

펄프몰드용 새로운 고기능 코팅제 제조기술개발(제1보)

- 합성 및 천연코팅제의 기능 구명 -

강진하[†] · 임현아

(2002년 9월 28일 접수; 2002년 11월 23일 채택)

Development of Higher Functional Coating Agents for Pulp Mold (I)

- Investigation of functions of synthetic and natural coating agents -

Jin-Ha Kang[†] and Hyun-A Lim

(Received on September 28, 2002; Accepted on November 23, 2002)

ABSTRACT

In recent years, numerous studies have been carried out to find out the possible substitution of PE-coated paperboards used in packaging of watery or oily foods. Accordingly, this study was carried out to obtain the basic data for producing higher functional coating agents for pulp mold by evaluating various kinds of synthetic and natural coating agents on the market. Physical properties of coated paperboards were tested. Conclusions obtained from this study were as follows.

AKD and PVA showed higher functions than the other synthetic coating agents, while functions of CMC, Corn starch and Oxidized starch were higher than those of other natural coating agents. Based on concentrations, AKD 0.5%, PVA 10%, CMC 1.5%, corn starch 6% and oxidized starch 8% were appeared as the proper concentrations. We consider that AKD may be suitable for the storage of higher moisture vegetables and other food, and PVA may be suitable for higher oily fried food.

Keywords : *pulp mold, synthetic coating agents, natural coating agents, AKD, PVA, CMC, corn starch, oxidized starch*

• 본 연구는 농림기술관리센터의 첨단기술개발사업 중 첨단기술개발과제에 의해 수행된 결과의 일부임.
• 전북대학교 농과대학 산림과학부 (Division of Forest Science, College of Agriculture, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea)
† 주저자 (Corresponding author) : e-mail : kjh@moak.chonbuk.ac.kr

1. 서론

세계적으로 환경에 대한 인식이 급격히 높아짐에 따라 최근에는 자연에서 분해가능한 소재를 이용하여 환경친화적 제품을 개발하는 경향이 짙어지고 있다.¹⁾ 그러나 지금까지 포장재에 관한 연구는 저렴한 가격, 가공의 용이성, 대량 생산성, 공급의 안정성, 독특한 물성 등을 나타내는 합성 플라스틱 개발에 주력해 왔다.²⁾ 이에 따라 플라스틱 관련 산업의 발전과 더불어 합성 플라스틱의 난분해성으로 인한 환경오염 문제가 심각히 제기되고 있는 실정이다. 그러므로 재활용 및 환경문제를 고려한 환경친화적인 포장재 개발이 절실한 상황이다.

한편 포장재료로서 종이와 판지는 가공성이 좋고 인쇄적성이 우수하며 인장강도 및 압축강도 등 물성이 비교적 우수하며 원료의 재생성이 좋고 매립지에서도 쉽게 생분해되며 연소시에도 공해를 발생시키지 않아 환경적인 측면에서 가장 좋은 재료로 여겨지고 있다.³⁻⁷⁾ 그러나 이러한 지류포장재는 내수성이 부족하여 수분이 있는 식품 포장에는 적합하지 않으므로 필요한 경우에 여러 가지 표면 처리를 하게 된다. 즉 내면이나 양면에 폴리에틸렌 등의 합성수지 필름으로 적절한 코팅을 하여 내수성을 갖게 하는데, 이 또한 환경 문제를 야기시키므로, 지류포장재의 내수성 향상제로서, 생분해성인 전분 코팅제를 사용하여 지류포장재의 기능을 향상시키고, 용도를 다양화하고 있다. 이와 같은 전분은 현재 공업적으로 생전분을 사용하는 경우는 거의 없으며, 호화온도를 저하시키고, 점도 안정성을 향상시키며, 내수성을 부여하기 위하여 여러 가지 방법으로 변성 처리하여 사용하고 있으나, 그 성능이 만족할만한 수준에 미치지 못하고 있다.⁸⁾ 이에 따라 본 연구는 전분을 주원료로 하여 생분해성이고 내수성과 내유성이 높은 펄프 몰드용 새로운 고기능 코팅제를 제조하는데 목표를 두고 있으며, 본 보에서는 우선 시판되고 있는 각종 합성 코팅제들과 천연코팅제들의 기능을 구명하는 연구를 수행하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

