

효소처리한 도공지의 인쇄적성에 관한 연구

김창근[†], 양이석, 김병현

[†]강원대학교 창강 제지 기술 연구소, 중부대학교 공과대학 인쇄미디어학과
(2006년 1월 27일 접수, 2006년 2월 17일 최종 수정본 접수)

The Study of the Printability Coated Paper by the Enzyme Treatment

Chang-Keun Kim[†], Eu-Seok Yang, Byong-Hyun Kim

[†]Changgang Institute of Paper Science and Technology, Kangwon National University
Dept. of printing media, College of Engineering, Joongbu University
(Received 27 January 2006, in final from 17 February 2006)

Abstract

We investigated the effects of the enzyme treatment of fiber for printability of coated paper.

The results could summarized as follows,

1. The samples with enzyme treatment (average 87.8 %) have higher ink gloss than the blank (85.6 %). Printed density showed same trends with the ink gloss. However, the β -Glucosidase treated sample showed the lowest printed density (2.14 %) due to the lowest thickness of the ink layer, which is influenced by coated weight and surface smoothness.
2. The samples whose base paper was Xylanase and β -Glucosidase treated showed higher surface strength (4.2% and 4.0%, respectively) than the blank while the samples with the Hemicellulase and β -Glucuronidase treatment showed lower surface strength (3.2% and 3.7%, respectively) due to the influence of air permeability.
3. Hemicellulase and β -Glucuronidase treated base paper, which have relatively low air permeability, showed better ink repellence (4.3 and 4.4 %, respectively) than

the blank (3.8 %).

4. The blank and the Xylanase treated base paper showed high set-off, which is the last category of printability.

1. 서론

종이의 인쇄적성은 종이 자체의 상품성에 관련된 광택도, 백색도, 평활도 등의 외관과 인쇄물의 최종 인쇄품질에 관련되는 인쇄 작업성이다. 도공지는 비도공지에 비하여 물리적인 특성인 백색도, 종이 광택도, 기공도 등의 특성이 뛰어날 뿐만 아니라, 인쇄물의 색재현성이나 망점 재현성 등이 뛰어나다. 그러나 도공지의 경우 도공액(coating color) 조성이 복잡하고, 원지(based paper)와 부착 메카니즘이 복잡하여 원지 흡수력 조절, 잉크 수용력 조절 등이 어렵다. 또한 도공층 위에 택(tack)이 있는 잉크를 전이(transfer), 트래핑(trapping)시켜야 하기 때문에 비도공지에 비하여 픽킹(picking)^{1~5)}이나 모틀링(mottling)^{6~9)} 등이 자주 발생한다. 따라서 인쇄공정 상의 문제점 야기나 그 결과에 의한 인쇄물 품질 저하를 가져오게 된다.

따라서 본 연구는 원지의 흡수력 조절 및 잉크 수용력에 영향을 미치는 공극 조절을 위하여 원지에 효소처리를 한 후 도공지를 제작하여 그 물리적인 특성 변화에 따른 잉크 수리성, 잉크 착육성, 잉크 세트성, 전이성과 같은 인쇄적성에 대하여 연구하였다.

2. 실험

2-1. 효소

본 연구에 사용한 효소는 각기 다른 미생물에서 분리 및 정제된 효소로 Xylanase는 *Trichoderma viride*로부터 분리/정제 후 동결 건조된 분말상태로 제조된 시약급 제품(SIGMA社), β -Glucosidase는 almonds로부터 분리/정제 후 분말상태로 제조된 시약급 제품(SIGMA社), Hemicellulase는 *Aspergillus niger*로부터 분리/정제 후 분말상태로 제조된 시약급 제품(SIGMA社), β -Glucuronidase는 *Escherichia coli*로부터 분리/정제 후 동결 건조된 분말상태로 제조된 시약급 제품(SIGMA) 네 가지 종류를 사용하였다.

2-2. 펄프 및 수초지 제작

펄프 Sw-BKP와 Hw-BKP를 2:8의 비율로 혼합, 해리 후 각 효소를 0.1% 투입하여 TAPPI Standard Methods T200 sp-01에 의거 Valley Beater로 고해하였다. 고해 후 효소처리 된 지료는 중질탄산칼슘(GCC), 양성전분 등 충전제와 첨가제를 혼입한 후 pH 7.5 ± 0.5 로 조정된 후 중성초지조건으로 평량 95 gsm으로 수초지를 제작하였다.

2-3. 도공지 제작

슬러리 상태의 중질 탄산칼슘 일정량을 1500rpm의 고속 교반기로 교반시키면서 라텍스와 기타첨가제로서 윤활제(칼슘스테아리계, Nopcote C-155; 한국산노프코(株)), 내수화제(우레아포름알데히드계, Insol-A, 새한산업(株)), 증점제(알카리반응형, JT-30, 정원화학(株)) 등을 순차적으로 일정 시간간격을 두고 첨가한 다음 완전한 분산이 이루어지도록 30분간 교반시켜 도공액을 조제하고, SMT社의 Maiyo Blade Coater(日)를 사용하여 1600 mm/sec의 속도로 도공량 15 g/m²으로 맞추어 편면 도공지를 제조하였다.

2-4. 인쇄적성

도공지의 인쇄적성은 인쇄시험기(RI-Ⅲ, AKIRA社)를 사용하여 잉크수리성, 잉크세트성 및 잉크착육성 등을 측정하였다. 잉크수리성은 인쇄기의 고무 롤에 4cc의 잉크를 묻힌 후, 스테인레스롤과 고무 롤을 접촉시켜 두개의 롤 전체에 고르게 전이되게 5분간 회전시킨 후 분리하였다. 그 이후 고무 롤의 잉크를 종이에 전이시켜 건조 후 인쇄면의 광택을 측정하였다. 잉크세트성은 인쇄기의 고무 롤에 3cc의 잉크를 묻힌 후 잉크수리성과 같은 방법으로 종이에 전이시켰다. 그리고 15초 후 대지를 부착하여 인쇄기를 통과시킨 다음 인쇄된 종지와 대지를 분리하여, 대지에 묻은 잉크의 색 농도를 측정하였다. 그리고 잉크착육성은 젤리 컴파운드 20% 혼합하여 택 값이 6이 되도록 조정된 black 잉크 4cc를 위의 잉크수리성과 동일한 방법으로 처리한 다음, 축임물을 묻힌 molten롤을 장착하여 인쇄면에 60 rpm의 속도로 축임물을 묻힌 후 잉크가 전이되도록 하였다.

