

노 타임 방법에 의한 식빵제조 및 품질평가

목 차

- I. 서론
 - II. 실험 재료 및 방법
 - 1. 실험재료
 - 2. 밀가루의 물리적 특성의 분석
 - 3. 제빵
 - III. 결과 및 고찰
 - 1. 시스테인 첨가량에 따른 파리노그램 특성
 - 2. 시스테인 첨가량에 익스텐소그램 특성
 - 3. 시스테인-아스코르브산의 첨가에 따른 파리노그램 특성
 - 4. 시스테인-아스코르브산의 첨가에 따른 익스텐소그램의 특성
 - 5. 시스테인-아스코르브산의 첨가에 따른 빵의 특성
- 참고문헌

I. 서 론

빵의 제조 공정은 dough mixing(dough development), 발효와 발효된 반죽을 굽는 세단계로 나눌 수 있다. 밀가루에 물을 가하여 혼합하면 밀가루의 수화(hydration)와 함께 밀가루의 성분사이에 결합이 일어나게 되며 특히 지방질-단백질의 비가역적 결합은 단백질 matrix의 구조에 변화를 가져오게 된다.¹⁾ 이 단백질의 구조변화는 반죽이 발효과정에서 효모에 의해 생산되는 가스(CO₂)를 수용하는 능력과 밀접한 관계가 있다. 따라서 dough-mixing 과정에서 가스를 수용할 수 있는 최적상태의 반죽구조를 형성하는 것이 매우 중요하다.²⁾ 반죽이 가스를 수용할 수 있는 능력은 일반적으로 글루텐 망상 구조의 독특한 점탄성에 기인하므로³⁾ dough development는 결국 글루텐 망상구조의 형성 과정이라고 할 수 있다.

밀가루의 단백질은 여러가지 크기로 존재하는데 전체 단백질의 약 30%는 0.01~0.05N 아세트산에 추출되지 않으며⁴⁾⁵⁾ 이들은 주로

조 남 지
서울식품공업(주)

큰 단백질 입자(aggregate)로 구성되어 있다.³⁾ 따라서 글루텐의 망상구조를 형성하기 위해서는 이들 입자들이 분리되어야 하는데 이는 기계적⁴⁾ 또는 화학적³⁾ 작용에 의하여 이루어질 수 있다.

화학적 방법으로 dough development를 이루는 제빵 방법을 노타임(no-time) 방법이라고 하는데, 이것은 화학 물질을 사용하여 dough development를 이룸으로서 발효 공정을 생략할 수 있는 잇점이 있다. 화학적 방법에 의한 dough development에는 시스테인이 가장 널리 이용되는데 시스테인의 환원 작용은 밀가루 단백질과 접촉함과 동시에 시작되며, mixing 자체에는 크게 영향을 받지 않는다.⁶⁾ 시스테인은 단백질 입자사이의 이황화 결합(-SS-)을 환원시켜 분리하므로써 단백질 입자를 조그만 단위로 쪼개게 되고, 새로운 이황화 결합을 형성하므로써 이황화 결합의 상호교환을 촉진시킨다.³⁾ 조그만 단위로 쪼개진 단백질은 mixing 중 다른 단백질과 지방질같은 다른 성분과 상호작용에 의하여 글루텐의 망상구조를 형성하게 된다.³⁾ 시스테인은 그 자체가 dough development를 이루는 것은 아니며 반죽속도와 에너지를 줄여줌으로서 dough development를 가속화시키는 역할을 한다고 볼 수 있다.⁷⁾ 따라서 화학적인 dough development는 “화학적으로 가속된 dough development”라고 하는것이 더욱 정확한 표현이라고 할 수 있다.

적절한 dough development에 필요한 시스테인의 양은 밀가루 강도에 따라 달라지게 되며⁷⁾⁹⁾¹⁰⁾ 시스테인의 효과는 박력 밀가루보다는 강력 밀가루에 더 효율적인 것으로 보고되어 있다.⁷⁾⁹⁾¹¹⁾¹²⁾ 또한 동일한 밀가루의 경우 mixing 속도가 감소함에 따라 시스테인의 첨가량은 증가된다.⁷⁾

제빵에는 산화제(브롬산칼륨, 아스코르브산 등)가 쓰이는데 이 목적은 단백질(글루텐)의 신장성과 가스수용능력을 조정하여 빵의 최대 부피를 얻고자 하는데 있다.¹³⁾ 발효와 굽기과정 중 반죽의 최적부풀음에는 적당량의 sulfhydryl (-SH-)기가 필요하다¹⁴⁾¹⁵⁾. 산화제는 단백질의

-SH기에 작용하여 -SH와 -SS-의 상호교환을 억제하므로써 발효과정중에 반죽의 신장성을 감소시키게 된다¹³⁾. 시스테인을 이용한 제빵 방법에는 산화제가 필수적으로 요구된다.

