

천연소재 담배 필터 적용 방법

김민규 · 여운형 · 김수호 · 오경환 · 진용숙 · 황의일*

KT&G 연구원

(2013년 11월 8일 접수; 2013년 11월 20일 수정; 2013년 11월 26일 승인)

The Natural Ingredient Application Method of Cigarette Filter

Min-kyu Kim, Woon-Hyung Yeo, Soo-ho Kim,
Kyung-Hwan Oh, Yong-sook Jin and Eui-il Hwang

KT&G Central Research Institute, Daejeon 305-835, Korea

(Received Nov 8, 2013; Revised Nov 20, 2013; Accepted Nov 26, 2013)

ABSTRACT : The natural ingredient has been utilized variety of the food and medicine. The aromatherapy well known prevent disease and healthy promotion using the essential oil derived extracted plants. In this work, natural ingredient include herb granulated for application of tobacco filter. That used by granulation using fluidized bed granulator(top-spray, bottom-spray and tangential-spray) and wet granule method. According to ingredient can used granulating method selectivity. So, we used fluid-bed granulator and wet granule method. Grapefruit extract coated sugar particle using the bottom-spray method and red ginseng granule granulated red ginseng powder using the tangential-spray method in a fluidized bed. Then, these granules applied the tobacco filter after due consideration add amount and operation efficiency. As a result, wet granule was loaded dual filter because that similarity carbon granule. And it was fitted in added 3mg/mm, per tip in the tobacco end part. Another type, fluidized bed granules was filled cavity filter because it has high hardness, sphere shape.

담배 필터는 1930년대 초반 종이필터를 시작으로 Cellulose Acetate 필터, 활성탄 필터 등 꾸준한 개발이 이루어져 왔으며 최근에는 변화하는 소비자 니즈에 부응하기 위한 다양한 형태 및 기능의 특수 필터들이 개발되고 있다. 최근에는 천연소재를 적용한 차별화 및 기능성 필터의 개발 필요성이 점차 증가하고 있으나, 천연소재 본래의 형태로 필터에 적용하기에는 많은 어려움이 있다. 그러나 천연소재 고유의 특성을 지닌 천연소재를 활성탄과

유사한 형태로 과립을 제형화하면 필터적용이 가능하다.

과립 제형화 기술은 응집을 이용한 것으로 과거부터 과립 입자 크기를 확대하면서 제품적용에 알맞은 특성을 가진 과립제조 방법들이 연구(Djamarani et al, 1997.)되어 왔다. 보편적으로 사용되는 유동층 과립기는 식품이나 의약품의 사용되는 천연소재의 미분체를 유동 공기에 의해 유동화시키면서 분무 노즐을 통하여 원하는 물질의 용액

*연락처 : 305-805, 대전광역시 유성구 가정로 30, KT&G 연구원

*Corresponding author : *KT&G Research Institute, 30 Gajeong-ro, Yuseong-gu, Daejeon 305-805, Korea*
(phone : 82-42-866-5414; fax: 82-42-866-5456; e-mail: hwangeuiil@ktng.com)

을 분사시켜 분무 물질을 입자 위에 Coating 하거나 Pelleting 하는 장치이다. 또한 유동층 과립기는 과립화, 혼합, 건조, 열 교환, 분리, 흡착 등 다양한 목적에 따라 사용가능하다. 현재 유동층 과립기는 화학 및 제약 분야에서 이미 다양한 방법으로 응용되고 있으며 (Lu et al., 1993), 최근 식품분야 (Blassa et al., 1971; Dziezak et al., 1988; Jackson et al., 1991) 에서도 그 활용 범위가 점점 확대되고 있다.

