함께 세계 2대 식량 작물로 간주됨 - 글루텐 함량이 높아 제품에 탄력성을 부여하는 성질이 우수함 - 세계 생산량 중 90% 이상이 제분되어 제면·제빵·제과용으로 사용됨 				
주요성분 (100g 당)	탄수화물	75.8 g				
	지방	1.0 g				
	단백질	10.6g				
	열량	333 kcal				
	수분	10.6 g				
	기타 성분	비타민		함량	무기질	함량
		비타민A		0 µg	칼슘	52 mg
티아민(B1)		0.43 mg	철분	4.7 mg		
리보플라빈(B2)		0.12 mg	마그네슘	(측정치 없음)		
나이아신(B3)		2.4 mg	망간	(측정치 없음)		
비타민B6		(측정치 없음)	인	254 mg		
엽산(B9)		(측정치 없음)	칼륨	538 mg		
비타민C		0 mg	나트륨	17 mg		
비타민E		(측정치 없음)	아연	(측정치 없음)		
비타민K		(측정치 없음)				
기타	<ul style="list-style-type: none"> - 식물성 대체육 제조 시 가장 많이 사용되는 단백질계 부원료로, 제품에 탄성과 씹힘성을 부여할 수 있음 - 최근 연구를 통해 다른 식물성 단백질 원료 없이 밀 글루텐만을 사용하여 식물성 대체육을 제조할 수 있음이 확인됨²²⁾ - 저수분 식물성 대체육에서는 다공성 구조의 형성을, 고수분 식물성 대체육에서는 섬유 구조의 형성을 촉진함²³⁾ - 한국을 포함한 아시아 지역에서는 매우 희귀하지만 서구에서는 매우 흔한 질병인 셀리아병(Celiac disease)의 원인 물질임 따라서, 최근에는 글루텐을 첨가하지 않은 글루텐 프리(Gluten-free) 식물성 대체육 개발이 진행되는 추세임 					

22) <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X22002144>

23) Kyriakopoulou, K., Keppler, J. K., & van der Goot, A. J. (2021). Functionality of ingredients and additives in plant-based meat analogues. *Foods*, 10(3), 600.

(3) 귀리

구분	분류	내용			
일반 사항	한글명(영문명)	귀리(Oat)		 <p>출처: NAVER 지식백과</p>	
	학명	<i>Avena sativa</i> L.			
	특징	<ul style="list-style-type: none"> - 귀리의 원산지는 중앙아시아이지만, 현재는 아시아보다 서양에서 많이 소비되고 있음 - 전 세계 생산량 중 5%만이 식용으로 쓰이고 나머지 95%는 사료로 이용되는 것으로 알려져 있음 - 귀리에 풍부하게 포함되어 있는 베타글루칸(β-glucan) 성분은 우리 몸속에서 숙변을 제거하고 장내 노폐물을 배출시키는 효능이 있어 다이어트에도 효과적임 			
주요성분 (100g 당)	탄수화물	66.6 g			
	지방	8.9 g			
	단백질	11.14 g			
	열량	388 kcal			
	수분	111.6 g			
	기타 성분	비타민	함량	무기질	함량
		비타민A	0 μ g	칼슘	61 mg
		티아민(B1)	0.467 mg	철분	4.31 mg
		리보플라빈(B2)	0.054 mg	마그네슘	138 mg
		나이아신(B3)	1.194 mg	망간	6.544 mg
비타민B6		0.224 mg	인	97 mg	
엽산(B9)		71 μ g DFE	칼륨	405 mg	
비타민C		0 mg	나트륨	1 mg	
비타민E		0.35 mg	아연	3.08 mg	
비타민K	0 μ g				
기타	<ul style="list-style-type: none"> - 귀리 가루는 다른 곡류에 비해 지방이 높기 때문에 압출성형 시 팽화율이 작고 기계적 에너지 투입량이 적음. 또한 조직감도 전체적으로 전단력이나 파괴력이 높아 식물성 대체육 주원료로 사용하기에 질길 수 있음.²⁴⁾ 				

24) 조선영, 정다혜, & 류기형. (2017). 압출성형 공정변수가 갈색거저리 애벌레 (mealworm) 첨가 쌀 팽화 스낵의 이화학적 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 49(4), 444-452.

