

20 년 월 일 요일
 시간 : 장소 : 
 학교 학년 반
 번 이름 :

캡사이신 책갈피

매운맛을 느끼는 과정을 알아보고, 매운맛 분자 중 하나인 캡사이신의 분자구조를 펠트스티커를 이용하여 꾸며봅니다.

실험키트구성

캡사이신 도안, 원형 펠트스티커 4종(대 3종, 소1종)

준비물

유성펜

생각해보기

1. 내가 아는 맛은 어떤 것이 있습니까? 생각나는대로 적어봅시다.

2. 내가 먹었던 음식 중 가장 매웠던 음식은 무엇인지 적어봅시다.

원리학습

매운 떡볶이를 먹어보았나요?

매운 떡볶이는 어떤 맛인가요? 아니, 어떤 느낌인가요?

우리가 알고있는 매운맛은 혀의 맛세포가 느끼는 기본맛이 아닙니다.

음식에 들어있는 매운맛 분자가 입안의 통증과 온도를 느끼는 감각세포를 자극하여 느끼게 되는 '고통'이지요!

매운맛을 내는 음식은 고추, 마늘, 고추냉이(와사비), 멘톨, 계피 등 여러가지가 있습니다.

이들 음식들에 들어있는 매운맛 분자는 모두 달라 입 안에서 서로 다른 이유로 매운맛을 느끼게 합니다.

캡사이신 capsaicin

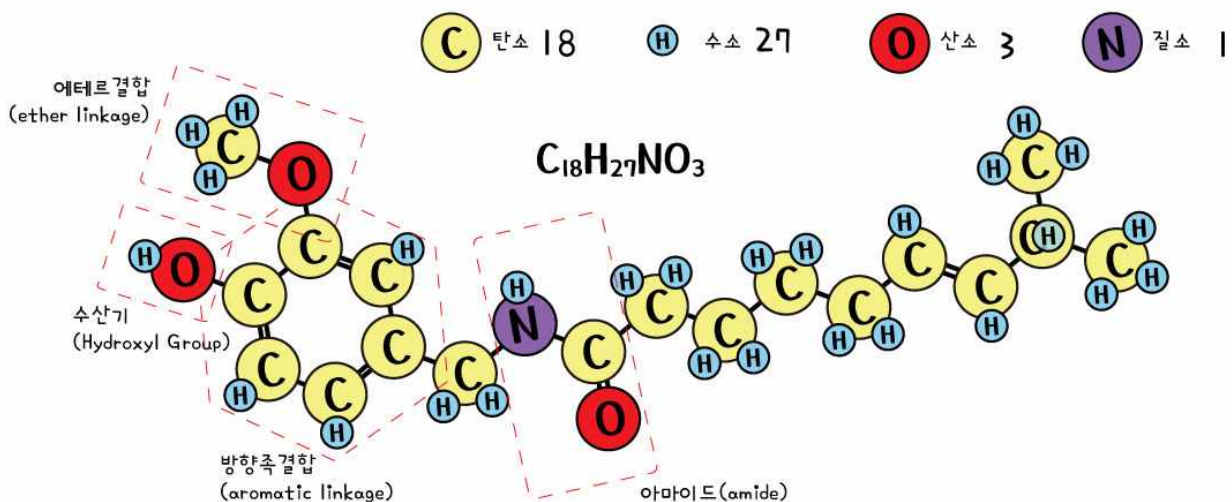
고추 속에 들어있는 매운맛 분자는 여러분이 많이 들어본 **캡사이신(capsaicin)** 이라는 물질입니다.

캡사이신은 고추의 매운맛을 내는 주성분으로 고추씨와 하얀 속심에 많이 들어있습니다.

