

토마토 케찹의 물리적 성질에 변성전분이 미치는 영향

이영인 · 이승주* · 노원섭

동국대학교 식품공학과

초록 : 다양한 가공 적성을 갖는 변성 전분을 토마토 케찹의 제조에 첨가하여 변성 전분의 종류 및 첨가량이 토마토 케찹의 유동 특성, 층분리 및 관능적 성질에 미치는 영향에 관하여 조사하였다. 케찹을 Herschel-Bulkley계 유체로 간주하여 분석한 결과 항복응력과 점조도지수는 ADA(acetylated distarch adipate)>SA(starch acetate)>HDP(hydroxypropyl distarch phosphate)>RCS(raw corn starch)>NS(no starch)의 순으로 크게 나타났으며 거동유동지수는 SA와 HDP의 경우 첨가량에 관계없이 거의 일정하였으나 ADA와 RCS는 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 원심분리에 의한 층분리 검사에서는 ADA>SA>HDP>RCS>NS의 순으로 층분리가 방지되는 안정성을 나타냈다. 관능검사 결과 전반적으로 ADA(2%)>SA(2%)>RCS(2%)>NS>HDP(2%)의 순으로 기호도가 높게 나타났다.(1996년 12월 13일 접수, 1997년 1월 20일 수리)

서 론

토마토 케찹은 스트레인드 토마토에 향신료와 소금, 설탕 및 식초를 넣고 마늘과 양파 등을 배합하여 제조한 제품이며 고형분을 12% 이상 함유한다.¹⁾ 재료 배합시 전분을 첨가하면 최종 제품의 기호도, 물성 등의 변화를 가져올 수 있다. 이때 변성전분을 사용하면 매우 다양한 호화특성, 점성, 현탁성 등을 기대할 수 있어 케찹의 물성 조절에 매우 효과적일 수 있다.^{2,4)}

토마토 케찹의 대표적인 물리적 성질로 유동특성, 항복응력, 층분리 등을 들 수 있다. 케찹의 유동특성은 주로 Herschel-Bulkley 계에 속하며, 항복응력은 토마토 케찹이 퍼지는 성질에 매우 중요하게 작용한다.⁵⁾ 항복응력이 큰 경우에는 표면을 케찹으로 덮을 때 층 두께가 커진다. 케찹을 장기 보관하면 현탁액 중 고형분과 액체가 분리되어 저급의 품질을 나타낼 수 있는데, 층분리를 방지하기 위해 케찹 제조 공정의 개선 또는 첨가제의 사용이 요구된다.

한편 토마토 케찹, 푸레 및 페이스트의 유동특성 또는 층분리^{6,7)}에 관하여 집중적으로 연구되어 왔으며, 그 밖에 토마토 저장 및 가공 공정이 물성에 미치는 영향,^{8,9)} 고형분 입자크기와 점성의 관계,¹⁰⁾ 펄프함량과 점성의 관계,¹¹⁾ 가공 공정의 에너지 계산,¹²⁾ 열전도 특성,¹³⁾ 등에 관하여 수 많은 연구가 이루어졌다. 그러나 토마토 케찹의 물리적 성질을 조절하기 위해 첨가되는 전분과의 관계에 대한 뚜렷한 연구 보고는 미비하다.

따라서 본 연구에서는 변성전분을 첨가하여 제조한 토마토 케찹의 유동특성과 층분리 현상을 분석하여 변성전분의 종류 및 첨가량이 케찹의 물리적 성질에 미치는 효과에 대하여 알아 보았고, 관능검사를 실시하여 수반될 수 있는 기호도의 변화에 관하여 조사하였다.

재료 및 방법

재료

토마토 페이스트(Hunt's Co., Ltd.)를 사용하였으며, 토마토 케찹용 첨가제로 알려진 옥수수 변성전분(Sam Seung Co., Ltd.)인 ADA(acetylated distarch adipate), SA(starch acetate), HDP(hydroxypropyl distarch phosphate)를 사용하였다. 또한 생전분과 비교를 위해 RCS(raw corn starch)를 역시 첨가제로 사용하였다.

토마토 케찹의 제조

Marsh 등¹⁴⁾의 방법에 따라서 Table 1과 같이 배합하였다. 준비한 토마토 푸레에 증류수를 가하고 4가지 전분을 최종 제품 무게(800 g)의 1, 2, 3, 4, 5%의 수준으로 첨가한 후 항온수조에 넣고 88°C로 가열한 후 계속 교반하면서 설탕, 소금, 계피가루, 백후추가루, 식초를 차례로 넣고 총 무게가 800 g이 될 때까지 농축하여 최종적으로 20°C로 냉각하였다.