(4) 퀴노아


구분	분류	내용			
일반 사항	한글명(영문명)	퀴노아(Quinoa)		 <p>출처: NAVER 지식백과</p>	
	학명	<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.			
	특징	- 약 3,000~5,000여 년 전부터 재배되기 시작한 고대 작물 중 하나로 영양성분이 매우 우수한 슈퍼푸드(superfood)에 속함 ²⁵⁾ - 종자류에 속하나, 그 형태와 맛이 곡물과 비슷하여 유사곡물로 취급됨 ²⁶⁾			
주요성분 (100g 당)	탄수화물	72.6 g			
	지방	3.3 g			
	단백질	9.6 g			
	열량	363kcal			
	수분	12.5 g			
	기타 성분	비타민	함량	무기질	함량
		비타민A	0 µg	칼슘	63 mg
		티아민(B1)	0.953 mg	철분	3.54 mg
		리보플라빈(B2)	0.219 mg	마그네슘	143 mg
		나이아신(B3)	1.989 mg	망간	2.253 mg
비타민B6		(측정치 없음)	인	308 mg	
엽산(B9)		105 µg DFE	칼륨	645 mg	
비타민C		1.23 mg	나트륨	0 mg	
비타민E		0.26 mg	아연	2.11 mg	
비타민K	0 µg				
기타	- 쇠고기와 비슷한 높은 단백질 생물학적 가치를 지니고 있음 - 페이스트 제작 시 다른 분자의 산화를 지연시키거나 억제할 수 있어 제품의 안정성이 증가함. 또한 지방을 대안해 지방 함량을 감소시키고, 경도와 점착성이 증가함				

25) <https://koreascience.kr/article/JAKO201809253685255.page>

26) <https://kiss.kstudy.com/Detail/Ar?key=3596587>


4) 버섯류

(1) 큰느타리버섯

구분	분류	내용			
일반 사항	한글명(영문명)	큰느타리버섯 (King oyster mushroom)		 <p>출처: NAVER 지식백과</p>	
	학명	<i>Pleurotus eryngii</i>			
	특징	<ul style="list-style-type: none"> - 국내에 송이버섯의 대체제로 들어왔기 때문에 '새송이버섯'이라는 명칭이 붙음 - 느타리버섯속에 속하나, 일반적인 느타리버섯과 비교했을 때 밀둥이 더 굵고 깊. 또한, 다른 버섯류보다 수분 함량이 적다는 특성이 있음²⁷⁾ - 치밀한 섬유 구조로 인해 조직감이 단단하고, 탄력이 있으며, 쫄깃함 			
주요성분 (100g 당)	탄수화물	6.54 g			
	지방	0.23 g			
	단백질	2.92 g			
	열량	20 kcal			
	수분	89.60 g			
	기타 성분	비타민	함량	무기질	함량
		비타민A	0 µg	칼슘	1 mg
		티아민(B1)	0.049 mg	철분	0.36 mg
		리보플라빈(B2)	0.229 mg	마그네슘	13 mg
		나이아신(B3)	5.261 mg	망간	0.083 mg
비타민B6		0.142 mg	인	93 mg	
엽산(B9)		53 µg DFE	칼륨	307 mg	
비타민C		0 mg	나트륨	6 mg	
비타민E		0 mg	아연	0.91 mg	
비타민K	0 µg				
기타	큰느타리버섯을 포함한 모든 버섯류들은 원물 그 자체로도 외형 및 식감 면에서 실제육과 유사한 특성을 갖고 있음. 따라서, 버섯류는 단백질 성분만을 추출하기 보다는 원물 상태로 식물성 대체육 제조에 활용되는 경우가 더 많음				

