Korean J. Food Preserv.
Vol. 14, No. 4. pp. 364-368, August 2007

사단법인 한국식품저장유통학회
THE KOREAN SOCIETY OF FOOD PRESERVATION

입자크기와 혼합비에 따른 유동층 코팅 비타민 C의 품질 특성

박수정 · 황성희 · 정헌식[1] · 윤광섭†
대구가톨릭대학교 식품 · 외식산업학부
[1]경북대학교 식품생물산업연구소

Effect of Particle Size and Mixing Ratio on Quality of Fluidized Coated Vitamin C

Su-Jung Park, Sung-Hee Hwang, Hun-Sik Chung[1] and Kwang-Sup Youn†
Department of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu, Gyeongsan 712-702, Korea
[1]Food and Bio-industry Institute, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

Abstract

The purpose of this study was to improve the stability and the processing property of vitamin C. Vitamin C was coated according to particle size(80-100 mesh, 100-140 mesh) and mixing ratio(1:1.6, 1:2.5, 1:3(w/w)) with coating solution(8% Zein-DP, 6% HPMC-FCC), and then the quality characteristics of fluidized bed micro coated vitamin C were investigated. The coating efficiency and the thickness of coating film were higher in 80~100 mesh particle than in 100~140 mesh particles, and coating efficiency was decreased as the coating material was increased. The distribution range of particle was more narrow in mixing ratio of 1:3(w/w) than in the other. DPPH radical scavenging activity was not affected by the particle size and the mixing ratio. There was no difference between the coating materials in terms of the quality characteristics. The optimum coating condition for fluidized bed micro-coating of vitamin C powder was selected as the particle size of 80~100 mesh and the mixing ratio with coating solution of 1:3(w/w).

Key words : vitamin C, fluidized bed coating, particle size, radical scavenging activity

서 론

비타민은 효소와 조효소의 구성성분으로 탄수화물, 지방, 단백질, 무기질의 대사에 관여하여 신체기능을 조절하는 역할을 한다(1). 비타민 C는 강력한 해독작용으로 체내의 독소를 분해시키고 collagen의 생합성을 촉진하여 튼튼한 뼈를 형성하도록 하는 효능이 있다. 결핍증으로는 가장 일반적으로 알려진 괴혈병이 있으며 신장 결석과 방광 결석, 관절염, 근육통, 피로, 불임증 등의 원인이 된다고 알려져 있다(2). 비타민 C는 신선한 채소류나 과일류를 통해 매일 섭취하는 것이 좋지만 비타민 C를 함유한 가공식품을 통한 섭취가 많이 이루어지고 있다. 이에 따라 비타민 C가 강화된 주스나 드링크류, 그리고 제품의 유통기한을 연장시킬 목적으로 비타민 C를 첨가한 제품들이 다량 나오고 있으나(3,4) 비타민 C는 불안정하여 자체의 산화효소에 의하여 산화될 뿐만 아니라 외적인 요인인 금속이온, 산소, 빛 그리고 온도 등에 의해 쉽게 파괴되는 문제점을 가지고 있다(5). 따라서 가공단계나 유통단계에서의 안정성뿐만 아니라 식품소재로서의 안정성과 가공적성의 향상이 요구된다.

유동층코팅기를 이용한 미세코팅기술은 제약산업 등에서 많이 활용되고 있으며, 최근에는 미세캡슐화기술의 식품 산업적 활용에도 많은 관심이 모아지고 있다(6,7). 미세캡슐화 기술이란 특정 조건하에서 고체, 액체, 기체상의 핵심성분을 피복물질로 포장하는 기술로 빛, 산소, 수분 등의 외부환경으로부터 불안정한 향료나 영양성분 등을 안정화시켜 그 손실을 줄이고 반응성이 큰 물질을 격리시키

†Corresponding author. E-mail : ksyoun@cu.ac.kr,
Phone : 82-53-850-3209, Fax : 82-53-850-3209

