



필름의 2중포장에 의한 신선식품의 최적 공간 설계

Design of the Optimum Space for Perishable Foods by the Double Film Package

花市岳 / 후타무라화학(주) 필름사업부 개발팀 계장(포장박사)

1. 서론

식품의 직접포장에 많이 사용되는 플라스틱 필름은 재질이 얇으면서 가스 차단성이나 배리어성이 높은 기술에 대한 관심이 높다.

채소나 과일로 대표되는 신선식품은 수분을 많이 포함해 증산하기 쉽기 때문에 필름으로 만든 단순한 배리어포장에서는(특히 냉장보관 시에) 내면에 결로가 생기는 것을 막을 수 없다.

그 결과 부패나 이취의 증가, 나아가 외관의 악화라는 현상이 발생한다([사진 1]).

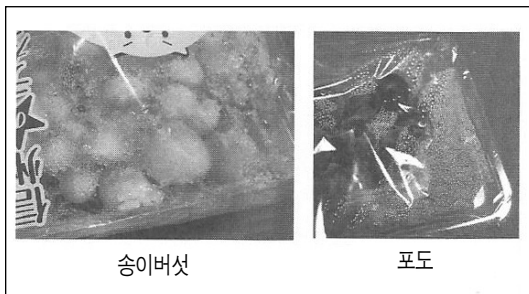
물론 수분을 과도하게 증발시키지 않는 것도

중요하다.

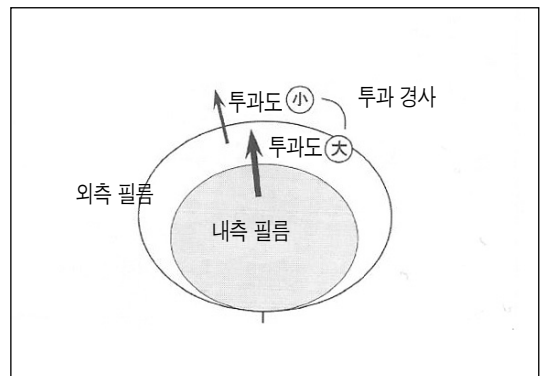
이번에 건조 방지와 결로라는 상반하는 현상에 관해 투과성이 다른 필름의 조합으로 개선할 수 있는가를 검토한 결과, 2장의 필름으로 수증기투과도에 어느 정도의 기울기(傾斜)를 만들면 결로하기 어려운 최적의 환경이 된다는 것을 알 수 있었다([그림 1]).

여기에서는 건조나 메마름을 방지하면서 파우치 내면의 끈적거림을 억제할 수 있는 최적화 포장에 관해 앞서버섯을 예로 해서 보고한다.

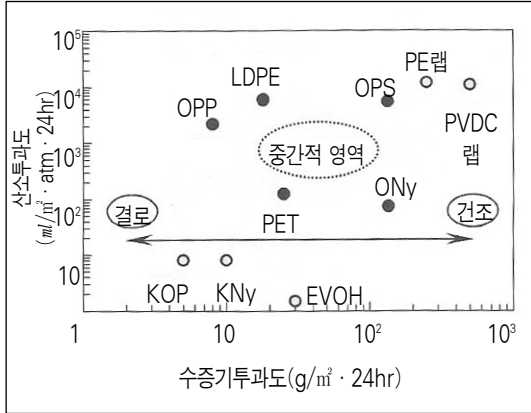
[사진 1] 냉장보관 시 결로의 상태



[그림 1] 2중포장의 개념도



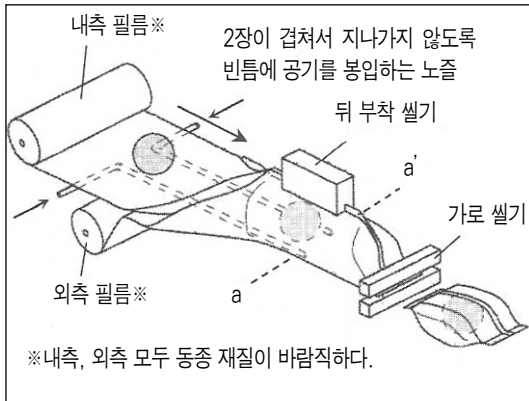
[그림 2] 수증기투과도와 산소투과도의 관계



[그림 4] 뒤 부착 씰 시의 단면도(a~a')