27) <https://www.britannica.com/science/king-oyster-mushroom>

(2) 느타리버섯

구분	분류	내용																																								
일반 사항	한글명(영문명)	느타리버섯(Oyster mushroom)		 <p>출처: NAVER 지식백과</p>																																						
	학명	<i>Pleurotus ostreatus</i>																																								
	특징	-대한민국에서 가장 많이 재배되는 버섯임 -갓의 모양과 색이 굴을 닮았다 하여 해외에서는 굴 버섯의 의미를 갖는 'oyster mushroom'이라 지칭함																																								
주요성분 (100g당)	탄수화물	4.7 g																																								
	지방	0.14 g																																								
	단백질	2.6 g																																								
	열량	15 kcal																																								
	수분	91.9 g																																								
	기타 성분		<table border="1"> <thead> <tr> <th>비타민</th> <th>함량</th> <th>무기질</th> <th>함량</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>비타민A</td> <td>0 µg</td> <td>칼슘</td> <td>0 mg</td> </tr> <tr> <td>티아민(B1)</td> <td>0.134 mg</td> <td>철분</td> <td>0.78 mg</td> </tr> <tr> <td>리보플라빈(B2)</td> <td>0.15 mg</td> <td>마그네슘</td> <td>14 mg</td> </tr> <tr> <td>나이아신(B3)</td> <td>5.127 mg</td> <td>망간</td> <td>0.07 mg</td> </tr> <tr> <td>비타민B6</td> <td>0.18 mg</td> <td>인</td> <td>100 mg</td> </tr> <tr> <td>엽산(B9)</td> <td>68 µg DFE</td> <td>칼륨</td> <td>256 mg</td> </tr> <tr> <td>비타민C</td> <td>0.21 mg</td> <td>나트륨</td> <td>2 mg</td> </tr> <tr> <td>비타민E</td> <td>0.03 mg</td> <td>아연</td> <td>0.81 mg</td> </tr> <tr> <td>비타민K</td> <td>0 µg</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	비타민	함량	무기질	함량	비타민A	0 µg	칼슘	0 mg	티아민(B1)	0.134 mg	철분	0.78 mg	리보플라빈(B2)	0.15 mg	마그네슘	14 mg	나이아신(B3)	5.127 mg	망간	0.07 mg	비타민B6	0.18 mg	인	100 mg	엽산(B9)	68 µg DFE	칼륨	256 mg	비타민C	0.21 mg	나트륨	2 mg	비타민E	0.03 mg	아연	0.81 mg	비타민K	0 µg	
비타민	함량	무기질	함량																																							
비타민A	0 µg	칼슘	0 mg																																							
티아민(B1)	0.134 mg	철분	0.78 mg																																							
리보플라빈(B2)	0.15 mg	마그네슘	14 mg																																							
나이아신(B3)	5.127 mg	망간	0.07 mg																																							
비타민B6	0.18 mg	인	100 mg																																							
엽산(B9)	68 µg DFE	칼륨	256 mg																																							
비타민C	0.21 mg	나트륨	2 mg																																							
비타민E	0.03 mg	아연	0.81 mg																																							
비타민K	0 µg																																									
기타	-대두 단백질 기반의 고수분 식물성 대체육 제조 시에 느타리버섯(건조 분말)을 부원료로 첨가할 경우, 느타리버섯 함량이 증가함에 따라 경도, 탄성, 씹힘성 등의 물리적 특성과 조직잔사지수*가 증가하였음 ²⁸⁾ -대두 단백질 기반의 저수분 식물성 대체육 제조 시에 느타리버섯(생으로 잘게 다진 것)을 첨가할 경우, 제품의 팽창률과 겉보기 밀도가 크게 감소하지만 수분함량과 수분흡수 지수는 증가하는 것으로 나타남 ²⁹⁾ *조직 잔사 지수: 압출 식물성 대체육 시료의 조직화 구조의 무결성을 나타내는 수치로, 높을수록 조직화 구조가 안정하다고 평가됨 ³⁰⁾																																									

28) 조선영, & 류기형. (2020). 버섯 첨가가 압출형성 대체육의 품질 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 52(4), 357-362.

29) <https://www.mdpi.com/2304-8158/9/8/1023>


30) https://www.dbpia.co.kr/pdf/pdfView.do?nodeId=NODE09871455&googleIPSandBox=false&mark=0&ipRange=false&b2cLoginYN=false&isPDFSizeAllowed=true&accessgl=Y&language=ko_KR&hasTopBanner=true

(3) 양송이버섯

구분	분류	내용				
일반 사항	한글명(영문명)	양송이버섯(White button mushroom)		 <p>출처: NAVER 지식백과</p>		
	학명	<i>Agaricus bisporus</i>				
	특징	- 국내에서는 느타리버섯과 팽이버섯 다음으로 많이 생산되고 있는 버섯임 ³¹⁾ - 특유의 맛과 식감으로 서양에서 굉장히 인기가 많음				
주요성분 (100g 당)	탄수화물	3.89 g				
	지방	0.23 g				
	단백질	3.12 g				
	열량	15 kcal				
	수분	91.9 g				
	기타성분	비타민	함량	무기질	함량	
		비타민A	0 µg	칼슘	2 mg	
		티아민(B1)	0.057 mg	철분	0.62 mg	
		리보플라빈(B2)	0.349 mg	마그네슘	11 mg	
		나이아신(B3)	3.404 mg	망간	0.054 mg	
비타민B6		0.091 mg	인	106 mg		
엽산(B9)		36 µg DFE	칼륨	382 mg		
비타민C		0 mg	나트륨	5 mg		
비타민E		0 mg	아연	0.58 mg		
비타민K	0 µg					
기타	- 양송이 분말 첨가 시, 성형물의 길이, 수분 흡착 지수, 밀도가 증가함. 불수용성 섬유소가 증가해 식이섬유가 증가함. 반면 수분 함유량, 전분 젤화 정도와 소화율은 감소함					

31) https://www.dbpia.co.kr/pdf/pdfView.do?nodeId=NODE07461015&googleIPSandBox=false&mark=0&ipRange=false&b2cLoginYN=false&isPDFSizeAllowed=true&accessgl=Y&language=ko_KR&hasTopBanner=true

