



미래단백식품자원의 개발전망

Prospects for Developing New Protein Foods Resources

이 성 갑*
Rhee, Seoung Kap

1. 머리말

우리들이 생명을 유지하고 건강한 생활을 다스려 나가며 또 성장, 발육하려면 외부에서 여러가지 영양 물질을 체내로 섭취 이용하여야만 한다.

이러한 영양물질은 당질, 지질같은 열량소와 단백질, 무기질 같은 구성소 그리고 비타민 같은 조절소로 분류하는데 이들 영양소는 식품을 통하여 체내에 받아 들여지고 있다.

이들 영양소 중 우리가 식량으로 조달하는데 문제가 되는 것을 단백질 자원이다.

당류와 지질은 값싸게 필요한 량을 얻을 수 있으나 단백질은 그 구성 아미노산의 여하에 따라 영양적 품질이 좌우되기 때문에 필수아미노산이 고루 풍부한 동물성 단백질이 가장 우수한 것으로 되어 있다. 그러나 동물성(어류 조수육류, 란류, 젓류) 단백질은 모두 식물성 먹이를 섭취하여 생산되기 때문에 그 사료효율이 극히 저조하여 100명분의 식량인 농산물을 먹여 쇠고기로 생산할 때는 10명, 돼지고기나 닭고기로 생산하는 경우는 30명이 먹을 수 있게 된다.

이와같이 고급식품의 생산에는 인간이 바로 섭취할 식량의 1/10~3/10 정도의 식량 이용율에 그치고 있어 그 가격도 고가이다. 이와같이 단백질은 성분특성상 외부에서 꼭 섭취하여야 균형있는 성장, 발육이 되고 건강이 유지

되는데 단백질량은 우리들이 섭취하는데 여러가지 문제가 있다. 현재의 농법으로는 폭발적으로 증가하는 인구에 필요한 단백질량 생산에 한계를 느끼고 있다.

그리하여 수년전 부터 동물성 고기의 대체품으로 「인조육」의 개발에 비상한 연구를 각국에서 추진하고 있다.

전문가들의 예견에 의하면 서기 2000년 경에는 세계 인구는 63억을 돌파할 것으로 보고 있어 이들의 생명을 유지하고 성장, 발육을 위하여 소요되는 단백질량은 6000만톤 이상에 달할 것이라고 하는바 재래의 방식이나 과학기술을 활용하여 육지와 바다에서 단백질자원을 증산하더라도 충분한 양의 공급은 불가능할 것으로 보고있다. 더구나 식량의 생산은 지역적으로 그 격차가 심하여 현재로도 저개발국에서는 1000만톤 이상이 부족하여 단백질 기아에 의한 특수한 질병(Kwashiorkor, Marasmus)이 아프리카, 동남아 빈국에서 만연하고 있고 이로 인한 사망자가 속출하고 있다.

원래 단백질은 우리몸 가운데서 수분을 제외하고는 양적으로 가장 우세하고 체내대사에 관건이 되는 여러물질을 구성하며 생식이나 유전에 커다란 작용을 하는 까닭에 영양소 중에서도 가장 중요한 위치에 있다.

국제식량농업기구(FAO)의 성인 한사람이 하루에 필요로 하는 단백질은 대체로 체중 1kg 당 1g 이라하며 이를 기초로 할때 체중 75kg의 성인의 경우 보통 고기를 취한다고 할때에 고

* 국립경기산업대학 교수, 농학박사, 식품기술사

기중의 단백질 함량을 20%로 분다면 하루에 400g 가량의 고기를 먹어야 한다는 계산이 된다. 보통 우리가 일상 취하고 있는 주요식품의 단백질함량은 표 1과 같다.

표 1. 각종식품의 단백질 함량

식 품	질소계수	단백질%	식 품	질소계수	단백질%
콩	N×5.71	34.9	소 고 기	N×6.25	17.5
밀가루	N×5.70	10.5	돼지고기	N×6.25	
보 리	N×5.80	12.8	닭 고 기	N×6.25	20.6
쌀	N×5.25	7.5	생 선	N×6.25	18.0
감 자	N×6.25	2.0	계 란	N×6.25	12.8
고구마	N×6.25	1.3	우 유	N×6.38	3.58
채소류	N×6.25	1.9	해 조 류	N×6.25	10.40
과실류	N×6.25	0.5	효 모	N×6.25	36.9
			건오징어	N×6.25	67.8

그러나 각 식품단백질은 단일 물질이 아니라 여러종류의 단백질이 혼합되어 있어 각 식

품에 함유된 단백질은 양뿐아니라 질적인 면도 아울러 고려하여야 한다. 현재까지 알려진 바로는 단백질은 약 20여종의 아미노산이 여러가지 순서로 결합된 중합체의 고분자물질로 우리가 섭취한 단백질은 소화기관 내에서 각종 아미노산으로 분해된 후 흡수되고 각 세포에 가서 다시 각종 단백질로 합성된다. 이런점에서 볼때 단백질의 섭취는 아미노산을 획득보충하기 위한 것이다.