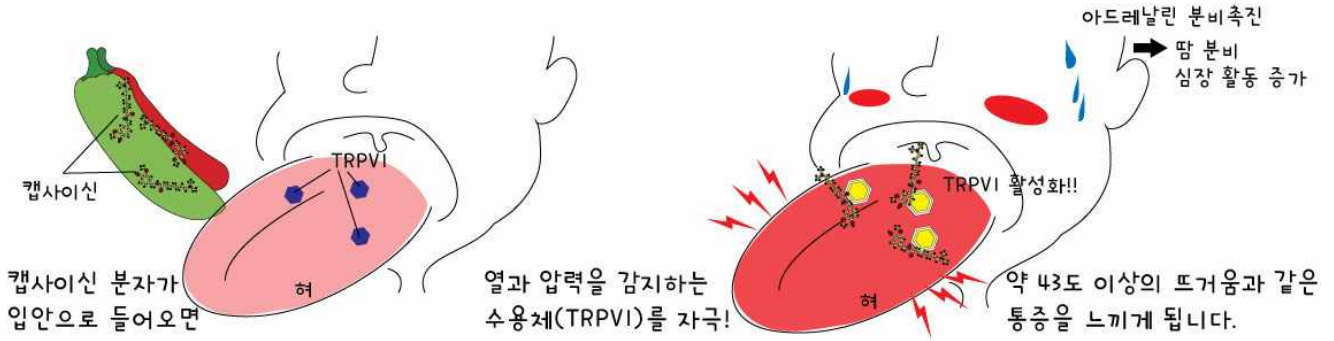
이 분자는 휘발성이면서 지용성으로 물에 잘 녹지 않습니다.

매운 떡볶이를 먹고 물을 마셔도 매운느낌이 빨리 사라지지 않는 이유도 이때문입니다.

오히려 우유를 마시면 우유의 지방이 이 성분을 녹여내는 데에 도움을 줍니다.



캡사이신 분자는 그림과 같이 탄소, 산소, 질소, 수소로 구성되어 있습니다.



수용체는 일종의 센서이며, 신경을 따라 대뇌로 자극을 전달하여 뜨거움과 통증을 느끼게 되지요. 체내에 흡수된 캡사이신은 아드레날린의 분비를 촉진시키는데, 이로 인해 땀이 나고 심장의 활동을 빨라지게 합니다. 기분이 좋아지는 느낌도 받게 되지요.

스코빌 척도 Scoville scale 미국의 화학자 윌버 스코빌이 개발한 것으로 캡사이신 함량에 따른 매운맛의 정도를 나타냅니다. 단위로는 SHU(Scoville Heat Unit)를 사용합니다.



고추 속에 들어있는 이 화학물질은 새를 제외한 동물들로부터 씨앗을 보호하기 위한 것입니다. 새는 캡사이신의 매운맛을 별로 느끼지 못하는데, 새가 퍼트린 고추씨를 쥐나 다람쥐들이 먹지 못하게 하는 효과가 있지요. 또한 캡사이신은 곰팡이를 억제하는 효과도 있어 간장이나 된장에 고추를 넣어놓는 옛 선조들의 지혜도 알 수 있습니다. 아드레날린을 분비하는 효과를 이용하여 최근에는 진통제로도 개발되고 있다고 합니다.

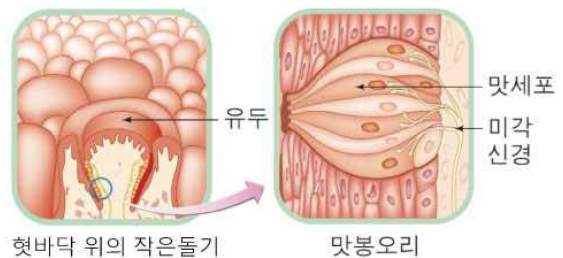
치한들을 물리치기 위해 캡사이신이 첨가된 호신용분무(spray)액도 판매되고 있습니다. 분무액이 눈이나 피부에 분사되면 심한 고통이 따르도록 고안되어서 치한들을 일시적으로 마비시킬 수 있어 효과적으로 제압할 기회를 포착하거나, 도망칠 기회를 잡을 수 있게 되지요.

캡사이신이 들어있는 중독성 있는 매운 음식은 기분을 좋게도 만들지만 너무 많이 먹으면 위와 장에 자극을 주어 좋지 않습니다. 적당히 섭취하는 것도 지혜랍니다.

맛! 맛! 맛?! 그렇다면, 매운맛은 우리가 말하는 '맛'이 맞을까요? 아래 단어 중 '맛'을 찾아 O표 해봅시다.

