

키틴의 염료 흡착에 의한 염액의 색소제거에 관한 연구(제1보)

유혜자·이혜자*·이전숙**

서원대학교 의류직물학과, *교원대학교 가정교육학과, **전북대학교 의류학과

Decoloration in Dyebath by Dye Adsorption of Chitin(Part I)

Yoo, Hye-Ja · Lee, Hye Ja* · Rhie, Joensook**

Dept. of Clothing and Textiles, Seowon University

*Dept. of Education of Home Economics, Korean National University of Education

Dept. of Clothing and Textiles, Chonbuk National University

(1999. 9. 30 접수)

Abstract

The adsorption ability of dyes on chitin, a natural polymer was investigated for decolorization of dye wastewater. Chitin was manufactured in lab by decalcification in dilute aqueous HCl solution and deproteination in dilute aqueous NaOH solution with shrimp shells. Absorbance of residue solution of dyebaths after dye adsorptions of chitin were measured in varieties of dye concentration and dipping periods. Four kinds of dyestuffs were used, C.I. Acid Blue 29, C.I. Direct Blue 6, C.I. Reactive Orange 12 and C.I. Basic Red 18.

When chitin 1g was dipped in 0.05% of dyebath with stirring, maximum adsorption ratio of each kind of dyes was exhibited as 91.6% for C.I. Acid Blue 29, 95% for C.I. Direct Blue 6, 58.2% for C.I. Reactive Orange 13 and 75.8% for C.I. Basic Red 18. It shows that chitin has better adsorption abilities of ionic dyes of acid, direct and basic dye than non-ionic reactive dye. And chitin has better adsorption abilities of anionic acid and direct dyes than cationic basic dye because of the presence of nitrogen atoms. All kinds of dyestuffs used showed speedy absorption effects by chitin, so chitin can absorb much amount of dyes in 5 minutes reach to equilibrium of adsorption in 2 hours after dipping. Basic dye was absorbed the most speedily in 5 minutes, although maximum adsorption ratio is not high. That reason can be thought that chitin surface is essentially negatively charged due to polar functional groups.

Key words: chitin, dye adsorption, absorbance, decoloration, dye wastewater

키틴, 염료흡착, 흡광도, 색소제거, 염색폐수

* 본 논문은 1999학년도 서원대학교 응용과학연구소 연구비의 지원으로 조성되었음.

I. 서론

산업의 발달로 공장의 폐수는 점차 다양해지고 그 양도 엄청나게 늘어나 하천이나 호수 등의 환경을 오염시키고 있다. 폐수의 질이 다양해지면서 고도의 폐수처리 기술을 요구하고 있어 계속해서 새로운 방법이 연구 개발되고 있으나, 수많은 종류의 폐수를 적절히 처리한다는 것은 간단히 해결될 문제는 아니다. 특히 그 중에서도 섬유산업에서 사용되고 있는 염료들은 건뢰도의 향상으로 일광이나 산화제 등에 대해서도 안정해지고 있기 때문에 기존의 폐수처리법으로는 제거하기 어려운 경우가 많아졌다. 더구나 첨가제도 다양해지고 건뢰도 향상을 위해 사용하는 후처리제들 중에는 중금속 화합물을 포함하는 경우도 다수 있어 염색폐수의 처리는 더욱 까다로워지고 있다¹⁾.

최근에는 무기 또는 유기물 흡착기술을 활용한 시스템 개발이 관심을 모으고 있다. 현재 주로 사용되는 흡착제로는 활성탄이 있는데 값이 꽤 비싼 편이며 품질이 좋을수록 가격이 높아진다²⁾. 그 밖에도 Peat, Bauxite, 표백토(Fuller's Earth) 등이 색소 제거에 효과가 있다고는 하나 아직 실용화되지는 못하고 있다³⁻¹⁰⁾.

키틴은 게나 새우의 껍질에서 얻어지는 것으로 지구 상에 널리 분포되어 있는 아미노 다당이며 키토산은 키틴을 탈아세틸화시킨 것이다. 키틴과 키토산은 현재 인류가 당면한 자원 고갈과 환경 오염의 문제를 해결하는데 있어서, 그 활용범위가 넓은 무한한 잠재력을 지닌 천연자원이다. 셀룰로오스와 화학구조면에서 매우 흡사하면서도 우수한 양이온 기능기인 아민기를 지니고 있는 키틴과 키토산은 생분해성과 항균력을 지닌 천연 고분자 화합물로서 醫藥분야, 식품분야, 섬유분야 등에 이용될 수 있어 각 분야마다 활용을 위한 연구와 개발이 한창이다¹¹⁻¹³⁾.