본 연구에서 사용한 코팅용 판지는 평량 480 g/m²의 것을 시중에서 구입하여 사용하였으며, 판지에 코팅제를 코팅하여 그 성능을 비교하기 위한 합성코팅제

는 Rosin size (HRS50, HOSAN Co., Ltd.), Alkylketenedimer (AKD, HE-201, Hercules Korea Chemical Industries Ltd.), Polyvinylalcohol (PVA, YAKURI Pure Chemicals Co., Ltd.), Polyacrylamide (PAM, Eyang Chemical Co., Ltd.)을 사용하였으며, 천연코팅제는 Carboxymethylcellulose (CMC, HAYASHI Pure Chemical Industries Ltd.), Methylcellulose (MC, SHOWA Chemical Co., Ltd.), 옥수수전분, 산화전분, 양성전분, 코팅용 초산전분[(주) 대상], 양이온성 표면처리전분[(주) 삼양제넥스]을 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 코팅

각종 코팅제를 Table 1과 같이 여러 농도로 용해시킨 후 코터 (PI-1210, Tester SANGYO Co., Ltd., JAPAN)를 사용하여 판지에 코팅하고, 송풍건조기 (50℃)에서 건조시켰다.

Table 1. Concentration of coating agents

Coating agents		Concentration(%)
Synthetic coating agents	Rosin size	0.1, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5
	AKD	0.1, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0
	PAM	0.1, 0.5, 1.0, 1.5
	PVA	1, 5, 10, 15
	CMC	0.1, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0
Natural coating agents	MC	0.1, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0
	Corn starch	2, 4, 6, 8, 10
	Oxidized starch	2, 4, 6, 8, 10
	Acetate starch for coating	2, 4, 6, 8, 10, 12
	Cationic starch for surface treating	2, 4, 6, 8, 10, 12
Amphoteric starch	1, 2, 3, 4, 5	

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 측정하였

으며, 내유도는 테레빈유를 사용한 내유도 시험방법으로 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 합성코팅제

합성코팅제를 판지에 각각 코팅한 후 이들의 물성을 측정한 결과는 Table 2와 같다.

밀도는 코팅제를 처리함에 따라 무코팅지 보다 약간 낮아지는 경향으로 0.68-0.69 g/cm³를 나타냈으며, 코팅막 두께는 코팅제 종류와 코팅액 농도에 따라 10-13 μm로 비교적 균일한 도포가 이루어졌다. 백색도는 코팅제로 처리할 때 농도의 증가에 따라 낮아지는 경향이었는데, AKD 코팅의 경우가 높았다.

열단장은 코팅제 종류에 따라 차이가 있었는데, 전반적으로 PAM으로 코팅할 때 1.92-1.95 Km로 이외 코

팅제 보다 0.1-0.3 km 정도 높은 수준을 나타내었다. 파열지수는 PVA와 PAM 코팅의 경우 1.62-1.70 kPa · m²/g로, 인열지수는 PVA 코팅 경우 110.0-113.0 mN · m²/g로, 다른 코팅제 보다 파열지수는 0.06-0.09 kPa · m²/g, 인열지수는 0.3-6.1 mN · m²/g 정도 높은 경향이였다. 이와 같이 펄프폴드를 코팅 할 때 강도면에서는 PAM과 PVA가 유리할 것으로 사료되며, 물성측면에서 상승효과가 기대된다.

흡수도는 코팅제 종류와 농도에 따라 차이가 많았는데, 농도가 높아질수록 흡수도가 감소되는 경향이였다. 코팅제 종류별로는 rosin size제는 2.0%, AKD는 0.5%, PAM은 1.0%, PVA는 10% 용액으로 코팅 할 때 흡수도가 크게 감소되어 수분을 다량 함유한 야채류 또는 식품을 저장하는 펄프폴드의 코팅제로서 유용할 것으로 사료된다. 한편 AKD로 코팅할 경우 다른 코팅제에 비해 월등한 내수성을 나타냈는데, 0.5% 보다 높은 농도에서는 더 이상 효과가 나타나지 않았으므로 AKD 0.5% 코팅이 본 실험결과에서는 최적인 것

