

펄프몰드용 고기능 혼합 코팅제의 개발에 관한 연구

강진하¹⁾ · 임현아²⁾

¹⁾전북대학교 임산공학과 · ²⁾전북대학교 농업과학기술연구소

1. 서론

생분해성 소재는 날로 증가하는 난분해성 포장재 쓰레기를 줄이므로써 환경문제를 해결하는데 기여할 수 있으며, 그 제조 방법은 각기 다양하다. 이러한 생분해성 소재들은 천연 소재가 매우 중요한 역할을 할 수 있으므로, 천연 소재의 함유량이 생분해 속도와 그 정도를 결정한다. 즉 이들의 함유량이 높아질수록 완전한 생분해성 소재로 그 물성이 전환된다. 이와같이 서로 다른 고분자를 혼합하였을 경우 대부분 각기 다른 특성을 갖는 2개의 상(phase)이 혼합된다. 이때 하나는 연결된 matrix를 이루고 다른 하나는 그 matrix 내부에 혼입이 되는데, 이들 경계면에서는 접지반응(grafting)이나 강력한 물리적 결합이 일어날 수 있다. 따라서 혼합 코팅제는 이러한 원리를 이용한 것으로 천연 코팅제의 입자가 붕괴되면서 친수성 합성 코팅제와 반응하여 연속상(continuous phase)을 형성하게 된다. 즉, 천연코팅제와 합성코팅제가 상호 얽혀 있는 구조물을 형성하게 되므로, 한가지 코팅제를 단독으로 사용하는 것보다, 특성이 다른 코팅제를 혼합 사용하므로써 보완 및 상승효과를 얻을 수 있을 것이다.

이에따라 먼저 시판되고 있는 각종 합성코팅제들과 천연코팅제들의 기능 비교실험을 수행하여 검토한 결과, 여기에서 우수한 것으로 선발된 합성코팅제 2종과 천연코팅제 3종을 상호 혼합하고 기능 비교실험을 하므로써 내수성 및 내유성이 우수한 혼합코팅제를 제조코저 한다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

본 연구에서 사용된 코팅용 판지는 평량 480 g/m²의 것을 시중에서 구입하여 사용하였으며, 판지에 코팅하여 그 특성을 평가하기 위한 혼합코팅제는 합성코팅제와 천연

코팅제를 각종 비율로 혼합하여 제조하였다. 이때 사용한 코팅제들은 전보에서 우수하다고 평가된 합성코팅제 2종 (AKD, PVA)과 천연코팅제 3종(CMC, 옥수수전분, 산화전분)이었다.

2.2 실험방법

2.2.1 코팅

Table 1과 같이 합성코팅제 1종과 천연코팅제 1종씩을 각종 비율로 혼합하여 다양한 종류의 혼합코팅제를 제조한 후, 코터 (PI-1210, Tester SANGYO Co., Ltd., JAPAN)를 사용하여 판지에 코팅하고, 송풍건조기(50℃)에서 건조시켰다.

Table 1. Coating agents and mixing ratios for making the mixed coating agents

Coating agents	Mixing ratios
AKD(0.5%) + CMC(1.5%)	
AKD(0.5%) + Corn starch(6%)	100/0, 90/10, 80/20, 70/30, 60/40,
AKD(0.5%) + Oxidized starch(8%)	50/50, 40/60, 30/70, 20/80, 10/90,
PVA(10%) + CMC(1.5%)	
PVA(10%) + Corn starch(6%)	0/100
PVA(10%) + Oxidized starch(8%)	

2.2.2 코팅된 판지의 물성 측정

코팅된 판지를 항온항습실(온도 : 20±1℃, RH : 65±5%)에서 24시간 이상 조습한 후, 조습된 판지는 TAPPI Test Methods에 의거 밀도, 코팅막 두께, 백색도, 열단장, 파열지수, 인열지수를 측정하였다. 또한 코팅된 판지의 흡수도는 Cobb법을 사용하여 측정하였으며, 내유도는 테레빈유를 사용한 내유도 시험방법으로 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 AKD에 천연코팅제를 혼합한 코팅제

AKD는 생분해성이 낮은 합성코팅제이며, 코팅제로 사용시 내수성은 높는데, 내유성이 낮은 특성이 있다. 이에 따라 AKD에 3종의 천연코팅제를 각각 혼합하여 생분해성

의 증가와 더불어 물성의 개선효과를 얻고져 실험한 결과는 다음과 같다.