며 독성, 냄새, 맛을 차단시키거나 취급을 용이하게 하고 내용물의 용출속도를 조절하는 등의 목적으로 이용되고 있다(8,9). 미세캡슐화 기술 중의 하나인 유동층 코팅은 미세분말 원료를 유동 공기에 의해 유동시키면서 분무 노즐을 통하여 원하는 코팅물질의 용액을 분사시켜 미세분말 표면을 코팅하는 것으로 분무건조법의 단점을 보완하는 것으로 알려져 있다(10). 유동층 미세코팅에 사용되는 코팅물질로는 methylcellulose (MC), ethylcellulose (EC), hydroxypropylmethylcellulose (HPMC), hydroxyprophylcellulose (HPC) 등의 탄수화물계와 zein과 같은 단백질계가 대표적이다(8).

본 논문에서는 가공이나 저장 중 쉽게 산화하는 특성을 갖는 수용성 비타민 C의 안정성을 확보하기 위해 비타민의 입자크기와 코팅용액과의 혼합비에 따른 유동층 코팅한 비타민 C 분말의 품질특성을 조사하였다.

재료 및 방법

재 료

비타민 C는 L(+)-ascorbic acid(Kanto, 99.5%, USA)를 분쇄기(Waring blender, 31BL91, USA)로 분쇄하고 입자크기별로 분급하여 사용하였다. 코팅물질로는 장용성 코팅제인 Zein-DP(풍림무약, 한국)와 위용성 코팅제인 HPMC-FCC (풍림무약, 한국)를 사용하였으며, 80% ethanol에 Zein-DP는 8%, HPMC-FCC는 6% 농도로 용해시킨 뒤 여과하여 코팅액으로 조제하였다.

유동층 코팅

유동층 코팅기(Mini Glatt 4, Glatt, Germany)를 이용하여 유동층 코팅분말을 제조하였으며, 기기 운용조건은 코팅액의 분무 속도를 0.6 mL/min으로 하였고, 분무압력과 유동압력을 각각 1.60 bar, 0.40 bar로 하였으며 inlet temperature와 outlet temperature를 각각 70℃, 40±2℃로 하였다.

비타민 C의 입자크기가 코팅된 분말의 품질에 미치는 영향을 보기 위하여 입자를 각각 80~100 mesh, 100~140 mesh로 분급하여 유동층 코팅을 실시하였으며, 이 때 비타민 C와 코팅액의 혼합비는 1:1.6(w/w)으로 하였다. 또한 비타민 C와 코팅액과의 혼합비가 코팅된 분말의 품질에 미치는 영향을 보기 위하여 혼합비를 1:1.6, 1:2.5, 1:3(w/w)으로 구분하여 유동층 코팅을 하였으며, 이 때 비타민 C의 입자크기는 80~100 mesh인 것을 사용하였다.

비타민 C 정량

비타민 C의 정량은 HPLC(High Performance Liquid Chromatography)를 사용하여 실시하였으며, 이때 사용한 분석조건으로 컬럼은 Inertsil® ODS-3(5 μm, 4.6 mm×250 mm), 컬럼온도는 45℃, 이동상은 acetonitrile와 50 mM $NH_4H_2PO_4$을 6:4로 혼합한 용액(1.2 mL/min), 검출기는 UV(254 nm)를 각각 사용하였다. 코팅 효율은 유동층 코팅한 분말의 비타민 C를 정량하여 투입된 전체 비타민 C로 나누어 백분율로 나타내었다.