(4) 표고버섯

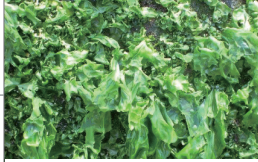
구분	분류	내용			
일반 사항	한글명(영문명)	표고버섯(Shiitake mushroom)		 <p>출처: NAVER 지식백과</p>	
	학명	<i>Lentinula edodes</i>			
	특징	<p>- 표고버섯에 포함되어 있는 구아닐산, 아데닐산, 글루타민산 등의 유리 아미노산은 표고버섯 특유의 감칠맛을 냄³²⁾ 따라서, 이를 건조하여 분말화한 것은 조미료로 활용되기도 함</p> <p>- 국내에서 생산액이 가장 큰 버섯으로, 새송이버섯보다 생산량은 적지만 가격이 더 비싸므로 가장 높은 생산액을 차지함</p>			
주요성분 (100g당)	탄수화물	3.89 g			
	지방	0.23 g			
	단백질	3.9 g			
	열량	31 kcal			
	수분	84 g			
	기타 성분	비타민	함량	무기질	함량
		비타민A	0 µg	칼슘	5 mg
		티아민(B1)	0.08 mg	철분	0.51 mg
		리보플라빈(B2)	0.241 mg	마그네슘	20 mg
		나이아신(B3)	2.331 mg	망간	0.273 mg
비타민B6		0.207 mg	인	95 mg	
엽산(B9)		23 µg DFE	칼륨	358 mg	
비타민C		0.12 mg	나트륨	3 mg	
비타민E		0 mg	아연	1.18 mg	
비타민K	0 µg				
기타	<p>- 표고버섯 분말 첨가 시, 성형물의 길이, 수분 흡수 지수, 밀도가 증가하고, 불수용성 섬유소와 식이 섬유가 증가함. 반면 수분 함유량, 전분 젤화 정도와 소화율은 감소하는 경향을 보임.³³⁾</p>				

32) <http://www.easdl.org/xml/24124/24124.pdf>

33) International Journal of Food Science & Technology, (2020), 118, Xikun Lu et al

5) 해조류

(1) 미역

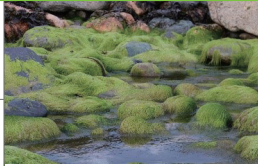
구분	분류	내용			
일반 사항	한글명(영문명)	미역(sea mustard)		 <p>출처: NAVER 지식백과</p>	
	학명	<i>Undaria pinnatifida</i>			
	특징	- 대한민국에서 가장 대중적인 해조류임. 값이 싸고 건조 시 무게가 많이 빠져 유통, 운송이 간편함. 사진과 영양성분은 말린 미역을 사용.			
주요성분 (100g당)	탄수화물	43.65 g			
	지방	4.83 g			
	단백질	20.31 g			
	열량	150 kcal			
	수분	14.8 g			
	기타 성분	비타민	함량	무기질	함량
		비타민A	515 µg	칼슘	1109 mg
		티아민(B1)	0 mg	철분	6.1 mg
		리보플라빈(B2)	0.101 mg	마그네슘	901 mg
		나이아신(B3)	3.8 mg	망간	901 mg
비타민B6		(측정치 없음)	인	355 mg	
엽산(B9)		283 µg DFE	칼륨	432 mg	
비타민C		0 mg	나트륨	7535 mg	
비타민E		1.03 mg	아연	2.97 mg	
비타민K	1542.68 µg				
기타	- 식물성 대체육 제조 시에 미역을 첨가할 경우, 첨가 함량에 비례하여 밀도가 증가함				

(2) 가시파래

구분	분류	내용			
일반 사항	한글명(영문명)	가시파래(Ulva prolifera)		 <p>출처: NAVER 지식백과</p>	
	학명	<i>Ulva prolifera</i>			
	특징	- 감태라는 이름으로 유통되기 때문에 사람들이 잘못 알고 있는 경우가 많음. 실제 감태와는 다른 조류. 사진과 영양성분은 말린 감태를 사용.			
주요성분 (100g당)	탄수화물	46.5 g			
	지방	0.7 g			
	단백질	20 g			
	열량	136 kcal			
	수분	12.8 g			
	기타 성분	비타민	함량	무기질	함량
		비타민A	173 µg	칼슘	646 mg
		티아민(B1)	0.29 mg	철분	37.2 mg
		리보플라빈(B2)	1.34 mg	마그네슘	(측정치 없음)
		나이아신(B3)	4 mg	망간	(측정치 없음)
비타민B6		(측정치 없음)	인	274 mg	
엽산(B9)		(측정치 없음)	칼륨	370 mg	
비타민C		36 mg	나트륨	110 mg	
비타민E			아연	(측정치 없음)	
비타민K					
기타	- 1%만 첨가해도 감태 향이 살아있음. 감태 첨가량이 증가할수록 수분 함량, 팽화율, 밀도가 증가함. 감태의 향미 때문에 대체육보다 과자에 적합함 ³⁴⁾				


34) KR910009593B1, (2015)