단맛, 짠맛, 짭은맛, 부드러운맛, 신맛, 매운맛, 쓴맛, 감칠맛

우리 혀에서 느끼는 맛은 5가지로 분류하며, 맛을 느끼는 맛세포에서 감지하게 됩니다. 맛세포는 혀바닥 위의 작은 돌기인 유두에 분포하고 있으며 미각 신경을 통해 대뇌로 연결되어 대뇌에 자극을 전달하게 되는 것입니다.



위에서 제외된 짭은맛, 부드러운맛, 매운맛 등은 혀의 맛세포에서 느끼는 '맛'이 아니라 압각(누르는 감각), 통각(통증을 느끼는 감각), 온냉각(온도를 느끼는 감각) 등의 복합적인 감각이지요!

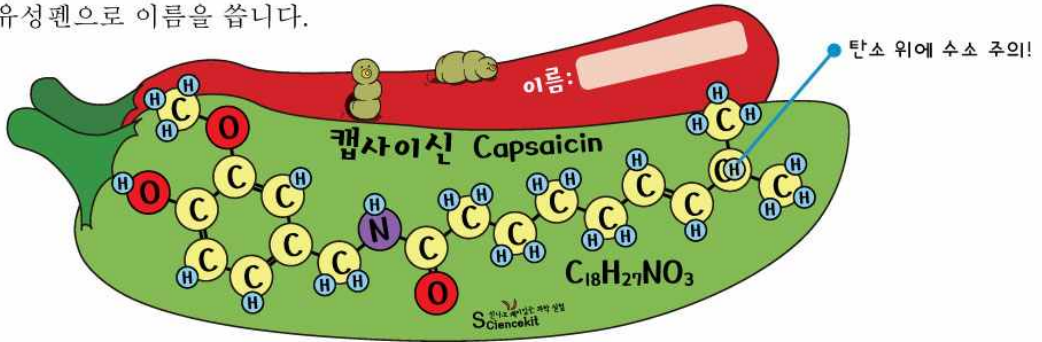
실험방법

1. 캡사이신 종이도안에 그려진 그림을 확인하고 아래 순서대로 원자에 알맞은 펠트스티커를 붙입니다.

- ① 탄소 자리에 노랑색 펠트스티커를 붙입니다.
- ② 산소 자리에 빨강색 펠트스티커를 붙입니다.
- ③ 질소 자리에 보라색 펠트스티커를 붙입니다.
- ④ 마지막으로 수소 자리에 작은 파랑색 펠트스티커를 다른 스티커 위에 그림과 같이 살짝 겹쳐 붙입니다.

2. 오른쪽의 탄소원자 위에 붙이는 수소원자를 주의합니다.

3. 이름쓰는 칸에 유성펜으로 이름을 씁니다.



확인학습

1. 매운맛성분의 화학물질인 캡사이신의 특징을 정리해봅시다.

캡사이신의 분자구조와 특징

캡사이신을 느끼는 과정

캡사이신이 우리 몸 속에서 하는 작용

2. 여러분이 캡사이신을 이용하여 새로운 제품을 개발한다면 어떤 제품이 좋을까요?
제품을 기획하여봅시다.

느낀점

■ 교사용 실험 자료실 ■

실험 제목	캡사이신 책갈피		실험 원리	감각신경(미각, 통각), 분자의 구조	
실험 시간	25분	실험 분야	생물, 화학	실험 방법	4인 1조, 개별실험
세트구성물	캡사이신 도안, 원형 펠트스티커 4종(대3종, 소1종)				
교사준비물	없음		학생준비물	유성펜	
실험 결과	학생당 캡사이신 분자모형을 붙인 책갈피를 하나씩 가져갑니다.				
실험팁	<p>TIP 1. 펠트 스티커는 탄소(노랑), 산소(빨강), 질소(보라)를 먼저 붙인 후 수소(파랑, 작은 것)를 나중에 붙입니다.</p> <p>TIP 2. 수소는 탄소, 산소, 질소에 그림과 같이 조금씩 겹쳐 붙입니다.</p>				

생각해보기

1. 내가 아는 맛은 어떤 것이 있습니까? 생각나는 대로 적어봅시다.

단맛, 쓴맛, 신맛, 상큼한맛 등등 아는대로 써보도록 지도합니다.

2. 내가 먹었던 음식 중 가장 매웠던 음식은 무엇인지 적어봅시다.