3.1.1 AKD에 CMC를 혼합한 코팅제

AKD 0.5% 용액에 CMC 1.5% 용액을 각종 비율로 혼합하여 제조한 코팅제로 실험한 결과는 다음과 같다.

밀도, 코팅막 두께, 백색도 및 각종 강도들은 전반적으로 혼합비율에 따라 큰 차이는 없었다. 흡수도는 AKD 코팅제 단독일 경우 27 g/m^2 으로 상당히 낮아, 우수한 내수성을 나타내었고, CMC 코팅제의 경우도 55 g/m^2 으로 우수한 내수성을 나타내므로서, CMC의 혼합비율을 증가시킴에 따른 내수성의 감소는 크지 않았다. 따라서 혼합비율 별로 보았을 때, 전반적으로 우수한 내수성을 나타냈다. 내유도는 AKD 코팅제에 비해 CMC 코팅제가 350 sec. 정도 우수하여 CMC 혼합비율이 증가됨에 따라 내유도가 향상되었는데, AKD:CMC의 비율이 10:90일 경우는 오히려 CMC를 단독으로 사용하는 경우보다 훨씬 높게 나타났다. 따라서 AKD와 CMC를 혼합하므로서 흡수도는 큰 변화가 없고, 내유도면에서 상승효과가 나타났으므로, AKD와 CMC의 혼합비율은 10:90으로 하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

3.1.2 AKD에 옥수수전분을 혼합한 코팅제

AKD 0.5% 용액에 옥수수전분 6% 용액을 각종 비율로 혼합하여 제조한 코팅제로 실험한 결과는 다음과 같다.

밀도, 코팅막 두께, 백색도 및 각종 강도들은 전반적으로 혼합비율에 따라 큰 차이는 없었다. 흡수도는 AKD/CMC 혼합코팅제의 경우와 비슷한 경향으로 나타나, 옥수수전분의 혼합비율을 증가시킴에 따라 내수성이 다소 감소되었지만, 8 g/m^2 정도 차이로 크게 감소되지는 않았다. 따라서 혼합비율별로 보았을 때, 전반적으로 우수한 내수성을 나타냈다. 내유도는 AKD/CMC 혼합코팅제에 비해 낮게 나타나 내유도 면에서는 상승효과가 크지 않았지만, 옥수수전분의 첨가량이 증가함에 따라 다소 증가하였으며, AKD:옥수수전분의 비율이 10:90일때는 240 sec.로 옥수수 전분을 단독 사용하는 것보다 다소 높았다. 상기의 결과들을 검토하여 볼 때, AKD와 옥수수전분의 혼합비율은 10:90으로 하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

3.1.3 AKD에 산화전분을 혼합한 코팅제

AKD 0.5% 용액에 산화전분 8% 용액을 각종 비율로 혼합하여 제조한 코팅제로 실험한 결과는 다음과 같다.

산화전분은 호화온도가 낮고 호액의 고유점도가 낮으므로 고농도 작업이 가능한 한편, 건조가 잘되기 때문에 취급이 편리하므로, 에너지 절감효과 및 작업능률 향상을 기대할 수 있다. 또한 접착력이 좋고 film 투명성 및 건조강도가 우수하여 코팅지의 여러 가지 물리적 특성을 향상시킬뿐만아니라, 산화에 의한 전분분자의 Depolymerization과 Carboxyl기의 음 이온성에 따라 분산성이 좋으므로 옥수수전분과 마찬가지로 혼합하여 코팅제를 제조시 많은 이점이 기대된다.

밀도, 코팅막 두께, 백색도는 전반적으로 혼합비율에 따라 큰 차이는 없었다. 각종 강도들은 전반적으로 산화전분의 혼합비율이 증가됨에 따라 증가되는 경향으로 나타났는데, AKD:산화전분의 혼합비율이 10:90 비율일 때 가장 높게 나타났다.