DPPH 소거능 측정

비타민 C 코팅분말의 1,1-diphenyl-β-pycryl-hydrazyl (DPPH) 소거능은 Blois의 방법(11)을 변형하여 분석하였다. 0.8 mM의 DPPH 용액을 만들어 대조구로 0.8 mM DPPH 용액 0.8 mL에 ethanol 2~3 mL를 첨가하고 10초간 진탕시킨 다음 10분간 방치한 후 spectrophotometer(UV1601, Shimadzu, Japan)를 이용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하여 흡광도 값을 0.95~0.99 사이로 하였다. 시험구는 0.8 mM DPPH 용액 0.8 mL에 ethanol을 2~3 mL 첨가하고, 여기에 0.4 mL의 시료액을 넣고 10초간 진탕한 다음 10분간 방치한 후 대조구와 동일한 조건에서 흡광도를 측정하였다.

입도분포 측정

유동층 코팅분말의 평균크기는 laser particle size analyzer(Beckman Coulter, LS13320C, USA)를 이용하여 isopropyl alcohol에 분산시켜 측정하였다.

결과 및 고찰

입자크기에 따른 유동층 코팅 비타민 C의 품질특성

비타민 C의 입자크기에 따른 코팅효율을 측정한 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 입자크기 80~100 mesh의 비타민 C를 Zein-DP로 코팅한 것은 89.45%, HPMC-FCC로 코팅한 것은 89.27%의 코팅효율을 보였다. 입자크기 100~140 mesh의 비타민 C를 Zein-DP로 코팅한 것은 82.87%, HPMC-FCC로 코팅한 것은 85.61%의 효율을 보여 큰 입자가 코팅효율이 높은 것을 알 수 있었다. 입자가 작은 100~140 mesh의 경우 기기벽에 붙는 현상이 발생하여 코팅의 효율에 영향을 주는

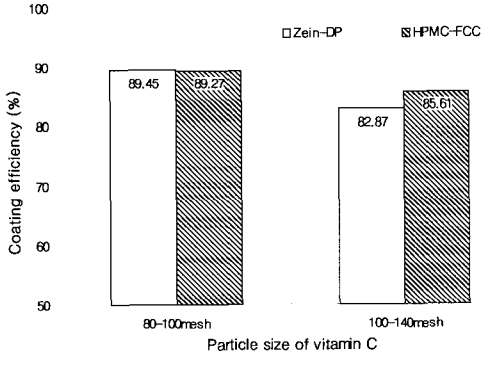

Fig. 1. Coating efficiency of fluidized bed micro-coated powder in relation to vitamin C particle size.

것으로 판단되며 이와 같은 결과는 Kang과 Sin(10)의 보고와 일치하였다.

입자크기가 다른 비타민 C 코팅분말의 입도분석 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 입자크기 80~100 mesh의 비타민 C를 Zein-DP와 HPMC-FCC로 코팅한 분말의 평균 입도는 각각 241 μm, 254 μm이었으며 한편, 100~140 mesh의 경우는 각각 161 μm, 147 μm의 크기를 보였다. 코팅 전 비타민 C의 mesh별 평균입자크기는 80~100 mesh가 196.8 μm, 100~140 mesh가 121.3 μm인 점으로 미루어 볼 때 코팅 전후 입자크기의 차이가 80~100 mesh의 경우가 100~140 mesh보다 더욱 크게 나타났다. 이는 핵심물질의 크기가 클수록 코팅되는 필름의 두께가 증가함에 따른 결과로 알려져 있다(12). 이로써 같은 양의 코팅액 사용 시 입자당 코팅되는 두께는 핵심물질의 크기가 큰 것이 작은 것보다 더 두껍게 코팅됨을 알 수 있었다.

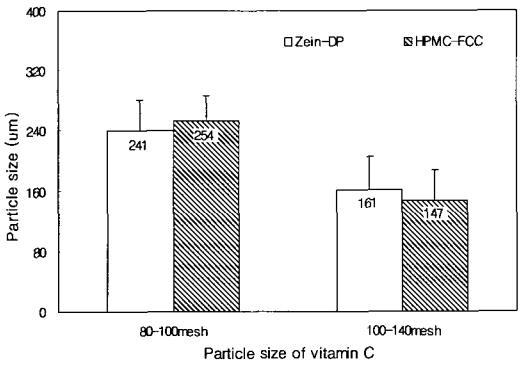

Fig. 2. Particle size of fluidized bed micro-coated powder in relation to vitamin C particle size.

