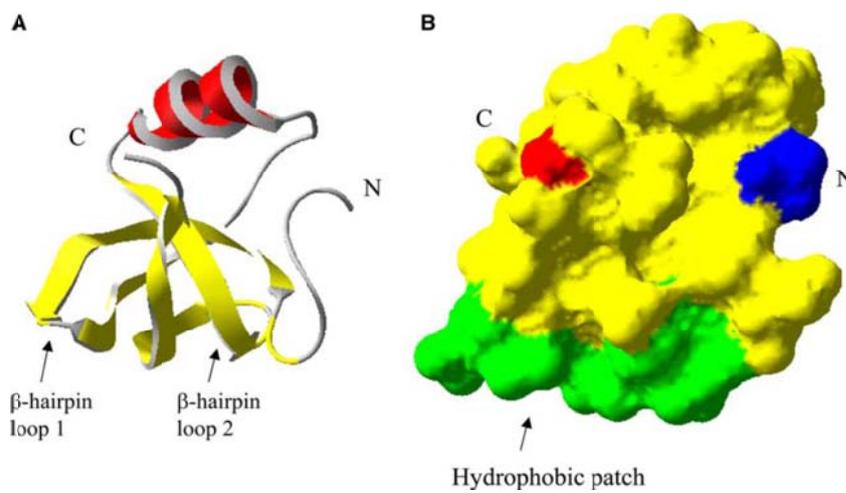
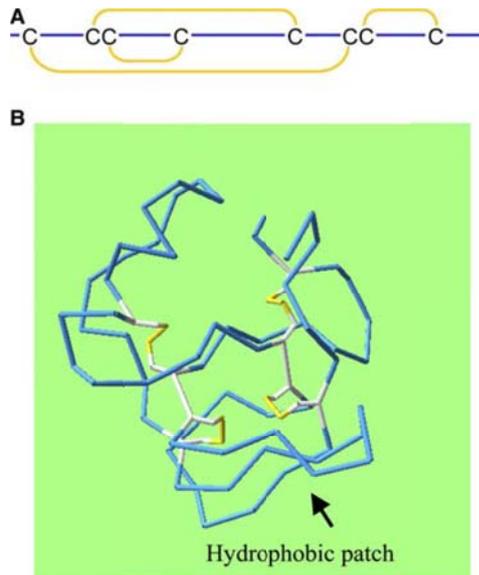


| 번호 | 저자  | 발행년도 | 제목   | 저널  |
|----|---|------|--|---|
| 1  | Linder M. B.  | 2009 | Hydrophobins: Proteins that self assemble at interfaces    | Current Opinion in Colloid & Interface Science 14(5): 356-363 |
|    | <p>하이드로포빈은 균사형 곰팡이가 만들어내는 단백질이다. 생물학적 기능은 다양하나 몇 가지 방법에서 계면이나 표면과의 상호작용에 관계할 것으로 보인다. 따라서 하이드로포빈은 코팅/보호 물질이나 계면활성제의 성질을 요구하는 다른 기능들의 역할을 할 수 있을 것으로 보인다.</p> <p>&lt;하이드로포빈의 분류&gt;</p> <p>하이드로포빈은 hydrophilic, hydrophobic 아미노산 잔기들의 순서에 따라 class1과 class2로 분류된다. Class1이 자체적으로 형성한 집합체는 수용액에 녹지 않는 반면에 class2가 자체적으로 형성한 집합체는 쉽게 용해된다. 하지만 class1과 class2 모두 특별한 형태의 8개의 Cys-잔기를 공유한다. 두 번째와 세 번째 그리고 여섯 번째와 일곱 번째 Cys 잔기는 서로 쌍을 이루면서 존재하기 때문에 이러한 형태(separated, pair, separated, separated, pair, separated)는 일차 서열에서 쉽게 알 수 있다.</p> <p>&lt;하이드로포빈의 몇 가지 성질&gt;</p> <p>하이드로포빈의 구조와 기능의 관계를 이해하는 것은 생물학적 역할 더욱 잘 알 수 있게 하고 적절한 응용과 디자인을 할 수 있게 해줄 것이다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 하이드로포빈의 한쪽에 노출된 hydrophobic 부분 때문에 계면활성을 가진다.</li> <li>➢ Hydrophobic 입자의 크기가 단위면적당 용매화 자유에너지에 영향을 미친다.</li> <li>➢ Hydrophilic, hydrophobic head group의 상대적인 크기와 기하학적 구조는 미셀의 크기와 기하학적 구조에 영향을 미친다.</li> <li>➢ 하이드로포빈에 의해 형성된 막은 매우 규칙적인 결정 구조를 갖는다.</li> <li>➢ 하이드로포빈은 물에 매우 쉽게 용해될 수 있다.</li> </ul> |      |  |   |
| 2  | Linder M. B. et al.   | 2005 | Hydrophobins: the protein-amphiphiles of filamentous fungi | FEMS Microbiology Reviews 29: 877-896                         |
|    | <p>&lt;하이드로포빈 단백질의 구조와 특징&gt;</p>  <p><b>Fig. 1.</b> T. reesei HFB 하이드로포빈의 구조가 하나의 hydrophilic 부분과 하나의 hydrophobic 부분을 가진 양쪽성 분자를 보여준다. (A) HFB 의 2차 기본 구조. 두 개의 hairpin으로 형성된 구조가 있다. 두 개의 hairpin 형태의 고리는 대부분 hydrophobic을 형성한다. (B) 연두색은 hydrophobic 부분, 노란색은 나머지 부분을 나타내고, 빨간색과 파란색은 각각 C-말단과 N-말단을 나타낸다.</p>   |      |  |   |