[그림 3] 전용 설계한 역 필로우기의 모식도



[표 1] 1겹 포장에 의한 프리테스트 결과 ($g/m^2 \cdot 24hr$)

재질	수증기투과도	건조 방지	결로평가
OPP	5.3	◎	×
방담 OPP	9.2	◎	○
통기성 OPP	24.3	△	◎
LDPE	18.0	○△	×
PET	25.6	△	△
ONy	134	×	○
OPS	186	×	○

2. 포장방법

1. 각 소재별 투과도

이번에 주목한 것은 소재의 수증기투과도이다. 수증기투과도가 크면 결로가 생기게 되지만, 내용물의 건조는 막을 수 없다.

반대로 수증기투과도가 작으면 건조는 막아도 결로가 많이 생기게 되버린다.

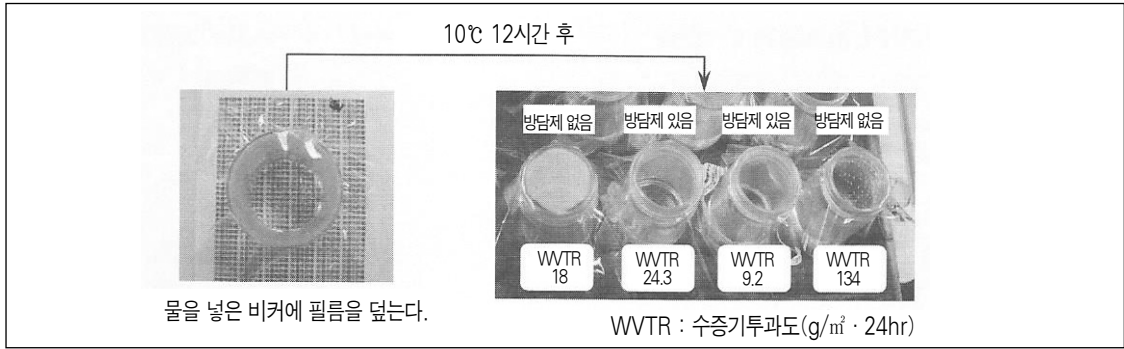
경험적으로 중간적인 소재([그림 2])가 바람직하다고 생각한다. 이것들을 기본으로 검토를 했다.

고안 초기에는 필름을 몇 겹으로 해야하는가에 대해 고민했다. 실용성을 고려해 2장의 필름을 조합해 간단히 포장할 수 있도록 [그림 3]과 같이 포장기를 설계했다.

동시에 급격한 온도 변화를 완화하거나 완충효과도 만들 수 있도록 외측과 내측의 공간을 크게 만들기 위해 2장의 빈 틈에 공기를 봉입하는 노즐을 설치한 후 붙여넣는 타이밍도 함께 연구했다([그림 4]).



[사진 2] 투과도의 대소와 방담제 유무와의 비교



[표 2] 2중 포장에 의한 테스트 결과

WVTR 단위 : (g/m² · 24hr)

