

프로테아제와 리파제의 혼합에 따른 세척성의 변화

서수진·박정희

서울대학교 의류학과

Effect of Mixing Protease and Lipase on Detergency

Sujin Suh · Chunghee Park

Dept. of Clothing and Textiles, Seoul National University

(1999. 8. 26 접수)

Abstract

This study investigated the effect of mixing protease and lipase on detergency. The detergency of protein soiled, oil soiled, and protein-oil soiled cloths and the relative hydrolytic activity of enzymes were examined.

The protease-lipase added detergent solution was most effective for the removal of protein in protein-oil soiled cloths. This is because the lipase removed the protein that was physically bound to oil as well as the protease removed the protein. The protease added detergent solution was second effective, the lipase added detergent solution was third effective, and the detergent solution without protease and lipase was the least effective.

The protease-lipase added detergent solution was also most effective in the oil removal from protein-oil soiled cloths. Unlike in protein removal, however, the protease added detergent solution was more effective in oil removal than the lipase added detergent solution. This is because the removal of oil bound to protein by protease was more effective than the removal of oil by lipase. In soiling-washing cycles, however, the effects of lipase increased, and as a result, the detergency of protease added detergent solution and the lipase added detergent solution became similar.

Key words: protease, lipase, casein, tricaprlylin; 프로테아제, 리파제, 카제인, 트리카프릴린

I. 서론

의복에 부착되는 단백질 오구는 대부분이 수용성이므로 세제에 의해 쉽게 제거가 될 수 있지만, 시간이 경과함에 따라 물리적, 화학적인 작용에 의해 섬유 사이에 깊숙이 고착되고 변성되므로 제거하기가 어려워진다. 이 때에 단백질 가수분해 효소

인 프로테아제를 세척에 사용하면 섬유에 고착되어 있는 단백질을 수용성이 되게 하거나 물에 쉽게 분산되게 한다.

한편, 지용성 오구는 의복을 착용하고 세척하는 과정을 되풀이 하는 동안 완전히 제거되지 않고 누적되는데 특히 트리글리세리드, 왁스와 같은 중성 지방과 산화 변질된 스쿠알린은 제거가 어렵다. 또한 소수성 섬유인 폴리에스테르나 그 외의 합성섬

유에서 지용성 오구의 제거는 더욱 어렵다. 따라서 지용성 오구의 효과적인 제거를 위하여 유지 분해 효소인 리파제가 사용되고 있다.

세척에 프로테아제나 리파제를 이용할 경우에는 오구의 종류가 다양하므로 기질 특이성이 넓은 효소가 바람직하다. 또한 세제는 여러 가지 계면활성제 및 조제가 첨가된 복합 성분으로 되어 있으므로 세제에 포함된 각 성분과 상호 적응성이 높은 효소가 요구되며 세척 온도, 세척 시간, 기계적인 힘 등 여러 가지 활성도가 높고 비교적 안정 범위가 큰 효소를 선택하는 것이 필요하다고 볼 수 있다¹⁾.

의복에 부착되는 오구는 단독 오구가 아니라 여러 오구들이 복합적으로 나타나는 것으로 실제로 유럽에서는 효소를 혼합한 세제가 많이 개발되어 사용되고 있고, 우리나라에서도 세제에 프로테아제와 리파제의 혼합이 시도되고 있는데, 두 효소가 모두 단백질이므로 효소간에 영향을 미칠 수 있을 것으로 기대된다. 그러나 이전의 연구들을 살펴보면 프로테아제와 리파제를 혼합 사용하여 세척성을 관찰한 연구는 아직 없는 것으로 보인다.

따라서 본 연구에서는 첫째, 프로테아제와 리파제의 혼합이 단백질 오구나 지방 오구의 세척성에 미치는 영향을 검토하였고 둘째, 이들 효소의 혼합이 단백질 및 지방 각각의 가수분해에 미치는 영향을 살펴 보았으며, 마지막으로 단독 오구가 아닌 단백질과 지방이 복합된 오구의 제거에 프로테아제와 리파제를 혼합하여 세척성을 살펴 보았다

II. 실험

II-1. 시약 및 시험포

II-1-1. 시약

Casein: Sodium caseinate, ALANATE 180

Glycerol Tripalmitate(Tripalmitin): 시약일급 (동경화성)

Glycerol Tricaprylate(Tricaprylin): 시약일급 (동경화성)

Sodium bis(2-ethyl-hexyl) sulfosuccinate (Aerosol-OT, A-OT): 시약일급(동경화성)

Polyethylene glycol mono-p-nonylphenyl ether

(NPE-10): 시약일급(동경화성)

Folin-Ciocalteu's phenol reagent: 생화학용 (Merck)

Sudan Black B: 시약일급(화광순약)

Protease: Savinase 8.0T(NOVO industry)

Lipase: Lipolase 100T(NOVO industry)

그 밖의 시약은 시약일급을 사용하였다.