3. 결과 및 고찰

3-1. 도공지 물성

효소처리 하지 않은 원지 및 효소 처리된 원지를 사용하여 제작된 도공지의 물성은 Table 1과 같다.

3-2. 잉크 광택도와 잉크 색 농도

잉크 광택도 및 잉크 색 농도의 관계를 Fig. 1에 나타내었다. 잉크 광택도와 잉크 색 농도의 관계는 Hemicellulase에서 가장 높은 89.0%와 2.17(O.D)을 나타내었다. 효소처리를 하지 않은 blank에 비하여 β -Glucosidase를 제외한 다른 시료들은 잉크 광택이나 잉크 색 농도가 높게 나타났다. Blank의 경우 85.6%, 2.15 (O.D)를 나타내었고, Xylanase는 잉크 광택이 87.8%, 잉크 색 농도는 2.16 (O.D)이었다. β -Glucuronidase는 잉크 광택이 88.0%, 잉크 색 농도는 2.16 (O.D)으로 Xylanase와 비슷한 경향을 보여 주고 있다.

β -Glucosidase의 경우 평활도가 다른 시료들에 비하여 40.11 sec로 높게 나타났지만 잉크 광택도와 잉크 색 농도는 86.4%와 2.14(O.D)로 가장 낮게 나타났다. 그 이유는 bulk도가 1.80 cm³/g, 회분함량이 14.99%로 효소처리를 한 다른 섬유에 비하여 높게 나타났기 때문으로 생각된다. 섬유장의 길이가 짧아 bulk도, 밀도 및 회분 함량이 증가하여 요구되어지는 도공액 양이 적고 투기도 또한 좋게 나타났기 때문에 도공층 형성에 필요한 도공액 양의 감소가 발생한 것으로 판단되어진다. 사용된 도공액 양이 적음에도 원지 표면 특성에 의하여 도공지 평활도는 좋게 나타난다. 일반적으로 종이의 물성 중 평활도가 좋으면 잉크 광택이나 인쇄 색 농도가 높아진다. 또한 잉크층의 두께에도 영향을 받게 되는 것이 잉크 광택이나 잉크 색 농도이다. 따라서 본 결과에서 β -Glucosidase는 평활도가 다른 시료들에 비하여 높게 나타났음으로 불구하고 광택도와 잉크 색 농도가 낮게 나타난 것은 필요로 하는 잉크 요구량이 상대적으로 적어져 잉크 층의 두께가 낮았기 때문이라 판단된다.

Table 1. Properties of Coated Paper

Properties		Blank	Xylanase	β -Glucosidase	Hemicellulase	β -Glucuronidase
Basis Weight	g/m ²	122.43	123.48	124.11	123.27	125.16
PPS	μ m	2.01	1.95	1.91	1.91	1.88
Bekk-Smoothness	sec	37.78	35.56	40.11	34.56	33.78
Porosity	ml/sec	2932	2469	2569	2323	2290
Gloss	%	63.94	67.74	69.49	69.81	71.50
Brightness	%	80.08	80.44	80.13	80.31	80.14