No.	외측 필름 WVTR	내측 필름 WVTR	외관 상의 WVTR	결로 평가	결로수 중량	건조의 유무	투과 경사 (내+외)
1	5.3	24.3	4.35	B	C	무	4.58
2	6.0	24.3	4.81	A	B	무	4.05
3	6.8	24.3	5.31	A	A	무	3.57
4	7.9	24.3	5.96	B	A	무	3.08
5	9.2	24.3	6.67	B	A	무	2.64
6	5.3	9.2	3.36	BC	C	무	1.74
7	6.0	9.2	3.63	C	C	무	1.53
8	6.8	9.2	3.91	C	C	무	1.35
9	7.9	9.2	4.25	C	B	무	1.16
10	5.3	5.3	2.65	E	E	무	1.00
11	6.8	6.8	3.40	E	E	무	1.00
12	9.2	9.2	4.60	D	D	무	1.00
13	24.3	24.3	12.15	B	C	유	1.00
14	24.3	6.8	5.31	E	E	무	0.28
15	24.3	9.2	6.67	D	D	무	0.38

「결로 평가」 10℃ 하에서 15일간 냉장보존한 후, 온도 23℃, 습도 50%RH 하에서 1시간 방치하고 내측 필름의 결로상황을 다음 기준으로 평가했다.

A...거의 결로가 보이지 않는다. B...아주 약간 결로가 보인다. C...곳곳에 결로가 보인다. D...전면에 결로가 보인다. E...결로에 의해 실용상 문제가 있다.

「결로수중량」 10℃ 하에서 15일간 냉장보존한 후, 온도 23℃, 습도 50%RH 하에서 10시간 방치하고 파우치 속에 결로한 물의 중량을 측정해 다음 기준으로 평가했다.

A...0.25g 이하, B...0.25~0.30g, C...0.30~0.35g, D...0.35~0.45g, E...0.45g 이상

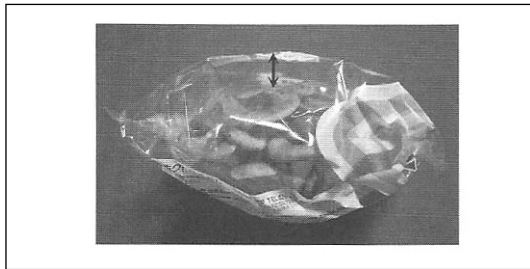
또한 피포장물로는 수분량이 많아서 결로가 생기기 쉬운 앞새버섯을 선택했다. 결과를 알기 쉽

도록 중량 100g(함수율 92.2%, 수분활성값 0.95~1.00)으로 통일해 사용했다.

[사진 3] No.3의 결과



[사진 4] 증대한 에어층(No.3)



3. 필름의 선정

내측용 필름과 외측용 필름의 적성을 판단해야하기 때문에 처음에는 1점으로 비교했다([표 1]).

그 결과, 외측 필름의 필요 요건인 건조 방지에 효과가 있는 것은 $10\text{g}/\text{m}^2 \cdot 24\text{hr}$ 이하의 필름이라는 것을 알 수 있었다.

$20\text{g}/\text{m}^2 \cdot 24\text{hr}$ 전후에서도 다소 건조 방지 효과가 있는 것으로 보이지만, 내외측의 투과 기를 만드는 것이 목적이기 때문에 $10\text{g}/\text{m}^2 \cdot 24\text{hr}$ 이상의 필름은 외측 필름에 대한 후보에서 제외시켰다.

또한 투과도가 높아도 방담(防曇)·방적(防

滴)제가 없으면 효과가 반감하는 것도 알 수 있었다. [사진 2]에 방담제의 유무에 따른 차이를 나타냈다.

[사진 2]와 같이 당초 기대하고 있던 수증기투과도 $18\text{g}/\text{m}^2 \cdot 24\text{hr}$ 의 LDPE는 결로를 억제하는 것이 거의 불가능했다(완전 하얀 상태). 이것은 방담제가 들어가 있지 않아서이다.

$9.2\text{g}/\text{m}^2 \cdot 24\text{hr}$ 의 필름도 방담제가 들어가 있으면 어느 정도 결로를 억제할 수 있는 것으로 나왔다. 반대로 ONy(WVTR $134\text{g}/\text{m}^2 \cdot 24\text{hr}$)와 같이 투과도가 높아도 방담제가 들어가지 않으면 물방울이 늘어나는 현상도 나타났다.