키틴은 이미 19세기 중반부터 여러분야의 폐수를 처리하기 위한 흡착물질로서 연구되어 왔다¹⁴⁻¹⁶⁾. 본 연구자는 선행연구를 통해 중금속 함유 용액에서 키토산이 구리를 비롯한 여러 가지 중금속을 90% 이상 흡착해서 회수할 수 있음을 확인하여 보고한 바

있다¹⁷⁾. 따라서 키토산은 염료 뿐 아니라 염색폐수에 함유된 매염제나 첨가제들의 제거를 위한 흡착 시스템에도 우수한 효과를 나타낼 것으로 기대된다.

이와 같이 키틴과 키토산은 폐수를 취급하는 분야에서 폐수의 색소나 중금속 물질을 흡착해서 처리할 수 있는 물질로서 여러 방면에서 연구가 활발히 진행되고 있으며, 특히 염액으로부터 염료를 흡착하는 능력이 우수한 것으로 보고되고 있다¹⁸⁾. 그러면서도 아직도 실용화되지 못하고 있는 것은 각종 염료에 대한 최대 흡착조건이 제시되지 않았으며, 키틴이나 키토산 공급의 경제성, 다른 흡착제와의 혼합 사용에 의한 상승효과와 검토, 공장 규모의 설비시스템 개발 등 아직도 많은 과제가 남아있기 때문이다.

본 연구에서는 버려지고 있는 새우의 껍질을 회수하여 염색폐수가 갖고 있는 가장 큰 문제점인 색도를 제거하는데에의 이용 가능성을 검토하였다. 새우 껍질을 이용해서 제조한 키틴을 염액의 농도, 흡착온도, 침지시간, pH, 등 다양한 흡착조건하에서 염액에 침지하여 염액의 색도 변화를 알아보았다.

II. 실험

1. 재료 및 시약

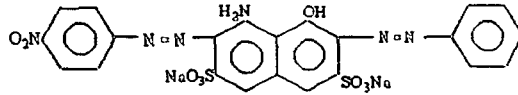
키틴의 제조를 위해 사용된 새우 껍질은 군산에 소재한 새우 가공공장에서부터 제공받아 건조시켰으며 키틴의 염료 흡착 실험은 다음의 각 염료로 다양한 농도의 염액을 만들어 시행하였다.

2. 실험방법

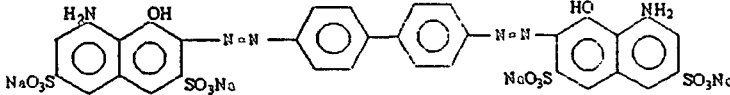
1) 키틴의 제조

건조된 새우껍질로부터 무기염류를 제거하기 위해 새우껍질 60g을 2N HCl 1l에 넣고 교반하면서 실온에서 6시간 처리하고 새로운 2N HCl 용액으로 바꿔서 다시 2시간 처리한 다음 중성이 될 때까지 여러번 수세하고 건조시킨다. 새우껍질로부터 단백질을 제거하기 위해 염산 처리 후 건조시킨 새우껍질 60g을 냉각장치가 있는 플라스크에 넣고 1N NaOH 수용액 1l를 넣은 후 교반하면서 12시간 동안 100°C로 가열 처리하였다. 중성이 될 때까지 여

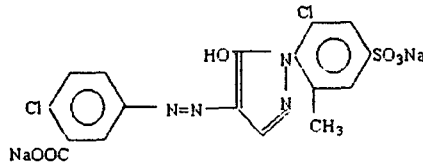
-산성염료: C. I. Acid Blue 29(Rifa Acid Navy Blue B, (주)이화산업) #20460



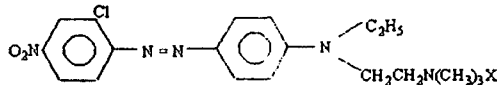
-직접염료: C. I. Direct Blue 6(Rifa Direct Blue 2BH, (주)이화산업) #22610



-반응염료: C. I. Reactive Orange 13(Rifacion yellow P-2R, (주)이화산업) #18990



-염기성염료: C. I. Basic Red 18(Rifa Cationic Red GT, (주)이화산업) #11085



러 번 수세한 후 마지막에는 탈이온수로 수세하고 건조시킨다. 분쇄기로 키틴 입자를 작게 분쇄한 후 채로 쳐서 50 μ m~1000 μ m 크기의 입자들을 사용하였다.