엽기떡볶이, 죠스떡볶이, 매운 라면, 매운탕, 청양고추, 빨간고추 등등

확인학습

1. 매운맛성분의 화학물질인 캡사이신의 특징을 정리해봅시다.

▶ 캡사이신의 분자구조와 특징

탄소, 질소, 산소, 수소로 되어 있으며, 휘발성이면서 지용성입니다.

▶ 캡사이신을 느끼는 과정

캡사이신이 혀의 온도와 통증을 느끼는 수용체를 자극하면 대뇌로 전달되어 느끼게 됩니다.

▶ 캡사이신이 우리 몸 속에서 하는 작용

아드레날린의 분비를 촉진하여 땀이나고, 심장활동을 촉진합니다.

2. 여러분이 캡사이신을 이용하여 새로운 제품을 개발한다면 어떤 제품이 좋을까요?

제품을 기획하여봅시다.

학생들의 기발한 아이디어를 제품으로 적어보도록 유도합니다.

화학산책 : 고추와 캡사이신

맵고 뜨거운 맛의 비밀

우리나라 사람들은 특별한 경우가 아니면 하루도 빠짐없이 고추 혹은 고춧가루가 들어간 음식을 먹는 것 같다. 고추가 한국인의 입맛을 언제부터 사로잡게 되었는지는 모르겠지만, 문헌에 의하면 고추는 대략 1600년대 중엽 도입된 것으로 추정된다. 고추는 김치, 고추장을 비롯하여 매운탕, 라면 등 우리가 즐겨 먹는 대부분의 음식에 들어간다. 고추는 매운 채소의 대명사이지만 알고 보면 좋은 화학물질도 많이 포함되어 있다. 이번에는 고추에 포함된 화학물질에 대해 알아본다. [고추에 포함된 화학 물질에 대해 알아보자. <출처: gettyimages>]

탐스러운 빨강색에는 번식의 뜻이

과일이 익으면서 색이 변하는 것처럼 고추도 영글면서 색이 변한다. 어린 고추의 초록색은 엽록소(chlorophyll) 분자로 인한 것이다. 고추가 영글면서 엽록소 분자는 분해되기도 하고, 다른 물질로 변하기도 한다. 또한 엽록소의 초록색에 가려 있던 색소들이 유전자에 내장된 프로그램에 맞추어 시간이 되면 붉은색, 노란색 등을 띠게 되는데, 이런 모든 과정을 통해 고추의 색이 변하는 것이다. 식물의 열매가 화려한 것은 자연에서 아주 중요한 의미를 가진다. 그것은 후손을 번창시키려는 뜻이 담겨 있다. 짐승의 눈에 들어 열매가 많이 먹히면 결국에는 짐승의 이동 경로를 따라 식물의 씨가 널리 퍼지는 결과를 낳는다.

탐스러운 색깔의 빨간 고추는 초록 고추에 비해서 라이코펜(리코펜, lycopene) 혹은 케로틴(카로틴, carotene)과 같은 항산화물질을 더 많이 포함하고 있다. 라이코펜은 토마토와 같은 붉은 색 과일이나 채소에 많이 포함된 식물성 화학물질(phytochemical)이며, 케로틴은 비타민 A의 전구물질이다. 베타-케로틴이 많이 포함된 대표적인 채소로는 당근이 있으며, 당근 특유의 주황색도 케로틴 때문이다. 고추에는 그 외에도 여러 가지 비타민(비타민 C, E)이 들어 있는데, 실험실에서 분석한 자료를 보면 고추는 오렌지(45 mg/100g)보다 더 많은 비타민 C(144 mg/100g)를 포함하고 있다. 그렇지만 비타민 C를 보충하기 위해서 오렌지 대신 고추를 찾는 사람은 드물 것 같다. 고추에는 염산 또한 비교적 풍부하게 들어 있다.