(3) 매생이

구분	분류	내용			
일반 사항	한글명(영문명)	매생이 (Seaweed fulvescens)		 <p>출처: NAVER 지식백과</p>	
	학명	<i>Capsosiphon fulvescens</i>			
	특징	- 섭취 : 국으로 끓이거나 참기름을 넣어 무쳐 먹기도 하며, 밀가루로 반죽한 후 전으로 요리해 먹는다. - 효능 : 식이섬유가 풍부하여 독소 배출에 도움이 되고, 변비 예방에 효과적이다			
주요성분 (100g당)	탄수화물	8.19 g			
	지방	3.29 g			
	단백질	3.88 g			
	열량	39 kcal			
	수분	84.3 g			
	기타 성분	비타민	함량	무기질	함량
		비타민A	(측정치 없음)	칼슘	91 mg
		티아민(B1)	0	철분	18.3 mg
		리보플라빈(B2)	0.03 mg	마그네슘	40 mg
		나이아신(B3)	(측정치 없음)	망간	(측정치 없음)
비타민B6		(측정치 없음)	인	97 mg	
엽산(B9)		71 µg DFE	칼륨	263 mg	
비타민C		0 mg	나트륨	104 mg	
비타민E		0.35 mg	아연	1.01 mg	
비타민K	(측정치 없음)				
기타	- 필수아미노산이 다른 해조류에 비해 높고, 셀레늄 등의 무기질을 함유해 영양학적으로 우수함. - ω-3계열의 지방산이 대부분을 차지하고 있어 현대인들의 건강에 좋음. ³⁵⁾				

35) 양호철, 정경모, 강광성, 송병준, 임현철, 나환식, ... & 허남철. (2005). 매생이 (*Capsosiphon fulvescens*) 의 이화학적 성분. 한국식품과학회지, 37(6), 912-917.

(4) 김

구분	분류	내용			
일반 사항	한글명(영문명)	김 (Laver)		 <p>출처: NAVER 지식백과</p>	
	학명	<i>Pyropia tenera</i>			
	특징	<ul style="list-style-type: none"> - 섭취: 마른 김을 약한 불에 살짝 구워 양념간장과 함께 먹거나, 다양한 요리에 첨가하여 먹는다. - 효능: 김에는 타우린 포르피란이 함유되어 있어 신경질환 예방에 도움을 줄 수 있다. 			
주요성분 (100g당)	탄수화물	2 g			
	지방	0.4 g			
	단백질	3.3 g			
	열량	12 kcal			
	수분	90.5 g			
	기타 성분	비타민	함량	무기질	함량
		비타민A	(측정치 없음)	칼슘	490 mg
		티아민(B1)	(측정치 없음)	철분	4.5 mg
		리보플라빈(B2)	(측정치 없음)	마그네슘	(측정치 없음)
		나이아신(B3)	(측정치 없음)	망간	(측정치 없음)
비타민B6		(측정치 없음)	인	474 mg	
엽산(B9)		(측정치 없음)	칼륨	2208 mg	
비타민C		(측정치 없음)	나트륨	144 mg	
비타민E		(측정치 없음)	아연	(측정치 없음)	
비타민K	(측정치 없음)				
기타	<ul style="list-style-type: none"> - 마른 김 5장에 포함되어 있는 단백질은 달걀 1개분과 동일할 정도로 풍부하여 식물성 대체육 소재로 사용 가능성이 높음 - 타 해조류에 비해 단백질 함유량이 높음. - 다른 식용 조류에는 비타민 B(12)가 없거나 미량만 포함되어 있지만 말린 녹색 및 자주색 김(노리)에는 상당한 양의 비타민 B(12)가 포함되어 있음.³⁶⁾ 				

36) Cho, T. J., & Rhee, M. S. (2019). Health functionality and quality control of laver (Porphyra, Pyropia): Current issues and future perspectives as an edible seaweed. *Marine drugs*, 18(1), 14.

2. 식물성 단백질(2차 원료)

1. 개요

식물성 대체육을 만들기 위해 원료에서 단백질을 분리한 분리 단백질이 필요하다.

가장 많이 쓰이는 원료는 단백질 함량 90% 이상의 분리대두단백(Soy Protein Isolate, SPI), 단백질 함량 70% 이상의 농축대두단백(Soy Protein Concentrate, SPC), 밀글루텐(Whey Gluten, WG)이다.

대두단백은 각종 식품 제조 시 단백질 성분 보강과 식감 개선을 위해 사용되고 있으며 단백질 함량 비율에 따라 콩가루(단백질 함유량 50%이하), 농축대두단백(단백질 함유량 약 70%), 분리대두단백(단백질 함유량 약 90%)으로 구분되어 시판되고 있다.³⁷⁾

특히 분리대두단백은 다른 정제 단백질에 비하여 지방과 수분의 결합력을 강화하는 작용이 뛰어나다.