유동특성의 측정

점도계(Mettler RM 180 Rheomat No.33)를 사용하여 전단속도에 대한 전단응력을 측정하였다. 유동특성 분석에 Herschel-Bulkley 모델을 적용하였다.

$$\tau = k \cdot \dot{\gamma}^n + \tau_0 \quad (n < 1)$$

여기서 τ 는 전단응력(Pa), τ_0 는 항복응력(Pa), $\dot{\gamma}$ 는 전단속도(1/s), n 은 유동거동지수, k 는 점조도지수(Pa·sⁿ)를 의미한다. Herschel-Bulkley식에서 전단속도를 독립변수, 전단응력을 종속변수로 회귀분석하여 항복응력, 유동거동지수, 점조도지수를 구하였다. 회귀분석에는 SAS통계프로그램을

찾는말 : 토마토 케찹, 변성 전분, 물리적 성질, 유동 특성, 층분리
*연락처자

Table 1. Ingredients required to make 800 g batch of tomato ketchup containing 25% tomato solids in the total solids.

Ingredient	25% tomato solid formulation	
	g wet basis	g dry basis
Puree (17% total solids)	388.3	66.0
Sugar	181.5	181.5
Salt	15.8	15.8
Spices*	0.6	0.6
Vinegar	40.0	0.4
Water	190.0	-
Totals	816.2	264.4

*Spices : cinnamon 0.4 g, white pepper 0.2 g

사용하였다.

층분리의 측정

토마토 케첩 14 ml를 원심 분리관에 넣고 1800×g에서 총 240분 동안 원심분리하면서 30분 간격으로 측정하였다. 원심분리에 의해 상층액이 생성되면서 층분리 면이 나타나는데 층분리의 정도는 층분리 면에서 원심 분리관의 용적 값(ml)을 읽어 표시하였다.

관능검사

토마토 케첩의 기호도 특성으로 색, 맛, 냄새, 시료의 일 정량을 숟가락으로 한번에 떠서 떨어뜨릴 때 느껴지는 점 도, 혀 끝에서 느껴지는 매끈함의 정도를 표현하는 질감, 전 반적인 기호도의 6항목에 대하여 관능검사를 실시하였다. 동국대 식품공학과 대학원생 9명으로 구성된 패널요원과 총 21가지 시료를 대상으로 균형 불완전 블록 계획¹⁹⁾에 따 라 한 패널 당 7가지를 검사토록 하여 전체 3반복하였다. 9단계의 점수로 평가된 각 항목의 기호도 점수를 분산분석 과 다중비교(Duncan's)를 하여 각 토마토 케첩 간의 평균 값 들의 유의적 차이를 검정하였다.

결과 및 고찰

유동특성

토마토 케첩은 Herschel-Bulkley계에 속하는 유체로서²⁾ 변성전분의 종류 및 첨가량이 유동특성에 미치는 영향에 대하여 알아 보았다. 전분 무첨가(NS) 케첩의 항복응력이 가장 낮게 나타났으며 ADA첨가 케첩의 항복응력이 첨가량 에 관계없이 제일 높았고 다음으로 SA>HDP>RCS의 순으 로 나타났다(Table 2). 전반적으로 변성전분의 첨가량이 증 가할 수록 항복응력이 높게 나타났다. 따라서 표면에 덮여 지는 케첩의 층 두께를 증가시키기 위해서는 토마토 케첩 에 ADA>SA>HDP>RCS의 순으로 첨가량을 증가시켜야 하는 것이 바람직함을 알 수 있었다.

유동저동지수는 전단속도가 증가함에 따라 전단응력이 낮아지는(thinning)는 정도를 의미하는데 ADA의 경우 1% 첨가시 점속도지수가 0.57로 가장 최대이었으나 첨가량이 증가할 수록 0.12까지 감소하였다. 이에 비하여 SA와

Table 2. Rheological properties of tomato ketchup with raw corn starch, or modified starches in 1~5% concentrations at 25°C. RCS, raw corn starch; ADA, acetylated distarch adipate; SA, starch acetate; HDP, hydroxypropyl distarch phosphate.