단백질을 구성한 20여종 아미노산 가운데 10종 (성인 8종)의 아미노산은 인체에 필요불가결한 것으로 필수 아미노산이라 한다. 따라서 식품중의 단백질의 품질은 필수아미노산의 종류와 함량에 따라 결정된다. 우유, 계란, 콩이나 고기류 등은 이런점에서 거의 완벽한 품질의 단백질을 갖고 있다. 주요 식품중의 아미노산 조성과 단백가를 계란을 기준으로 비교하면 표 2와 같다.

FAO 한국협회권장 한국인 하루섭취영양량은 표3과 같다.

표 2. 주요식품중의 필수아미노산 조성고 그 단백가

(단위: 단백질 질소 1g당 아미노산 mg)

식 품	Isoleucine	Leucine	Lysine	Phenylalanine	Tyrosine	합류아미노산		Threonine	Tryptophan	Valine	단백가
						계	Methionine				
아미노산 표준구성	270	306	270	180	180	270	144	180	90	270	100
우 유	407	630	496	311	323	211*	154	292	90	440	78
계 란	428	565	396	368	274	342	196	310	106	460	100
카 제 인	402	628	497	334	367	215*	190	272	85	448	80
난알브민	403	556	372	372	271	397	245	275	90	486	100
우 육	332	515	540	256	212	237	154	275	75*	345	83
우심강	317	558	513	283	232	217*	149	288	81	360	80
우간	327	577	468	315	234	226*	147	302	94	393	84
우신장	304	542	453	294	232	208*	128	278	92	356	77
돈요육	320	462	515	240	225	233*	156	292	80	302	86
어육	317	474	549	231	159	262	178	283	62*	327	70
연맥	302	436	212*	309	213	211	84	192	74	348	29
나맥	253	398	244	285	209	217*	89	190	76	301	80
쌀	322	535	236	307	269	222	142	241	65*	415	72

보리	248	405	197*	301	212	201	84	197	73	293	73
옥수수	293	827	179	284	385	197	117	249	38*	327	42
조	374	583	190*	247	-	430	254	254	80	445	70
수수	351	834	178*	420	128	205	93	223	70	381	66
소맥분	261	442	126*	322	174	192	78	174	69	262	47
소맥배아	269	412	344	208	200	165*	99	333	56	322	61
소그루텐	261	426	107*	308	192	223	100	151	60	264	40
낙화생분	258	376	217	315	226	150*	56	169	70	306	56
대두분	333	484	395	309	201	197*	86	247	86	328	73
참깨	300	500	159*	460	244	317	181	182	93	216	59
해바라기 종자	296	402	195*	275	149	197	95	209	78	313	72
면밀 실효	236	368	269	325	164	188*	88	221	74	308	70
감자	260	304	326	285	99*	159	87	237	72	339	56
완두	336	504	438	290	245	157*	77	230	74	317	58
고구마	283	345	293	355	281	219*	119	324	115	484	81
시금치	275	461	367	295	127*	239	115	285	101	352	70

*가장 부족한 아미노산 자료: FAO 한국협회

표 3. 한국인 영양권장량(1일1인당)