밀글루텐은 콩 단백질과 결합 시 고기와 유사한 조직화 단백질 제조가 가능하며 이를 통해 실제 고기와 비슷한 모양 형성을 돕는다. 하지만 글루텐 알레르기가 있는 사람에게는 알레르기를 유발할 수 있어 주의가 필요하다.³⁸⁾

37) 식물성 고기 기술 현황 및 개발동향, 농림식품기술기획평가원 (2007)

38) 대체육산물 개발 동향과 시사점, 한국농촌경제연구원(2018)

[표9] 주요 대체 단백질 원료의 특성과 용도

원료	소재명	소재 특성	용도
대두	분리대두단백	압출성형기를 이용하여 다양한 육류 대체품 제조	주로 주요 단백질 원료로 사용됨
	농축대두단백		
밀	밀글루텐	결착력이 강해 쫄깃한 식감 부여	주로 보조 단백질 원료로 사용됨
완두	분리완두단백	우수한 아미노산 조성	주로 주요 단백질 원료로 사용됨
	농축완두단백		

출처: 농림기술기획평가원, 식물성 고기 R&D 동향 (2019)

[표10] 상업적 이용이 가능한 식물성 단백질 종류 및 공급업체

원재료명	단백질명	판매명	제조사
완두콩	완두단백	ProFam®	ADM
		Puris™	Cargil
대두	대두단백	ProFam®	ADM
		SUPRO®	International Flavors and Fragrances
		Soy Supreme Fiber Reduced	SunOpta
병아리콩	농축 병아리콩 단백질	CP-PRO70®	InnovoPro
레드렌틸콩	농축 레드렌틸콩 단백질	RL 55	Atura Proteins
파바콩	농축 파바콩 단백질	FB 55	Atura Proteins

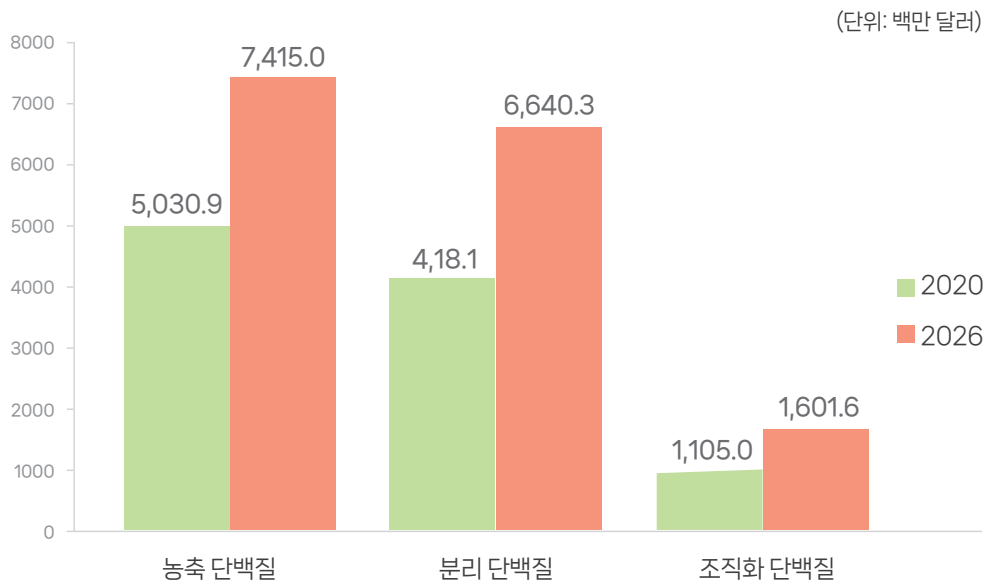
출처: Rajpurohit, B., & Li, Y. (2023). Overview on pulse proteins for future foods: Ingredient development and novel applications. Journal of Future Foods, 3(4), 340-356.

2. 식물성 단백질 시장현황 ³⁹⁾

농축 단백질은 2020년 5,030.9 백만 달러에서 연평균 6.7% 증가하여 2026년에는 7,415 백만 달러에 이를 것으로 전망된다.

분리 단백질은 2020년 4,181.1 백만 달러에서 연평균 8.0% 증가하여 6,640.3 백만 달러에 이를 것으로 전망된다.

[그림기] 글로벌 식물성 단백질 종류별 시장 규모 및 전망



출처: MarketsandMarkets, Plant-based Protein Market (2020)