Table 2. Physical properties of paperboard after coating with synthetic agents

Type	Coating agents		Coated membrane thickness(μm)	Brightness (%)	Breaking length (Km)	Burst index (kPa · m ² /g)	Tear index (mN · m ² /g)	Water absorption (g/m ²)	Oil resistance (sec.)
	Concentration (%)	Density (g/cm ³)							
Uncoated paperboard	-	0.74	0	35.4	1.90	1.61	106.3	674	10
Rosin size	0.1	0.68	12	36.1	1.58	1.56	103.9	573	10
	0.5	0.68	12	35.1	1.65	1.59	108.0	553	10
	1.0	0.68	12	33.8	1.67	1.64	111.1	491	15
	1.5	0.69	12	32.9	1.66	1.60	112.5	279	15
	2.0	0.69	13	32.9	1.70	1.60	112.7	115	15
	2.5	0.69	13	32.5	1.79	1.64	108.7	283	10
AKD	0.1	0.68	12	36.1	1.83	1.53	104.1	45	10
	0.5	0.68	12	36.0	1.87	1.64	104.1	27	10
	1.0	0.68	11	35.4	1.88	1.64	104.7	22	10
	1.5	0.69	11	35.1	1.89	1.62	104.2	22	10
	2.0	0.68	11	35.3	1.83	1.64	105.9	21	10
PAM	0.1	0.68	10	35.2	1.92	1.62	104.8	670	10
	0.5	0.69	11	34.2	1.92	1.66	105.8	320	15
	1.0	0.69	11	33.1	1.93	1.66	105.9	56	30
	1.5	0.69	11	33.5	1.95	1.70	105.2	64	40
PVA	1	0.69	11	34.6	1.79	1.65	110.0	641	10
	5	0.68	10	30.1	1.86	1.68	110.7	326	900
	10	0.68	10	30.1	1.89	1.68	112.0	96	3600+
	15	0.68	11	30.5	1.92	1.66	113.0	92	3600+

* Basis weight of paperboard : 480 g/m²

으로 사료된다. 내유도도 코팅제 종류와 농도에 따라 차이가 많았으며, 농도가 높을수록 증가되는 경향이었다. PVA 10% 용액으로 코팅할 경우 내유도가 크게 증가되어 기름을 다량 함유한 튀김 등을 저장하는 펄프 몰드의 코팅제로서 유용할 것으로 사료된다.

3.2 천연코팅제

3.2.1 셀룰로오스 유도체

셀룰로오스 유도체를 판지에 각각 코팅한 후 이들의 특성을 측정하는 결과는 Table 3과 같다.

밀도는 코팅제를 처리함에 따라 무코팅지 보다 약간 낮아지는 경향으로 0.67-0.68 g/cm³을 나타냈으며, 코팅막 두께는 코팅액 농도에 따라 10-12 μm로 비교적 균일한 도포가 이루어졌다. 백색도는 코팅제로 처리할 경우 낮아지는 경향이었다. 강도면에서는 전반적으로 MC 코팅이 CMC 코팅보다 열단장은 0.07-0.33 km, 파열지수는 0.01-0.05 kPa · m²/g, 인열지수는 2 mN · m²/g 정도가 높았으나, 큰 차이는 없었다.

내수성과 내유도는 CMC 코팅의 경우가 MC 코팅시 보다 훨씬 우수한 경향으로 나타났다. CMC 1.5% 용액으로 코팅 할 때 가장 우수하였는데, 흡수도 감소효과가 합성코팅제의 우수한 경우 보다 약간 낮으므로 펄프몰드용 코팅제로서 사용 가능성을 시사하였다. 또한 내유도도 CMC 1.5% 용액으로 코팅할 때 360 sec.

로서 합성 코팅제 중 가장 우수한 PVA 10% 경우의 3600+ sec. 보다 크게 낮았으나, 천연코팅제 중에서는 비교적 우수한 편이었다.