아스코르브산은 원래 환원제이나 반죽과정중 아스코르브산 산화효소에 의하여 디하이드로 아스코르브산으로 산화되어 산화제로 작용한다.¹⁶⁻¹⁸⁾ 아스코르브산은 -SS-결합을 환원시키지 않으나¹⁹⁾ 밀가루의 수소결합과의 작용 가능성이 제시되고 있다²⁰⁻²¹⁾. 아스코르브산은 반죽의 산화에 필요한 브롬산칼륨의 효율적인 대체제로 쓰일 수 있다고 알려져 있으나²¹⁻²²⁾, 제빵에서의 아스코르브산의 정확한 작용기작은 아직 확립되어 있지 않다²²⁾.

Nagao 등²³⁾은 스펀지법으로 만든 빵의 품질은 브롬산칼륨이 아스코르브산보다 좋았으나 시스테인과 아스코르브산을 병행하면 브롬산칼륨과 비슷한 효과를 보인다고 보고하였다. 또한 아스코르브산을 브롬산칼륨과 병행 사용할 때 상승효과도 알려져 있다¹⁴⁻²⁴⁾.

우리나라에서 노타임법에 의한 제빵에 대하여는 브롬산칼륨과 아스코르브산을 산화제로 사용한 일부 연구²⁵⁻²⁸⁾가 있다.

최근 브롬산칼륨의 사용은 점차 감소추세에 있으며 유럽이나 일본 등에서는 산화제로 아스코르브산만 허용하고 있다. 따라서 본연구에서는 노타임법에 의한 제빵에 있어서 시스테인과 산화제로써 아스코르브산을 사용하여 이들의 함량을 변화시키면서 반죽의 리올로지 성질과 제빵적성을 조사하여 노타임법에 의한 제빵 방법에 대한 기초자료를 마련하고자 하였다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 실험재료

밀가루는 1988년 7월에 제일제당(주)에서 생산된 제빵용 밀가루(강력1급)를 사용하였으며, 밀가루의 일반성분은 수분 13.2%, 단백질 12.7%(NX 5.7), 회분 0.42%이었다.

시스테인(L-Cysteine · Hcl)과 아스코르브산은 시약용을, 기타 부재료는 시판용을 사용하였

다.

2. 밀가루의 물리적 특성의 분석

밀가루의 파리노그래프와 익스텐소그래프는 AACC방법²⁹⁾에 따라 분석하였다. 파리노그래프는 300 g bowl 을 사용하였다.

익스텐소그래프는 파리노그래프 흡수량보다 2% 적게 하였고 반죽을 3분간 1차 혼합하고 5분간 resting시킨 다음 다시 2분간 혼합하면서 커브의 중앙이 500B.U.에 도달하도록 필요에 따라 흡수량을 조절하였다. 반죽(150 g)을 45분, 90분, 135분 발효시킨 후 각각 익스텐소그램을 구하였다. 익스텐소그램중 저항도는 5cm에서의 높이(B.U.)로, 신장도는 거리(cm)로 나타내었다.

시스테인과 아스코르브산의 효과를 보기 위하여 전자는 20~60ppm, 후자는 시스테인 첨가량의 1.5~3.5배를 사용하였다. 파리노그래프는 이들 첨가제를 가한 다음 5분간 혼합하고 가수하였다. 실험은 최소한 2회이상 반복하고 평균값으로 나타내었다.

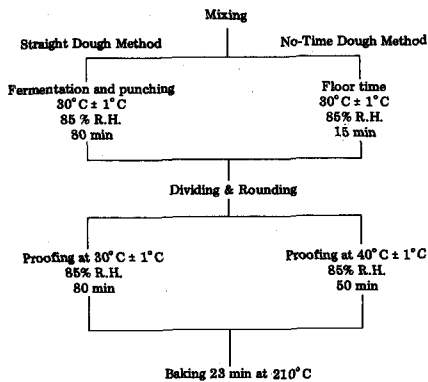


Fig. 1. Bread-making processes by the straight dough and no-time dough methods.