2) 염액의 준비

직접염료, 산성염료, 반응염료, 염기성염료의 염액을 첨가제없이 0.01%, 0.03%, 0.05%의 농도로 각각 준비하여 실험하였다. UV-VIS 분광광도계 (Kontron Uvikon 860, Swiss)로 각 염액의 최대흡광파장(λ_{max})에서 흡광도를 측정하였다.

3) 염료흡착시험

선정된 염료 각각에 대해, 초기 염액의 농도가 0.01%, 0.03%, 0.05%(volume %)인 염액 20ml에 키틴을 각각 0.2g씩 넣고 실온에서 5분, 10분, 20분, 40분, 1시간, 90분, 2시간, 4시간, 8시간, 12시간, 16시간,

24시간 동안 150rpm으로 교반해준다. 소정의 시간 동안 각 염액에 키틴을 침지시킨 후 염료가 흡착된 키틴을 여과해서 분리시키고 나서 여액의 흡광도를 UV-VIS 분광광도계로 측정하였다. 각 조건에서 염료흡착률(%)과 키틴 1g이 흡착한 염료의 양(g)을 산출하였다.

III. 결과 및 고찰

Table 1. 은 각 염료의 UV-VIS Spectrum 의 최대흡광도(λ_{max})를 나타내는 파장이다.

Table 2는 0.01%, 0.03%, 0.05%의 C.I. Acid Blue 29 의 염액에 키틴을 실온에서 24시간 동안 소정의 시간씩 침지시키고 교반해 준 후 여액의 흡광도와 키틴의 염료 흡착율을 나타낸 표이다.

실험에 사용했던 네 종류의 염료의 경우 길게는 24시간 까지 침지시켜 보았으나 모두 5분이내에 많

Table 1. Maximum Wavelength of the Dyes in UV-VIS Spectra

C. I. No. of Dyes Used	λ_{max}	Chemical Class
C. I. Acid Blue 29	588nm	Anionic Disazo
C. I. Direct Blue 6	584nm	Anionic Disazo
C.I. Reactive Orange 13	420nm	Monoazo
C. I. Basic Red 18	486nm	Cationic Monoazo

Table 2. Dye Absorption Results of Chitin in C.I. Acid Blue 29 Dye bath

Time-min	Absorbance			Dye Absorption Ratio(%)		
	0.01%	0.03%	0.05%	0.01%	0.03%	0.05%
0	1.6737	5.0210	8.3684	0	0	0
5	0.6526	3.0296	3.9950	61	39.7	52.2
10	0.4839	1.8875	3.2209	71	62.3	61.6
20	0.3678	0.7092	2.1972	78	86	73.8
40	0.3403	0.6432	1.7663	80	87.3	78.8
60	0.3288	0.6111	1.5342	80	87.7	81.6
90	0.2990	0.6164	1.2620	82	87.7	85
120	0.3158	0.2961	1.0299	81	94	87.6
240	0.2805	0.3517	0.8705	83	93	89.6
480	0.2707	0.3201	0.7999	84	93.7	90.4
720	0.3192	0.2555	0.8080	81	95	90.4
1080	0.3886	0.3879	0.8021	77	92.3	90.4
1440	0.3077	0.5444	0.7084	82	89	91.6

은 양의 염료가 키틴에 흡착이 이루어지고 있으며 빠르기는 20분, 늦게는 2시간 정도면 흡착평형에 도달하는 경향을 보이고 있다. 침지시간이 길어지면 오히려 키틴으로부터 염액으로의 역이동이 일어날 수도 있어 염료의 종류나 농도에 따라 적정 시간 동안 침지하는 것이 효율적인 것으로 나타났다.