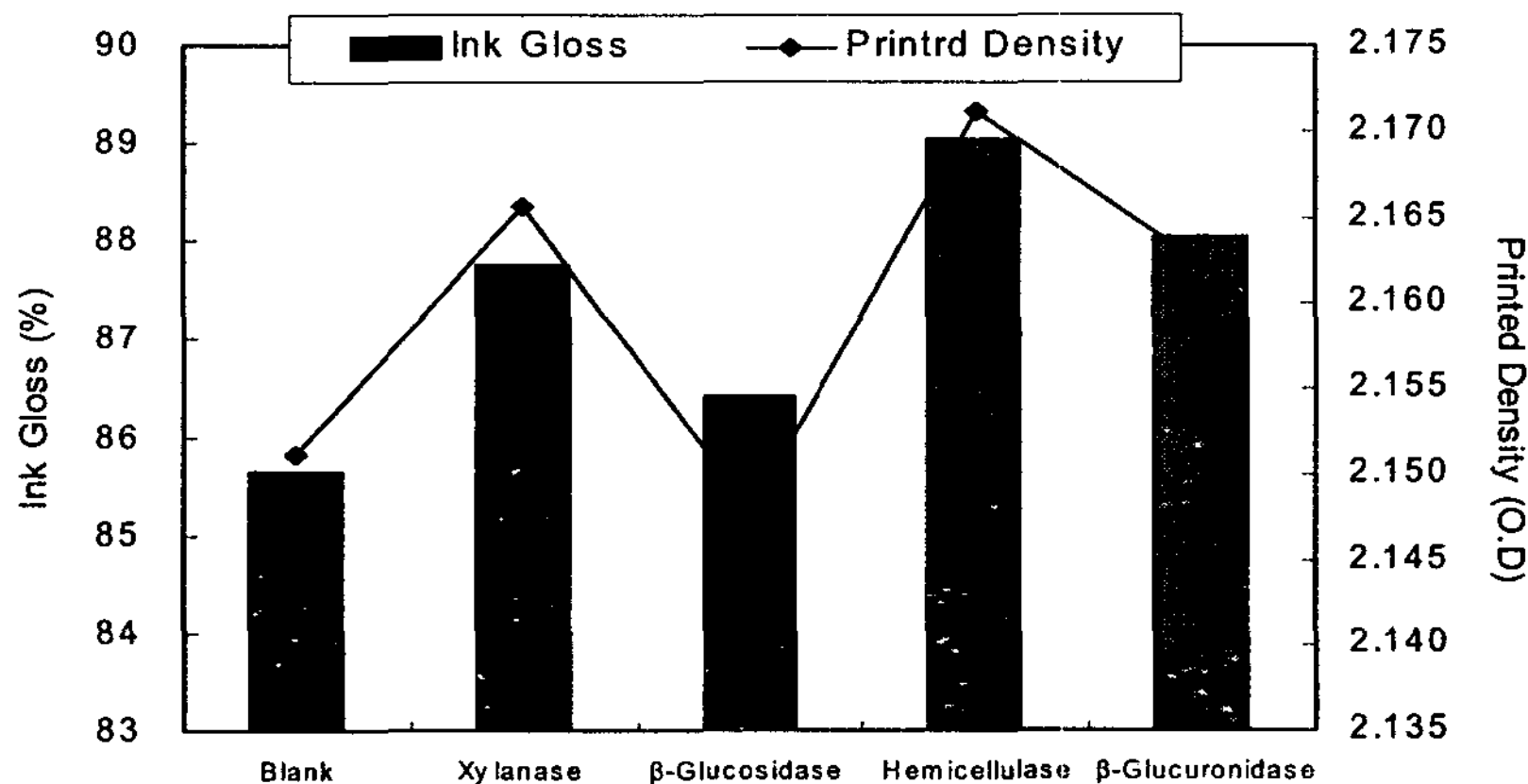


Fig. 1. Ink gloss and printed density of coated papers.

3-3. 잉크 착육성과 뒷문음

잉크 착육성과 뒷문음에 관한 결과를 Fig. 2에 나타내고 있다. 잉크 착육성을 비교해 보면 β -Glucuronidase가 4.4%로 가장 좋은 결과를 나타내고 있다. 다음은 Hemicellulase이 4.3%이고 효소처리를 하지 않은 원지를 사용한 blank와 Xylanase과 β -Glucosidase는 각각 3.8%, 3.8%, 3.9%로 비슷한 경향을 보이고 있다. 잉크 착육성은 잉크 건조성과 관계가 있다. 투기도가 낮은 종이는 상대적으로 공극이 적게 존재하기 때문에 잉크 착육성이 좋아지게 된다. 그러므로 β -Glucuronidase와 Hemicellulase이 각각 2290.22 ml/sec, 2323.22 ml/sec로 다른 시료들에 비하여 낮은 값을 나타내고 있으므로 잉크 착육성은 좋은 결과를 나타내었다.

뒷문음은 Xylanase이 4.3%로 가장 좋은 결과를 나타내었다. 뒷문음 또한 공급되는 잉크량이 많고 건조가 더디게 일어나면 많이 발생하게 된다. 다른 시료들에 비하여 투기도 2468.67 ml/sec로 비교적 높아서 잉크의 침투가 많이 일어나지 않아 요구되어지는 잉크량은 적을 것으로 예상되어지지만, 공급되는 잉크 소비는 거칠음도가 높아지면 잉크의 레벨링성에 의해 인쇄 표면이 평활해지기까지 잉크는 공급되기 때문에 상대적으로 거칠음도 1.95 μ m로 비교적 높은 Xylanase에서 공급되는 잉크량이 증가하게 된다. 따라서 잉크 요구량은 많고 침투되는 잉크는 적어져 표면에 잔류하는 잉크량이 많아짐으로서 결착력이 증대되어 뒷문음이 적게 발생한 것으로 판단되어진다. 그 다음으로 Hemicellulase이 3.9%로 좋게 나타났으며, 효소를 처리하지 않은 원지를 사용한 blank와 β -Glucuronidase는 각각 3.3%, 3.4%로 비슷한 경향을 보이고 있다.

