

특집 : 생식산업의 현황과 전망

생식의 기능성

황재관

연세대학교 생명공학과

Function of Uncooked Foods

Jae-Kwan Hwang

Dept. of Biotechnology, Yonsei University, Seoul 120-749, Korea

서론

생식은 지난 수년간의 짧은 시장 형성기간 동안에 연간 2,000억원 이상의 매출규모를 나타내는 국내의 대표적인 기능성 식품으로서 성장하였다. 일반적으로 생식은 곡류, 두류, 과채류, 해조류, 버섯류 등의 식물성 원료를 가열처리하지 않은 상태에서 분말화 하여 일정 비율로 혼합한 매우 단순한 형태의 제품이다. 생식의 성공배경에는 가공처리하지 않은 신선한 원료를 제품화함으로써 소비자의 건강지향적 구매경향과 잘 부합되었기 때문이다. 생식은 주로 아침식사 대응으로서 이용되고 있으며, 산업적인 측면에서 보면 기존 시장을 잠식하기보다는 신시장을 창출함으로써 침체한 식품산업을 활성화하는데 크게 기여하고 있다.

생식은 제조공정의 수월성으로 인하여 수십개의 업체에서 생식제품을 생산하고 있다. 최근에는 용도별로 다양한 종류의 생식을 생산하는 경향을 보이고 있는데, 이는 생식을 구성하는 원료의 생리적 기능성과 밀접한 관련이 있다. 생식 제조업체들은 생식의 효능에 대해서 많은 생리기능성을 제시하고 있으나 이는 생식의 기능성이라고보다는 생식원료에 대해 기존에 알려진 내용을 포괄적으로 인용하는 수준에 그치고 있다.

생식은 국민의 건강증진과 식품산업의 활성화라는 두 가지 목표를 성공적으로 달성한 대표적인 기능성 식품이다. 앞으로 생식이 보다 소비자의 신뢰를 구축하고 국내 식품산업 발전을 주도할 수 있는 제품으로서, 그리고 궁극적으로 세계시장으로의 진출가능성을 이루기 위해서는 생식의 과학화와 철저한 효능검정이 필수적이다. 생식은 산업체와 연계한 대형 국책과제로서 집중적인 연구가 필요한 시점에 있으며, 특히 대학과 전문 연구소에서의 선도적인 연구노력과 관계기관의 지원이 어느 때보다 요구된다.

생식의 연구 및 산업화 관련분야

그림 1은 생식과 관련된 대표적인 연구영역을 나타낸 것으로 미생물 오염방지를 위한 안전성 확보기술, 임상연구, 기능성 생리활성 물질의 규명, 유효 성분의 생리활성 검증,

기능 활성화를 위한 최적 가공공정 개발, 생식제품의 규격화, 맞춤형 생식제품의 설계기술 등 다양한 분야를 포함하고 있다. 이러한 연구분야는 안전성, 생리활성 및 상품성이 보다 향상된 생식을 생산하기 위하여 독립적이기보다는 총괄적으로 진행되어야 하는 기반 기술이다.

산업적인 측면에서 우선적인 관심사항은 안전성 확보를 위한 미생물 저감화 기술의 개발이다. 생식은 제품개념상 가열처리하지 않은 원료를 사용하기 때문에 항상 미생물 오염의 위험성을 내포하고 있다. 따라서 생식의 기본개념을 충분히 살리면서 안전성을 확보할 수 있는 과학적이고 합리적인 기준 규격을 마련하는 일이 필요하다. 최근

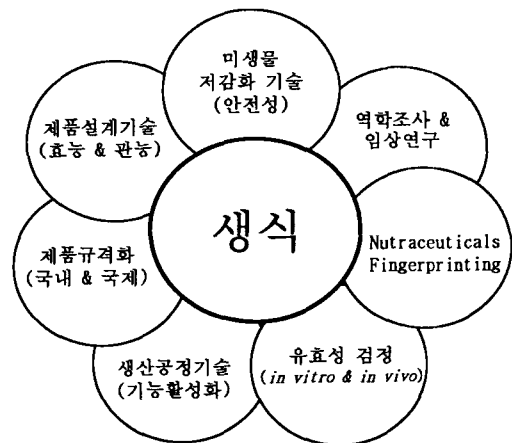


그림 1. 생식 연구 및 산업화 관련분야

식품의약품안전청이 이러한 문제를 인식하여 연구사업을 진행하는 것은 소비자를 위한 안전한 식품의 제공과 생식 산업체의 발전을 위하여 매우 바람직한 시도이다.