0.01% 농도의 염액 100ml에는 0.01g의 염료가 용해되어 있고 0.03%에는 0.03g이, 0.05%에는 0.05g이 용해되어 있다. Table 2의 산성염료의 경우 키틴이 0.01% 침지한지 40분만에 이미 염액 중에 용해되어 있는 염료의 80%를 흡착했으며 8시간 침지시켰을 때 최대의 흡착율을 보였다. 즉, 8시간 침지시켰을 때 0.0084g의 염료를 흡착했고 84%의 흡착율을 보였다. 0.03%에서는 2시간만에 90% 이상을 흡착했으며 12시

간 침지시켰을 때 0.0285g의 염료를 흡착해서 95%의 흡착율을 나타냈다. 0.05%에서는 4시간 침지했을 때 90%를 흡착했으며 24시간 침지시켜서 0.0458g을 흡착해 91.6%의 흡착율을 나타냈다. 농도가 높아질수록 흡착시간은 소모되나 흡착율은 우수하게 나타났다. 12시간 이상 침지했을 경우 오히려 흡착율이 떨어질 때가 있는데 이는 키틴에 흡수되었던 염료가 키틴으로부터 염료 밀도가 낮은 염액으로 역이동하는 현상으로 판단된다.

Fig. 1와 Fig. 2는 산성염료 염액에서의 2시간 이내의 키틴의 염료 흡착거동을 흡광도와 흡착한 염료의 양으로 나타낸 그림이다.

흡광도나 염료흡착량에서 보면 침지 초기 20분 내에 빠른 흡착이 일어나고 있으며 그 이후에는 0.05%에서 약간의 흡착 증가가 나타나기는 하나 20분이면 흡착이 거의 평형에 도달할 수 있음을 보여 주고 있다. 20분 내에서의 흡착현상을 비교해보면, 흡착 곡선이 5분 이내에 기울기가 가장 크게 나타났다. 염

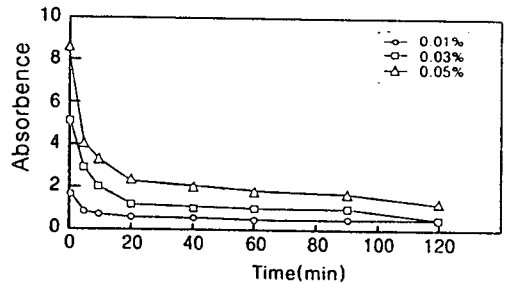


Fig. 1. Absorbance of C.I. Acid Blue 29 dye bath after Dye-absorption by Chitin

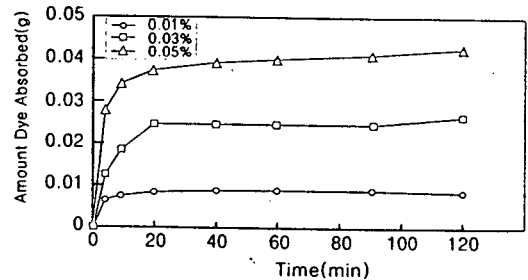


Fig. 2. The Amount of Dye Absorbed by Chitin in C.I. Acid Blue 29 Dye bath

Table 3. Dye Absorption Results of Chitin 1g in C.I. Direct Blue 6 Dye bath.

Time-min	Absorbance			Absorption Ratio(%)		
	0.01%	0.03%	0.05%	0.01%	0.03%	0.05%
0	1.5890	4.7670	7.9450	0	0	0
5	0.6057	2.7697	3.9925	62	42	49.8
10	0.3807	2.0837	3.8796	76	56.3	51.2
20	0.2920	1.04872	2.9968	82	78	62.2
40	0.1547	0.9077	1.9075	90	81	76
60	0.1542	0.8535	2.1606	90	82	72.8
90	0.1355	0.5548	1.2767	91	88.3	84
120	0.2431	0.3307	0.8656	85	93	89.2
240	0.3050	0.3532	0.5242	81	92.7	93.4
480	0.2774	0.3160	0.3994	83	93.3	95
720	0.1468	0.3159	0.4221	91	93.3	94.6
1080	0.1835	0.4174	0.4444	88	91.3	94.4
1440	0.3210	0.4880	0.5538	80	89.7	93

액의 농도에 따른 흡착률을 보면 침지시간이 짧을 때는 염액의 농도가 낮은 0.01%의 흡착율이 높게 나타나나 침지시간이 경과될수록 높은 농도의 염액에서의 흡착율이 더 높아지는 것으로 나타났다.