Values represent the mean ± SD(n=3).

비타민 C의 입자크기를 달리하여 코팅한 코팅분말의 DPPH 소거능은 Fig. 3에 나타내었다. DPPH 소거능은 80~100 mesh 크기의 비타민 C를 Zein-DP와 HPMC-FCC로 코팅한 분말의 경우 각각 69.56%, 74.48%이었고, 100~140 mesh에서는 74.23%, 76.99%의 소거능을 보였다. 두 시료 모두 유사한 DPPH 소거능을 보였지만 코팅효율이 높았던 80~100 mesh에서 DPPH 소거능이 다소 낮았다. Kim 등(12)은 알긴산 나트륨 필름 두께가 두꺼울수록 저장 중 핵심물질 함량의 변화폭이 작아 더 안정하다고 보고하였다. 이는 입도분석 결과 더 두껍게 코팅되었던 80~100 mesh의 비타민 C가 다소 낮은 소거능을 보인 이유인 것으로 판단된다.

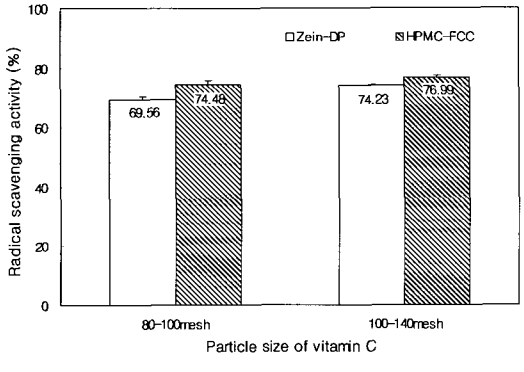

Fig. 3. Radical scavenging activity of fluidized bed micro-coated powder in relation to vitamin C particle size.

Values represent the mean ± SD(n=3).

혼합비에 따른 유동층 코팅 비타민 C의 품질특성

비타민 C와 코팅액과의 혼합비에 따른 코팅효율은 Fig. 4에 나타내었다. 비타민 C와 코팅액과의 비율을 1:1.6, 1:2.5, 1:3(w/w)으로 하여 Zein-DP로 코팅하였을 경우 코팅효율은 각각 89.45%, 78.08%, 68.31%이고, HPMC-FCC로 코팅하였을 경우 각각 89.27%, 80.29%, 76.48%의 코팅효율을 보여 코팅액의 양이 많을수록 코팅효율이 낮아지는 것을 알 수 있었다. 이는 코팅액의 양이 많을수록 상대적으로 코팅된 분말에서의 비타민 C 함량이 낮기 때문인 것으로 판단되었다. Hwang과 Youn(13)의 연구에 의하면 미세캡슐화된 오징어 간유분말과 유동층 코팅분말의 total oil 함량의 측정결과, 코팅으로 인해 분말입자의 크기가 커진 유동층 코팅분말의 oil 함량이 오징어 간유분말의 경우보다 더 낮게 나왔다고 보고하였다. 따라서 핵심물질과 코팅물질의 비율로 보아 상대적으로 코팅물질의 양이 증가하면 핵심물질의 양이 감소하게 되어 코팅효율이 감소하는 것으로 여겨진다.