생식의 효능에 대해서는 여러 가지 생리활성이 다양하게 제시되고 있으나, 대부분 과학적인 정확한 근거를 제시하기보다는 대개는 복용 체험기를 통한 효능의 홍보가 주류를 이루고 있다. 이러한 단순한 접근방식은 산업체의 입장에서 우선적인 시장의 확보를 위해 필요한 일이지만 장기적으로 생식의 상품성을 제고하기 위해서는 생리활성에 대한 과학적인 임상결과가 필수적으로 요구된다. 또한 생리활성을 제공하는 유효성분을 발굴하여 그 구조와 효능을 정확하게 규명하는 노력이 지속되어야 한다. 명백한 과학적 근거를 제공하는 것만이 궁극적으로 생식에 대한 소비자의 신뢰를 얻을 수 있다.

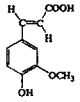
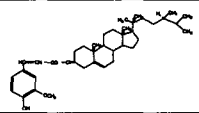
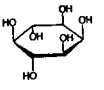

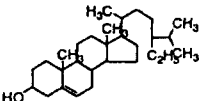
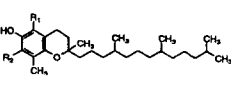
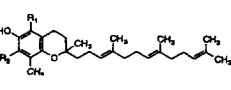
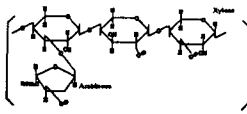
현재 생식은 원료를 가열처리하지 않고 단순히 동결건조한 원료를 분말상태로 혼합한 형태가 주를 이루고 있다. 이러한 단순 가공방식은 생산방식의 수월성을 제공하고

있지만, 유사제품의 범람에 따라 소비자의 제품에 대한 신뢰도를 떨어뜨림으로써 결과적으로는 생식시장을 위축시키게 된다. 또한 생식이 기술적인 구성요소가 없는 단순한 배합형태의 제품에 한정될 경우 생식을 국제 상품화할 수 있는 가능성은 매우 낮다. 따라서 생식의 기본 개념을 유지하면서 생식의 상품성을 제고할 수 있는 선도적인 기술개발이 필요하다. 특히 생식 구성성분 가운데 생리활성 성분이 인체내에서 실제 활성화되도록 하는 기술과 목적으로 하는 생리활성별로 생식제품을 정교하게 설계하는 기술의 개발이 매우 중요하다.

생식의 구성성분

생식을 구성하는 원료는 표 1에 나타난 것처럼 곡류, 두류, 야채류, 해조류, 버섯류의 5 그룹으로 나눌 수 있다. 현재 국내의 생식제품은 공통적으로 대개 30~50 종류의 원료를 배합하여 제조하고 있으며, 각 제조사별로 제품의

표 1. 미강 유래의 생리활성 물질 및 약리효과

성분명	구조	약리효과
Ferulic acid		<ul style="list-style-type: none"> ○항산화효과 ○혈전억제 효과 ○피부보호효과(자외선방어) ○항균효과
γ-Oryzanol		<ul style="list-style-type: none"> ○항산화 효과 ○혈장콜레스테롤 감소효과 ○고지혈증 치료효과
myo-Inositol		<ul style="list-style-type: none"> ○항암효과(대장암,폐암 등) ○당뇨성 신경염 완화효과 ○백내장 형성 저해효과
IP ₆		<ul style="list-style-type: none"> ○항암효과(유방암,피부암) ○고지혈증억제 효과 ○신장결석 생성 억제 효과 ○플라그 형성 및 치아우식증 저해효과
Phytosterol (β-sitosterol)		<ul style="list-style-type: none"> ○혈장콜레스테롤 감소 효과 ○심장병 예방효과 ○항암효과(대장암)
Tocopherol		<ul style="list-style-type: none"> ○항산화 효과 ○피부보호효과(자외선 방어)
Tocotrienol		<ul style="list-style-type: none"> ○항암효과 ○항산화효과 ○혈장콜레스테롤 감소효과 ○동맥경화증 치료효과
Arabinoxylan		<ul style="list-style-type: none"> ○면역력강화 효과 ○항암효과 ○콜레스테롤 저해효과 ○항바이러스 효과