3.2.2 전분 유도체

전분은 대개 합성고분자들에 비해 비교적 빠른 시간 안에 생분해되기 때문에 최근의 연구들은 전분을 소재로 코팅제를 제조하는데 그 초점을 맞추고 있다. 이에 따라 시판되고 있는 전분 유도체를 판지에 각각 코팅한 후 이들의 특성을 측정하는 결과는 Table 4와 같다.

밀도는 코팅제 종류 및 농도간에 거의 차이가 없이 0.68-0.69 g/cm³을 나타냈으며, 코팅막 두께는 코팅액 종류와 농도에 따라 10-13 μm로 비교적 균일한 도포가 이루어졌다. 백색도는 코팅지가 무코팅지보다 낮았으며, 코팅제 농도가 증가함에 따라 감소되는 경향이였다. 열단장은 무코팅지와 비교 할 때 코팅제 농도가 낮은 경우에는 약간 낮은 경향이였으나 높아짐에 따라 증가하여 무코팅 경우와 비슷하거나 0.1-0.2 km 정도 높은 경향이였다. 파열지수 및 인열지수는 높은 농도에서 무코팅에 비해 각각 0.03-0.09 kPa · m²/g 및 0.7-10.6 mN · m²/g 정도 높아지는 경향으로 나타나 펄프몰드용 코팅제로 사용하면 적절할 것으로 사료된다.

흡수도는 코팅용 초산전분으로 코팅할 때 코팅에 따른 효과가 적었으나, 옥수수전분, 산화전분, 양성전분과 양이온성 표면처리 전분은 농도가 높아짐에 따라

Table 3. Physical properties of paperboard after coating with cellulose derivatives

Type	Coating agents		Coated membrane thickness(μm)	Brightness (%)	Breaking length (Km)	Burst index (kPa · m ² /g)	Tear index (mN · m ² /g)	Water absorption (g/m ²)	Oil resistance (sec.)
	Concentration (%)	Density (g/cm ³)							
Uncoated paperboard	-	0.74	0	35.4	1.90	1.61	106.3	674	10
CMC	0.1	0.68	10	34.8	1.49	1.59	109.8	670	10
	0.5	0.67	11	33.6	1.54	1.60	111.1	568	30
	1.0	0.67	11	32.7	1.56	1.68	111.8	61	100
	1.5	0.68	11	32.9	1.80	1.70	111.7	55	360
	2.0	0.68	11	32.9	1.80	1.66	112.2	63	360
MC	0.1	0.67	11	34.7	1.82	1.54	109.8	672	10
	0.5	0.68	11	33.5	1.86	1.56	110.9	651	15
	1.0	0.67	11	32.2	1.88	1.71	110.3	301	90
	1.5	0.68	11	31.7	1.88	1.70	114.0	358	90
	2.0	0.68	12	31.4	1.87	1.71	115.0	486	90

* Basis weight of paperboard : 480 g/m²

코팅효과가 크게 증가되는 것으로 나타났다. 이들 중 옥수수 전분은 6%, 산화전분은 8%, 양이온성 표면처리전분은 10%, 양성전분은 4%에서 우수한 내수성을 나타냈다. 내유도는 양성전분으로 코팅할 때 효과가 낮았으나, 다른 전분 유도체들은 농도가 증가함에 따라 상당히 향상되었다. 이들 중 옥수수 전분은 코팅시 비교적 낮은 농도에서도 우수한 내수성과 내유도를 나타냈다. 이를 합성 코팅제와 비교하여 보면 PVA의 내유성을 제외하고는 합성코팅제들의 물성과 비슷한 수준이었다.

한편 현재 내유성 포장지를 널리 사용하고 있는 분

야는 fast food점인데, 여기에서는 햄버거, 샌드위치, 감자튀김, 닭튀김 등과 같은 유지함유식품의 포장에 polyethylene(PE)이 코팅된 종이포장지를 흔히 사용하고 있다. PE가 코팅된 종이는 가격이 저렴하고 내유성도 우수하여 이들 유지함유식품의 일회용포장에 널리 사용되고 있으나 폐기되었을 때 PE의 난분해성 때문에 일반 플라스틱 폐기물과 마찬가지로 심각한 환경문제를 야기하게 된다. 따라서 전분유도체의 이러한 낮은 내유도를 보완한다면, 우수한 펄프몰드용 생분해성 코팅제가 될 것으로 사료된다.