시험을 한 필름 중에는 방담제에 통기성을 더한 $24.3\text{g}/\text{m}^2 \cdot 24\text{hr}$ 의 통기성 OPP가 가장 뛰어났다.

결론적으로 범용성도 있고 방담성도 뛰어난 $9.2 \sim 24.3\text{g}/\text{m}^2 \cdot 24\text{hr}$ 의 방담 OPP필름을 내측 필름으로 결정했다.

4. 시험 결과

앞서 소개한 필름을 사용해 여러 조합을 만든 결과를 [표 2]에 나타냈다.

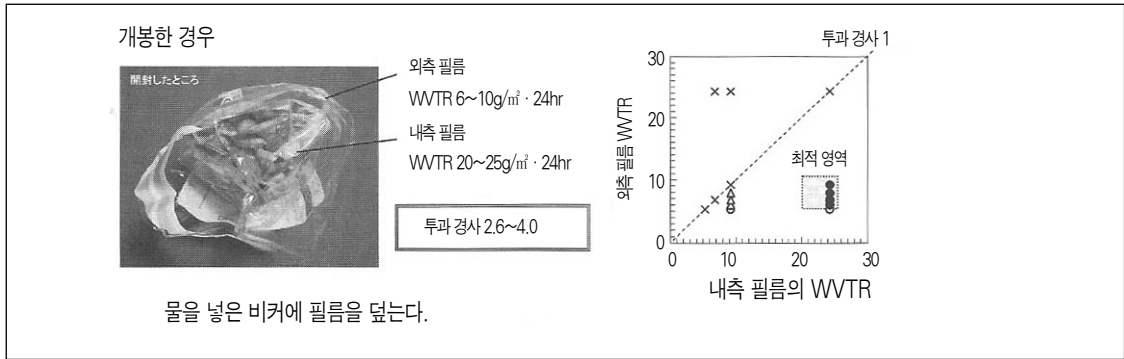
No.1~9는 콘셉트에 따라 내측 필름의 투과를 높게 한 구성이다. No.10~13은 외측과 내측 모두 같은 필름을 사용해 투과 경사 1의 구성으로 했다.

또한 콘셉트가 정확한지를 검증하기 때문에 필름의 안팎을 반대로 한 No.14, 15의 구성도 검토했다.

결과는 No.2~5가 매우 좋다(베스트 모드는 [사진 3]의 No.3). 건조도 결로도 모두 나타나지



[그림 5] 필름 2중포장의 최적 영역



않았다. 하지만 투과 경사에 의해 에어층이 강화 되는 경향이 있었다(사진 4).

5. 정리

이번 결과로 인쇄버섯(Aw 0.95~1.00)에는 투과 경사 2.6~4배가 최적이라는 결론이 나왔다(그림 5).

또한 이 투과 경사 범위에서는 수증기의 완만한 이동이 일어나거나 에어층이 강화(증대) 된다.

내용물 자체는 결로로 부패하기 쉬울 뿐만 아니라 모양도 망가지기 쉽기 때문에 이 포장으로 결로에 의한 부패나 이취를 모두 없앨 수 있다.

또한 트레이를 사용하지 않아 틀이 망가지는 것을 줄일 수 있어서 외관이 좋은 최적의 포장을 만들 수 있다.

6. 마치며

이번 결과는 내용물의 각각 다른 수분활성값을

조합해 최적의 영역으로 이동시킨 것이라 할 수 있다.

앞으로는 냉장 수송 시 발생하는 결로로 고민하는 물품, 예컨대 반찬류나 슈크림, 한천 배지 등 수분을 많이 포함한 제품으로 응용해나갈 계획이다. ☐

기술원고를 모집합니다.

포장과 관련된 신기술을 발표할 업체와 개인은 '월간 포장계' 편집실로 연락주시기 바랍니다.

편집실 : (02)2026-8655
E-mail : kopac@chollian.net