차별성을 제시하기 위하여 발효원료 첨가, 한방원료 첨가, 발아곡류 첨가, 씨눈 첨가 등 특별한 개념의 원료를 배합하는 형태를 유지하고 있다.

표 1에 제시된 원료들은 모두 식물성으로서 기본적으로는 전분, 단백질, 지질, 무기질, 비타민 등 각종 영양성분을 포함하고 있다. 이러한 생식원료는 기본적인 영양성분 이외에 인체내의 효소에 의해 소화되지 않는 셀룰로오스, 펙틴, 헤미셀룰로오스 등의 식이섬유(dietary fiber) 성분과 다양한 phytochemicals를 포함하고 있다. 식이섬유 성분은 주로 비전분성 다당류(non-starch polysaccharides)로서 혈중 콜레스테롤을 저하, 변비억제 등과 같은 생리활성을 제공하는 것으로 잘 알려져 있다. 최근에는 이러한 전통적인 생리활성 이외에 항암작용, 면역증강, 항균작용 등의 다양한 생물활성(bioactivity)을 제공하는 것으로 알려지면서 다당류 소재를 이용한 기능성 식품의 판매가 활발하게 진행되고 있다.

생식원료에 포함되어 있는 생물활성 다당류로는 곡류의 arabinoxylan, 두류의 arabinogalactan, 과채류의 pectin, 해조류의 fucoidan, 버섯류의 β -glucan이 있다. 이들 다당류는 구성당, 당쇄결합(glycosidic linkage), 분자량 등에 있어서 각각 독특한 분자구조를 포함하고 있으며, 특정한 과정을 통하여 생물활성의 작용기작을 제공한다. 생식원료는 위의 다당류 이외에 저분자의 phytochemicals를 많이 포함하고 있다. Phytochemicals는 강력한 항산화작용을 기본으로 하여 항암작용, 항균작용 등의 다양한 생리활성을 제공한다. 다당류와 phytochemicals의 생물활성에 대한 설명은 많은 지면을 필요로 하므로 상세한 것은 관련문헌을 참조하기 바란다.

곡류의 생리활성 물질 및 활성화 기술

현미는 모든 생식제품에 공통적으로 포함되어 있는 대표적인 곡류 원료이다. 현미의 여러 부분 가운데에서도 특히 외피의 bran 부분에 대부분의 생리활성 성분이 포함되어 있다. 표 2는 미강(rice bran)내에 포함되어 있는 각종 생리활성 물질의 구조와 생물활성을 나타낸 것이다. 미강에는 ferulic acid, γ -oryzanol, *myo*-inositol, IP₆, β -

sitosterol로 대표되는 phytosterol류, tocopherol, tocotrienol 등의 생리활성 phytochemicals와 면역활성 다당류인 arabinoxylan이 다량 함유되어 있다. 우리의 주식으로서 매일 일정량을 섭취하는 쌀에 유효 생리활성 성분과 면역활성 다당류 성분이 다량 포함되어 있다는 것은 매우 흥미로운 사실이다. 현미뿐만이 아니라 생식에 존재하는 대부분의 곡류에도 상당부분 유사한 많은 생리활성 물질이 존재한다. 따라서 현미나 곡류에 존재하는 이러한 생리활성 성분이 생식의 기능성에 상당부분 기여하는 것으로 유추할 수 있다.