Sample	Yield stress, τ_0 (Pa)	Flow behavior index, n	Consistency index, k (Pa·s ⁿ)
NS*	6.80	0.36	10.28
RCS 1%	37.60	0.47	6.23
RCS 2%	58.80	0.46	8.67
RCS 3%	79.90	0.50	9.87
RCS 4%	98.00	0.46	17.12
RCS 5%	119.00	0.33	46.53
ADA 1%	55.40	0.57	4.48
ADA 2%	81.50	0.53	7.54
ADA 3%	136.00	0.37	42.10
ADA 4%	195.00	0.39	47.00
ADA 5%	327.00	0.12	228.15
SA 1%	49.10	0.49	6.36
SA 2%	74.70	0.48	11.02
SA 3%	122.00	0.46	18.00
SA 4%	184.00	0.40	30.88
SA 5%	191.00	0.48	24.29
HDP 1%	43.50	0.51	4.81
HDP 2%	61.60	0.51	6.82
HDP 3%	86.80	0.49	10.28
HDP 4%	135.00	0.50	16.61
HDP 5%	138.00	0.51	16.78

*NS : No starch

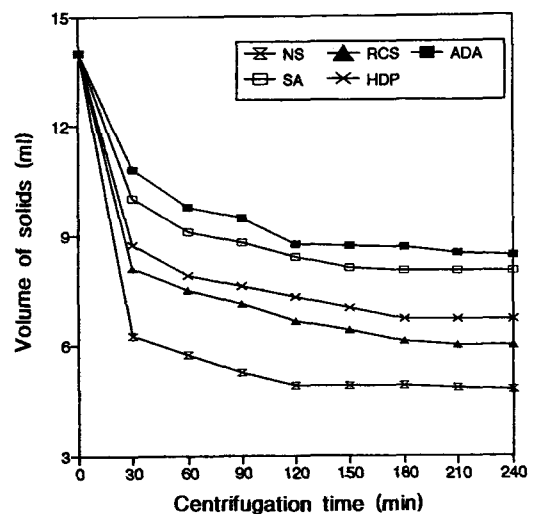


Fig. 1. Plot of volume of solids vs. centrifugation time in serum separation of tomato ketchup with 1% starch additives at 1800×g. NS, no starch; RCS, raw corn starch; ADA, acetylated distarch adipate; SA, starch acetate; HDP, hydroxypropyl distarch phosphate.

HDP의 경우에는 각각 0.45와 0.50으로 첨가량에 따른 그 변화량이 작게 나타났다. RCS는 ADA와 비슷하게 첨가량 이 증가함에 따라 0.47에서 0.33으로 감소하는 경향을 보였 다. 따라서 SA와 HDP의 첨가는 토마토 케첩이 전단변형을 받을 경우 현탁액의 농도에 따라 교질 구조를 일정하게 유 지할 수 있게 하고, 반면 ADA와 RCS는 교질 구조를 쉽게 변화시키는 것으로 판단된다.

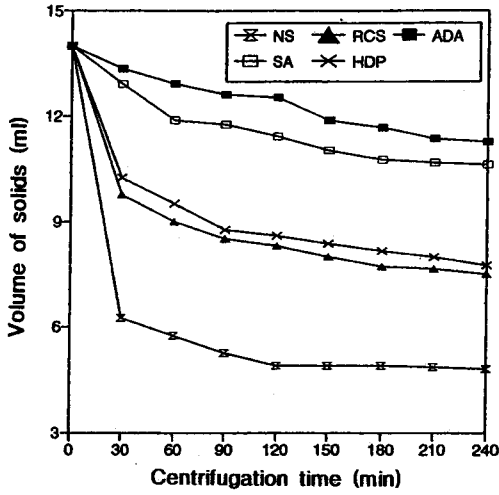


Fig. 2. Plot of volume of solids vs. centrifugation time in serum separation of tomato ketchup with 2% starch additives at 1800×g. NS, no starch; RCS, raw corn starch; ADA, acetylated distarch adipate; SA, starch acetate; HDP, hydroxypropyl distarch phosphate.

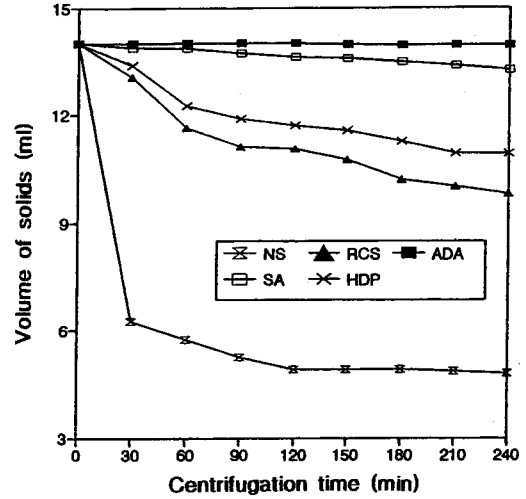


Fig. 4. Plot of volume of solids vs. centrifugation time in serum separation of tomato ketchup with 4% starch additives at 1800×g. NS, no starch; RCS, raw corn starch; ADA, acetylated distarch adipate; SA, starch acetate; HDP, hydroxypropyl distarch phosphate.