성인, 중등정도 노동에 종사하는 남 60kg, 여 52kg

연령	성별	칼로리 Cal	단백질 g	칼슘 g	철 mg	비타민A* I.U.	비타민B ² mg	비타민B ² mg	나이아신 mg	비타민C mg	비타민D I.U.
25	남자	3,000	80	0.6	10	2,000 (6,000)	1.5	1.8	20	70	-
45	-	2,800	80	0.6	10	2,000 (6,000)	1.5	1.8	8	70	-
65	-	2,400	70	0.6	10	2,000 (6,000)	1.5	1.8	16	70	-
25	여자	2,200	70	0.6	13	2,000 (6,000)	1.3	1.3	15	60	-
45	-	2,100	70	0.6	13	2,000 (6,000)	1.3	1.3	14	60	-
65	-	1,800	60	0.6	13	2,000 (6,000)	1.3	1.3	12	60	-
임신후반기	-	+ 300	80	1.1	16	2,500 (7,500)	1.8	1.6	18	90	400
수유기	-	+1,000	95	1.1	16	3,500 (10,500)	2.0	1.9	22	90	400
1~3	소아	1,300	35	0.8	8	1,000 (2,100)	0.7	0.8	8	40	400
4~6	-	1,700	50	0.8	8	1,400 (3,100)	0.9	1.0	10	50	400
7~9	-	2,100	60	0.8	9	2,000 (4,000)	1.1	1.3	14	60	400
10~12	-	2,500	75	0.9	10	2,000 (6,000)	1.3	1.5	17	70	400
13~15	남자	3,100	105	1.1	13	2,500 (7,500)	1.5	1.9	20	80	400
16~19	-	3,600	90	1.1	14	2,500 (7,500)	1.6	2.0	24	80	400
13~15	여자	2,600	100	1.0	14	2,000 (6,000)	1.3	1.6	17	80	400
16~19	-	2,400	80	1.0	15	2,000 (6,000)	1.3	1.4	16	70	400

*괄호속의 수치는 비타민 A의 급원(給源)이 carotene 인 때를 말한다.

국민 1인 1일당 단백질 공급추이를 보면 표 4와 같다.

표 4. 년도별 국민 1인당 1일 단백질 공급량

(단위 : g)

연도	동물성 단백질			식물성 단백질계	합계
	축산물	어패류	동물성단백질계		
1976	5.8	11.3	17.1	56.4	73.5
1980	9.5	10.7	20.2	53.5	73.7
1982	9.0	13.7	22.7	55.6	78.3
1984	11.3	17.9	29.2	56.5	85.7
1985	12.1	16.4	28.5	58.1	86.6
1986	12.9	17.7	30.7	58.6	89.2

1986년의 1인 1일당 평균 단백질 섭취량은 89.2g으로 이중 1/3 정도가 동물성 단백질의 공급으로 되어 균형있는 단백질의 섭취로 나타나고 있다.(표 4) 그러나 불완전한 단백질 식품인 쌀, 보리, 밀 등의 곡류의 공급이 높아 이들 단백질에서 부족한 아미노산인 lysine 이나 유황함유 아미노산인 methionine 등의 필수아미노산의 부족과 소화율도 불량한 문제점은 미해결 상태로 보인다.

특히 발육성장기에 있는 어린이들은 양질의 단백질을 많이 필요로 하는데 우리의 현실정은 그 수요를 못 충족시키고 있다. 이는 소득수준이 낮은 이유도 있으나 단백질식품 생산, 공급의 절대량이 부족하기 때문이다.

그러나 앞으로 인구증가는 계속될 것이고 경제성장에 따른 소득수준향상 등의 영향으로 단백질 식품에 대한 수요는 격증될 것이 명확하나 이에 대처할 만한 공급증가의 전망은 극히 불투명하다.

현재 연근해 수산해양자원의 개발도 한계점에 이르고 있고 축산장려고 사료면에서 크게 제약을 받고 있다.

또 값비싼 축산물의 생산이 대폭증산된다 하더라도 일반국민이 쉽게 사먹을 수 있을 정도로 소득수준이 올라가기란 아직 먼 장래의

일이라고 생각된다.

이같은 현실에 비추어 신규 단백질식품의 개발이용은 앞으로 식량정책상 매우 중요한 일이 될 것이다. 만약, 저렴하고 질 좋고 맛이 좋은 새로운 단백질식품이 대량으로 공급될 수 있다면 곡류의 소비가 현재같이 많지 않아도 건강유지에 오히려 유리할 것으로 양곡소비는 절감될 수 있을 것이다. 우리나라의 식량자급도는 37.5% 정도인에 이는 쌀(102), 보리(110), 채소, 과일 등은 자급되고 있으나, 밀(0.02), 옥수수(2), 대두(19), 잡곡(17) 등이 거의 전량 수입의존하기 때문이다.

본고에서는 신규 단백질식품 자원으로 해외에서 추진되고 있는 연구개발생산 및 이용실태를 소개하여 부족한 우리나라 단백질자원문제 해결에 참고자료로 활용되었으면 한다.

2. 신규 단백질식품자원

1) 식물성 대두단백식품

현재 가장 연구활용되는 식물성 단백질자원으로 대두, 땅콩, 깨, 목화씨, 유채, 해바라기씨 등 유량중자단백과 소맥구루텐이 있다.