미강의 세포벽내에 존재하는 arabinoxylan과 ferulic acid는 공유결합에 의해 연결되어 있으며, 이들은 다른 세포벽 성분들과 강하게 결합되어 있어 전체적으로는 불용성 상태로서 존재한다. 그런데 arabinoxylan과 ferulic acid의 생리활성은 불용성 상태에서는 나타나지 않기 때문에 이들의 기능성을 발현시키기 위해서는 불용성 구조를 용해화 하는 기술의 적용이 필요하다. 일본 대화약품주식회사에서는 미강으로부터 arabinoxylan을 제조하기 위하여 열수추출물 분획을 효소처리함으로써 arabinoxylan을 분리하는 방법을 사용하고 있다. 그러나 세포벽에 포함되어 있는 arabinoxylan 구조는 매우 견고하여 열수로 수용화되기 어렵기 때문에 arabinoxylan의 생산수율이 0.3%로서 매우 낮다. 따라서 미강의 불용성 세포벽 구조를 물리적인 방법으로 용이하게 이완시킴으로써 효소의 수용화 작용을 용이하게 할 수 있는 기술의 개발이 필요하다.

필자의 연구실에서는 압출성형 및 효소처리의 복합공정을 개발함으로써 곡류 세포벽의 효율적 수용화를 위한 최적 공정기술과 산업적인 대량 생산기술을 개발하였다. 압출공정은 고온, 고전단력을 이용해 단단한 세포벽 구조를 효과적으로 이완시키는 작용을 하며, 따라서 이후 공정인 식물 세포벽 분해 효소(plant cell wall hydrolyzing enzymes)가 보다 용이하게 작용할 수 있다. 본 연구에서는 미강(rice bran)으로부터 생산수율 4.1%, 순도 86.7%, 분자량 4,860의 면역다당류 arabinoxylan의 생산기술을 확립하였으며, 이 결과는 일본의 미강 arabinoxylan 생산기술과 비교하여 생산 수율이 10배 이상 증가된 것이다. 아울러 세포벽의 수용화 과정에서 세포벽내 총 phenolic

표 2. 생식원료의 대표적인 생리활성 성분

	Cereals	Legumes	Fruits & Vegetables	Mushrooms	Seaweeds
Bioactive Polysaccharides	Arabinoxylan	Arabinogalactan	Pectin	β -Glucan	Fucoidan
Phytochemicals	<ul style="list-style-type: none"> • Phytic acid • Phytosterols • Phenolic acids • Phytoesterogens • Lignan 	<ul style="list-style-type: none"> • Phytoesterogens (Isoflavons) • Phytosterols • Saponins 	<ul style="list-style-type: none"> • Polyphenols • Carotenoids • Phenolic acids • Organosulfur-compounds 	<ul style="list-style-type: none"> • Alkaloids • Polyphenols • Polypeptides • Nucleosides 	<ul style="list-style-type: none"> • Chlorophylls • Carotenoids • Phytosterols • Terpenes