3. 제빵

제빵에 사용한 원료 배합비는 표1과 같다. 표준빵은 직접 반죽법(AACC10-10A)²⁹⁾에

Table 1. Baking formula based on flour weight

Ingredients	
Flour	100%
Sucrose	5%
Salt	2%
Shortening	3%
Yeast (compressed)	5%
Water	variable
L-cysteine (Only for no-time dough)	30-50 ppm
L-ascorbic acid (Only for no-time dough)	45-175 ppm

따라 30°C에서 주발효와 Proofing을 행하였다 (그림1). No-time법에 의한 제빵은 기본적으로 직접 반죽법과 같이 행하였으나 반죽의 Proofing 은 40°C에서 실시하였다.

밀가루에 산화제 또는 환원제를 첨가하고 Pin형 믹서(National Mfg. Co., Lincoln, AE, U.S.A)를 이용하여 105rpm에서 5분간 예비 혼합한 다음 기타 원료(표1)를 첨가하였다.

빵의 부피는 빵을 오븐에서 꺼내고 10분후에 중자치환법으로 측정하였고, 빵의 외관 및 내상을 조사하였다.

모든 결과는 적어도 4번이상 반복하여 측정 한 값의 평균값으로 나타내었다.

III. 결과 및 고찰

1. 시스테인 첨가량에 따른 파리노그램 특성

시스테인 첨가량에 따른 밀가루의 파리노그램은 그림2와 같고 흡수율, 안정도와 반죽시간의 변화는 그림3과 같다. 원료 밀가루의 흡수율은 65.8%이었으나 시스테인을 20ppm 첨가한 경우는 68.7%, 30ppm의 경우에는 69.3%로서 흡수율이 각각 2.9%와 3.6% 증가 하였다. 그러나 40ppm이상에서의 흡수율은 거의 일정하였다. 안정도는 원료 밀가루가 27.5분이었으나 시스테인 20ppm에서는 18분, 40ppm에서는 11.5분으로 크게 감소하였고 시스테인 40~60ppm에서는 그 감소정도가 완만하였다.

파리노그램의 다른 특성값들도 시스테인

첨가량이 증가함에 따라 감소하였다(표2). mechanical tolerance index는 시스테인 20ppm에서는 0이었고 30ppm 이상에서는 25~30B.U. 정도의 값을 보였다. Departure time과 time to breakdown은 시스테인 30ppm에서 현저히 감소하였고 그 이상에서의 감소는 완만하였다.

2. 시스테인 첨가량에 따른 익스텐소그램 특성

원료 밀가루의 익스텐소그램은 그림4와 같고 시스테인 첨가량에 따른 익스텐소그램 특성값의 변화는 표3과 같다. 시스테인을 첨가하지 않은 밀가루 반죽의 경우 발효시간 경과에 따라 저항도는 증가하였고 반대로 신장성은 감소하였으며(표3) 이에따라 R/E비는 증가하였다(그림5). 이러한 결과는 밀가루 반죽은 발효에 의하여 탄성과 점성은 증가되며 신장도는 감소한다는 보고^{30, 31)}와 잘 일치 하였다.

시스테인은 밀가루 반죽의 신장성을 증가시켰으며 저항도를 감소시켜(표3), R/E값을 크게 감소시켰다(그림5). 그러나 동일한 시스테인 함량에서 반죽의 저항도는 발효시간이 경과함에 따라 증가하였다(표3). Elkassabany와 Hosoney³²⁾는 시스테인은 발효된 반죽의 퍼짐비율(폭/높이의 비율)을 증가시킨다고 보고하였고, cullen-Refai 등³³⁾은 시스테인을 50ppm 첨가한 반죽을 180분간 발효시키고 relaxation 중 퍼짐비율을 측정한 결과 시스테인을 첨가하지 않은 밀가루 반죽과 같은 퍼짐비율을 보인다고 하였다. 이러한 결과는 발효과정중 효모의 작용에 기인하는 것으로 효모가 반죽의 리올리시 성질에 미치는 영향은 여러 측면에서 산화제의 역할과 비슷하다고 알려져 있다³⁰⁾. 따라서 시스테인을 첨가한 초기에는 반죽의 퍼짐비율이 증가하나 발효과정중 효모의 작용에 의하여 시스테인 효과가 극복(즉, 퍼짐비율의 감소)되게 된다³¹⁻³³⁾.