Table 3은 직접염료인 C.I. Direct Blue 6의 염액에서 키틴의 흡착효과를 나타낸 표이다. 키틴을 0.01% 염액에 침지한지 40분 경과되었을 때 90%의 흡착이 이루어졌으며 0.03% 염액에서는 2시간 경과시에 93%를, 0.05%의 경우에는 8시간 경과시에 95%의 흡착율을 보였다.

Fig. 4은 직접염료(C.I. Direct Blue 6) 염액에 키틴을 침지시켜서 2시간 이내에 흡착된 염료의 양을 나타

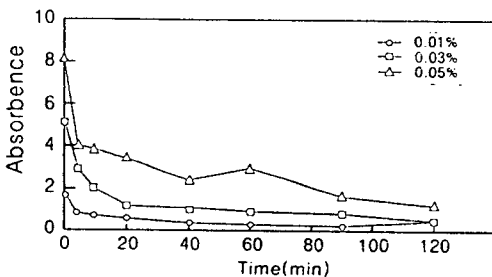


Fig. 3. Absorbance of C.I. Direct Blue 6 dye bath after Dye-absorption by Chitin

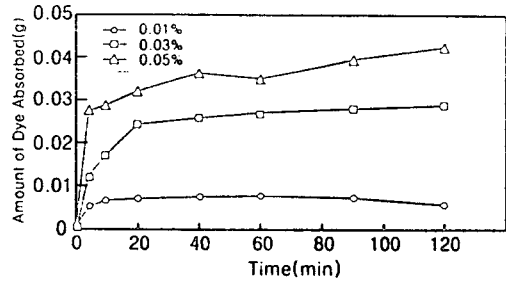


Fig. 4. The Amount of Dye Absorbed by Chitin 1g in Dye bath of C.I. Direct Blue 6

타낸 그림이다. 0.01%와 0.03%에서는 20분 경과시에 흡착평형에 이르고 있으며 0.05%은 40분이 지난 후에는 흡착이 약간 증가하기는 하나 매우 적은 양이다. 3가지 농도에서 모두 5분 이내에 신속한 흡착이 이루어지고 있으며 특히 농도가 높을수록 초기에 많은 양의 염료를 흡착하는 것으로 나타났다.

Table 4는 0.01%, 0.03%, 0.05%의 C.I. Reactive Orange 13의 염액에 키틴을 실온에서 침지하고 일정시간 동안 교반해 준 후 염액의 흡광도와 키틴의 염료 흡착율을 나타낸 표이다.

Fig. 5는 반응염료(C.I. Reactive Orange 13) 염액에 키틴을 2시간 동안 침지시킨 후 염액의 흡광도를

Table 4. Absorption Results of Chitin in Dye bath of C.I. Reactive Orange 13

Time-min	Absorbance			Absorption Ratio(%)		
	0.01%	0.03%	0.05%	0.01%	0.03%	0.05%
0	1.7260	5.1780	8.6300	0	0	0
5	0.9934	3.5318	3.8146	42	31.7	55.8
10	0.8219	3.3962	3.7500	52	34.3	56.6
20	0.6413	3.1711	3.8382	63	38.7	55.6
40	0.4600	2.8610	3.9618	73	44.7	54
60	0.3563	2.5263	3.9032	79	51.3	54.8
90	0.3903	2.4678	3.9032	77	52.3	54.8
120	0.3036	2.246	3.9785	81	56.7	53.8
240	0.3398	2.3453	3.8134	80	54.7	55.8
480	0.3021	2.1111	3.8782	82	59.3	55
720	0.4783	1.8756	3.9304	73	63.7	54.4
1080	0.4750	1.7114	3.7816	72	67	56.2
1440	0.3237	2.4229	3.6089	81	53.3	58.2

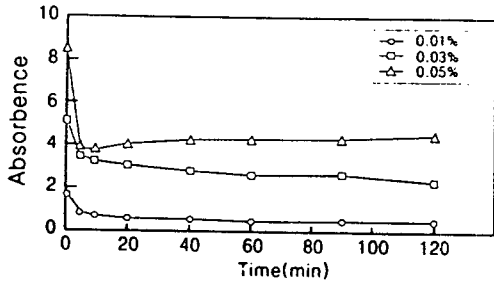


Fig. 5. Absorbance of C.I. Reactive Orange 13 dye bath after Dye-absorption by Chitin