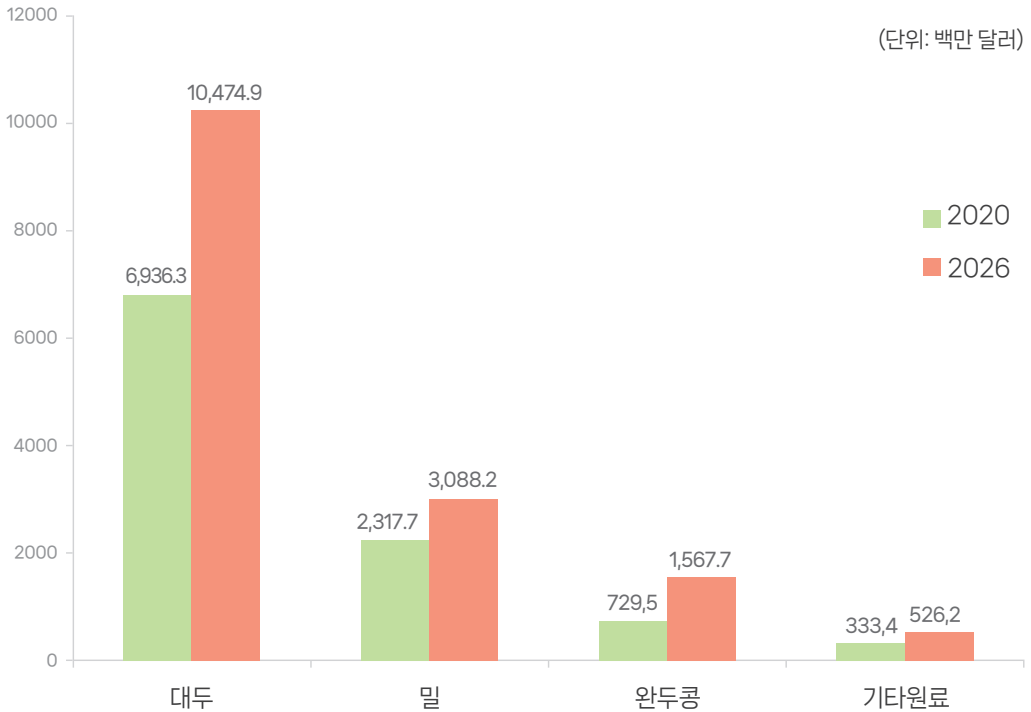
세부 종류로 살펴보면 대두는 2020년 연평균 7.2% 증가하여 2026년에는 10,474.9 백만 달러에 이를 것으로 전망된다.

밀은 2020년 2,317.7 백만 달러에서 연평균 4.9% 증가하여 2026년에는 3,088.2 백만 달러에 이를 것으로 전망된다.

완두콩은 2020년 729.5 백만 달러에서 연평균 13.6% 증가하여 2026년에는 157.7 백만 달러에 이를 것으로 전망된다.

39) 글로벌 시장동향보고서, 식물성 단백질 시장, 연구개발특구진흥재단 (2021)

[그림8] 글로벌 식물성 단백질의 원료별 시장 규모 및 전망



출처: MarketsandMarkets, Plant-based Protein Market (2020)

분리대두단백은 식물성 대체육을 만드는 핵심 원료이나 현재 국내에는 분리대두단백 생산 업체가 없어 전량 수입하고 있다.

그러나 2023년 농촌진흥청은 공주대학교와 협력 연구로 국산 대두 품종 중 하나인 '미소' 분말을 이용하여 식물성 대체육 제조가 가능하다는 것이 확인되었다.⁴⁰⁾

연간 분리대두단백의 수입량은 중국, 인도, 미국, 일본, 대만 순으로 높으며 총 수입량은 2018년 대비 29.9% 증가하였다.

연간 농축대두단백의 수입량은 중국, 미국, 세르비아, 브라질, 덴마크 순으로 높으며 총 수입량은 2018년 대비 2022년 약 16.9% 증가하였다.

40) 국산 콩으로 '식물성조직단백' 제조 가능 확인, 나명옥 기자, 식품저널, (2023)

[표11] 연간 분리대두단백 수입량

국가	연간 분리대두단백 수입량(톤)				
	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년
중국	2,986	3,356	4,145	5,280	5,604
일본	1,249	1,806	1,254	2,352	2,481
인도	2,269	2,198	2,225	2,083	2,282
미국	1,820	1,614	1,990	1,990	1,299
대만	209	153	142	255	341
합계	8,533	9,127	9,756	11,960	12,007

출처: 수출입무역통계, 관세청(2023. 1. 3. 기준)

[표12] 연간 농축대두단백 수입량

국가	연간 농축대두단백 수입량(톤)				
	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년
중국	2,922	3,125	3,915	5,280	3,712
세르비아	884	1,156	1,576	2,352	1,499
브라질	0	1,075	1,328	1,754	1,215
미국	3,650	3,108	2,445	2,900	2,620
덴마크	695	765	1,350	1,643	341
합계	10,738	12,865	12,604	14,646	12,561

출처: 수출입무역통계, 관세청(2023. 1. 3. 기준)

3. 식물성 단백질별 특징

1) 분리대두단백(Soy Protein Isolate, SPI)