채유용농산물종자는 모두 저렴하게 공급되고 있는 단백질자원인데 지금까지는 기름짜고 남은 깻묵은 주로 사료나 비료로 사용할 뿐 그 속에 풍부한 단백질을 효과적으로 이용하지 못하였다.

그리고 착유한 깻묵을 사료로 먹여 기른 동물로부터 고기 형태로 단백질자원을 얻는다는 것은 따지고 보면 직접이용하는 것에 비하여 몇 배나 불리한 비경제적 방법이다. 즉 이들 종실 깻묵 중의 단백질을 바로 추출분리 가공하여 맛이 좋고 소화가 잘되는 식품을 저렴하게 생산할 수만 있다면 구태어 동물을 길러서 간접으로 얻을때에 비하여 소요시간이 훨씬단축되고 경제적이다. 왜냐하면 착유박을 사료로 먹여서 기른 가축으로 부터 고기를 얻을 때 회수되는 단백질량은 본래 사료에 포함되어 있던

단백질량의 10-30%정도 밖에 없되어 단백질 자원의 낭비를 초래하게 된다.

이와같은 유량종자 중에서 단백질 자원으로 단연 가장 많이 생산이 사용되는 재료는 대두이다. 전세계의 대두생산량은 6800만톤으로 전체 유량종자 생산량의 40%를 점유하여 양적으로 가장 중요할 뿐더러 단백질함량이 월등히 높다. 즉 대두의 단백질함량은 38%나 되어 유지 20%를 추출분리하고 나면 단백질함량이 50%인 탈지대두분이 되고 더 정제 분리하면 70% 이상의 단백질을 갖는 고도의 단백질농축물(Soya protein concentrate)을 얻을 수 있고 더욱 정제 분리시키면 단백질 덩어리인 90% 이상의 단백질유리물(soyaprotein isolate)을 얻게 된다.

대두단백질은 우수한 구성아미노산을 골고루 풍부하게 함유하고 있어 일명 "밭에서 나는 고기"라고 부르기도 한다.

(1) 대두 인조고기(人造肉)

우리나라를 비롯한 동양각국에서는 대두를 이용하여 간장, 된장, 두부, 콩나물, 두유 등 각종 형태의 식품으로 가공하여 대두단백을 섭취 이용하였으나 구미각국에서는 대두를 단지 유 지원료나 사료로 사용하였다.

근래에 이르러 세계단백자원의 부족에 대한 해결책의 하나로서 대두의 식용화가 비상한 관심을 끌게 되었다.

최근 미국을 비롯한 여러나라에서 각종 대두 단백질식품이 개발되어 학교급식, 공장, 병원 등의 집단급식이나 식당 또는 일반가정에서 일반적으로 이용되고 있다.

또 축 육가공품이나 어육제품에 상당량의 대두 단백질을 첨가하고 있어 식미증진, 단백질 보강, 그리고 생산원가 절감 등의 효과를 얻고 있다.

대두단백질로 고기모양의 식품 즉 인조육을 만드는 방법은 여러가지가 있으나 대체로 다음 3가지 방식이 있다.

즉 ① 대두단백질을 섬유상으로 하여 제조하거나, ② 대두단백질의 gel화를 이용하거나, ③ 대두단백질에 방향성을 부여하여 고기맛을 갖게 하는 방법으로 인조고기를 만들 수 있다. 이 같은 방법으로 얻어진 식물단백육(Textured Vegetable Protein Meat)에다가 고기맛을 내고 영양을 보충하기 위하여 필요한 조미료, 지방 향료, 비타민, 미네랄 등 각종 영양 보조제를 첨가해서 가열혼합결착시켜 고기 모양의 제품을 만들게 된다.

첨가물의 종류와 양에 따라서 소고기, 돼지고기, 닭고기 또는 물고기의 맛과 모양을 부여할 수 있다. 이것으로 베이컨, 햄버거 등을 만들 수 있고 인스탄트식품 통조림 등의 원료로 이용할 수도 있다.

이 밖에 분말 대두단백물은 제빵, 제과용 만두 튀김 등 영양강화 첨가제로도 광범위하게 이용되고 있다.

(2) 대두단백음료(豆乳)

대두단백의 또다른 이용방법으로 두유가 있으며 옛부터 중국을 비롯한 동양각국에서 음용해 왔다.