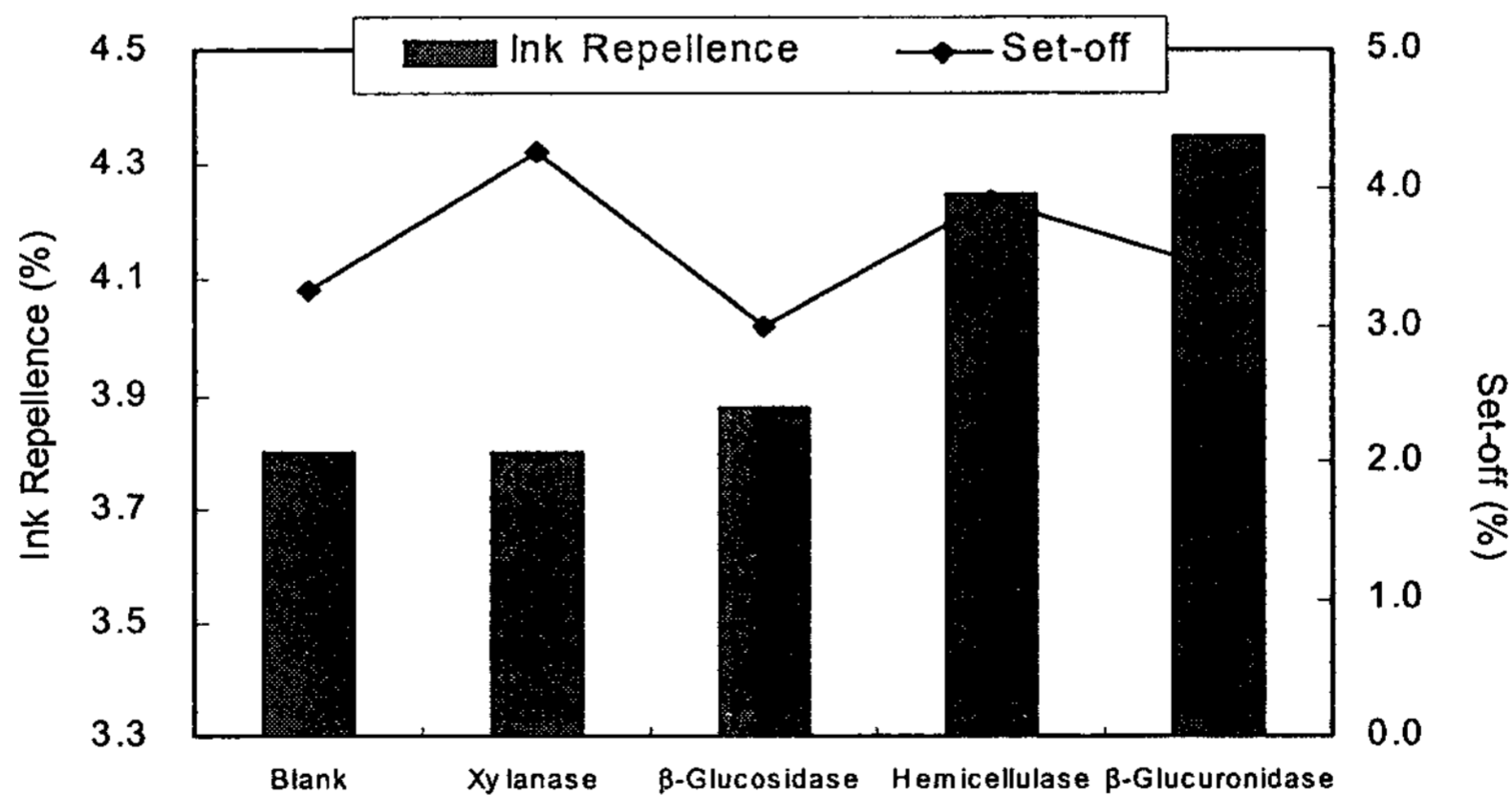


Fig. 2. Ink repellence and set-off of coated papers.

3-4. 잉크 색 농도와 도공지 물성

Fig. 3은 잉크 색 농도와 거칠음도에 대하여 나타낸 그림이다. 잉크 색 농도와 거칠음도를 비교해 본 결과 효소처리를 하지 않은 blank는 2.01 μ m로 나타났고 효소처리를 한 원지에 대한 도공지 Xylanase은 1.95 μ m, β -Glucosidase와 Hemicellulase는 1.91 μ m 그리

고 β -Glucuronidase는 1.88 μm 로 나타났다. Hemicellulase이 잉크 색 농도가 2.17 (O.D)로 가장 좋은 결과를 나타내었는데 그 이유는 도공량의 증가에 의하여 도공액의 레벨링성에 의한 도공층 평활성이 우수하게 되어 거칠음도가 낮아지면서 전이된 잉크에서 나타내는 반사율이 좋아졌기 때문에 판단되어진다. 따라서 도공층의 거칠음도는 원지에 영향을 많이 받는 것으로 판단되어지며 효소처리를 하지 않은 blank 보다 각각의 효소처리를 한 원지에 도공층을 형성하는 경우가 인쇄물의 품질에 더욱 좋은 결과를 나타내고 있다.

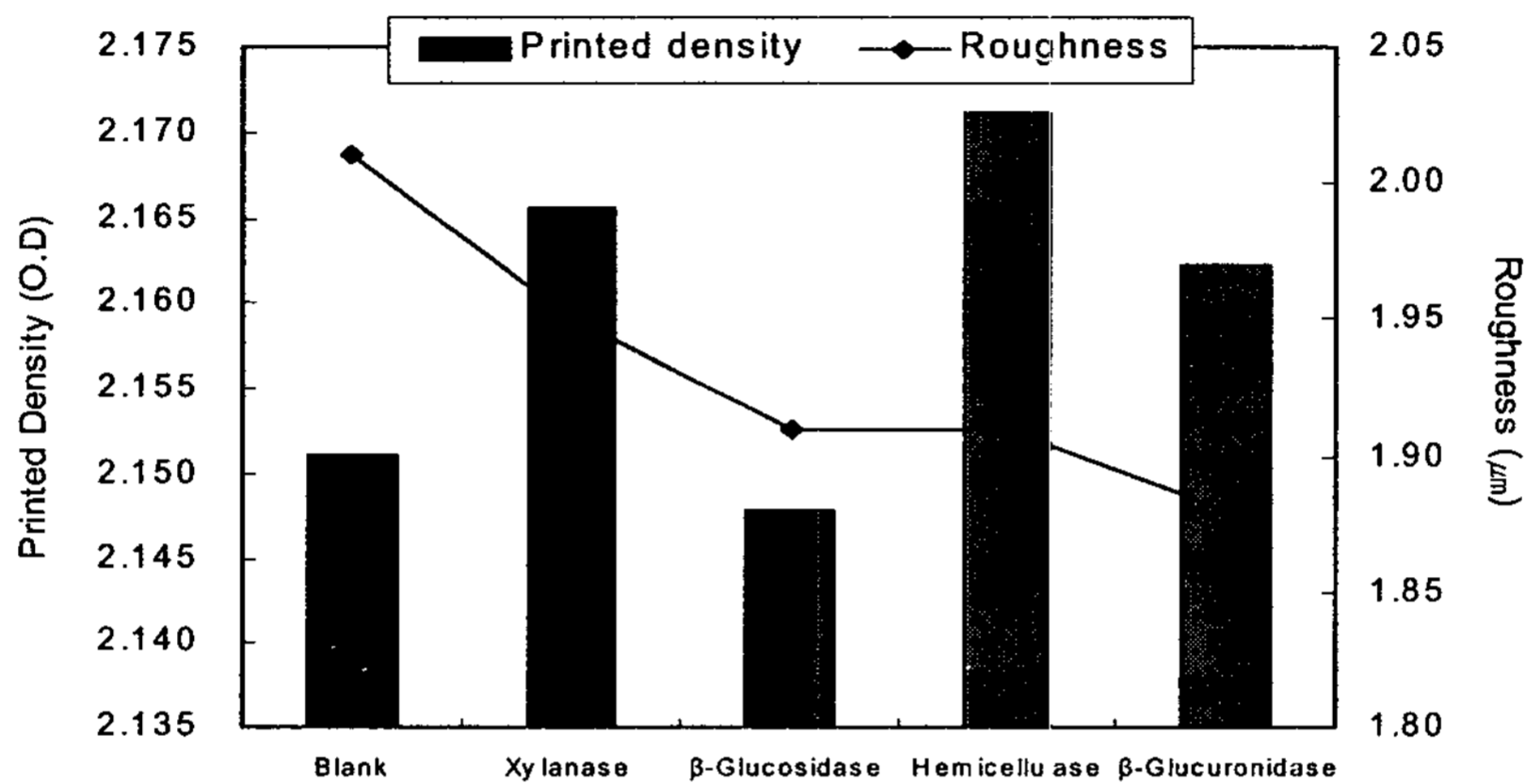


Fig. 3. Correlation between printed density and roughness.