식품이나 의약품에 적용되는 과립화된 분말은 체내에 빠르게 흡수되어야 하기 때문에 가장 중요한 특성은 용해성이며, 이러한 용해성 향상 및 적용 분야에 따른 최적의 물리성을 확보하기 위하여 다양한 제형화 기술들이 연구 (Richard et al., 2005; Jones et al., 1988) 되어지고 있다. 그러나 담배 필터에 적용하기 위한 과립은 식품이나 의약품에서 사용되는 과립과는 상반된 물성을 가져야 한다. 대표적으로 식품산업에서 사용되고 있는 습식과립의 경우에는 입도는 크며 경도는 낮은 것이 특징으로 하지만, 이러한 형태의 습식과립은 필터제조 작업성 및 파쇄분말에 의한 필터 오염 등의 문제로 적용에 어려움이 있으며, 최소한 일반 활성탄과 유사한 수준의 물리성을 필요로 한다.

본 논문에서는 유동층 과립기 (Bottom-Spray, Tangential-Spray) 및 습식 과립기 (Extruder) 를 활용해 담배 필터에 적용하기 위한 천연소재의 다양한 형태의 최적 과립조건 및 담배필터 적용 가능성에 관하여 실험하였다.

재료 및 방법

천연소재 및 사용 기기

본 실험에서는 습식과립 및 유동층 과립 제조를 위해 다양한 천연소재를 사용하였다. 습식과립 제조 소재로는 터키산 로즈마리와 국내산 솔잎을 사용하였으며, 유동층 과립 제조 소재는 미국산 자몽 추출물과 한국인삼공사 부여공장에서 6년근 홍삼박을 사용하였다.

천연소재는 Fan Disk Mill을 사용하여 분말화하였으며 습식과립 제조에는 Extruder (Yenchen사, 대만)와 유동층과립 제조에는 GPCG-3 (Glatt사,

독일) 를 이용하였다. 또한 습식 및 유동층과립 제조에 첨가되는 Binder 를 포함한 모든 재료는 식품에 적용 가능한 재료를 사용하였다.

과립 제형화

천연소재를 이용한 과립을 제조하기 위해 원료를 Fan Disk Mill 을 이용하여 분쇄한 후, Sieve 를 이용해 \varnothing 100~150 μ m 로 분별하여 과립 제조에 사용하였다.

습식과립은 분말과 binder (50 % EtOH) 및 2 % HPMC (Hydroxypropylmethyl Cellulose)을 혼합, Extruder 을 사용하여 압축 사출한 후 건조하여 Long Shape Granule 을 제조하였으며, 이 후 크기별 선별기를 사용하여 \varnothing 0.8 mm 분별하여 실험에 사용하였다.

또한 유동층 과립은 유동층 과립기 중 Bottom-Spray 과 Tangential-Spray 방식으로 두 가지 형태의 과립을 제조하여 실험에 사용하였다. Bottom-Spray 방식은 \varnothing 1.0 mm Sugar particle (Profizen사, 브라질) 를 유동 공기에 의해 유동화 시키면서 자몽추출물과 Binder 의 혼합용액을 분무 노즐을 통하여 분사 시켜 Sugar Particle 에 코팅한 자몽추출물 Film Coating 한 과립 제조 방법이며, Tangential-Spray 방식은 분쇄된 홍삼박 원료를 유동 공기에 의해 유동화 시키면서 Binder 와 분쇄된 홍삼박 원료를 분무 노즐을 통하여 양방향에서 분사 시켜 크기를 증대시키는 Pelleting 과립 생산 방법이다.

과립 물리성 분석

제조된 과립의 물리성은 충전밀도, 입도 및 경도를 측정하였다. 충전밀도 (g/cc) 는 활성탄 시험방법과 동일하게 100 cc 실린더에 과립을 충전시켜 무게 (g) 를 측정하였으며, 입도 (%) 는 흡착제 입도 시험방법과 동일하게 과립 200 g 을 20~30 mesh 크기로 Sieve Shaker 에서 10분간 Shaking (240 rpm) 한 후 20~30 mesh 로 선별된 과립의 무게(g) 를 측정하였다.

$$S = \frac{K}{I} \times 100$$

S : 입도 K : 선별된 시료(g) I : 초기시료(g)

경도는 20~30 mesh 크기로 선별한 과립 50 g을 20~30 Mesh Sieve에 15개의 강구와 함께 넣고 Sieve Shaker 에서 30분간 Shaking (240 rpm) 후 sieve 상단 및 Bottom Pan 에 남아있는 시료의 무게를 측정하여 경도(%) 를 측정하였다.