고추의 맵고 뜨거운 맛 : 캡사이신

고추의 매운맛은 캡사이신(capsaicin)이라는 화학물질로부터 온다. 캡사이신 자체로는 색과 향이 없다. 캡사이신은 유기물질로 물에 잘 녹지 않고 기름에 녹는다. 고추에서 추출한 캡사이신은 진통 효과를 가지고 있다. 캡사이신으로 인해 통증 수용체가 계속해서 자극을 받게 되면 마침내 몸은 엔도르핀(endorphin)을 방출한다. 엔도르핀은 몸에서 분비되는 자연산 진통제이다. 매운 고추가 혀와 목을 타고 넘어가는 순간, 심장 박동이 빨라지고, 혀끝에서는 고통이 느껴지며, 몸에서는 땀이 나기 시작하는 것을 경험한 적이 있을 것이다. 고통을 감내하기 위해서 우리 몸에서 ‘천연 마약’인 엔도르핀을 분비하기 시작하는 것이다. 한때 한국화학연구소 연구진이 캡사이신 유도체를 이용하여 진통제를 개발했다고 발표한 적도 있다.

매운맛을 내는 캡사이신 분자가 혀에 닿으면 혀 표면에 분포된 분자수용체(receptor)에 달라 붙는다. 그 후에 분자 수용체와 연결된 이온통로가 열리면서 칼슘이온이 방출되면 통증을 감지하는 신경세포가 활성화된다. 그 결과 세포에서 방출된 신경전달물질이 뇌로 전달되면 통증을 느낀다는 것이다. 결국 매운맛은 뇌에서는 통증으로 인식되고 있는 셈이다. 분자수용체로부터 캡사이신 분자가 분리되기 전까지는 계속해서 매운맛을 느낀다. 재미있는 사실은 매운맛을 감지하는 수용체와 뜨거움을 감지하는 수용체의 작동 메커니즘이 같다는 것이다. 약 43도 이상 되는 뜨거운 음식이 혀에 닿으면 매운맛을 느끼는 과정과 같은 일이 반복된다. 매운맛과 뜨거운 맛을 인식하는 수용체가 같아서 그런지 매운맛(spice hot) 혹은 뜨거운 맛(temperature hot)도 모두 영어로는 hot이다.

고추의 매운맛을 내는 화학물질, 캡사이신의 분자 구조.

매운맛을 감지하는 수용체와 뜨거움을 감지하는 수용체의 작동 메커니즘은 같다.

매운 고추를 먹고 나서 통증을 제거하려고 물을 먹는 것은 도움이 안 된다. 차라리 약간의 식용유를 혀끝에 둘러서 캡사이신을 녹여내는 방법이 과학적이다. 캡사이신이 물보다 기름에 더 잘 녹는 성질을 이용하는 것이다. 화학물질들은 극성 물질은 극성 용매에 녹고, 비극성 물질은 비극성 용매에 녹는다. 화학물질을 녹일 때 기본 원칙은 “끼리끼리 녹는다(like dissolves like)” 이다. 여기서 끼리끼리(같은 종류)라고 판단하는 한 가지 기준은 분자가 띠고 있는 극성의 정도이다. 예를 들어 물은 대표적인 극성 용매이며, 기름은 대표적인 비극성 용매이다. 그러므로 물에는 극성 분자들이 잘 녹고 기름에는 비극성 분자들이 잘 녹는다. 매운맛을 없애기 위해서는 비극성인 캡사이신을 혀 점막에 분포되어 있는 캡사이신 분자수용체로부터 분리시키는 일이 우선이다. 식용유를 입 안에 넣고 혀를 행구면, 캡사이신이 비

극성인 식용유에 녹으면서 분자수용체에서 떨어져 나와서 더 이상 매운맛을 느끼지 않는다. 식용유는 먹기가 괴로우니 효과는 좀 떨어지겠지만, 우유를 먹는 것도 도움이 된다. 우유 속 지방이 캡사이신을 녹일 수 있기 때문이다.

매운맛의 단위 : 스코빌

매운맛의 강도를 비교하기 위해서 스코빌(scoville, SHU:scoville heat unit)이라는 단위를 사용한다. 매운맛의 단위를 처음으로 제안한 미국 과학자(Wilbur Scoville)의 이름을 딴 것이다. 예를 들어서 피망(green pepper)은 스코빌 단위로 1이며, 할라피뇨(jalapeno)는 약 5000 정도이다. 할라피뇨는 멕시코가 원산지인 고추다. 피자나 스파게티를 파는 식당에서 절인 오이와 함께 할라피뇨가 나오는 것을 종종 볼 수 있다. 매운 고추로 명성이 자자한 청양고추는 약 10,000 스코빌 정도다. 그러므로 일반 가정에서 즐겨 먹는 고추는 할라피뇨와 청양고추의 중간쯤 되는 스코빌 값일 것이라고 짐작한다. 일반 고추는 청양고추보다는 맵지 않고, 할라피뇨보다는 맵다고 느껴 그렇게 추정을 한 것이다. 최근에는 분석기기를 통해서 고추에 포함된 캡사이신과 캡사이신 유도체의 양을 알아낼 수 있으므로 고추의 매운맛 서열을 보다 정확하게 결정할 수 있을 것이다.