최근 구미제국에서 우유 알레르기 증상을 갖는 유아(幼兒)를 위한 두유를 주체로한 영양음료의 출현을 계기로 하여 일반인에게도 소비가 확대를 가져와 우유대체한 단백질음료로서 크게 신장되고 있다. 유아식, 아이스크림, 제과, 어육연제품 등의 단백질 강화용으로 이용범위가 확대되고 있다.

두유(豆乳)와 우유(牛乳)는 겉모양이나 단백질, 당류, 지방 등의 일반성분조성이 유사하기 때문에 서로 비교되는데 최근 동물성보다 식물성식품의 선호 때문에 두유의 생산소비가 급증되고 있다.

미국제의 분말두유와 국산두유와 두유음료의 영양성분을 보면 표5와 같다.

그러나 비타민류나 무기물에 있어서는 두유와 우유가 서로 다른 특색을 지니고 있기 때문

표 5. 콩음료(豆乳) 제품의 영양가(%)

품명	수분	단백질	지방	탄수화물	회분
분말두유(미제)	5.3	23.6	20.7	43.4	7.0
두 유(국산)	88.4	3.1	3.0	5.2	0.3
두유음료(국산)	89.0	3.0	3.3	4.2	0.5

에 각기 이용 가치가 다르다.

특히 두유는 식물성 지방질을 함유하여 혈액중의 코레스테롤은 형성하지 않고 필수지방산으로 리노레인산과 오레인산 리놀산 등을 많이 함유하고 있어 오히려 코레스테롤치를 저하시켜 동맥경화증을 이중으로 방지해 주는 효과가 크다.

2) 어육단백식품

대두단백질의 이용확대와 아울러 어육단백을 추출한 농축어육단백(Fish Protein Concentrate-FPC)의 개발이 활발하게 선진국에 추진되고 있다. 세계의 연간 어획고는 약 7000만톤 정도이나 바다의 생산잠재력은 2-4억톤으로 추정되고 있어 더 어획량을 증가시킬 수 있을 것이다. 정상어는 기존의 각종가공품으로 활용하는 것이 타당하겠으나 잡어, 치어, 기형어, 신종어, 가공부산물인 설육 등 생선으로 이용가치가 별로 없는 어류들은 FPC로 제조함으로써 수송과 보관을 쉽게 하고 단백질 보충재료로서 각종 식품가공에 사용함으로써 국민 건강향상에 기여할 것이다. 어육단백질의 활용을 위한 가공법은 현재 식량으로 이용되지 않았던 수산가공품을 재가공 정제하여 식용화하는 어분(魚粉)의 정제가공에 의한 식품제조와 신규 가공품을 개발해서 단백질식으로 하는 액화단백식품의 제조 등으로 구분된다.

① 식용어분

옛부터 어분을 각국에서 수산가공품의 하나로 생산하여왔다.

어분은 대량으로 어획되는 대중어류를 신속히 처리하여 부패되지 않게 가공하여 주로 가

축의 사료로 사용하였다.

이러한 조제(調劑)어분을 재처리 정제가공하면 우수한 단백질자원을 얻을 수 있다.

현재 FPC는 원료어를 마쇄한 후 isopropanol 등으로 탈지(脫脂) 탈수하여 말린다음 다시 분쇄해서 만드는데 이를 선육(鮮肉)성단백농축물이라 하고 빵이나 비스킷, 제면 등에 단백질 보강제로 혼합해서 식용화 하거나 유아식으로 FPC에 옥수수 전분, 카페인, 대두분 등을 혼합해서 우수한 영양소가 함유된 식품을 이용할 수 있다.

② 액화 어육단백식품

FPC는 어분을 정제가공한 것이나 또 다른 형태의 가공품으로 액화어육단백질(Liquefied fish Protein)이 있다.

신선어육은 부드럽게 빵아 단백질분해효소를 넣고 50-60℃로 가열하여 수시간 동안 자가소화를 시켜 살고기를 호물호물하게 하고 뼈나 기름은 분리시킨다.

뼈는 칼슘원으로 이용하고 기름은 마가린의 원료가 된다. 호물호물해진 고기는 끓여서 탈취시키면 농축단백액이 되고 진공건조시키면 바삭바삭한 가루를 얻는데 이것을 액화어육단백이라한다.

이 형태의 제품은 고단백함량 소화가 우수한 수용성비타민류 등 각종 영양소가 풍부한점 등의 장점이 있으나 단점으로는 비린내가 잔존하고 단백질의 손실, 단맛이 생기는 것등이 있으나 사용원료나 효소제의 선택, 제조법의 개선으로 해결할 수 있다.