$$J = \frac{K}{S} \times 100$$

J : 경도 K : Sieve 상하단의 잔존시료(g)
S : 초기시료(g)

필터작업성 분석

본 실험에서는 Dual 필터 및 Cavity 필터체제로 필터를 제조하였다. Dual 필터는 필터제조사에서 Hauri 사 KDF2D 기계를 사용하여 자유낙하 방식으로 과립을 필터에 첨가하였으며, Cavity 필터는 필터제조사에서 제작한 Cavity 장비를 활용하여 과립을 첨가하였다. Dual 필터 체제 : 필터길이 27 mm (Tobacco End 12 mm + Mouth End 15 mm), 흡인저항 460 mmWG ; Cavity 필터 체제 : 필터길이 27 mm (Tobacco 7 mm + Cavity 5 mm + Mouth 15 mm), 흡인저항은 390 mmWG.

결과 및 고찰

천연소재 제형화 및 물리성

- 습식과립 제조 및 물리성 분석

습식과립은 제조방법이 단순하며 단시간에 다량의 과립 제조가 가능하고 제조단가가 저렴하며 크기조절이 용이하다는 장점을 가지고 있다. 일반적으로 습식과립 제형 방법은 분말형태의 소재와 Binder (예, HPMC, 주정 등) 를 혼합 (교반) 한 뒤 원하는 입도의 구멍을 통해 과립을 성형 및 사출하여 건조하고 Sieve 를 통해 분급하는 방식이다.

습식과립을 담배필터에 적용하기 위해서는 필터 작업성 및 필터오염 등의 문제점이 발생할 가능성이 있어 일반활성탄과 유사한 물리성을 지녀야 한다. 이러한 물리성은 Binder, 건조온도, 건조시간 등의 요소에 의해 좌우된다.

본 실험에서는 담배필터에 적용 가능한 최적의 물리성을 확인하기 위하여 Binder 의 종류와 점도, 건조온도 및 건조시간에 따른 제조 과립의 물리성을 비교하기 위하여 Binder 로 주정과 물 혼합용액과 HPMC 를 사용하였으며, 건조시간은 90, 150, 210, 300 min, 건조온도는 45, 60 °C 로 과립을 제조하였다.

실험 결과, 주정의 경우, 에탄올 함량이 높을수록 경도가 약해져 쉽게 파쇄 되었으며 물의 함량이 높을수록 단단해지지만 천연소재 고유의 색이 변질되는 특성을 보였으나 다음 50 % 주정의 경우, 경도 및 천연소재 고유의 색을 잘 구현되어 담배필터에 적용하기에 가장 적절함을 알 수 있었다. 또한 5, 10, 50, 100 CP HPMC 을 2 % 첨가하여 과립을

Table 1. The results of the physical condition for wet granules of Rosemary and Pine.

구분	경도(%)	입도(%)*	충진밀도(g/cc)	수분(%)
솔잎과립	98.1	98.4	0.43	7.9
로즈마리과립	92.0	99.0	0.44	9.9
일반 활성탄	95 ↑	90 ↑	0.45 ↑	10±2

* 로즈마리/솔잎 과립 : 20-40 mesh, 일반 활성탄 : 30-80 mesh



제조한 결과 CP 가 높을수록 경도가 증가하였으나 50과 100 CP 의 경우 유의적 경도 차이를 확인할 수 없었다. 이러한 결과에 따라, Binder 를 50 % 주정과 50 CP HPMC 2 % 농도로 하여 45 및 60 °C 건조온도에서 90, 150, 210, 300 min 동안 열풍 건조를 실시하여 과립 제조 후 물리성을 비교하였다. 그 결과, 모든 실험 건조온도 및 건조시간에 따라 제조한 과립은 일반 활성탄과 유사한 경도를 나타냈다. 그러나 과립의 수분함량은 45 °C 로 90 min 동안 열풍건조한 과립을 제외하고는 2~5 % 수분 함유량을 나타내었다. 또한, 건조온도와 건조시간이 길수록 천연소재 고유향의 소실율이 증가함을 알 수 있었다 (data not shown). 반면에 45 °C 로 90 min 동안 열풍건조한 과립은 일반활성탄과 유사한 경도는 물론, 8~10 % 수분함량을 나타내었으며, 98 % 이상의 입도분포(20~40 mesh)와 0.4 g/cc 충전밀도를 나타내어 담배필터 적용에 가장 적합한 물성을 지니고 있었다.