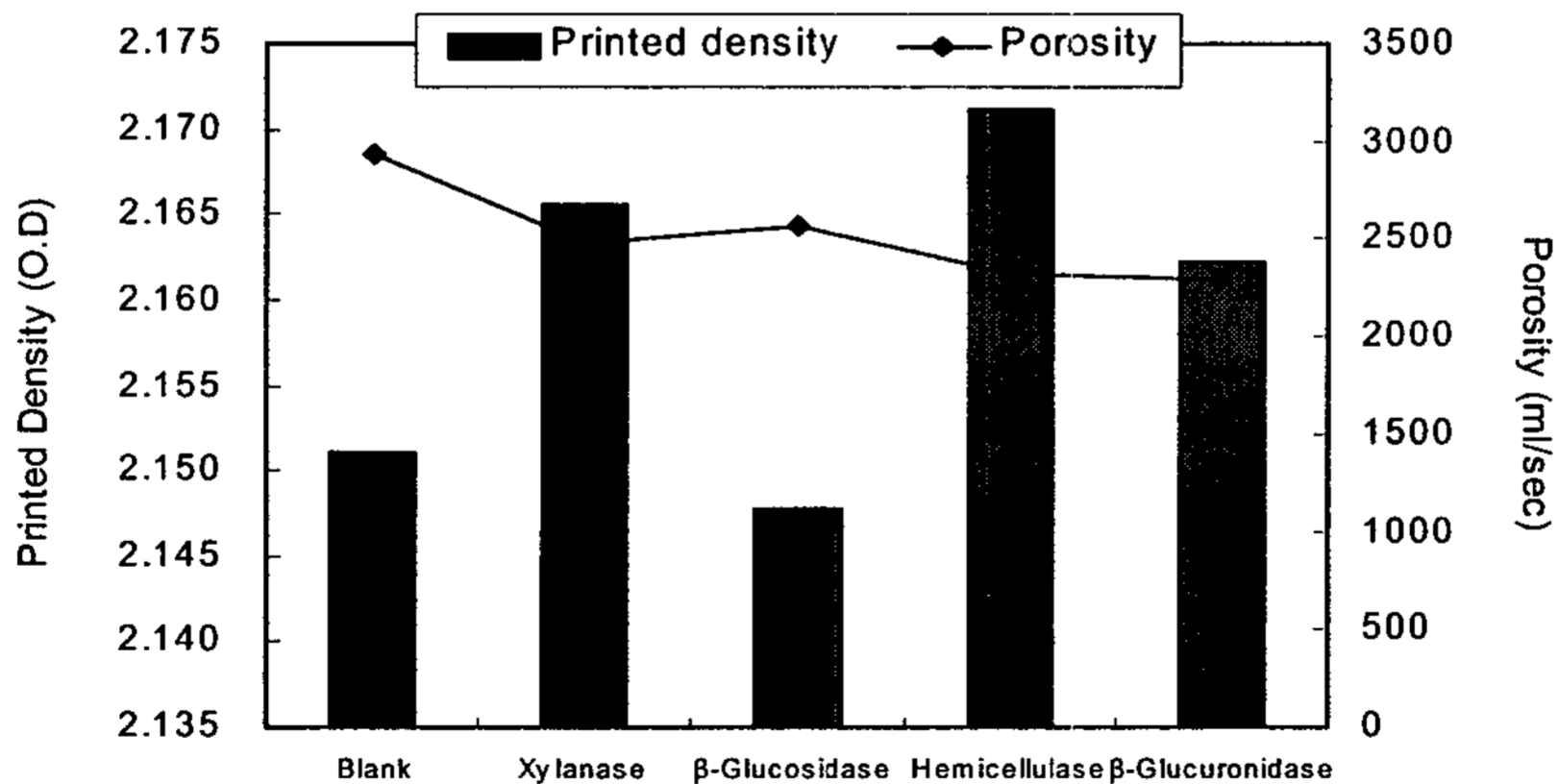


Fig. 4. Correlation between printed density and porosity.

Fig. 4는 잉크 색 농도와 투기도의 관계를 그래프로 표시한 것이다. 투기도가 상대적으로 낮게 나타난 Hemicellulase과 β -Glucuronidase에서 잉크 광택이 89%, 88%로 높게 나타났다. 그 이유는 원지의 섬유장이 1.21mm, 1.22mm로 길어 투기도가 줄어들면서 요구되어진 도공량이 증가하고 도공액 증가가 도공지의 반사율을 높여 잉크 색 농도까지 높여 준 것으로 판단된다.

3-5. 잉크 착육성과 도공지 물성

Fig. 5에 잉크 착육성과 거칠음도에 대하여 나타내었다. 거칠음도가 비교적 높게 나타난 blank와 Xylanase에서 잉크 착육성이 낮게 나타났다. 거칠음도가 높으면 요구되는 잉크량은 증가하게 되고 잉크 소비량이 많으면 피인쇄체 위에 착육되는 시간이 길어지게 된다.