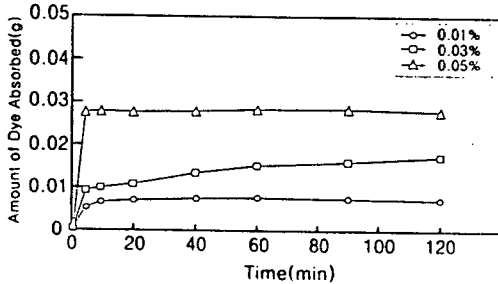


Fig. 6. The Amount of Dye Absorbed by Chitin 1g in C.I. Reactive Orange 13 Dye bath

나타낸 것이며 Fig. 6 은 키틴 1g이 염액에서 2시간 이내에 흡착된 염료의 양을 나타낸 그림이다.

C.I. Reactive Orange 13은 다른 염료들에 비해 키틴에 의한 흡착효과가 전체적으로 낮게 나타났다. 최대 흡착량을 보면 0.01% 농도의 경우는 0.0082g으로 0.0084g인 산성염료와 비슷한 수준이나 0.03%에서는 산성염료와 직접염료가 각각 0.0285g, 0.0280g이 흡착된데 비해 반응염료는 0.0201g만 흡착되어 약 30%정도가 낮았으며, 0.05% 농도에서는 산성염료와 직접염료가 각각 0.0458g, 0.0475g이 흡착된데 비해 반응염료는 0.0291g만 흡착되어 약 40%정도가 낮게 나타났다.

Table 5는 0.01%, 0.03%, 0.05%의 C.I. Basic Red 18의 염액에 키틴을 실온에서 소정의 시간 동안씩 교반하면서 침지시키고 난 후 여액의 흡광도와 키틴의 염료 흡착율을 나타낸 표이다. 5분간 침지했을 경우를 보면 염액의 농도가 0.01%, 0.03%, 0.05%로 높아질수록 흡착율이 82%, 71.3%, 64.2%로 낮아지고

Table 5. Dye Absorption Results of Chitin in C.I. Basic Red 18 Dye bath

Time-min	Absorbance			Absorption Ratio(%)		
	0.01%	0.03%	0.05%	0.01%	0.03%	0.05%
0	1.9245	5.7734	9.6223	0	0	0
5	0.3444	1.6549	3.4425	82	71.3	64.2
10	0.3050	1.4961	3.0225	84	74	66.8
20	0.3196	1.3452	2.7568	83	76.7	71.4
40	0.3576	1.3092	2.7241	81	77.3	71.6
60	0.3444	1.2348	2.6771	82	78.7	72.2
90	0.3361	1.3195	2.6449	83	77	72.6
120	0.2579	1.1336	2.3696	87	80.3	75.4
240	0.3399	1.3200	2.5890	82	77	73
480	0.2017	0.5116	2.3290	90	91	75.8
720	0.3892	0.7592	2.3803	80	87	75.2
1080	0.3710	1.2039	2.4666	81	79	74.4
1440	0.4633	0.6868	2.4450	76	88	74.6

있으나 초기 5분간은 다른 염료들보다 모든 농도에서 우수한 흡착력을 보여 주고 있다.

Fig. 7은 각 농도의 C.I. Basic Red 18 염액에 키틴을 일정시간 침지시킨 후 여액의 흡광도를 나타낸 그래프이다. 염액에 키틴을 침지한지 5분만에 여액의 흡광도가 모든 농도에서 30%이하로 낮아져 다른 염료들보다 빠른 흡착속도를 나타내고 있다.

Fig. 8은 키틴 1g을 각 농도의 C.I. Basic Red 18 염액 20ml에 일정시간 동안 침지시켰을 때 키틴이 흡착한 염료의 양을 나타낸 그래프이다. 0.01%의 농도에서는 2시간동안에 흡착할 수 있는 최대 흡착량의