상기와 같은 각종 합성코팅제들과 천연코팅제들의

Table 4. Physical properties of paperboard after coating with strach derivatives

Type	Coating agents		Coated membrane thickness(μm)	Brightness (%)	Breaking length (Km)	Burst index (kPa · m ² /g)	Tear index (mN · m ² /g)	Water absorption (g/m ²)	Oil resistance (sec.)
	Concentration (%)	Density (g/cm ³)							
Uncoated paperboard	-	0.74	0	35.4	1.90	1.61	106.3	674	10
Corn starch	2	0.68	12	32.3	1.70	1.54	111.2	216	25
	4	0.69	11	31.6	1.87	1.62	111.5	103	100
	6	0.69	11	32.2	1.92	1.65	112.5	54	230
	8	0.69	11	32.6	1.94	1.66	112.6	56	210
	10	0.69	11	33.5	1.89	1.67	113.8	59	210
Oxidized starch	2	0.68	12	33.2	1.83	1.55	107.0	623	10
	4	0.69	12	30.6	1.87	1.58	107.5	534	35
	6	0.68	12	29.0	1.95	1.61	110.3	180	60
	8	0.69	12	28.6	1.99	1.61	113.3	47	210
	10	0.69	13	28.8	2.01	1.64	113.1	44	120
Acetate starch for coating	2	0.68	12	33.3	1.88	1.56	112.0	668	10
	4	0.68	12	31.2	1.87	1.65	112.6	637	10
	6	0.68	13	29.1	1.96	1.64	112.3	600	20
	8	0.68	12	27.6	1.97	1.65	112.7	208	90
	10	0.68	11	27.5	1.96	1.66	112.7	135	240
Cationic starch for surface treating	12	0.69	12	27.9	2.00	1.69	116.9	149	360
	2	0.69	12	33.4	1.88	1.59	105.7	609	10
	4	0.69	12	30.2	2.00	1.62	106.3	298	10
	6	0.68	11	29.6	2.03	1.61	106.9	273	35
	8	0.69	11	28.7	2.02	1.66	106.5	164	120
Amphoteric starch	10	0.69	10	28.7	2.02	1.68	107.2	48	150
	12	0.69	11	28.3	2.07	1.68	107.0	58	240
	1	0.68	11	34.7	1.94	1.60	103.8	447	10
	2	0.69	12	34.0	1.97	1.64	104.7	169	15
	3	0.68	12	33.6	2.00	1.68	105.1	93	20
	4	0.68	11	33.0	2.02	1.72	106.0	62	50
	5	0.68	11	32.3	2.05	1.70	114.0	60	60

* Basis weight of paperboard : 480 g/m²

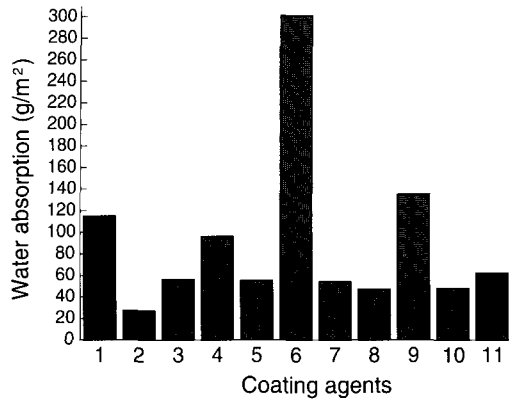


Fig. 1. Water absorption of paperboard after coating with various agents.

* 1. Rosin size(2.0%), 2. AKD(0.5%), 3. PAM(1.0%), 4. PVA(10%), 5. CMC(1.5%), 6. MC(1.0%), 7. Corn starch(6%), 8. Oxidized starch(8%), 9. Acetate starch for coating(10%), 10. Cationic starch for surface treating(10%), 11. Amphoteric starch(4%).