**Fig. 2.** (A) 하이드로포빈의 일차 구조에서 8개의 Cys 잔기들의 순서는 특별한 형태를 형성한다. 모든 Cys 잔기들은 이황화결합을 형성한다. *T. reesei* HFB 3차 구조에서 볼 수 있는 형태가 표시되어 있다. (B) HFB 의 이황화결합은 구조 안쪽에 위치해있고 두 개의 부분으로 모여있다. 두 부분 모두 4개의 Cys 잔기들을 각각 포함하고 전 구조에 걸쳐 확장된 전자쌍 공유결합을 형성한다. 노란색은 황 원자, 흰색은 Cys 탄소 원자 그리고 파란색은 단백질의 나머지 골격을 나타낸다.

최근 연구에서 *S. commune*의 SC3에서 Cys 잔기가 감소되고 화학적으로 차단되어도 이황화결합은 유지되었다는 결과가 있었다. 이것으로 보아 이황화결합은 단백질의 구조적 안정을 위해 필수적인 것으로 보인다.

<하이드로포빈 유전자의 특성>

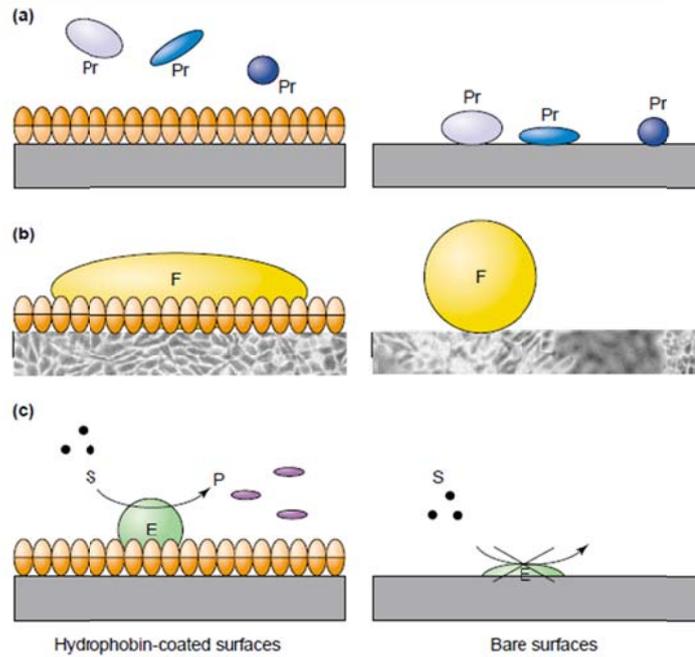
하이드로포빈의 유전자는 균사생장이 가능한 진균에서 발견되었다. 진균은 자낭균류와 담자균류에 속하는 이형태성 효모와 균사형 곰팡이를 포함한다. 대부분의 경우에 한 종에서 하나 이상의 하이드로포빈이 존재한다. 두 개의 종과 종들 사이의 하이드로포빈의 전체적인 DNA 유사성은 낮다.