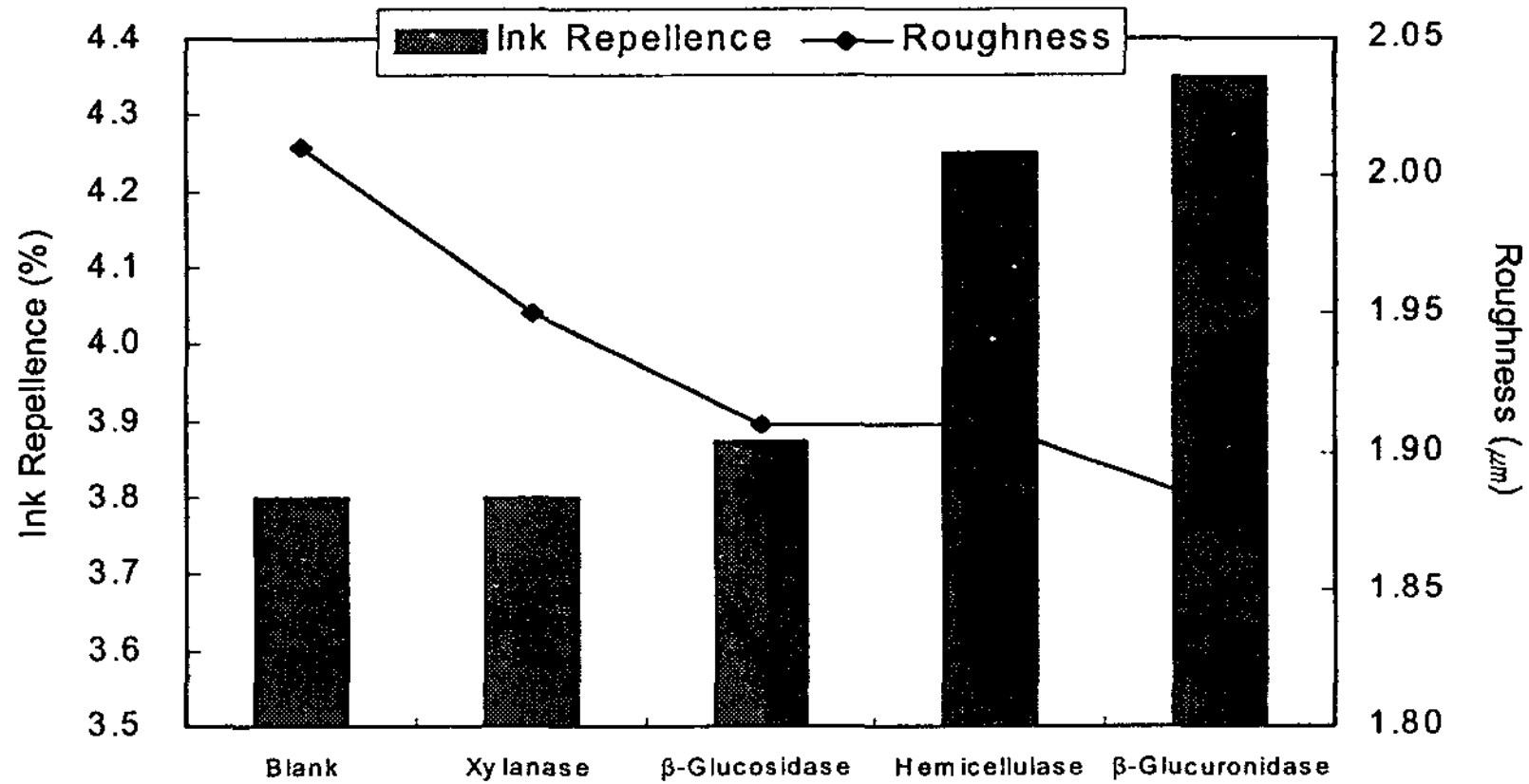


Fig. 5. Correlation between ink repellence and roughness.

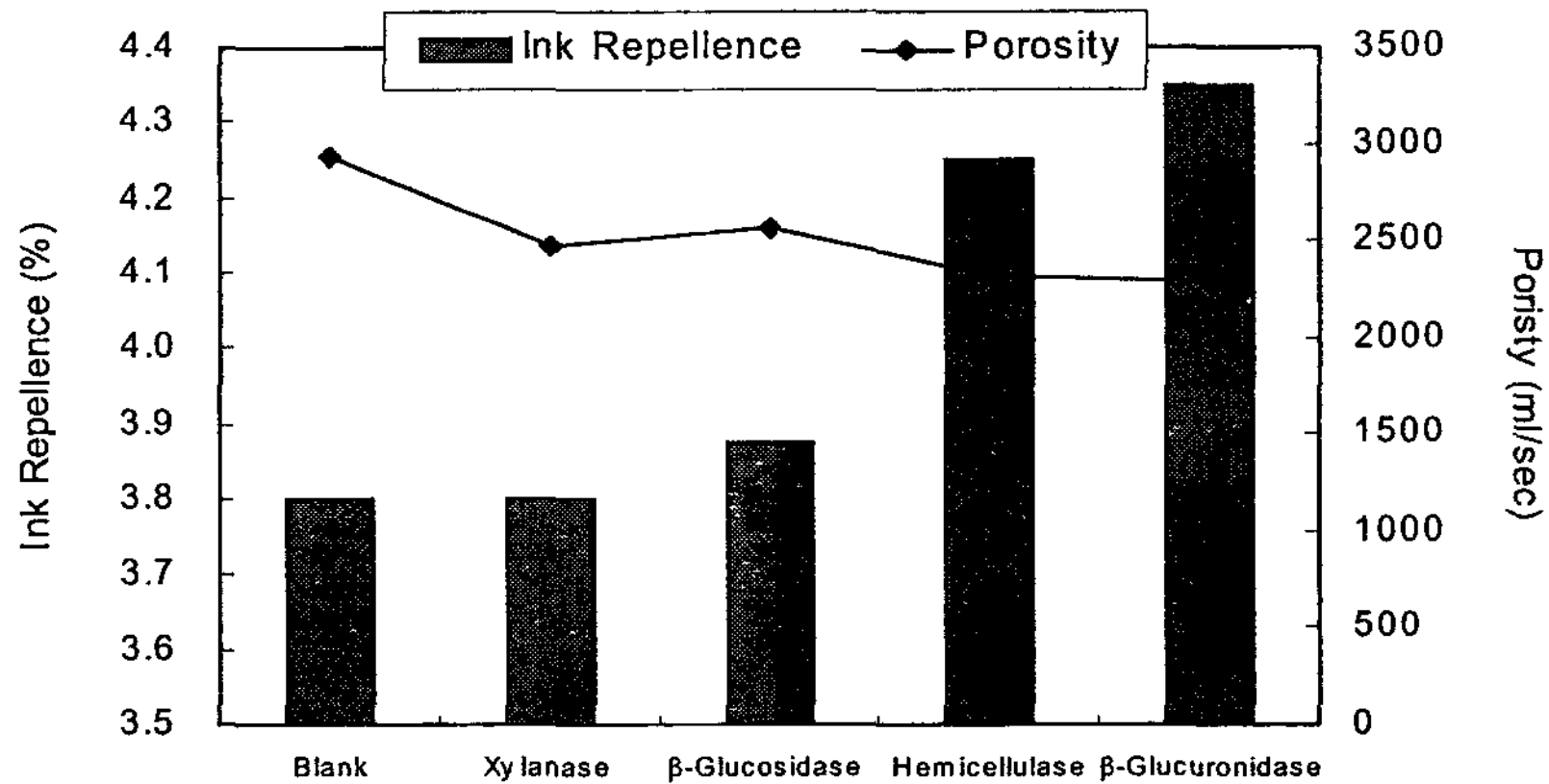


Fig. 6. Correlation between ink repellence and porosity.