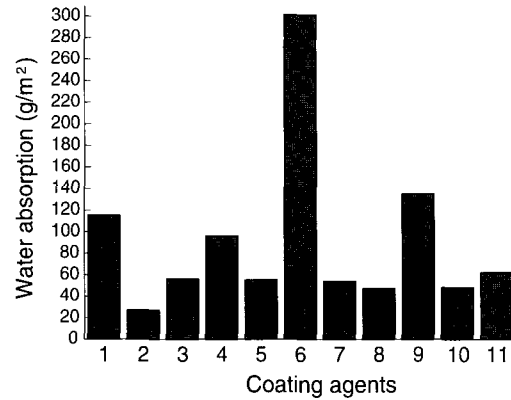


Fig. 2. Oil resistance of paperboard after coating with various agents.

농도에 따른 물성시험 결과를 비교 검토하여 본 결과, rosin size제는 2.0%, AKD는 0.5%, PAM은 1.0%, PVA는 10%, CMC는 1.5%, MC는 1.0%, 옥수수전분은 6%, 산화전분은 8%, 코팅용 초산전분은 10%, 표면처리용 양이온성 전분은 10%, 양성전분은 4%가 적정 조건이었다. 이와 같은 적정조건에서 펄프몰드용 코팅제로서 중요한 물성인 내수성과 내유성을 비교하여 보면 Fig. 1과 Fig. 2와 같다. 내수성은 AKD, CMC, 옥수수전분, 산화전분, 표면처리용 양이온성전분이 우수한 편이었고, 내유성은 PVA, CMC, 옥수수전분, 산화전분, 코팅용 초산전분이 우수하였다. 이에따라 내수성과 내유성을 종합적으로 검토하여 보았을 때 합성코팅제 중에서는 AKD와 PVA가 천연코팅제 중에서는 CMC, 옥수수전분과 산화전분이 우수한 코팅제라고 사료된다.

4. 결론

본 연구는 시판되고 있는 각종 합성 코팅제들과 천연코팅제들의 기능 비교실험을 통하여, 펄프몰드용 새로운 고기능 코팅제를 제조하는데 필요한 기초자료를 얻고저 수행하였는데, 다음과 같은 결론을 얻었다.

합성코팅제 중에서는 AKD와 PVA가, 천연코팅제 중에서는 CMC, 옥수수전분 및 산화전분이 우수한 코팅제로 나타났다. 이들을 농도별로 보면, AKD는 0.5%, PVA는 10%, CMC는 1.5%, 옥수수 전분은 6%, 산화전

분은 8%가 적정 농도 이었다. 이들 중 수분을 다량 함유한 야채류 또는 식품을 저장하는 펄프몰드의 코팅제로서는 AKD가, 기름을 다량 함유한 튀김 등을 포장하는 용기에는 PVA가 가장 적합할 것으로 사료된다.

인용 문헌

- Gennadios, A., Protein-based film and coating technology, 식품과학과 산업, 29(2):9-18 (1996).
- Lee, D. S., Lee, J. J., An, D. S. and Koh, J. S., Effect of wax-coating degree on postharvest physiology of satsuma mandarin oranges, Food and Biotechnology, 6(3):171-174 (1997).
- 이진희, 김익환, 최찬호, 서영범, 송경빈, 농산물 저장을 위한 키토산 코팅 지류 포장재, 한국농화학회지, 41(6):442-446 (1998).
- Nishiyama, M., Biodegradable plastics derived from homogenized cellulose and chitosan, 식품과학과 산업, 29(2):38-41 (1996).
- Park, H. J., Chinnan, M. S. and Shewfelt, R. L., Edible corn-zein film coatings to extend storage life of tomatoes, J. of Food Processing and Preservation, 18:317-331 (1994).
- Park, H. J., Bunn, J. M., Weller, C. L., Vergano P. J. and Testin, R. F., Water vapor permeability and mechanical properties of grain protein-based films as

- affected by mixture of polyethylene glycol and glycerin plasticizers, Transactions of the ASAE, 37(4):1281-1285 (1994).
7. Park, H. J., Gas and mechanical Barrier properties of Carrageenan-based biopolymer films, 식품과학과 산업, 29(2):47-53 (1996).
8. Thomas, A. T., Wiles, J. L. and Vergano, P. J., Water vapor and oxygen barrier properties of corn zein coated paper, Tappi J., 81(8):171-176 (1998).