액화 어육단백질은 유아식에 단백질보강제 Soup powder, milk shake, 통조림, sausage 등에 유망시되고 기타 마카로니, 스파케티 등의 국수류나 빵류 등의 영양강화용 첨가물로도 이용가치가 크다.

3) 석유단백질 생산이용

우리들의 식량자원에 대한 생각은 농축수산물을 생산하여 직접먹거나 가공해서 먹는 것에

국한하였었다. 그러나 이 범주를 떠나 제3의 식량자원으로 미생물을 배양해서 식용으로 하거나 효소에 의한 합성을 통하여 식품을 만들어 내는데 까지 생각이 넓어져 부족한 단백질의 공급원으로 이용하는 기술을 개발하기에 이르렀다.

그 중에서도 특히 화석원료인 석유 같은 광물성 기름에서 단백자원으로 얻는데 성공한 것은 식물과학사상 획기적인 사건이 되고 있다.

석유단백이란 석유탄수화물을 섭취하는 미생물을 이용하여 질소원을 공급해 줌으로서 단백질의 구성물인 아미노산류를 공업적으로 생산시키는 기술로 얻은 것이다. 또 미생물을 배양하여 균체단백 그 자체 이용으로 효소생산이 용과 인조육공업까지 시도되었다.

석유단백은 동물성에 가까운 식물성 단백질로 제3의 단백질이라고 한다.

이 같은 석유단백은 아직 해결하여야 할 문제점이 많으나 여하튼 현재 사용되고 있는 단백질(가축, 어류, 식물류)과 같이 자연에 지배를 받지 않고 대량으로 생산할 수 있는 단백질 자원이다.

현재 석유이용 효모단백질의 생산수율은 석유 중 함유된 Normal paraftin 1톤으로 균체 1톤을 얻는다면 단백질은 0.5톤을 얻게 됨으로 1억톤의 석유로 효모를 생산한다면 5천만톤의 단백질 생산이 가능할 것이다. 현재 이들 단백질은 가축사료로 쓰여지고 있으나 식용화도 곧 실현될 것으로 전망된다.

3. 결 어

지금까지 우리가 개발이용할 신규 단백질자원으로 식물성단백질의 고도활용, 어육단백의 이용확대 그리고 석유단백 등의 개발현황을 설명하였다.

이 같은 새로운 단백질자원의 개발에 대응하여 우리나라의 식량정책도 재검토가 필요하다고 생각되어진다.

우리나라의 실정에서는 식물성 단백질자원인 대두의 합리적 이용법 개발이 가장 이상적이다.

밭에서 나는 고기라는 콩은 옛부터 간장, 된장, 두부, 콩나물 등으로 이용하여 왔기 때문에 우리구미에 친숙하여 신규제품의 시장성은 무난하리라고 보여진다.

콩고기, 콩단백의 육가공, 어육가공에 첨가 사용 제면, 제빵, 튀김 등에 활용 등 그 이용방면이 더욱확대개발되어야 할 것이다.

현재 콩생산량(1990)은 23만톤(자급율 19%)으로 우리나라 연간 소요량의 1/5에 지나지 않아 거의 수입충당되고 있는 실정에 있어 콩증산 방안이 강구되어야 할 것이다.

어육단백질 개발도 더욱확대시켜 현재의 불합리한 어류이용방식을 개선하는 것이 어류자원의 간접증산효과를 얻을 수 있다.

잡어, 소어, 이형어 가공폐기설육(屑肉) 등을 채육하며 fish meal로 1차 가공하거나 어육연제품 개발, 농축어 단백질 등으로 고차가공하여 식품 소재(단백식품)로 활용함으로써 귀중한 단백질의 손실을 방지할 수 있을 뿐더러 식품가공업의 개발과 어민의 소득증대에도 크게 기여할 수 있을 것이다.

우리나라에서 석유단백은 아직 연구단계에 있으나 원료인 석유가 수입품이기 때문에 아직 경제적 단백질자원으로 채용하기는 어려운 실정이다.

기타 Single Cell Protein인 크로레라(Chlorella) Scenedesmus 속, Spirulina 속(남조류) 등이 단세포 단백질 생산균주로서 선발되었으나 현재 농법으로 생산하는 단백질식품보다 생산원가가 높아 실용화가 보류되고 있다.

인구폭팔에 대한 단백질자원부족현상은 머지않아 이들 개발가능한 새로운 단백질자원 생산을 현실화 시킬 것으로 전망된다.