이상과 같이, 담배필터 적용 가능한 로즈마리와 솔잎의 습식과립 제형화를 통하여 최적 물리성을 구현하였다. 이러한 물리성은 담배필터 작업성 및 수분변화에 따른 담배 맛의 변화, 필터 오염 등의 문제점이 없을 것으로 예상되며, 일정 수준의 천연소재 고유 향을 구현할 수 있을 것이다. 그러나, 천연소재는 소재별로 구성성분에 많은 차이를 지니고 있어 소재별 최적 과립 제형화 조건을 정립하여야 할 것이다.

-Bottom-Spray 방식을 이용한 유동층과립 제조 및 물리성 분석

유동층 공정기를 활용한 방법 중 Bottom Spray 는 주로 Film Coating 을 주목적으로 하며, 크기도

절 용이, 단시간 제조, 제조단가 저렴, 온도조절이 용이한 장점을 가지고 있다. Film Coating 방법은 추출물 및 천연색소 등을 유동층 공정기 하단부에 분사하여 Sugar, 전분 등으로 만들어진 다양한 크기의 Particle 에 Film Coating 하는 방법이다.

먼저, 과립 제조 가능성을 알아보기 위하여, Ø 1.0 mm 입도를 가진 Sugar Particle 를 사용하였고, Binder 는 HPMC 를 사용하였으며, 자몽 특유의 색을 구현하기 위하여 자몽추출물, 레드색소와 홍화황색소를 혼합하여 사용하였다. 즉 Binder 와 색 구현 색소를 혼합하여 과립을 제조하였다. 제조 결과, 자몽 고유의 유사한 색 구현이 가능하였으나, 자몽추출물의 당 성분 등에 의한 흡습작용 등에 의해 제조 과립 간 뭉침 현상 및 정전기가 발생하였다(data not shown). 이러한 현상은 담배 각초의 수분 흡습으로 인한 담배 맛 변화 가능성이 있으며 필터 작업성에도 부적절하여 흡습 및 정전기 방지를 위한 과립 개선 실험을 실시하였다. 과립 간 뭉침 및 수분 흡습 방지를 위하여 제조된 과립에 Binder 로 2차 코팅을 실시하였으며, 정전기방지를 위하여 소량의 이산화규소를 첨가하였다. 이와 같이 제조된 과립은 가혹조건 (45 °C, 70 RH) 하에서 7일 보관 시 유의적 수분변화가 없었으며 과립 간 뭉침 현상도 발생하지 않았다. 또한 과립 표면에 분포한 이산화규소로 인하여 과립의 정전기 발생이 현저히 감소하였다.

담배필터에 적용하기 위해서는 일반 활성탄과 유사한 물리성이 요구되므로 최종 제조 과립의 물리성을 분석한 결과, 경도 99.9 %, 입도 (Ø 1.0~1.2 mm) 98.8 %, 충전밀도 0.9 g/cc 로 일반활성탄 대비 우수한 물리성을 확인하였다(Table 2). 이상의 결과로 볼 때, bottom-spray 방식으로 제조하는 과