위에서 언급되었듯이 일차 배열에서 가장 중요한 특징은 8개의 Cys 잔기의 특별한 형태와 반드시 이황화결합을 가진다는 것이다. 전체적으로 낮은 상동성을 보이는 것은 특정한 성질을 가진 다양한 변종을 위한 것으로 볼 수 있다.

|                   |      |                                       |   |
|-------------------|------|---------------------------------------|---|
| Harm J. H. et al. | 2005 | Hydrophobins: proteins with potential | Current Opinion in Biotechnology<br>16: 434-439 |
|-------------------|------|---------------------------------------|---|

<하이드로포빈의 몇 가지 응용 예>

- 3 > 오염방지 코팅에서 하이드로포빈의 응용  
하이드로포빈의 흥미로운 특징은 조립 또는 코팅되었을 때 표면의 소수성을 바꿈으로써 다양한 분자들과 셀들의 결합이 조절될 수 있다는 것이다. 이러한 성질은 오염을 방지하는 것에 응용될 수 있다. 선박에서 유기체들이 자라는 것 때문에 해양 선박 산업에 상당한 문제가 발생하고 있다. 하이드로포빈을 선박에 코팅하게 되면 유기체들이 자라는 것을 방지할 수 있을 뿐만 아니라 지속력과 가격 측면에서도 유리하고 환경적으로도 덜 해롭다.



Current Opinion in Biotechnology

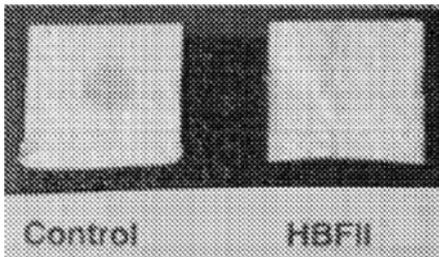
➤ 생체재료와 의료분야에서 하이드로포빈의 응용

하이드로포빈의 고가 응용은 의료와 약학 분야에서 찾아볼 수 있다. 의료용 임플란트에서 생체 적합성은 가장 중요한 요소이기 때문에 하이드로포빈의 오염방지의 응용은 생체재료 분야에서 불필요한 단백질과의 결합을 감소시키는데 이용될 수 있다. 또한 최적화된 친수성 덕분에 세포부착을 향상시킬 수 있다.

➤ 화장품 재료에서 하이드로포빈의 응용

하이드로포빈은 화장품 업계, 특히 모발 관리에서 주목을 받고 있다. 모발 관리를 위한 제품들의 공통적인 문제점이 모발에 잘 달라붙지 않고 흡수되지 않으며, 머리를 감은 후에 모두 씻겨나간다는 것이다. 하이드로포빈을 이용하여 제품을 만든다면 체류 시간을 지속 시켜줄 수 있고 좋은 첨가제가 될 것이다.