II-1-2. 시험포

면은 섬유류 제품의 염색 견뢰도 시험용 첨부백포(KS K 0905, 한국의류시험검사소)를 Na_2CO_3 10%(o.w.f.), 액비 30:1의 용액에 넣고 100°C에서 3시간 정련하고 충분히 수세한 후 자연 건조하였다.

폴리에스테르는 섬유류 제품의 염색 견뢰도 시험용 첨부백포(KS K 0905, 한국의류시험검사소)를 아염소산 나트륨(NaOCl_2) 2g/L, 포름산(HCOOH) 2g/L, 질산(HNO_3) 2g/L 용액에 액비 30:1, 60°C에서 1시간 정련한 후 암모니아수로 중화하고 충분히 수세하여 자연 건조하였다.

II-2. 실험 방법

II-2-1. 오염포 제작

(1) 지방 오염포

Table 1과 같은 조성을 가진 유성 오구를 사용하여 이에 표지물인 Sudan black B를 17:1의 비율로 섞고 일본식 습식오염포의 유성오구량(오구액의 농도 3.74% owb)를 기준하여 tetrachloroethylene을 넣어 오구액을 만들었다²⁾. 5×10cm 크기의 면, 폴리에스테르 시험포에 오구액 300 μ l를 점적하여 자연 건조시킨 후 20°C, 65%RH 상태에서 1주일간 숙성시켰다.

Table 1. Composition of oily soils.

Components	Fraction
Liquid paraffin	0.3
Dodecyl alcohol	0.2
Tripalmitin	0.3
Palmitic acid	0.2

(2) 단백질-지방 복합오염포

5×10cm로 자른 면포 1매당 우유 500 μ l를 점적하고 자연 건조시킨 후 100°C에서 20분간 steaming하여 변성시켰다. 여기에 Sudan Black을 넣은 유성 오구액 300 μ l를 점적하여 자연 건조시킨 후 20°C, 65%RH 상태에서 1주일간 숙성시켰다.

(3) 기성인공오염포

시판되고 있는 스위스 EMPA116, EMPA101, EMPA104, 일본 습식오염포를 5×10cm로 잘라 사용하였다. EMPA116과 일본 습식오염포는 100°C에서 20분간 증열하여 변성시켜 사용하였다.

II-2-2. 세척

(1) 세제

세제로는 NPE 20%에 조제80%를 배합하여 사용하였는데, pH10.5를 맞추기 위하여 Na₂SO₄ 29%, STPP 40%, Na₂SiO₃ 11%의 조성으로 사용하였다. 효소를 혼합하여 사용할 때에는 프로테아제와 리파제의 비율은 1:1로 하였다.

(2) 세척 방법

Terg-o-tometer를 사용하여 600ml의 세액에 오염포 3매를 넣고 소정의 조건에서 침지한 후 80rpm으로 10분간 세척한 후, 세척과 같은 온도에서 600ml의 증류수로 각 3분씩 2회 세척하였다.

(3) 세척률의 평가

A. K/S값에 의한 세척률

원포와 세척 전후의 오염포의 표면반사율을 색차계(Yasuda Seiki Seisakusho, LTD)의 Y-filter를 사용하여 측정한 후 Kubelka-Munk식³⁾에 따라 K/S 값으로 환산하여 세척률을 계산하였다.

B. 단백질 오구의 제거율

복합 오염포에서 단백질 오구 제거율은 세척 전후의 오염포를 0.1N NaOH 수용액으로 추출 후 Lowry법⁴⁾에 의하여 정량하여 나타내었다.

II-2-3. 가수분해율 측정

(1) 단백질의 가수분해율⁵⁾

pH 10.5인 완충 용액에 일정 농도의 효소를 첨가한 후 일정 온도의 항온 수조에 보관하였다. Test tube에서 예열한 100 μ mol의 카제인 용액5ml에 효소

용액 1ml를 첨가하고 40°C에서 일정시간 반응시켰다. 반응 후에 0.11M 삼염화 초산, 0.22M 초산 나트륨, 0.33M 초산을 섞어 만든 혼합 용액 1ml를 넣어 반응을 정지시키고 일정 온도에서 30분 동안 보관한 후에 혼합물을 Whatman filter(No.542)로 걸러내었다. 걸러낸 용액을 0.5ml의 1N Folin-Ciocalteu 시약으로 발색한 후 분광 광도계를 사용하여 660nm에서 흡광도를 측정하였다. 프로테아제의 양이 30mg/일 때 60분동안 가수분해된 것이 본 실험조건에서 최대의 흡광도를 나타낸 것으로, 이를 가수분해율 100%로 기준하여 상대적 가수분해율로 나타내었다.