Fig. 6은 잉크 착육성과 투기도의 관계를 나타내고 있다. 투기도가 낮은 종이는 상대적으로 공극이 많이 존재하기 때문에 잉크 착육성이 좋아지게 된다. 따라서 β-Glucuronidase와 Hemicellulase이 각각 2,290.22 ml/sec, 2,323.22 ml/sec로 다른 시료들에 비하여 낮은 값을 나타내고 있으므로 잉크 착육성은 좋은 결과를 나타내었다.

3-6. 뒷문음과 도공지 물성

Fig. 7은 뒷문음과 거칠음을 나타내고 있다. 거칠음도가 2.01 μm 로 비교적 높게 나타난 효소처리를 사용하지 않은 원지를 사용한 도공지의 경우 뒷문음에서도 좋지 않은 결과를 보여주고 있다. 거칠음도가 비교적 낮은 Hemicellulase과 β -Glucuronidase에서 좋은 결과를 보여 주고 있다.

Fig. 8은 뒷문음과 투기도를 나타낸 것으로 Xylanase이 4.3%로 가장 좋은 결과를 나타내었다. 투기도가 상대적으로 낮은 값을 가지는 Hemicellulase과 β -Glucuronidase에서 좋은 결과를 나타내었다. 실질적으로 모든 다공성 재료에서 잉크 건조는 침투 건조를 병행해서 나타나는데 투기도가 낮기 때문에 종이 내부로 침투해 들어가는 잉크량이 다른 시료들에 비하여 많이 이루어져 더욱 단단히 결착된 것으로 판단된다.

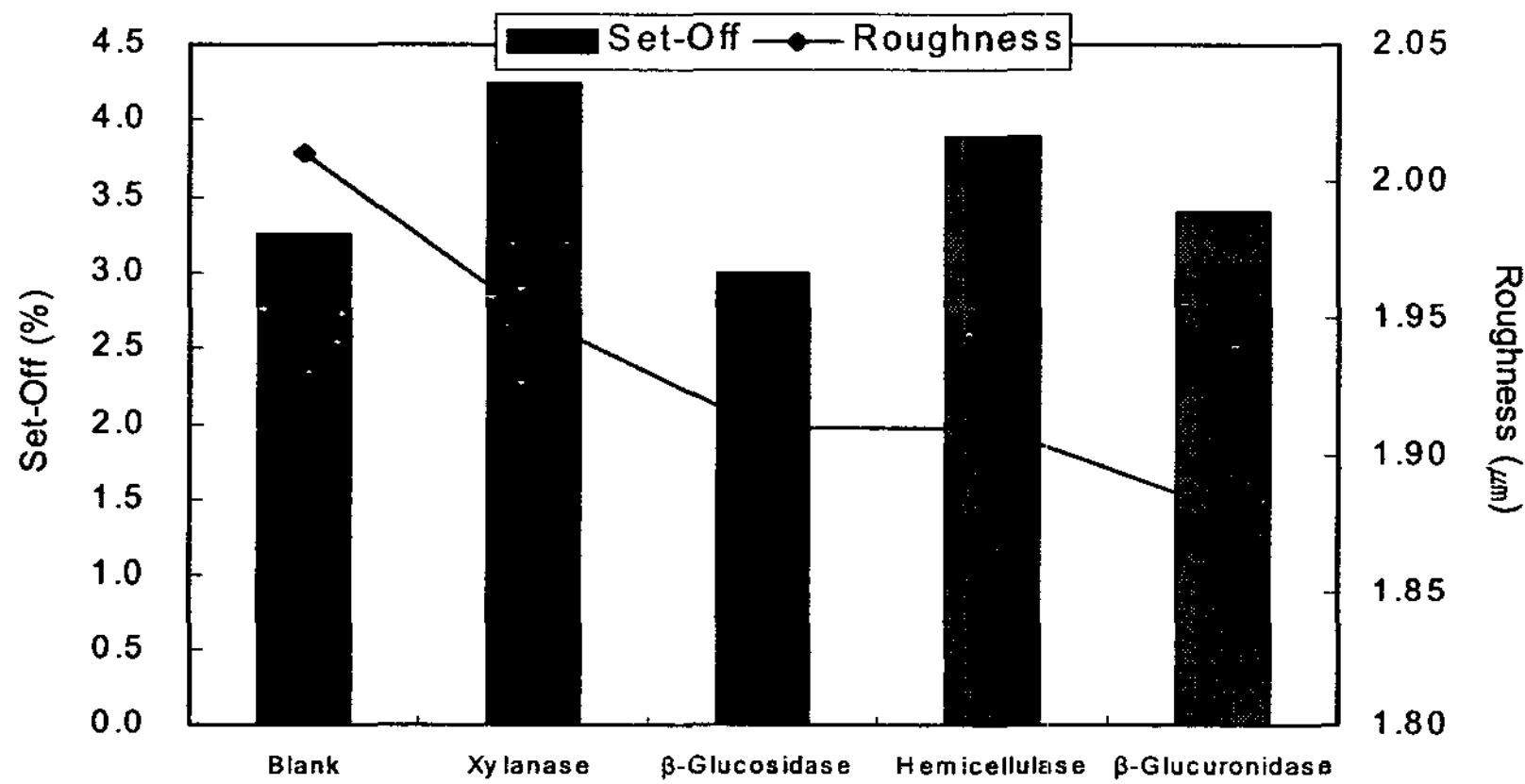


Fig. 7. Correlation between set-off and roughness.