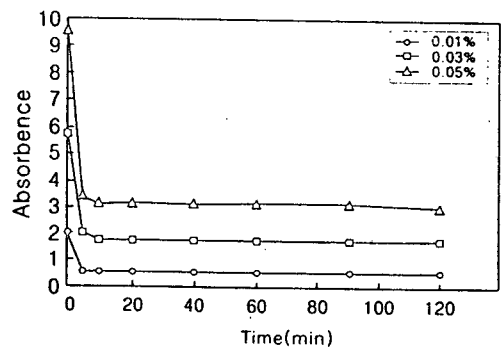


Fig. 7. Absorbance of C.I. Basic Red 18 dye bath after Chitin absorbed dyes

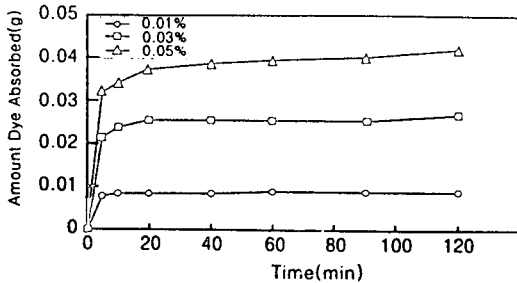


Fig. 8. The Amount of Dye Absorbed by Chitin 1g in C.I. Basic Red 18 Dyebath

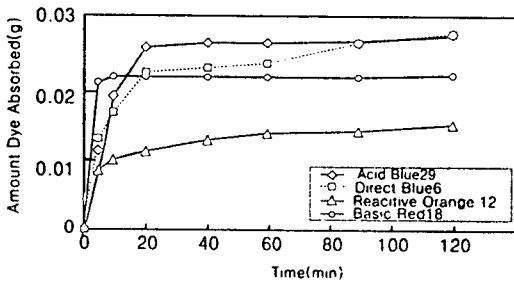


Fig. 9. Amount of Dye Absorbed by Chitin 1g in Varieties of dyebaths of 0.03%

94%, 0.03%의 농도에서는 89%, 0.05%의 경우에는 85% 정도가 5분만에 흡착된 것으로 나타나 역시 흡착속도가 매우 빠름을 보여 주고 있다.

Fig. 9는 실험에 사용한 4가지 염료의 0.03% 염액에 키틴 1g씩을 5분, 10분, 20분, 40분, 60분, 90분, 120분 동안 침지시켰을 때의 염료흡착량을 나타낸 것이다. 2시간 동안의 최대 흡착량을 나타낸 염료는 음이온성 염료인 직접염료와 산성염료이며 이온성 염료가 아닌 반응성 염료에 대해서는 이온성 염료에 비해 흡착효과가 매우 낮게 나타났다. 양이온성 염료인 염기성 염료에 대한 키틴의 최대흡착량은 음이온성 염료에 미치지 못하나 초기의 흡착속도는 가장 빠른 것으로 나타났다. 이는 키틴은 양이온과 음이온의 양쪽과의 결합이 모두 이루어질 수 있으나 물에 들어가면 키틴의 표면이 음전하를 띠므로⁵⁾ 접근이 빠르기 때문이며 음이온성 염료에 대한 최대흡착량이 큰 것은 키틴이 음이온과의 결합이 우수한 질소 원자를 지니고 있기 때문으로¹¹⁾ 생각된다.

IV. 결론

직접염료, 산성염료, 반응염료, 염기성염료의 염액을 첨가제없이 0.01%, 0.03%, 0.05%의 농도로 각각 준비하고 새우껍질로부터 만들어진 키틴을 침지하여 염료 흡착실험을 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

실험에 사용했던 네 종류 염료 모두가 마찬가지로 경향을 나타냈는데, 각각 24시간 까지 침지시켜 보았으나 초기의 흡착속도가 매우 빨라 5분 이내에 가장 많은 양의 염료가 키틴에 흡착이 이루어졌으며 2시간이면 흡착평형에 도달할 수 있는 것으로 나타났다. 농도가 높아질수록 염료의 양이 많아지므로 흡착율을 높이기 위해서는 흡착시간을 늘려 주어야 했으나 최대흡착율은 높은 농도일수록 더 높게 나타났다. 12시간 이상 침지했을 경우에는 오히려 흡착율이 떨어질 때가 많았는데 이는 키틴에 흡수되었던 염료가 키틴으로부터 염료 밀도가 낮아진 염액으로 역이동하는 현상으로 보여진다.

산성염료와 직접염료의 경우는 흡착효과가 비슷했는데 5분만에 40%~60%가, 20분만에 70%~80%가, 2시간만에 85%~95%가 흡착되었다. 반응염료는 5분만에 30%~55%가, 20분만에 40%~60%가, 2시간만에 55%~80%가 흡착되어 평형에 도달하고 있다. 염기성염료는 5분만에 65%~82%, 20분만에 70%~83%, 2시간만에 75%~87%를 흡착해서 다른 염료들에 비해 5분 내의 초기 흡착 속도는 빨랐으나 흡착성은 가장 낮았다.