(2) 지방의 가수분해율⁶⁾

50mM 트리카프릴린과 100mM AOT/isooctane 용액을 만든 후 시험관에 이들을 3ml씩 넣고, 여기에 pH 10.5의 완충용액을 가지고 만든 2mM phenol red를 15 μ l 첨가하고 pH 10.5의 완충용액 30 μ l와 규정 농도의 효소 용액 15 μ l를 넣은 후 40°C의 항온 수조에서 일정시간 반응시킨 후에 분광 광도계를 사용하여 560nm에서 흡광도를 측정하였다. 가수분해물인 카프릴 산은 isooctane 용액내의A-OT의 역미셀 내에 가용화되고 이를 phenol red로 발색하는 것으로, 카프릴 산은 phenol red와 반응하여 phenol red의 색도를 감소시키므로 단백질 가수분해와는 달리 카프릴 산의 양이 많을수록 흡광도는 저하하게 된다. 트리카프릴린을 60분 동안 가수분해한 것이 본 실험 조건에서 최대의 흡광도의 저하를 나타낸 것으로, 이를 가수분해율 100%로 기준하여 상대적 가수분해율로 나타내었다.

III. 결과 및 고찰

III-1. 단백질 오염포의 세척성과 가수분해율

리파제를 혼합하였을 때, 프로테아제가 기질로 단백질 오구보다 리파제를 선호한다면 단백질 오구의 세척성과 가수분해율에 좋지 않은 영향을 미칠 수도 있어서 이를 검토하였다.

세액온도, 예침시간, 효소 농도, 계면활성제의 종류를 변화시키면서 단백질 오염포의 세척성을 알아 보았는데, 프로테아제 단독 세액과 프로테아제-리파제 혼합세액의 세척성에 있어 차이가 나지 않았

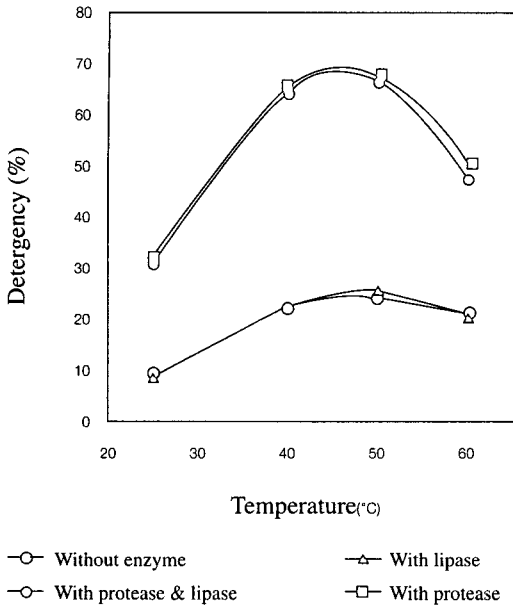


Fig. 1. Effect of temperature on the detergency of denatured EMPA; 16 washed with enzymes.

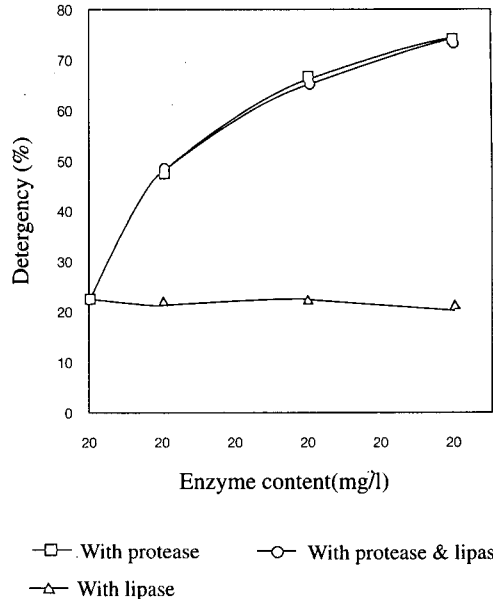


Fig. 2. Effect of enzyme content on the detergency of denatured EMPA116 washed with enzymes.