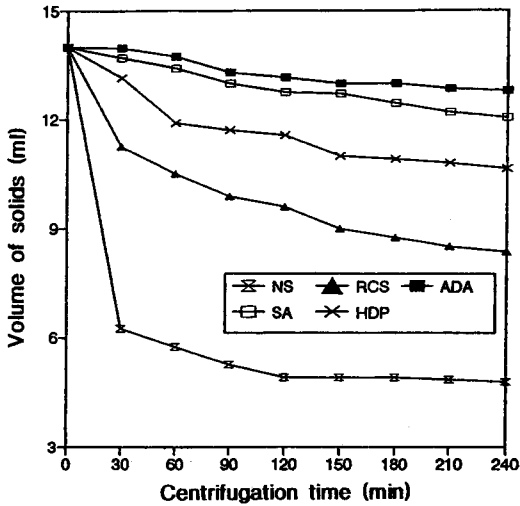


Fig. 3. Plot of volume of solids vs. centrifugation time in serum separation of tomato ketchup with 3% starch additives at 1800×g. NS, no starch; RCS, raw corn starch; ADA, acetylated distarch adipate; SA, starch acetate; HDP, hydroxypropyl distarch phosphate.

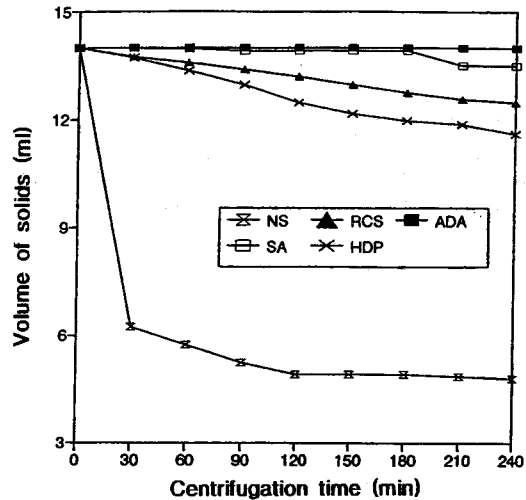


Fig. 5. Plot of volume of solids vs. centrifugation time in serum separation of tomato ketchup with 5% starch additives at 1800×g. NS, no starch; RCS, raw corn starch; ADA, acetylated distarch adipate; SA, starch acetate; HDP, hydroxypropyl distarch phosphate.

점조도지수는 겔보기 점도에 주로 영향을 미치는 것으로 첨가 전분의 종류와 관계없이 첨가량이 증가할 수록 점조도지수는 증가함을 보였다. 그 증가량은 ADA>SA>HDP>RCS>NS의 순으로 크게 나타났다. 앞에서 언급된 항복응력의 결과와 일치함을 보였는데 ADA는 케찹의 변형에 대하여 상당한 저항 인자로 작용함을 말해 준다.

층분리

토마토 케찹을 원심분리하면서 일정한 간격으로 층분리된 정도를 측정함으로써 실제 제품의 저장 중 층분리에 대한 안정성을 간접적으로 조사할 수 있었다. Fig. 1~5은 전분의 종류 및 첨가량에 따른 케찹의 층분리의 정도를 나타낸 것으로 원심분리 초기에 상층액이 생성되면서 층분리 현상이 일

어나기 시작하여 일정 시간 후에는 더 이상의 층분리는 일어나지 않았다. 전반적으로 층분리의 방지에 있어서 ADA가 가장 효과적이었으며 다음으로 SA>HDP>RCS>NS의 순서로 나타났다. 첨가제의 종류와 관계없이 첨가량이 증가할 수록 층분리 현상은 억제되었는데 ADA의 경우에는 첨가량이 4% 이상일 경우에는 층분리 현상이 전혀 일어나지 않았다. 이에 비하여 SA는 5%에서 층분리가 일어나지 않았고 HDP나 RCS는 본 실험 범위의 농도에서는 여전히 층분리가 진행되었다. 따라서 ADA가 저장 중 상등액 분리를 방지하는데 가장 효과적인 변성전분임을 알 수 있었다.