### 하이드로포빈 관련제품 특허

| 번호 | 발명가   | 출원년도 | 제목  | 특허번호                 |
|----|---|------|---|----------------------|
| 1  | Mitchell J. T. et al.   | 2011 | Product comprising hydrophobin  | WO<br>2011039188 A1  |
|    | <p>이 발명은 공기를 주입한 제품에 관한 것이다. 특히, 제품을 사용하는 시점에 생성되는 거품에 관한 것이다.</p> <p>많은 소비 상품들이 표면에 거품이 형성되도록 공기가 주입되어 제공된다. 공기가 주입되는 상품의 예로는 카푸치노, 무스, 소스, 밀크셰이크 등이 있다. 상품에 공기를 주입하게 되면 소비자들의 많은 요구사항들을 만족시킬 수 있다. 공기의 주입을 조절함으로써 소비자들이 요구하는 상품의 질감이나 입에 닿는 느낌, 밀도, 부피를 조절할 수 있다.</p> <p>이러한 공기를 주입하는 기술은 여러 기술이 존재한다. 휘핑, 휘젓기, 흔들기 등 기계적인 방법이나 증기나 가스를 주입하는 방법 또는 상품을 가열하여 내부에 수증기를 형성시키는 등 여러 가지 방법이 존재한다. 하지만 이러한 방법은 장비들을 사용해야 하고, 주입된 가스는 일시적일 뿐만 아니라 제품의 수명까지 지속되지 않는다. 따라서 이 발명에서는 중탄산염을 이용하여 공기를 쉽게 주입하였고, 하이드로포빈을 이용하여 발생된 공기층을 안정적으로 유지시켰다. 따라서 중탄산염과 하이드로포빈을 0.5 wt%로 포함하는 제품을 제공한다.</p> |      |   |                      |
| 2  | Subkowski T. et al.   | 2010 | Use of hydrophobin polypeptides as penetration enhancers in topical pharmaceuticals, cosmetics and herbicides | US<br>20100240774 A1 |
|    | <p>침투 강화제는 화장품, 약물, 작물 보호제 그리고 코팅 조성물 등 넓고 다양한 분야에서 중요한 요소로 자리잡았다. 따라서 이 발명은 기존의 경피성 침투 강화제의 문제점을 하이드로포빈 폴리펩타이드의 사용으로 개선할 수 있다는 것에 대한 것이다.</p> <p>이 발명에서 하이드로포빈을 이용한 모발 염색과 하이드로포빈을 적용한 젖산의 피부 침투 등을 실험하였다. 하이드로포빈 A와 B로 처리된 모발에서 결합력과 염색 흡착의 증가를 확인할 수 있었고, 또한 피부에서 젖산의 개선된 침투를 확인할 수 있었다.</p>   |      |   |                      |
| 3  | Barg H. et al.  | 2010 | Use of hydrophobin for non-permanent dyeing of keratin  | WO<br>2010020587 A2  |
|    | <p>본 발명은 케라틴과 케라틴을 포함하는 물질, 특히 머리카락의 비영구적 염색과 그와 비슷한 방법을 위한 하이드로포빈의 사용과 관련된다.</p> <p>하이드로포빈의 사용은 색상 농도의 증가와 염료가 씻겨나가는 기간을 지속시켜주는 결과를 가져온다. 이것은 케라틴에서 비영구적 염색의 향상된 흡수와 침착을 암시한다. 이러한 결과는 판테올과 같은 친수성 미용 활성제와 관련이 있다. 부분적으로 더 높은 농도가 케라틴을 통과하기 때문에 활성제는 더 강하게 작용하고 완전히 씻겨 나가기까지 기간이 연장된다. 결과적으로 이러한 것들은 머리카락의 두께, 찢어짐의 강도, 빗질의 용이성, 빗질의 힘, 부드러움 그리고 처리된 케라틴의 성질에 영향을 미친다.</p>   |      |   |                      |
| 4  | Gabor E. et al.   | 2008 | Method of treating cellulosic materials with hydrophobins   | WO<br>2008110456 A2  |
|    | <p>하이드로포빈에 의한 처리로, 종이, 판지, 코튼 또는 고체 목재와 같은 셀룰로오스성 물질은 흡수와 공격에 의해 물 또는 수분에 대해서 효과적으로 보호될 수 있다. 결과적으로 수분에 의해 썩는 것, 흠이 들어가는 것, 미생물에 의한 공격 또는 크기의 변화를 예방할 수 있다.</p> <div style="text-align: center;">  </div>   |      |   |                      |

|   |  |      |  |
|---|--|------|--|
|   | <p>아주 극소량의 하이드로포빈으로도 셀룰로오스성 물질을 오염으로부터 보호하고 소수성화하고 보존 처리하는데 충분히 효과적으로 적용된다는 것을 보여준다. 또한 셀룰로오스성 물질의 처리를 위해 한 가지 이상의 하이드로포빈이 사용되었고, 한 가지 이상의 하이드로포빈의 혼합물을 이용하는 것이 가능하다는 것을 알 수 있다.</p>   |      |  |
|   | Baus U. et al.   | 2008 | Open-cell plastic foams modified with hydrophobins |
|   |  |      | WO 2008107439 A1                                   |
| 5 | <p>이 발명은 멜라민 포름알데히드 축합체, 폴리우레탄 또는 폴리이미드를 기반으로 하는 개방형 셀 거품과 관련있다. 거품 생성, 유기 액체 흡수, 액체 보관용기의 누수 그리고 액체-액체 분리를 위해 하이드로포빈으로 처리되었다.</p> <p>멜라민-포름알데히드를 기반으로 한 탄성 거품인 개방형 셀은 비교적 저밀도이고 좋은 연소 저항 그리고 고온과 저온에서 높은 안정성을 가지는 것으로 잘 알려져 있다. 이것들은 방음과 오래된 물질의 충격 흡수팩으로서 건물, 차량, 파이프라인 또는 탱크의 단열에 특히 적합하다. 처리되지 않은 멜라민 포름알데히드 거품은 매우 빠르게 친수성과 소수성 액체를 흡수한다. 물의 흡수는 예를 들면 단열 효과에서 열화와 밀도의 증가에 대해 역효과를 가질 수 있다.</p> <p>최소 하나의 하이드로포빈과 함께 개조된 멜라민-포름알데하이드 축합체를 기반으로 하는 개방형 셀 거품이 발견되었고, 그러한 거품을 생산하는 방법 또한 발견되었다. 여기서 멜라민-포름알데하이드를 기반으로 하지 않는 개방형 셀은 하이드로포빈 수용액에 의해 처리되었다. 게다가 거품을 생산하기 위해서는 적어도 하나의 하이드로포빈의 존재 하에 이루어진다는 추가적 생산기술이 발견되었다.</p> |      |  |