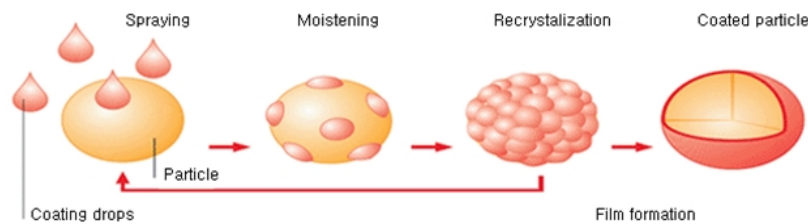
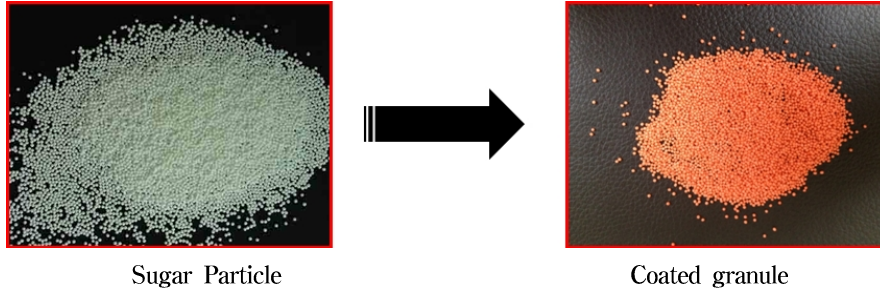


Fig. 1. The process of the bottom-spray method.

Table 2. The result of the physical condition for coated granule of Grapefruit

구 분	경도(%)	입도(%)*	충진밀도(g/cc)	수분(%)
자몽유동층과립	99.9	98.8	0.90	1.7
일반 활성탄	95 ↑	90 ↑	0.45 ↑	10±2

* 자몽유동층과립 : ϕ 1.0-1.2mm, 일반 활성탄 : 30-80 mesh



립의 물성은 사용된 Particle(seed)의 경도, 입도에 의해 대부분 결정되는 것을 알 수 있었다. 그러므로 과립 사용 대상에 따라 Sugar, Isomalt, Starch 등을 적절히 사용하면 목적하는 물리성을 구현할 수 있을 것으로 판단되며, 천연소재에 따라 차이가 있겠지만, 담배필터 적용에 필요한 흡습 및 뭉침, 정전기 방지 등은 Binder의 2차 코팅 및 이산화규소 표면 처리 기술 등으로 해결 가능할 것이다.

-Tangential Spray 방식을 이용한 유동층과립 제조 및 물리성 분석

유동층 공정기를 활용한 방법 중 Tangential Spray 방식은 주로 Pelleting을 주목적으로 하며, 과립의 형태는 구형으로써 분말의 첨가량에 따라

크기조절이 가능하며, 분말이 Binder에 의해 층층이 쌓이기 때문에 경도조절이 유리한 장점을 가지고 있으나, 제조시간 및 단가가 높은 단점을 가지고 있다. 또한, Particle에 분말을 Binder와 함께 노즐을 통해 분사하여 제조 가능하며, Particle 없이 90% 이상 분말이 함유되어 있는 과립을 제형화 할 수 있다. Tangential-Spray는 분말을 일정한 속도로 과립기 측면에서 자유낙하 방식으로 공급되며, 낙하된 분말은 Air에 의해 공정기 내부로 유입된다. 분말유입 반대부에 있는 노즐에 의해 일정량의 Binder가 분사되고 하부바닥에서 공급되는 열풍에 의해 분말은 상호 응집되어 입자의 크기가 커지게 된다.

본 실험에서는 홍삼박을 분쇄한 분말(ϕ 150 μ m

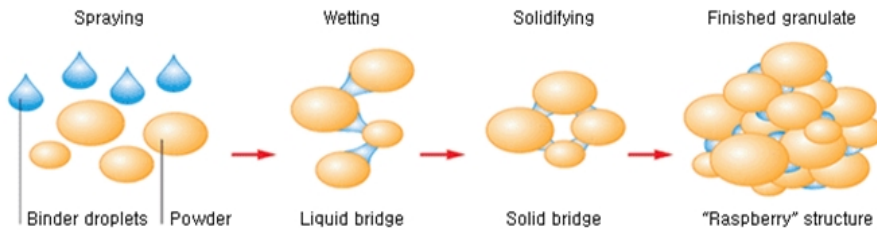


Fig. 2. The process of the tangential-spray method.