관능적 기호도

토마토 케찹의 유동특성 및 층분리의 측정과 함께 제품

Table 3. Sensory acceptances of tomato ketchup with raw corn starch, or modified starches in 1~5% concentrations at 25°C. RCS, raw corn starch; ADA, acetylated distarch adipate; SA, starch acetate; HDP, hydroxypropyl distarch phosphate.

Sample	Color	Taste	Odor	Viscosity	Texture	Overall	
NS	6.0 ^a	4.9 ^{ab}	5.8 ^a	4.6 ^c	5.4 ^{ab}	5.0 ^a	
RCS	1%	4.7 ^a	5.8 ^{ab}	5.2 ^a	5.4 ^{abc}	5.7 ^{ab}	5.4 ^a
	2%	5.0 ^a	5.2 ^{ab}	5.7 ^a	5.7 ^{abc}	6.2 ^{ab}	5.5 ^a
	3%	5.0 ^a	5.6 ^{ab}	5.3 ^a	5.5 ^{abc}	5.8 ^{ab}	5.2 ^a
	4%	5.0 ^a	5.3 ^{ab}	5.2 ^a	5.3 ^{abc}	5.8 ^{ab}	5.5 ^a
	5%	4.9 ^a	5.4 ^{ab}	5.6 ^a	5.3 ^{abc}	5.7 ^{ab}	5.2 ^a
ADA	1%	5.9 ^a	5.0 ^{ab}	4.6 ^a	5.3 ^b	5.2 ^{ab}	5.1 ^a
	2%	5.0 ^a	5.1 ^{ab}	5.7 ^a	6.2 ^{abc}	6.7 ^a	5.6 ^a
	3%	4.4 ^a	4.7 ^{ab}	5.6 ^a	6.1 ^{ab}	5.8 ^{ab}	5.2 ^a
	4%	4.7 ^a	4.9 ^{ab}	4.8 ^a	5.0 ^{abc}	5.4 ^{ab}	4.5 ^a
	5%	4.5 ^a	4.9 ^{ab}	5.3 ^a	5.1 ^{abc}	5.4 ^{ab}	4.9 ^a
SA	1%	5.4 ^a	4.2 ^{ab}	4.5 ^a	5.5 ^{abc}	6.2 ^{ab}	4.9 ^a
	2%	5.4 ^a	5.8 ^{ab}	5.3 ^a	5.9 ^{abc}	6.3 ^{ab}	5.3 ^a
	3%	5.3 ^a	5.9 ^{ab}	5.1 ^a	5.8 ^{abc}	5.7 ^{ab}	5.2 ^a
	4%	3.9 ^a	5.6 ^{ab}	4.8 ^a	5.0 ^{abc}	5.7 ^{ab}	5.3 ^a
	5%	4.5 ^a	5.2 ^{ab}	5.3 ^a	4.8 ^{abc}	4.8 ^b	4.9 ^a
HDP	1%	5.1 ^a	4.6 ^{ab}	4.6 ^a	5.0 ^{abc}	6.4 ^a	5.1 ^a
	2%	4.6 ^a	6.3 ^a	4.5 ^a	5.1 ^{abc}	5.6 ^{ab}	5.2 ^a
	3%	4.7 ^a	5.0 ^{ab}	5.3 ^a	5.3 ^{abc}	5.3 ^{ab}	5.0 ^a
	4%	4.3 ^a	5.0 ^{ab}	5.0 ^a	5.0 ^{abc}	5.6 ^{ab}	4.7 ^a
	5%	4.3 ^a	5.0 ^{ab}	4.8 ^a	4.8 ^{bc}	5.4 ^{ab}	4.8 ^a
F-value	0.6	0.9**	0.6	1.3**	0.9**	0.3	

Mean values with same letters in the same column are not significantly different at $\alpha=0.05$. **Significant difference at $\alpha=0.05$.