흡수도는 앞의 AKD/CMC, AKD/옥수수전분 혼합코팅제의 경우와 비슷한 경향으로 나타났으나, 최고 12 g/m^2 차이로 다소 우수한 내수성을 나타냈다. 내유도는 AKD/CMC, AKD/옥수수전분 혼합코팅제에 비해 낮게 나타나 내유도면에서는 상승효과가 적었다. 상기의 결과들을 검토하여 볼 때, AKD와 산화전분의 경우 혼합비율은 10:90으로 하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

이상과 같은 결과들을 검토하여 볼 때, AKD에 천연코팅제를 90% 정도로 다량 첨가하여도, 적절한 강도와 더불어 우수한 내수성을 가지는 것으로 나타났다.

3.2 PVA에 천연코팅제를 혼합한 코팅제

PVA는 생분해성이 낮은 합성고분자이며, 수용성이고, 열경화성 고분자로서 강한 섬유간 결합을 형성할 수 있어 종이의 강도 등 내구성을 향상시킬 수 있으며, 내약품성이 우수하고, 접착력이 강하다. 또한 내수성이 양호하며, 내유성이 우수하므로, PVA에 3종의 천연코팅제를 각각 혼합하여 내수성과 내유성이 우수한 첨가비율을 구명코저 실험한 결과는 다음과 같다.

3.2.1 PVA에 CMC를 혼합한 코팅제

PVA 10% 용액에 CMC 1.5% 용액을 각종 비율로 혼합하여 제조한 코팅제로 실험한 결과는 다음과 같다.

밀도, 코팅막 두께, 백색도 및 각종 강도들은 전반적으로 혼합비율에 따라 큰 차이는 없었다. 흡수도는 PVA 코팅제에 비해 CMC 코팅제가 41 g/m^2 정도 우수한 내수성을 나타내어, CMC 코팅제의 혼합비율이 증가됨에 따라 흡수도가 낮아지는 경향으로 나타났다. AKD 코팅제를 혼합한 경우보다 내수성이 다소 떨어지는 경향이었으나, 그 차이가 적어 각종 혼합비율에 있어 전반적으로 우수한 내수성을 나타냈다. 내유도는 CMC에 비해 PVA가 월등하게 우수하여 CMC 혼합비율이 증가되어도 크게 떨어지지 않고 우수한 내유도를 나타냈다. 따라서 PVA와 CMC 코팅제를 혼합하므로써 내유도의 저하 없이 내수성의 상승효과가 나타났다. 상기의 결과들을 검토하여 볼 때, PVA와 CMC 코팅제의 혼합비율은 40:60으로 하는 것이 내수성과 내유도면에서 적절할 것으로 사료된다.

3.2.2 PVA에 옥수수전분을 혼합한 코팅제

PVA 10% 용액에 옥수수전분 6% 용액을 각종 비율로 혼합하여 제조한 코팅제로 실험한 결과는 다음과 같다.

밀도, 코팅막 두께, 백색도 및 각종 강도들은 전반적으로 혼합비율에 따라 큰 차이는 없었다. 흡수도는 PVA 코팅제에 비해 옥수수전분 코팅제가 42 g/m^2 정도 우수한 내수성을 나타내어 옥수수전분 코팅제의 혼합비율이 증가됨에 따라 흡수도가 낮아지는 경향으로 나타나, PVA와 CMC를 혼합한 코팅제의 경우와 비슷한 경향이었으며, 각종 혼합비율에 있어 전반적으로 우수한 내수성을 나타냈다. 내유도 또한 PVA 코팅제가 월등하게 우수하여 옥수수전분 코팅제의 혼합비율이 증가되어도 우수한 내유도를 나타냈는데, CMC를 혼합한 경우보다 옥수수전분의 혼합비율이 높아도 우수한 내유도를 나타냈다. 따라서 PVA와 옥수수전분을 혼합하였을 때, 내유도의 저하없이 내수성의 증가가 가능하였다. 상기의 결과들을 검토하여 볼 때, PVA와 옥수수전분의 혼합비율은 20:80으로 하는 것이 내수성과 내유도면에서 적절할 것으로 사료된다.

3.2.3 PVA에 산화전분을 혼합한 코팅제

PVA 10% 용액에 산화전분 8% 용액을 각종 비율로 혼합하여 제조한 코팅제로 실험한 결과는 다음과 같다.