이하)을 이용하여 Tangential-Spray 방식으로 천연소재만으로 구성된 과립을 제조하여 담배필터 적용 가능성을 분석하였다. 홍삼박 과립은 Particle 을 사용하지 않고 약 92%의 홍삼박 분말과 약 8% Binder 를 사용하여 제조하였다. 필터 작업성을 고려하여 입도는 \varnothing 0.85~1.18 mm 의 과립을 제조하였으며, 제조된 과립은 약 45 °C 에서 90 min 동안 열풍 건조하여 제조하였다. 그러나 Tangential-Spray 방식으로 제조한 과립은 분말을 이용하여 제조하므로 과립 표면의 미량의 분말이 부서져 나와 담배필터 제조 시 오염문제가 발생할 수 있어 과립 외부를 최종적으로 HPMC 로 표면을 Coating 처리하였다. 제조된 과립의 물리성을 분석한 결과, 경도 96%, 입도 90%, 충전밀도 0.63 g/cc 로 Bottom-Spray 방식으로 제조한 자몽유동층과립 대비 충전밀도는 다소 떨어지나, 일반활성탄 대비 우수한 물리성을 나타내었다.

Tangential-Spray 방식으로 자몽유동층 과립처럼 Film Coating 도 가능하지만, 분말만을 이용한 과립 제조에는 Tangential-Spray 방식으로 제조하여야 한다. 그러나 상기 홍삼박 과립제조에서 나타나듯이 분말만을 이용한 과립 제조에는 미세분말에 의한 담배필터 오염 가능성이 있어 미세분말이 발생되지 않도록 최종 단계에 외부 코팅과정이 필요

하다. 또한, 분말이 균일하지 않다면 binder 에 의한 응집력의 차이로 균일한 과립 제조가 어려울 것이다.

필터작업성 평가

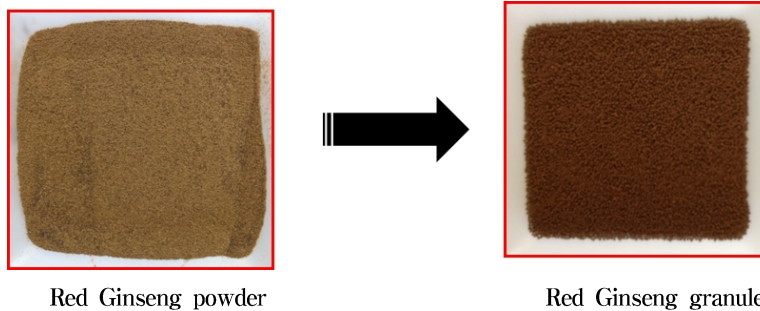
본 실험에서는 Dual 및 Cavity 필터를 제조하여 습식과립의 필터작업성 평가를 실시하였다. 먼저, 일반활성탄 투입방법과 동일한 방법인 등속 자유낙하 방법으로 필터의 Mouth End 부에 과립을 첨가하여 Dual 필터를 제조하였다. 최적 투입 과립량을 알아보기 위하여 Mouth End 부 mm 단위 길이당 1~5 mg 과립을 첨가 (Loading) 한 결과, 5 mg/mm 은 첨가가 불가능하였고, 4 mg/mm 의 경우 첨가량이 불균일하였다. 반면에, 3 mg 이하를 첨가 할 경우, 과립 첨가량이 일정하였으며, 필터작업성이 양호하였다. 또한, 습식과립의 Cavity 필터작업성을 확인하기 위하여 필터 내 Cavity 부에 대한 과립 충전 (Filling) 실험을 실시하였다. 그 결과, 과립의 불규칙한 형태로 인하여 충전이 어려웠으며, Cavity 기계에 적용하기에는 과립의 경도가 너무 낮아 필터 제조공정의 Recycle 시 다량의 과립이 붕괴되고 필터 제조 시 구부에 과립 분진이 날려 필터가 오염되는 문제가 발생되었다.

유동층과립은 형태가 구형이며 경도가 높다는 장

Table 3. The result of the physical condition for granule of Red Ginseng.