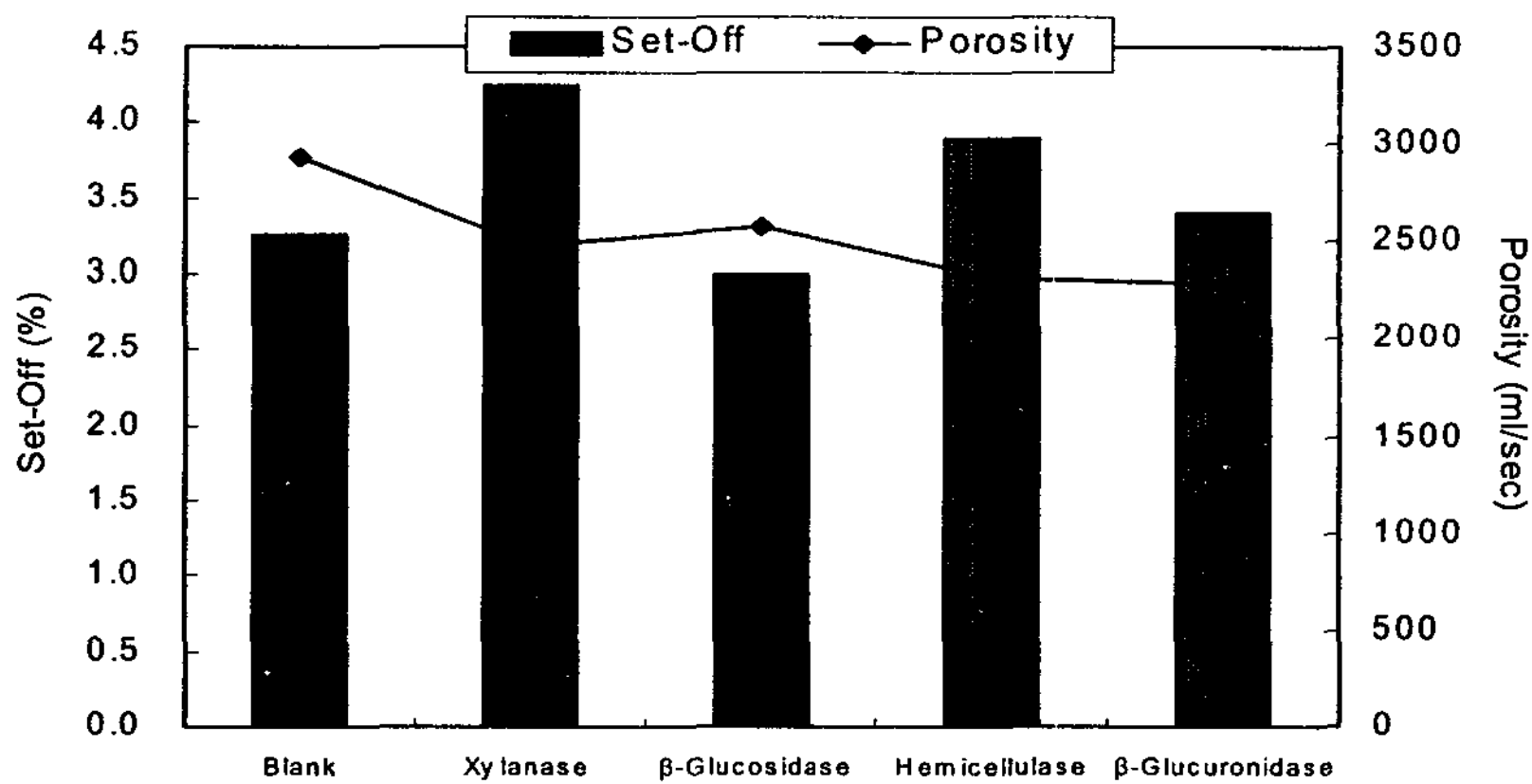


Fig. 8. Correlation between ink repellence and porosity.

4. 결 론

본 연구에서 효소처리를 하지 않은 섬유를 사용한 원지와 서로 다른 4가지 효소처리를 한 원지를 사용하여 제작한 도공지 인쇄적성에 관하여 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 잉크 광택도와 잉크 색 농도에 있어서 효소처리를 한 경우가 광택에 평균 87.8%로 효소처리를 하지 않은 85.6%보다 높게 나타났으며, 색 농도도 또한 높게 나타났다. 하지만 잉크 색 농도에서 β -Glucosidase의 경우가 2.14%로 낮게 나타났는데 그 이유는 도공량과 표면 평활성에 의하여 잉크 층의 두께가 적었기 때문이라는 사실을 확인하였다.
2. 잉크 착색성에 있어서는 투기도 값이 상대적으로 적은 Hemicellulase과 β -Glucuronidase에서 4.3%, 4.4%로 효소 처리를 하지 않은 원지를 사용한 blank의 3.8% 보다 좋은 결과를 얻을 수 있었다.
3. 뒷문음은 투기도가 높게 나타난 blank와 Xylanase에서 높게 나타났다.

본 연구에서 얻어진 결과는 원지에 효소 처리를 하는 경우 투기도가 좋아져 잉크 착색성 및 건조와 같은 인쇄적성을 향상시킨다는 것을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

- 1) Moore, C. E., Causes of Paper Pick-How to measure it, The inland printer, pp. 53 (1956).
- 2) Bureau, H. W., Paper Problems from Picking, TAGA, pp. 54 (1961).
- 3) Blokhuis, G. and Tollenaar, D., Surface Strength Distribution and its Effect on Pick Testing, TAPPI 46(3): 201 (1963).
- 4) Hsu, B., Tack stress and Picking resistance of Paper, TAPPI 46(7): 440 (1963).
- 5) Karttunen, S. and Oittinen, P., The Effect of speed and ink Film Thickness on Ink Transfer, Picking and Linting, Graphic Arts in Finland 4(1): 1~8 (1975).
- 6) Henk, W. L., Mottling and wettability, TAPPI proceedings, pp. 505~510 (1991).
- 7) Tetuo, I., A study on relationship between ink mottling and binder migration, 紙パテ技協誌, Vol. 46(1), pp. 74~80 (1992).
- 8) Yamazaki, K., Nishioka, T., Hattori, Y. and Fujita, K., Print mottle effect on

binder migration and latex film formation during coating consolidation, TAPPI
76(5) : 79~83 (1993).

- 9) Hideyuky, M., Toshihiro, I. and Yoko, S., Study of coating structure affecting
print mottle - I, 紙パテ技協誌, Vol. 47(12), pp. 84~93 (1993).