의 전체적인 평가를 위해 관능검사를 하였다(Table 3). 색과 냄새는 첨가 전분의 종류 및 양에 따른 유의적 차이를 보이지 않았다. 맛에는 유의적 차이가 검정되었는데 맛의 기호도는 HDP를 2% 첨가한 시료가 가장 높았고 SA 1% 첨가 시료가 가장 낮았다. 점도의 기호도는 ADA 2, 3% > SA 2, 3% > RCS 2%의 순으로 높게 나타났고, NS이 가장 낮은 값을 보였다. 질감에서 가장 기호도가 높은 시료는 ADA 2%, 가장 낮은 시료는 SA 5%이었으며, ADA 2%, HDP 1%의 경우만이 SA 5%의 경우와 유의차를 나타내었다. 전반적인 기호도에 있어서는 유의차가 없는 것으로 나타났으나 ADA 2%의 평균값이 상대적으로 가장 높았으며, RCS 2, 4, 1% > SA 4%의 순으로 나타났었다. 결과적으로 맛, 점성 및 질감의 기호도에서는 유의적 차이가 있었으나, 색, 냄새, 전반적인 기호도에서는 유의차가 검정되지 않았다. 또한 모든 기호도의 항목을 종합해 볼 때 대체로 ADA 2% > SA 2% > RCS 2% > NS > HDP 2%의 순으로 그 기호도

가 높게 나타났으므로 관능적으로 변성전분의 최적 첨가량은 2%임을 알 수 있었다.

참고 문헌

- Association of Official Agricultural Chemists (1955) In *Methods of Analysis*, p.15, Washington, D. C.
- Fleche, G. (1985) Chemical modification and degradation of starch. In *Starch Conversion Technology*, p.74, Marcel Dekker, Inc., New York.
- 육철, 백운화, 박관화 (1991) 하이드록시프로필화 옥수수 전분의 이화학적 특성, *한국식품과학회지* **23**(2), 175.
- Wootton, M. and A. Manatsathit (1983) The influence of molar substitution on the water binding capacity of hydroxypropyl maize starches. *Stärke* **35**, 92.
- Tanglertpaibul, T. and M. A. Rao (1987) Flow properties of tomato concentrates. *J. Food Sci.* **52**(2), 318.
- Upasana, R. and G. S. Bains (1987) Flow behaviour of tomato ketchups. *J. Texture Studies* **18**, 125.
- Caradec, P. L., P. E. Nelson and N. Takada (1985) Tomato products : a new serum separation measurement. *J. Food Sci.* **50**, 1493.
- 최성진, 김영철, 박원우 (1983) 토마토 과실의 저장 중 pectic substance의 변화에 관한 연구. *한국원예학회지* **24**(2), 118.
- 노숙영 (1974) 시판 토마토 가공품의 품질비교연구. *한국영양학회지* **8**(1), 9.
- Yoo, B. and M.A. Rao (1994) Effect of unimodal particle size and pulp content on rheological properties of tomato puree. *J. Texture Studies* **25**, 421.
- Tanglertpaibul, T. and M. A. Rao (1987) Intrinsic viscosity of tomato serum as affected by methods of determination and methods of processing concentrates. *J. Food Sci.* **52**(6), 1642.
- Paul, S. R. and R. A. Carroad (1980) Energy accounting in canning tomato products. *J. Food Sci.* **45**, 735.
- Choi, Y. and M. R. Okos (1983) The thermal properties of tomato juice concentrates. *Transactions of the ASAE* **26**(1), 305.
- Marsh, G. L., S. J. Leonard and J. E. Buhlet (1979) Yield and quality of catsup produced to a standard solids and consistency level : I. method of determining the amount of tomato solids required. *J. Food Processing and Preservation* **3**, 189.
- 김광욱, 김상숙, 성내경, 이영춘 (1993) 관능검사 방법과 응용, *신광출판사*.

Effect of the Modified Starch on the Physical Properties of Tomato Ketchup

Young In Lee, Seung Ju Lee* and Wan Seob Noh (*Department of Food Science and Technology, Dongguk University*)

Abstract : Modified starches were used as additives to make tomato ketchup, and their effects on the rheological properties, serum separation and sensory characteristics of the tomato ketchup were examined. The magnitudes of the yield stress and the consistency index of the tomato ketchup with the additives, regarded as a Herschel-Bulkley fluid, were found to be in the order of ADA(acetylated distarch adipate)>SA(starch acetate)>HDP(hydroxypropyl distarch phosphate)>RCS(raw corn starch)>NS(no starch). The flow behavior indices of SA added ketchup and HDP added one were nearly constant regardless of the additive concentrations, whereas those of ADA and RCS increased with the additive concentration. In the serum separation test by centrifugation, the ADA added ketchup showed the highest stability against separation, being followed by SA>HDP>RCS>NS. In the sensory evaluation, the magnitudes of the acceptance of the ketchup with the additives were as ADA(2%)>SA(2%)>RCS(2%)>NS>HDP(2%).

Key words : tomato ketchup, modified starch, physical properties, rheological properties, serum separation

*Corresponding author