구분	분류	내용
일반 사항	한글명	분리대두단백
	영문명	Soy Protein Isolate
	특징	<ul style="list-style-type: none"> - 가장 많이 정제한 대두 원료 소재로, 껍질을 벗기고 탈지한 대두 가루에서 수용성 및 불용성 탄수화물과 같은 비단백질 성분과 기타 미량성분을 최대한 제거하여 제조함 - 분리대두단백은 농축대두단백보다 더 많은 정제 공정을 거치므로 단백질 함량이 더 높음 - 대두 특유의 이미 및 이취가 없는 중성적인 향미와 우수한 유화 특성으로 다양한 가공식품 제조 시에 광범위하게 사용이 가능함⁴¹⁾ - 단백질 순도가 높기 때문에 농축대두단백 보다 수분흡수력 (water absorption capacity) 및 겔화능(gelling capacity)이 우수함⁴²⁾ - 난소화성인 불용성식이섬유(섬유질)를 제거하기 때문에 소화율이 높음 - 대체육 제조 외에도, 식육가공품 및 어육가공품 제조 시에 원료육의 일부를 대체하는 증량제로 사용되기도 함
성분	단백질	- 90% 이상(건조 중량 기준)
	기타 성분	<ul style="list-style-type: none"> - 단백질 외 탄수화물, 지방, 기타 미량성분이 거의 존재하지 않음 - 아홉 가지 필수 아미노산을 모두 포함하고 있음
분리과정	<p>출처: UF and MF Handbook, 1998</p>	

41) O' Flynn, T. D., Hogan, S. A., Daly, D. F., O' Mahony, J. A., & McCarthy, N. A. (2021). Rheological and solubility properties of soy protein isolate. *Molecules*, 26(10), 3015.

42) 한국공연구회. 분리대두 단백질 연구자료

2) 농축대두단백(Soy Protein Concentrate, SPC)

구분	분류	내용
일반 사항	한글명	농축대두단백
	영문명	Soy Protein Concentrate
	특징	<ul style="list-style-type: none"> - 겹질을 벗기고 탈지한 대두 가루에서 수용성 탄수화물과 같은 비단백질 성분을 제거하여 만들며, 추출 용매로는 물, 알코올, 산 등을 사용함 ⁴³⁾ - 분리대두단백에 비해 생산과정이 비교적 간단하기 때문에 생산 비용이 낮아, 일반적으로 더 저렴함 - 탈지 대두 가루에서 수용성 성분만 제거되었기 때문에 대두 특유의 향미가 남아있음 ⁴⁴⁾
성분	단백질	- 70% 이상
	기타 성분	<ul style="list-style-type: none"> - 엽산, 섬유질, 칼슘, 철, 마그네슘이 풍부함 - 물로 추출한 농축대두단백에는 이소플라본이 풍부하지만 알코올로 추출한 농축대두단백에는 이소플라본 함량이 상대적으로 적음 ⁴⁵⁾
분리과정		<p>출처: UF and MF Handbook, 1998</p>

43) <https://www.soya.be/soy-protein-production.php>

44) <https://healthfully.com/kraft-macaroni-cheese-nutrition-information-5781826.html>

45) Today's Dietitian, Densie Webb et al. (2011) 13(9)

3) 글루텐 (Gluten)

구분	분류	내용
일반 사항	한글명	글루텐
	영문명	Gluten
	특징	<ul style="list-style-type: none"> - 밀, 호밀, 보리 등의 곡물에 존재하는 불용성 단백질과 당, 지질 등의 혼합물임 - 식물성 대체육 제조에 사용되는 글루텐은 주로 밀 글루텐임 - 글리아딘(Gliadin)과 글루테닌(Glutenin)으로 구성되어 있음 - 물을 흡수할 시 끈적끈적한 점성을 갖게 되므로 식물성 대체육 제조 시 원료 혼합물들을 함께 뭉치게 하는 결합제(binder)로 사용됨 - 식물성 대체육에 첨가할 시 쫄깃쫄깃한 식감을 부여함 - 주요 원료 단백질과 이황화 결합(disulfide bond)을 형성하여 대체육의 섬유 구조를 형성하며, 이를 통해 조직감 개선에 도움을 줌⁴⁶⁾ - 세이탄(Seitan)은 글루텐으로 만든 대표적인 식물성 대체육
성분	단백질	70% 이상
	기타성분	단백질 함량이 가장 높고, 그 뒤를 탄수화물, 지방, 수분, 회분이 따름 ⁴⁷⁾
분리과정		<pre> graph TD A[밀가루] --> B[반죽 준비] C[수분] --> B B --> D[분리] D --> E[전분] D --> F[밀 글루텐] F --> G[변형된 밀단백질] </pre> <p>출처: Nadathur, S., Wanasundara, J. P., & Scanlin, L. (Eds.). (2016). Sustainable protein sources. Academic Press.</p>

46) Kyriakopoulou, K., Keppler, J. K., & van der Goot, A. J. (2021). Functionality of ingredients and additives in plant-based meat analogues. *Foods*, 10(3), 600.

47) Nadathur, S., Wanasundara, J. P., & Scanlin, L. (Eds.). (2016). Sustainable protein sources. Academic Press.