키틴은 음이온성 염료인 직접염료와 산성염료에 대한 흡착력이 우수했으며 양이온성 염료인 염기성 염료에 대한 흡착력은 음이온성 염료에 미치지 못하나 초기의 흡착속도는 가장 빠른 것으로 나타났다. 이는 키틴은 양이온과 음이온의 양쪽과의 결합이 모두 이루어질 수 있으나 키틴은 친수성 극성기를 지니고 있어 물에 들어가면 표면이 음전하를 띠게 되므로 양이온의 접근이 빠르기 때문이며 음이온성 염료에 대한 최대흡착량이 큰 것은 키틴이 음이온과의 결합이 우수한 질소 원자를 지니고 있기 때문으로 생각된다. 반면에 이온성 염료가 아닌 반

응성 염료에 대해서는 이온성 염료에 비해 흡착효과가 낮게 나타났다.

참고 문헌

- 1) 육근성, "염색폐수 중의 유기오염물질 분석", *Analytical Science & Technology*, 10(5), 332-342(1997).
- 2) 양용운, "염색폐수의 색도제거 기술현황 및 대책방안", *첨단환경기술*, 1996년 11월호, 2-25(1996)
- 3) 桑原 滋, "染色廢液の再利用システム", *日本纖維學會誌*, 41(11), 485-495(1985)
- 4) V. J. P. Poots, G. Mckay and J. J. Healy, "The Removal of Acid Dye from Effluent using Natural Adsorbents-1", *Water Research*, 10, 1061-1066 (1976).
- 5) K. R. Ramakrishna and T. Viraraghavan, "Dye Removal Using Peat", *American Dyestuff Reporter*, 85(10), 28-33(1996).
- 6) J. Davis, "Improving Dye Waste Water Treatment", *American Dyestuff Reporter*, 80(3), 19-24(1991).
- 7) P. Cooper, "Removing Colour from Dyehouse Waste Waters—a Critical Review of technology Available", *J. of Society of Dyers and Colourists*, 109(3), 97-100(1993).
- 8) C. Keqiang, W. S. Perkins and I. E. Reed, "Dyeing of Cotton Fabric with Reactive Dyes using Ozonated, Spent Dyebath Water", *Textile Chemist & Colourist*, 26(4), 25-28(1994).
- 9) B. Glover and L. Hill, "Waste Minimization in the dyehouse", *Textile Chemist & Colourist*, 25(6), 15-20(1993).
- 10) S. M. Moclung and A. T. Lemly, "Electrochemical Treatment and HPLC Analysis of Wastewater Containing Acid Dyes", *Textile Chemist & Colourist*, 26(8), 17-22(1994).
- 11) S. Tokura, N. Nishi, O. Somorin and J. Noguchi, "Studies on Chitin. IV", *Polymer Journal*, 12(10), 695-700(1980)
- 12) K. kurita, T. Sannan and Y. Iwakura, Studies on Chitin IV—Binding of Metal Cations, *J. of Applied Polymer Science*, 23, 511-515(1979).
- 13) C. A. Eiden, C. A. Jewell and J. P. Wightman, "Interaction of Lead and Chromium with Chitin and Chitosan", *J. of Appl. Polym. Sci.*, 25, 1585-1599(1980).
- 14) G. Mckay, H. S. Blair and J. R. Gardner, "Adsorption of Dyestuffs onto Chitin", *J. of Appl. Polym. Sci.*, 27, 4251-4261(1982).
- 15) G. Mckay, H. S. Blair and J. R. Gardner, "Adsorption of Dyestuffs onto Chitin in Fixed Bed Columns and Batch Adsorbent", *J. of Applied Polymer Science*, 29, 1499-1514(1984).
- 16) J. A. Laszlo, "Removing Acid Dyes from Textile Wastewater Using Biomass for Decolorization", *American Dyestuff Reporter*, 83(8), 17-21(1994).
- 17) 유혜자·이혜자, 인산화 가교 키토산의 금속흡착능에 관한 연구, *한국섬유공학회지*, 34(7), 451-458(1997)