구분	경도(%)	입도(%)*	충진밀도(g/cc)	수분(%)
홍삼박유동층과립	96.0	90.0	0.63	6±2
일반활성탄	95 ↑	90 ↑	0.45 ↑	10±2

* 홍삼박유동층과립 : \varnothing 0.85-1.18mm, 일반 활성탄 : 30-80 mesh



점을 가지고 있다. Dual 필터는 과립의 투입 방법이 등속 자유낙하 방법으로 이루어져 있어, 구형 과립은 투입과정에서 아세테이트 토우에 Loading 되지 않고 통과하는 양이 많아 정량공급이 이루어지지 않았다. 반면에, Cavity 필터에 적용 한 결과, Bottom-Spray 및 Tangential-Spray 방식으로 제조한 자몽코팅과립과 홍삼박과립은 약 75 % 충전율을 나타내었으며 Recycle 시에도 과립의 파괴나 코팅 벗겨짐 현상이 발생하지 않았다.

이상의 결과로 볼 때, 과립의 물리성, 외형 및 필터 제조 방식의 차이에 따라 습식과립은 Dual 필터에 적용하고, 유동층과립은 Cavity 필터에 적용하는 것이 가장 효과적일 것으로 사료된다.

결 론

본래의 천연소재 형태를 변형시키지 않고 그대로 담배에 적용하는 것이 가장 이상적이겠지만, 현재는 기술적 한계가 있다. 이에 따라, 본 연구에서는 천연소재를 담배필터에 적용하기 위한 제형화 방법을 정립하고, 담배필터 적용 가능성을 규명하였다. 담배필터에 적용하기 위하여 습식과립은 식품 및 의약품에서 요구되는 물리성보다 경도를 강화하였고, 건조온도 및 건조시간을 최적화하여 천연소재 고유의 향 손실을 최소화하였다. 또한, 적정 수분을 유지하게 함으로써 담배 맛 변화가 최소화되도록 제형화 하였다. 유동층과립은 각초 수분 흡습방지, 과립 간 뭉침현상 방지 및 과립 파괴 방지를 위하여 최종 과립을 코팅하고 이산화규소를 처리하는 두 가지 형태의 과립 제형화 방법을 정립하였다.

현재 담배필터에 새로운 소재를 첨가하는 방식은 활성탄 투입에 사용되는 등속 자유 낙하방법과 Cavity 기계를 이용한 필터 중간부위 투입하는 기술이다, 실험 결과, 과립의 물리성, 외형 및 필터 제조 방식의 차이에 따라 습식과립은 등속 자유 낙하방법을 이용한 Dual 필터, 유동층과립은 Cavity 기계를 이용한 Cavity 필터에 적용하는 것이 가장

효과적이었다.

천연소재를 함유한 필터는 건강, 차별성 및 기능성 차원에서 소비자의 니즈가 있을 것으로 예상되므로, 본 연구에서 적용한 제형화 방법 이외에도 건식과립이나 환 등의 다양한 제형화 기술을 응용한 천연소재의 담배필터 적용 제형화 연구가 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

- Balassa, L.L. and Fanger, G.O. (1971) Microencapsulation in the food industry. CRC Rev. Food Technol. 2:245-263
- Dziejak, J.D. (1988) Microencapsulation and encapsulated ingredients. Food Technol. 42: 136-153
- Jackson, L.S. and Lee, K. (1991) Microencapsulation and the food industry. Lebensmittel Wissenschaft und Technologie 24: 289-297
- Jones, D.M. (1988) Controlling particle size and release properties. Flavor Encapsulation. : 158-175
- K.M. Djamarani, Ian M Clark (1997) Characterization of particle size based on fine and coarse fraction. Powder Technology, 93, 2: 101-108
- Kester, J.J. and Fennema, O.R. (1986) Edible films and coatings: a review. Food Technol. 40: 47-59
- Richard Turton, Xiu Xiu Cheng, (2005) The scale-up of spray coating processes for granular solids and tablets. Powder Technology
- S.M. Lu, S.R. Chen (1993) Mathematical analysis of drug release from a coated particle. J. Controlled Release, 23: 105 - 121