Detergent composition:
 NPE 20%, Na₂SO₄ 29%, STPP 40%, Na₂SiO₃ 11%
 Washing conditions:
 pH 10.5
 Enzyme content 30mg/l
 Agitation speed 80rpm
 Presoaking time 10min
 Washing time 10min

Detergent composition:
 NPE 20%, Na₂SO₄ 29%, STPP 40%, Na₂SiO₃ 11%
 Washing conditions:
 pH 10.5
 Temperature 40°C
 Agitation speed 80rpm
 Presoaking time 10min
 Washing time 10min

다(Fig. 1, Fig. 2). 따라서 프로테아제를 첨가한 세액에 리파제를 혼합하여도 프로테아제의 단백질 오구의 제거에는 영향을 주지 않음을 알 수 있었다.

리파제를 혼합하였을 때 프로테아제에 의한 단백질의 가수분해에 미치는 영향을 검토하기 위하여 기질인 카제인이 분해됨에 따른 흡광도의 변화로 상대적 가수분해율을 계산하여 Fig. 3에 제시하였다. 프로테아제의 양이 30mg/l일 때 60분 동안 가수분해된 것이 본 실험 조건에서 최대의 흡광도를 나타낸 것으로, 가수분해율 100%로 하여 상대적 가수분해율을 나타내었다. 리파제를 혼합하였을 때와 프로테아제를 단독 첨가하였을 때의 가수분해율은 전반적으로 유사하게 나타났다. 즉 리파제가 첨가되어도 프로테아제의 활성에는 큰 변화가 없음을 알 수 있

었다.

III-2. 지방 오염포의 세척성과 가수분해율

프로테아제와 리파제를 혼합하였을 때에 리파제가 프로테아제의 기질로 작용하게 되면 첨가된 리파제의 양에 비해 지방 분해의 효과를 보지 못할 수도 있다. 따라서 두 효소를 혼합하였을 때의 지방 오염포의 세척성과 가수분해율을 검토하였다.

세액온도와 예침 시간을 변화시켰을 때의 지방 오염포의 세척성을 검토하였는데 리파제 단독 세액과 리파제-프로테아제 혼합 세액의 세척성에 있어 차이가 나지 않았다. 또한 리파제를 첨가하여도 지방의 제거에 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 이는 리파제가 지방을 제거하는 효과는 반복

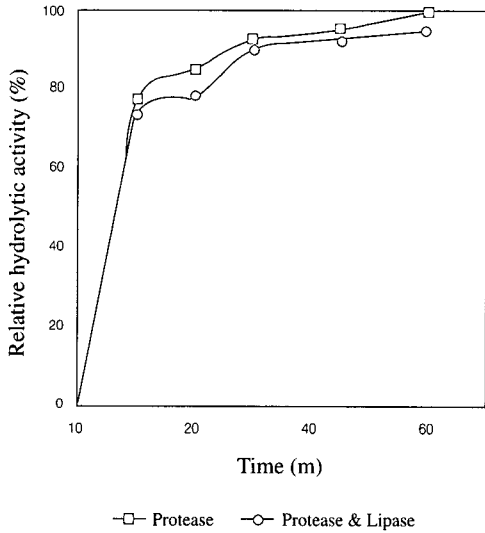


Fig. 3. Effect of lipase on the relative hydrolytic activity of protease in casein solution

Conditions :
 pH 10.5
 Temperature 40°C
 Enzyme content 30mg/l

세척과 건조에 의해 서서히 나타나며, 단 1회의 세척으로는 크게 기대할 수 없다는 선행연구와 같은 결과라고 생각된다⁷⁾.

실제 의복을 착용하는 경우에는 오염과 세척을 반복하게 되며 리파제의 지방제거 효과는 세척과 건조 과정을 반복하면서 나타나므로, 반복오염-반복세척에 따른 세척성을 검토하여 Fig. 4과 Fig. 5에 제시하였다. 오염과 세척을 거듭할수록 리파제 첨가의 효과가 뚜렷하게 나타나며⁸⁾, 리파제를 첨가하지 않은 세액과 세척성의 현저한 차이를 보였다. 이는 세척포 내에 잔존해 있던 모노글리세리드와 디글리세리드가 반복세척에 의해 유리 지방산으로 분해되고⁹⁾, 포에 남아있던 리파제가 건조 시에 활성을 띠면서 지방을 가수분해한 것으로 추정된다. 또한 리파제 첨가에 의해 세척성이 증가하는 현상은 소수성 섬유인 폴리에스테르 섬유에서 더 크게 나타났다. 그러나 리파제 단독 첨가 세액과 리파제-프로테아제 혼합 첨가 세액의 세척성에서는 큰 차이를 볼 수 없었다.