3. 시스테인-아스코르브산의 첨가에 따른 파리노그램 특성

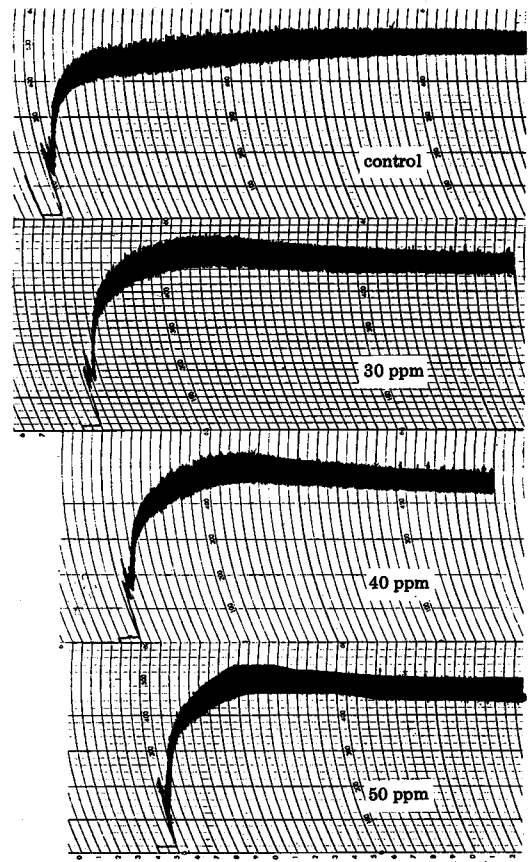


Fig. 2. Farinograms of wheat flour at various levels of L-cysteine

시스테인의 첨가량에 따른 파리노그램과 익스텐소그램 특성에서 시스테인 20ppm은 다른 농도보다 낮은 흡수율과 높은 반죽시간을 보였으며(그림3), 60ppm은 50ppm과 비슷한 결과(그림3과5)를 보였으므로 시스테인을 30, 40, 50ppm으로하고 여기에 아스코르브산을 1.5~3.5배 첨가하면서 파리노그램과 익스텐소그램의 특성을 조사하였다.

아스코르브산을 시스테인 첨가량의 1.5배 첨가하였을 때 파리노그래프의 흡수율은 시스테인 30ppm에서는 2.8%, 40ppm에서는 2.4%, 50ppm에서는 0.7% 감소하였으나 그 이상의 첨가에는 더 이상의 변화가 없었다(그림6). 안정도와 반죽시간은 시스테인 30ppm의 경우 아스코르브산에 의하여 약간 증가하였으나

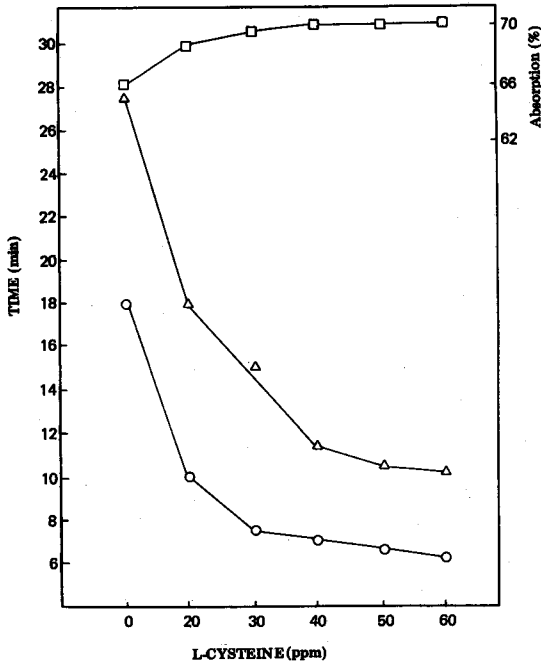


Fig. 3. Effect of L-cysteine levels on absorption (□), stability (△) and peak time (○) of wheat flour

시스테인 40과 50ppm에서는 큰 차이를 보이지 않았다(그림 6).