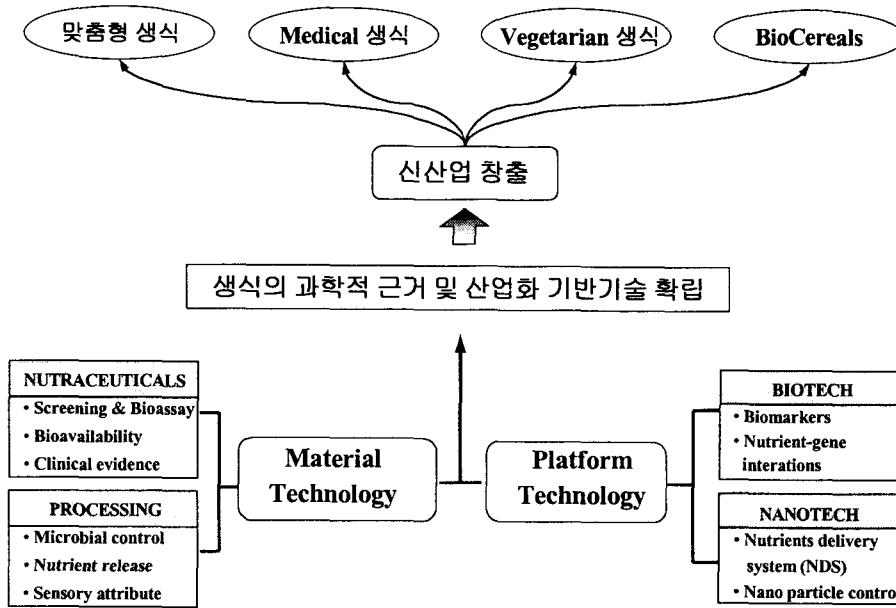


그림 2. 생식의 연구 및 산업화 전망

acid의 약 60%가 유리화되었으며, 특히 가장 함량이 높은 ferulic acid는 약 80%가 유리화되어 항산화 활성이 크게 증가하였다. 본 연구에서 개발한 arabinoxylan은 IFN- γ 생성 증가, macrophage 활성화, NK cell 활성화, 암세포 살해능 증가 등의 생물활성을 나타내었다.

외국에서는 전곡립(whole grain)을 이용한 시리얼 제품이 새로운 곡류 기능성 식품으로서 급속하게 시장을 확장하고 있다. 앞서서도 언급한 바와 같이 모든 곡류에는 arabinoxylan과 ferulic acid와 같은 생리활성 phytochemicals가 다량 함유되어 있으나 이들은 자연적으로 불용성의 상태로 존재하여 실제적인 생체이용성(bioavailability)는 높지 않다. 따라서 이들 생리활성 성분을 활성화하는 기술을 개발하여 곡류 관련제품에 활용하는 것은 매우 중요한 연구과제이다. 필자가 개발한 복합공정은 우선적으로 미강에 대하여 성공적으로 적용되었으며, 앞으로 외국의 주요한 곡류인 밀기울(wheat bran)과 호밀브랜(rye bran)에 대해서도 적용가능성이 높다. 이러한 노력을 통하여 앞으로 생물활성을 보유한 곡류제품 즉 biocereal 개념의 연구 및 상품화 개발이 가능할 것이다. 이는 국내에서 개발한 곡류의 기능성 성분 활성화 기술을 통하여 전 세계의 기능성 곡류식품에 새로운 제품 concept를 제공하는 계기가 될 것으로 기대된다.

생식의 연구 및 산업화 전망

그림 2에 나타난 바와 같이 생식의 연구분야는 크게 제

료공학(material technology)과 기반기술(platform technology)의 두 가지 측면에서 고려할 수 있다. 우선 생식원료에 포함되어 있는 생리활성 물질의 탐색, 효능검정, 생체이용성, 임상결과 등에 대한 연구와 함께 미생물 저감화 기술, 생리활성 물질의 활성화 기술, 관능특성의 향상 등 공정기술의 개발과 최적 생식설계기술의 개발이 필요하다. 또한 기초 기반기술로서 최근 급속하게 진행되고 있는 genomics, proteomics, metabolomics 등의 첨단 생명공학(biotechnology) 기법을 적용하여 생체지표(biomarkers)의 발굴과 생리활성 성분의 유전자 수준에서의 작용을 규명하는 영양유전체(nutrigenomics)의 연구가 필요하다. 또한 나노기술(nanotechnology)로서 영양전달시스템(nutrients delivery system)과 초미립자 생산기술의 적용 가능성도 시도할 가치가 있다. 이러한 기반기술을 종합적으로 통합하여 생식의 과학적 근거와 산업화 기반기술을 확립함으로써 신산업창출의 기반을 구축할 수 있다.

앞으로 생식이 국민의 건강증진과 식품산업 발전에 궁극적으로 기여하기 위해서는 신뢰할 수 있는 과학적 연구 결과를 도출하는데 많은 노력을 기울여야 한다. 현재 지구 축된 시장규모에 안주하여 선도적인 기술의 개발과 효능 연구에 대한 철저한 검증이 이루어지지 않는다면 일시적인 유행식품(fashion food)으로서 머무르게 될 것이다. 따라서 산업체의 연구수요를 정확히 파악하여 산학연 공동으로 국제수준의 기초연구와 산업화 기술을 개발하는 노력이 필요하다.