프로테아제가 리파제의 지방 가수분해율에 미치

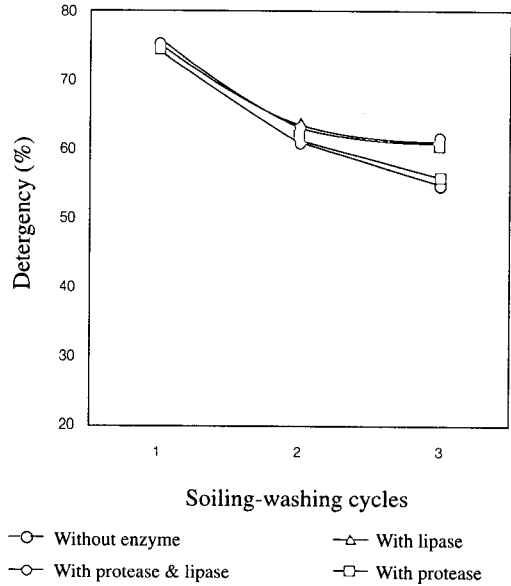


Fig. 4. Effect of enzymes on the detergency of cotton cloths soiled with oil versus soiling-washing cycles.

Detergent composition :
 NPE 20%, Na₂SO₄ 29%, STPP 40%, Na₂SiO₃ 11%

Washing conditions
 pH 10.5
 Temperature 40°C
 Enzyme content 30mg/l
 Agitation speed 80rpm
 Presoaking time 10min
 Washing time 10min

는 영향을 검토하기 위하여 시간의 경과에 따른 트리카프릴린의 흡광도의 저하의 폭을 측정하여 상대적 가수분해율로 계산하여 Fig. 6에 제시하였다. 트리카프릴린이 60분 동안 가수분해된 것이 본 실험 조건에서 최대의 흡광도의 저하를 나타낸 것으로, 가수분해율 100%로 기준하여 상대적 가수분해율을 나타내었다. 시간이 경과함에 따라 전반적으로 가수분해율이 증가하였으나, 프로테아제를 첨가하여도 가수분해율에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 즉 프로테아제를 첨가하여도 리파제의 활성에는 큰 영향을 주지 않음을 알 수 있었다.

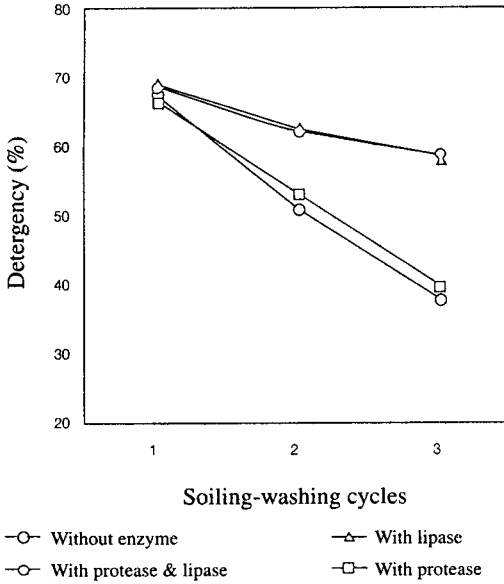


Fig. 5. Effect of enzyme on the detergency of polyester cloths soiled with oil versus soiling-washing cycles.

Detergent composition :
 NPE 20%, Na₂SO₄ 29%, STPP 40%, Na₂SiO₃ 11%

Washing conditions

pH	10.5
Temperature	40°C
Enzyme content	30mg/l
Agitation speed	80rpm
Presoaking time	10min
Washing time	10min

III-3. 복합 오염포의 세척성

III-3-1. 일본 습식오염포의 세척성

일본 습식오염포는 지방 오구뿐만 아니라 단백질 오구가 복합된 것으로 본 실험에 사용하여 프로테아제와 리파제의 혼합 효과를 관찰하고자 하였다. Fig. 7에 의하면 지금까지의 결과와는 달리 프로테아제-리파제 혼합 첨가 세액이 가장 좋게 나타났고 그 다음으로 프로테아제 첨가 세액, 리파제 첨가 세액, 효소를 첨가하지 않은 세액 순으로 나타났다. 프로테아제와 리파제를 혼합하여 첨가한 세액의 세척성이 가장 좋게 나타난 것은 단백질 오구와 지방 오구가 물리적으로 결합되어 있던 부분이 프로테아제나 리파제의 활성으로 가수분해되어 제거될 때