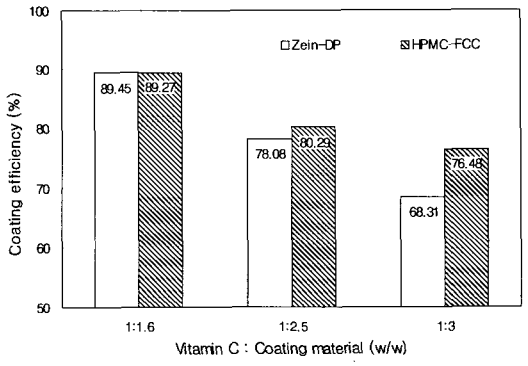

Fig. 4. Coating efficiency of fluidized bed micro-coated powder in relation to mixing ratio of vitamin C and coating materials.

비타민 C와 코팅액과의 혼합비를 달리하여 제조한 코팅분말의 입도분포 결과는 Fig. 5에 나타내었다. 1:1.6, 1:2.5, 1:3(w/w)의 혼합비율에서 모두 유사한 크기를 보였다. 코팅 후 분말의 두께는 코팅액 양에 비례하는 것으로 알려져 있으나(12) 코팅액 양의 차이에 따른 코팅 후 분말두께의 차이는 거의 없었으며 입도분포의 편차는 1:1.6(w/w)이 1:3(w/w) 보다 다소 큰 것을 볼 수 있었고, 1:2.5(w/w)의

경우 편차가 가장 크게 나온 것은 코팅기기의 조건이나 주위환경에 의해 영향을 받은 것이라 생각되었다. 1:3(w/w)의 경우 편차가 가장 작아 코팅이 가장 고르게 되었다.

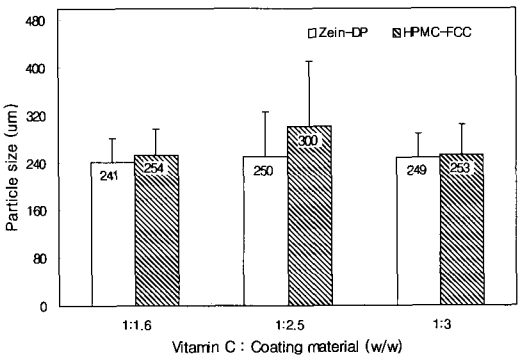

Fig. 5. Particle size of fluidized bed micro-coated powder in relation to mixing ratio of vitamin C and coating materials.

Values represent the mean±SD(n=3).

비타민 C와 코팅액과의 혼합비를 달리하여 코팅한 분말의 DPPH 소거능은 Fig. 6에 나타내었다. 1:1.6, 1:2.5, 1:3(w/w)의 혼합비에서 Zein-DP 코팅분말의 DPPH 소거능은 69.56%, 65.77%, 62.81%이며 HPMC-FCC 코팅분말의 DPPH 소거능은 74.46%, 74.34%, 69.83%로 나타났다. 코팅효율에서 가장 높은 효율을 보인 1:1.6(w/w)이 높은 소거능을 보이고, 1:3(w/w)의 경우 효율이 가장 낮아 낮은 소거능을 보였다.

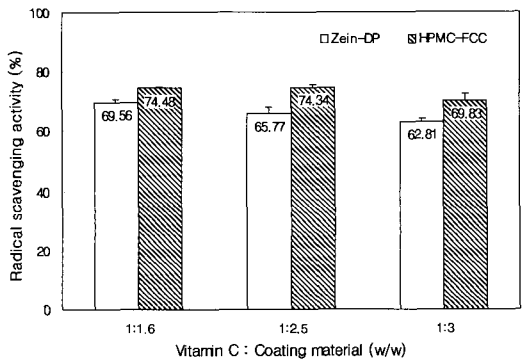

Fig. 6. Radical scavenging activity of fluidized bed micro-coated powder in relation to mixing ratio of vitamin C and coating materials.

Values represent the mean ± SD(n=3).