매운맛이 대폭 줄어든 고추가 식탁에 오른다. 그 정도의 매운맛이라면, 아마도 피망과 같은 최저 스코빌 값이 아닐까 싶다. 기네스북에 오른 세계 최고 매운 고추들은 2백만 스코빌 이상이 된다고 한다. 그러나 매운맛을 느끼는 정도는 사람의 연령과 고추에 대한 경험 유무에 따라 많은 차이가 나므로 스코빌로 표현하는 것은 어디까지나 참고 사항이다. 순수한 캡사이신은 약 천만(10⁷) 스코빌 이상이 된다고 한다. 정말로 용감한 사람 혹은 매운맛을 못 느끼는 사람이 아니고서는 감히 시도할 마음조차 가질 수 없는 매운맛이라고 짐작할 뿐이다.

캡사이신이 첨가된 분무액과 새 모이

치한들을 물리치기 위해 캡사이신이 첨가된 분무(spray)액이 판매되고 있다. 분무액이 눈이나 피부에 분사되면 심한 고통이 따르도록 고안되어서 치한들을 일시적으로 마비시킬 수 있다. 그러므로 효과적으로 제압할 기회를 포착하거나, 줄행랑을 칠 기회를 잡을 수 있다. 포유동물을 퇴치하는 수단으로 캡사이신이 응용되기도 한다. 캡사이신을 첨가한 새 모이가 바로 그중 하나다. 다람쥐와 같은 동물들은 아주 심한 고통을 감내하면서 캡사이신이 첨가된 새 모이를 훔쳐 먹지 못하는 것 같다. 새가 캡사이신에 둔감한 것은 고추에게는 좋은 일이다. 새가 소화하지 못한 고추 씨가 새의 배설물에 섞여 떨어지면 새로운 고추나무가 자랄 것이기 때문이다. 예전에는 장을담글 때 빨간색 고추와 숯을 몇 개 정도는 띄웠다. 빨간색이 악한 기운을 물리친다는 주술적인 의미도 있겠지만, 캡사이신을 몰랐어도 고추에 포함된 화학 물질이 곰팡이 혹은 잡균을 물리친다는 것을 알아낸 선조들의 지혜는 정말 놀랍다.

[고추와 캡사이신 - 맵고 뜨거운 맛의 비밀 (화학산책)]

캡사이신[capaicin]

요약 고추에서 추출되는 무색의 휘발성 화합물로, 알칼로이드의 일종이며 매운 맛을 내는 성분인데, 약용과 향료로 이용되며 고추씨에 가장 많이 함유되어 있다.

화학식은 C₁₈H₂₇NO₃. 알칼로이드의 일종으로, 고추의 매운 맛을 내는 성분이다. 고추씨에 가장 많이 함유되어 있으며, 껍질에도 있다. 약용과 향료로 이용된다. 고추가 캡사이신을 만들어 내는 이유는 자신을 다른 동물이나 식물로부터 보호하고, 동시에 씨를 퍼뜨려 종자의 번식을 도모하기 위해서인 것으로 알려져 있다.

미국 애리조나주 남부의 칠레고추밭에서 칠레고추를 먹는 동물들을 관찰한 결과, 고추에게 위협이 되는 동물에게는 캡사이신이 독이 되어 이들은 고추를 먹으려 하지 않았고, 고추의 씨를 퍼뜨리는 데 도움이 되는 동물, 주로 새들에게는 맛있는 먹이가 되어 고추씨가 이들의 배설물에 섞여 멀리까지 퍼진다는 사실이 발견되었다.