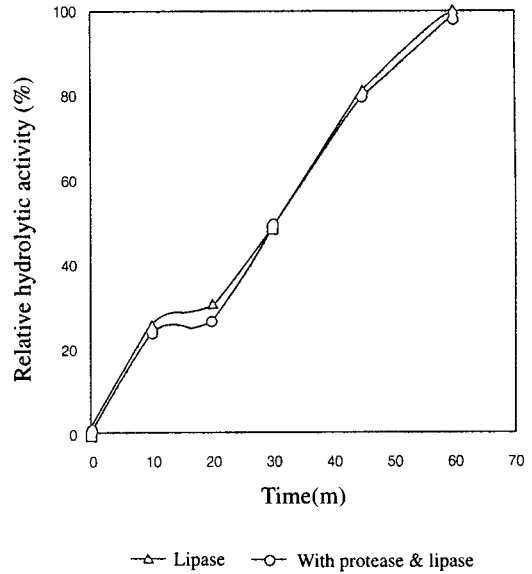


Fig. 6. Effect of protease on the relative hydrolytic activity of lipase in tricaprylin solution.

Conditions :

pH	10.5
Temperature	40°C
Enzyme content	30mg/l

함께 제거되었기 때문으로 생각된다. 또한 프로테아제 첨가 세액과 리파제 첨가 세액의 세척성에는 현저한 차이를 보이고 있는데 이는 리파제는 1회의 세척으로는 큰 효과를 보지 못하기 때문이다.

III-3-2. 복합 오염포의 단백질 오구의 제거율

직물에 단백질과 지방이 함께 오염되어 있을 때, 효소의 배합에 따른 단백질 오구의 제거율을 알아 보기 위하여 복합 오염포를 제작하여 동-folin법에 의하여 검토하였다.

Fig. 8에 의하면 프로테아제-리파제 혼합 첨가 세액이 가장 좋게 나타났고 그 다음으로 프로테아제 첨가 세액, 리파제 첨가 세액, 효소를 첨가하지 않은 세액 순으로 나타났다. 프로테아제와 리파제를 혼합하여 첨가한 세액이 프로테아제만 첨가한 세액보다 단백질 제거에 더 효과적으로 나타난 것은 프로테아제의 작용 외에도, 지방 오구와 물리적으로 결합되어 있던 단백질 오구가 리파제에 의해 지방

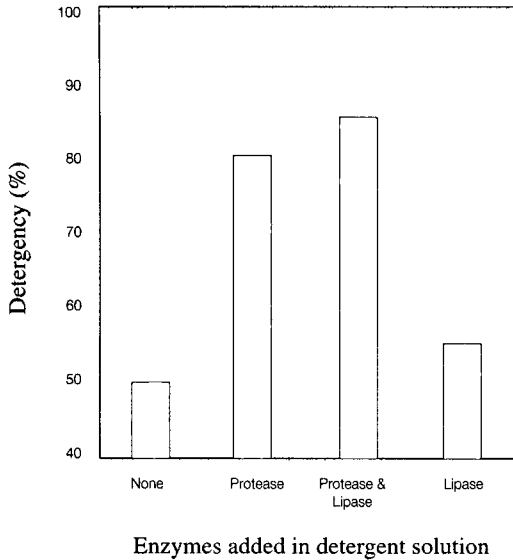


Fig. 7. Effect of enzyme on the detergency of wet-soiled cloths.

Detergent composition :
 NPE 20%, Na₂SO₄ 29%, STPP 40%, Na₂SiO₃ 11%

Washing conditions

pH	10.5
Temperature	40°C
Enzyme content	30mg/l
Agitation speed	80rpm
Presoaking time	10min
Washing time	10min

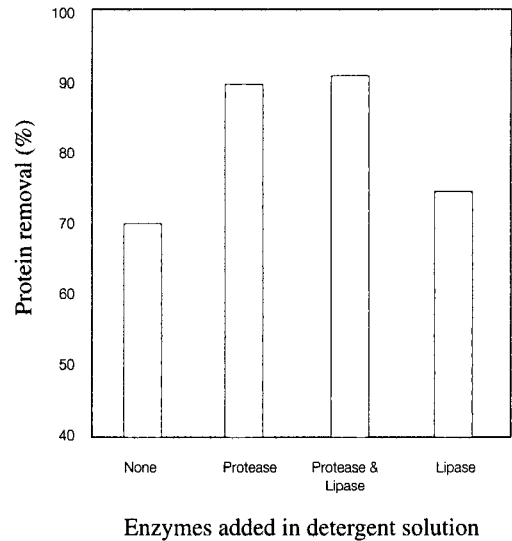


Fig. 8. Effect of enzymes on the protein removal of cotton cloths soiled with protein & oil