밀도, 코팅막 두께, 백색도 및 각종 강도들은 전반적으로 혼합비율에 따라 큰 차이는 없었다. 흡수도는 PVA 코팅제에 비해 산화전분 코팅제가 49 g/m^2 정도 우수한 내수성을 나타내어 산화전분 코팅제의 혼합비율이 증가됨에 따라 흡수도가 낮아지는 경향으로 나타나, PVA에 다른 천연코팅제를 혼합한 코팅제의 경우와 비슷한 경향이었으며, 각종 혼합비율에 있어 전반적으로 우수한 내수성을 나타냈다. 내유도 또한 PVA 코팅제가 월등하게 우수하여 산화전분의 혼합비율이 증가되어도 우수한 내유도를 나타냈는데, 옥수수전분을 혼합한 경우와 비슷한 경향이였다. 따라서 PVA와 산화전분을 혼합하였을 때 내유도의 저하 없이 내수성의 증가가 가능하였다. 상기의 결과들을 검토하여 볼 때, PVA와 산화전분 코팅제의 혼합비율은 20:80으로 하는 것이 내수성과 내유도면에서 적절할 것으로 사료된다.

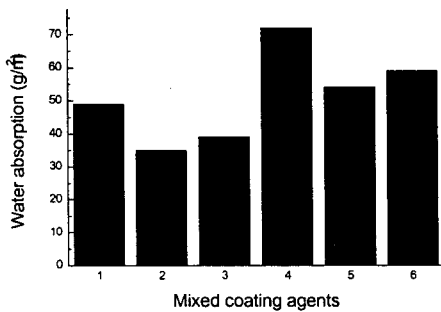


Fig. 1. Water absorption of paperboard after coating with mixed coating agents.

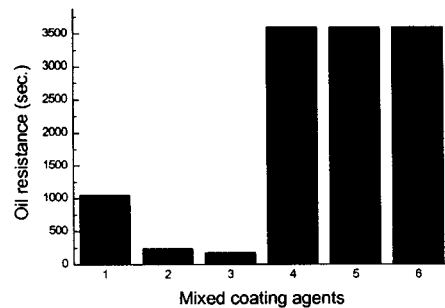


Fig. 2. Oil resistance of paperboard after coating with mixed coating agents.

* 1. AKD:CMC(10:90), 2. AKD:Corn starch(10:90), 3. AKD:Oxidized starch(10:90), 4. PVA:CMC(40:60), 5. PVA:Corn starch(20:80), 6. PVA:Oxidized starch(20:80).

이상과 같은 각종 혼합코팅제들의 기능시험 결과들을 검토하여, 혼합코팅제 별로 가장 적절한 혼합비율에서의 흡수도와 내유도를 비교한 결과는 Fig. 1 및 Fig. 2와 같다. Fig. 1에서 보는 바와 같이 내수성 면에서는 AKD에 옥수수전분을 혼합하였을 때가 가

장 우수하게 나타났으며, 내유도면에서는 PVA에 천연코팅제를 혼합한 모든 경우에 우수한 것으로 나타났다. 이에 따라 이들 흡수도와 내유도를 전반적으로 보았을 때, PVA:옥수수전분을 20:80의 비율로 혼합한 코팅제가 가장 우수한 것으로 판단되었다.

4. 결 론

합성코팅제로서는 AKD와 PVA를, 천연코팅제로서는 CMC, 옥수수전분 및 산화전분을 각종 비율로 혼합하여 실험한 결과, AKD:CMC는 10:90, AKD:옥수수전분은 10:90, AKD:산화전분은 10:90, PVA:CMC는 40:60, PVA:옥수수전분은 20:80, PVA:산화전분은 20:80의 비율이 적절한 것으로 나타났다. 또한 이들 중에서는 PVA와 옥수수전분을 20:80의 비율로 혼합한 코팅제가 가장 우수한 것으로 판단된다. 이에 따라 이 코팅제는 생분해성이 우수할 뿐만 아니라 내수성 및 내유성이 높으므로, 수분을 다량 함유한 야채류 또는 식품을 저장하는 펄프폴드용 코팅제로서 뿐만 아니라, 기름을 다량 함유한 튀김등을 저장하는 용기의 코팅제로서도 유용할 것으로 사료된다.