1940년대 후반, 캡사이신이 처음에는 강한 자극을 주지만 시간이 지나면서 진통작용을 한다는 사실이 밝혀졌으며, 그 후 캡사이신 유도체를 합성하여 새로운 진통제를 개발하기 위한 연구가 활발하게 추진되었다. 캡사이신의 진통작용은 체내 신경말단에서 통증 전달물질로 알려진 'P물질'을 유리하여 고갈시킴으로써 그 효과를 나타내는 것으로 규명되었다. 그러나 캡사이신 자체는 독성이 너무 강하여 이를 직접 임상에 적용하기는 어렵다.

따라서 이 단점을 보완할 수 있는 캡사이신 유도체 합성에 연구의 초점을 맞추었으나, 이제까지 합성된 캡사이신 계열 화합물들은 진통효과가 7~9일이나 계속되는 등 지속시간이 너무 길 뿐 아니라 일반적으로 독성도 강하다는 문제점이 있다.

1999년 말, 한국화학연구소는 동아제약연구소와 협력하여 이런 단점을 극복하고, 강력한 활성을 가지면서도 부작용이 적은 신물질의 개발에 성공하였다. 'DA-5018'로 명명된 이 물질은 캡사이신 유도체인면서도 기존 캡사이신 계열 화합물과는 달리 자극성이 적어 대상포진 후 통증·당뇨성 신경통 등에도 적용할 수 있을 것으로 기대된다.

또한 군산대학교 식품영양학과 주종재(朱鍾材) 교수 연구팀은 《한국영양학회지》 1999년 7월호에 발표한 논문에서 캡사이신이 진통작용 외에 체지방을 줄여 비만의 예방과 치료에도 효과가 있다고 밝혔다. [출처: 두산백과]

화학구조적 특징

요약 capsaicin은 진통 성질을 지닌 칠리 페퍼 추출물이다. 캡사이신 (capsaicin)은 일차 감각 말초 신경 세포에 선택적으로 작용하는 신경 펩타이드 방출 인자이다. 국소적으로 사용되는 capsaicin은 말초 신경 통증을 조절하는데 도움을 준다. 이 약제는 물질 P 및 기타 타키키닌을 조작하기 위해 실험적으로 사용되었다. 또한, 캡사이신은 화학 요법 및 방사선 요법으로 유발 된 점막염을 조절하는데 유용 할 수 있다. [출처 NCIt]

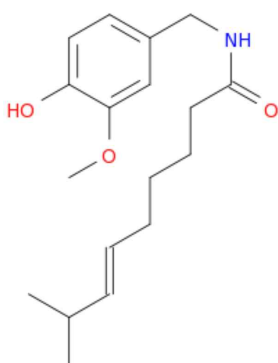
화학식	C ₁₈ H ₂₇ NO ₃
분자량	305.41188 g/mol
IUPAC 명명법	(6E)-N-[(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)methyl]-8-methylnon-6-enamide
InChIKey	YKPUWZUDDOIDPM-SOFGYWHQSA-N
InChI	InChI=1S/C18H27NO3/c1-14(2)8-6-4-5-7-9-18(21)19-13-15-10-11-16(20)17(12-15)22-3/h6,8, H,19,21)/b8-6+
SMILES 열	COc1cc(CNC(=O)CCCC=CC(C)C)ccc1O

분자구조

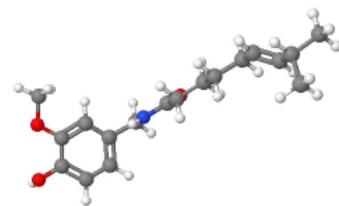
분자의 화학적 구조는 원자의 배열과 각 해당 원자들 간의 화학결합으로 결정된다. 캡사이신 분자는 27 개의 수소 원자, 18 개의 탄소 원자, 1 개의 질소 원자 그리고 3 개의 산소 원자로 구성되어 총 49 개의 원자로 형성된다. 캡사이신 분자에는 총 49 개의 화학결합이 있으며, 이는 22 개의 비수소결합, 8 개의 다중결합, 9 개의 단일결합, 2 개의 이중결합, 6 개의 방향족결합, 1 개의 6원자 고리, 1 개의 2차 아마이드(지방족), 1 개의 방향족 수산기 그리고 1 개의 에테르(방향족)로 구성되어 있다.

캡사이신의 구조 이미지는 아래와 같다.

[캡사이신](#) [Capsaicin] (화학물질 구조사전)



Capsaicin
2차원 구조



Capsaicin
3차원 구조