Detergent composition :
 NPE 20%, Na₂SO₄ 29%, STPP 40%, Na₂SiO₃ 11%

Washing conditions

pH	10.5
Temperature	40°C
Enzyme content	30mg/l
Agitation speed	80rpm
Presoaking time	10min
Washing time	10min

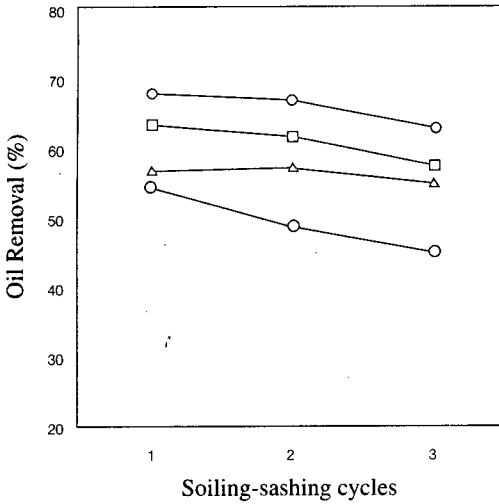
이 제거될 때 함께 제거되었기 때문으로 생각된다. 즉 리파제가 단백질 제거에 간접적으로 영향을 미쳤음을 알 수 있다. 또한 리파제를 첨가한 세액이 효소를 전혀 첨가하지 않은 세액보다 단백질 제거가 우수한 이유도 동일한 것으로 생각된다.

III-3-3. 복합 오염포의 지방 오구의 제거율

효소의 배합에 따른 복합 오염포의 지방 오구의 제거율을 측정하여 Fig. 9에 제시하였다. 지방오구의 제거율도 프로테아제-리파제 혼합 첨가 세액이 가장 좋게 나타났고 그 다음으로 프로테아제 첨가 세액, 리파제 첨가 세액, 효소를 첨가하지 않은 세액 순으로 나타났다. 단백질 오구와 물리적으로 결합되어 있던 지방 오구가 프로테아제에 의해 단백질이

제거될 때 함께 제거되었기 때문으로 생각된다. Kame¹⁰⁾은 프로테아제를 사용하여 우유 오염포의 세척성을 검토한 결과, 단백질이 제거되면서 지방이 제거되어 단백질 오구의 제거와 지방 오구의 제거에는 정적 상관관이 있음을 밝혔는데, 위의 결과도 이와 같은 경향이라고 할 수 있다.

그리고 프로테아제가 리파제보다 지방 제거에 더 효과적으로 나타난 것은, 단백질 오구와 결합되어 있던 지방 오구가 프로테아제에 의하여 단백질 오구가 제거될 때 함께 제거된 양이 리파제에 의하여 제거된 지방 오구의 양보다 더 많기 때문으로 생각된다. 즉 리파제의 지방 오구의 제거 효과보다 프로테아제의 지방 오구의 제거에 대한 간접적 효과가 더 컸기 때문이다. 그러나 오염과 세척을 되풀



○ Without enzyme □ With protease
 ○ With protease & lipase ▲ With lipase

Fig. 9. Effect of enzyme on the oil removal of cotton cloths soiled with protein & oil versus soiling-washing cycles.

Detergent composition :
 NPE 20%, Na₂SO₄ 29%, STPP 40%, Na₂SiO₃ 11%
 Washing conditions
 pH 10.5
 Temperature 40°C
 Enzyme content 30mg/l
 Agitation speed 80rpm
 Presoaking time 10min
 Washing time 10min

이 하면서 프로테아제 첨가 세액과 리파제 첨가 세액의 세척성의 차이가 감소하였음을 알 수 있는데, 이는 지방 오염포의 세척성의 결과와 같이 세척과 건조를 거듭할수록 리파제 첨가의 효과가 뚜렷하게 나타났기 때문이다.

IV. 결론

프로테아제와 리파제의 혼합이 단백질과 지방 오구의 세척성에 미치는 영향을 분석한 결과로 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 세액온도, 효소의 양을 각각 변화시키면서 단백질 오염포의 세척성을 검토하였으나 프로테아제 단

독 세액과 프로테아제-리파제 혼합 세액간의 세척성에는 별 차이가 없었다.