요 약

가공이나 저장 중 쉽게 산화되는 특성을 갖는 비타민 C의 안정성과 가공적성을 향상시키고자 Zein-DP와 HPMC-FCC를 코팅제로 한 유동층 코팅법을 이용하여 코팅한 비타민 C 분말의 품질 특성에 대하여 조사하였다. 유동층 코팅은 비타민 C의 입자크기(80~100 mesh, 100~140 mesh)와 코팅액의 혼합비(1:1.6, 1:2.5, 1:3(w/w))를 달리하여 실시하였다. 코팅효율은 80~100 mesh의 경우가 100~140 mesh보다 높았고 코팅액의 혼합량이 많을수록 감소함을 보였다. 코팅된 필름의 두께는 80~100 mesh의 경우가 100~140 mesh보다 두꺼웠으며, 코팅된 입자의 입도분포도는 코팅액 혼합비 1:3에서 가장 좁았다. 코팅분말의 DPPH 소거능은 코팅 전 입자크기와 코팅액 혼합비에 따른 큰 차이를 보이지 않았다. 상기의 코팅된 분말의 품질 특성에 코팅물질의 종류는 거의 영향을 미치지 않았다. 이로써 비타민 C의 유동층 코팅에 적합한 조건으로 비타민 C의 입자크기는 80~100 mesh, 비타민 C와 코팅액의 혼합비는 1:3(w/w)으로 판단된다.

감사의 글

이 연구는 2006년 교육인적자원부의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구(KRF-2006-521-F00061)로 감사드립니다.

참고문헌

1. Kim, J.Y., Kim, S.H. and Lee, Y.J. (2005) Study of stability in the riboflavin content of dietary supplements on storage conditions. J. Fd Hyg. Safety, 20, 225-231
2. 木村修一, 小林修平 (1991) 最新營養學(第6版). 建帛社.
3. Miller, D.M., Buettenr, G.R. and Aust, S.D. (1990) Transition metals as catalysts of Autooxidation reactions. Free Radical Biol. Med., 8, 95-108
4. Aust, S.D., Morehouse, L.A. and Thomas, C.F. (1985) Role of metals in oxygen radical reactions. Free Radical Biol. Med., 1, 3-25
5. Choi, W.S., Kim, Y.J., Jung, J.Y., Kim, T.J., Jung, B.M., Kim, E.R., Jung, H.K. and Chun, H.N. (2005) Research for selecting the optimized vitamin C analysis method. Korean J. Food Sci. Technol., 37, 861-865
6. Dewettinck, K. and Huyghebaert, A. (1998) Top-spray fluidized bed coating: effect of process variables on coating efficiency. Lebensm.-Wisse. und-Technol., 31, 568-575
7. Dewettinck, K., Messens, W., Deroo, L., Messens, W. and Huyghebaert, A. (1998) Agglomeration Tendency during top-spray fluidized bed coating with gums. Lebensm.-Wisse. und-Technol., 31, 576-584

8. Dziezak J.D. (1988) Microencapsulation and encapsulated ingredients. Food Technol., 42, 136-151
9. Dewettinck, K., Messens, W., Deroo, L. and Huyghebaert, A. (1999) Agglomeration tendency during top-spray fluidized bed coating with gelatin and starch hydrolysate. Lebensm.-Wisse. und-Technol., 32, 102-106
10. Kang, H.A. and Sin, M.G. (2004) Optimization of fluidized bed granulating conditions for powdered milk by response surface methodology. J Korean Soc. Food Sci. Nutr., 33, 225-228
11. Blois, M.S. (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature. 26, 1198
12. Kim, J.H., Oh, J.M., Khang, G.S., Jeong, J.K., Lee, J.S., Jeung, S.Y. and Lee, H.B. (2002) The effect of sodium alginate coating on the storage stability and dissolution rate of enteric coated lansoprazole. J. Kor. Pharm. Sci., 32, 277-284
13. Hwang, S.H. and Youn, K.S. (2007) Effect of wall materials and mixing ratio on characteristics of microcapsule containing squid liver oil. Korean J. Food Preserv., 14, 30-34

(접수 2007년 5월 10일, 채택 2007년 7월 20일)