- 반응시간이 경과함에 따라 단백질의 상대적 가수분해율을 측정하였는데, 프로테아제를 단독으로 첨가한 경우와 리파제를 혼합한 경우의 가수분해율이 전반적으로 차이 나지 않아 리파제의 혼합이 프로테아제의 활성에 큰 영향을 주지 않음을 알 수 있었다.
- 오염과 세척과정을 반복하여 지방 오염포의 세척성을 검토한 결과 1회의 세척에서는 세척성의 차이가 거의 없어서 리파제의 효과를 기대할 수 없었으나, 세척 회수를 거듭하면서 리파제의 효과를 볼 수 있었고 특히 면보다 폴리에스테르 직물에서 그 효과가 크게 나타났다. 그러나 리파제 단독 세액과 리파제-프로테아제 혼합 세액간의 세척성에 차이가 없게 나타났다.
- 반응시간이 경과함에 따라 지방의 상대적 가수분해율을 측정하였는데, 리파제를 단독으로 첨가한 경우와 프로테아제를 혼합한 경우의 가수분해율이 전반적으로 차이 나지 않아 프로테아제의 혼합이 리파제의 활성에 큰 영향을 주지 않음을 알 수 있었다.
- 복합 오염포의 단백질 오구 제거율은 프로테아제-리파제 혼합 세액, 프로테아제 단독 세액, 리파제 단독 세액, 효소를 첨가하지 않은 세액 순으로 나타났다. 프로테아제-리파제 혼합 세액이 프로테아제 세액보다 단백질 제거에 더 효과적으로 나타난 것은 프로테아제의 작용 외에 지방 오구와 물리적으로 결합되어 있던 단백질 오구가 리파제에 의해 지방 오구가 제거될 때 함께 제거된 것으로 생각된다.
- 복합 오염포의 지방 오구 제거율을 검토한 결과, 역시 프로테아제-리파제 혼합 세액, 프로테아제 단독 세액, 리파제 단독 세액, 효소를 첨가하지 않은 세액 순으로 나타났다. 그러나 오염과 세척을 되풀이 하면서 프로테아제 첨가 세액과 리파제 첨가 세액의 세척성의 차이가 감소하였는데, 이는 반복 세척에 의해 리파제의 효과가 증가하였기 때문으로 생각된다.

이상의 결과로 볼 때, 프로테아제와 리파제의 혼합은 예상과는 달리 지방이나 단백질 오구가 단독으로 있을 때의 가수분해율이나 세척성에 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있었다. 이로 인해서 두 효소간에는 상호작용이 없음을 알 수 있다. 그러나 단백질과 지방이 복합된 오염포에서는 두 효소를 혼합하여 사용함으로써 세척효과가 상승하였고, 특히 세탁을 반복함에 따라서 리파제의 효과가 발휘되는 것을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

1. 이정숙·심윤정, 단백질 분해효소가 세척에 미치는 영향, *한국의류학회지*, **17**(3), 491-505(1993)
2. 박경원·김형균·정정란·김성련·박정희, 지용성 염료를 표지물로 사용한 인공 오염포의 특성과 세척성에 관한 연구, *한국의류학회지*, **21**(1), 58-66(1997).
3. P. Kubelka and F. Munk, *Z. Tech. Phys.*, **12**, 593(1931).
4. O. H. Lowry, N. J. Rosebrough, F. A. Lewis, and R. J. Randall, Protein Measurement with the Folin Phenol Reagent, *J. Biol. Chem.*, **193**, 265-275(1951).
5. S. Akabori, *Methods of Enzyme Study*, Vol 2, Asakusayoten, Tokyo, Japan, 237(1956).
6. P. Walde, A Colorimetric Determination of Fatty Acids as a new Assay of Lipases in Reverse Micelles, *J. Amer. Oil. Chem. Soc.*, **67**, 117(1990).
7. 이난형·유효선·김성련, 리파아제에 의한 트리팔미틴의 가수분해., *한국염색가공학회지*, **8**(4), 25(1996).
8. E. Gormsen and B. S. Olesen, Lipolase, A Microbial Lipase for Detergent., *J. Jpa. Oil Chem. Soc.*, **66**, 19(1989).
9. 이난형·유효선·김성련, 트리팔미틴 오염포의 세척성에 미치는 리파제의 효과., *한국염색가공학회지*, **8**(4), 31(1996).
10. M. Kame, H. Koda, A. Kato, and Y. Koma, Detergency and Mechanism of Soil Removal in Detergent-Enzyme System, *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, **50**, 464(1973).