파리노그래프의 다른 특성값들도 아스코르브

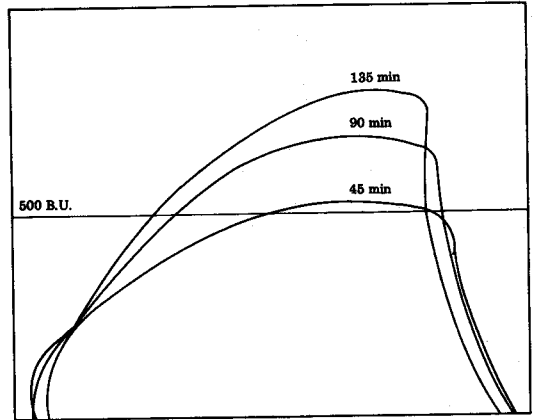


Fig. 4. Extensogram of wheat flour

산의 첨가에 의하여 영향을 받았다(표4). 시스테인 50ppm에서는 아스코르브산을 3배이상 첨가한 경우에 M.T.I는 증가하였고 departure time과 반죽과괴시간은 다소 감소하였다. 그러나 시스테인 40ppm에서는 아스코르브산 첨가량에 따른 큰 변화는 없었다.

4. 시스테인-아스코르브산의 첨가에 따른 익스텐소그램의 특성

앞에서 설명한 것과 같이 시스테인은 밀가루

Table 2. Farinogram data on wheat flour at various levels of L-cysteine

	L-cysteine(ppm)					
	0	20	30	40	50	60
Arrival time(min)	6	5	4	4	3¾	3¾
Mechanical tolerance index(B.U.)	0	0	30	25	25	25
Departure time(min)	33½	28.0	18.0	15½	14½	13½
Time to breakdown(min)	39½	34.0	13.0	12.0	10¾	10½

Table 3. Effect of L-cysteine on extensogram of wheat flour

L-cysteine (ppm)	Resistance(B.U.)			Extensibility(cm)		
	45 min	90 min	135 min	45 min	90 min	135 min
0	290	305	400	22.8	20.7	18.6
20	220	250	295	21.3	20.2	21.8
30	210	230	250	20.8	21.2	22.6
40	190	195	221	22.8	21.2	22.6
50	155	170	175	24.1	22.0	22.7
60	145	160	170	23.0	22.3	23.1

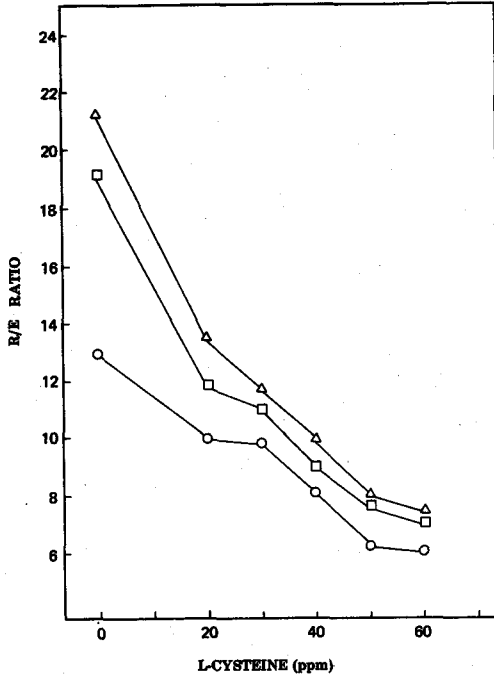


Fig. 5. Effect of L-cysteine level on R/E ratio
 ○—○, 45 min; □—□, 90 min; △—△ 135 min

반죽의 저항도와 신장도를 감소시킨다(표3). 그러나 시스테인에 아스코르브산을 첨가한 경우 저항도는 증가되었으며, 신장도는 감소되었다(표5). 또한 일정한 아스코르브산 함량에서 저항도는 발효시간이 경과함에 따라 증가하였으나 반대로 신장도는 감소하였다.

한편 R/E값은 아스코르브산의 첨가비율이 높아질수록 증가하였으나 시스테인 함량의 2.5배이상 첨가한 경우에는 큰 차이를 보이지 않았다(그림7). 시스테인 30ppm에서의 R/E값은 40ppm과 50ppm에서보다 높았고, 40과 50ppm에서는 서로 비슷한 값을 보였다.

Elkassabany와 Hoseny³²⁾는 시스테인(30ppm)과 dehydro-L-ascorbic acid(50ppm)를 밀가루-물의 반죽에 첨가할 때 퍼짐비율은 시스테인만을 첨가하였을 때보다 감소되며 발효가 진행되면서 더욱 감소하게 된다고 보고하였는데 이것은 그림7의 결과와 같은 경향이였다.

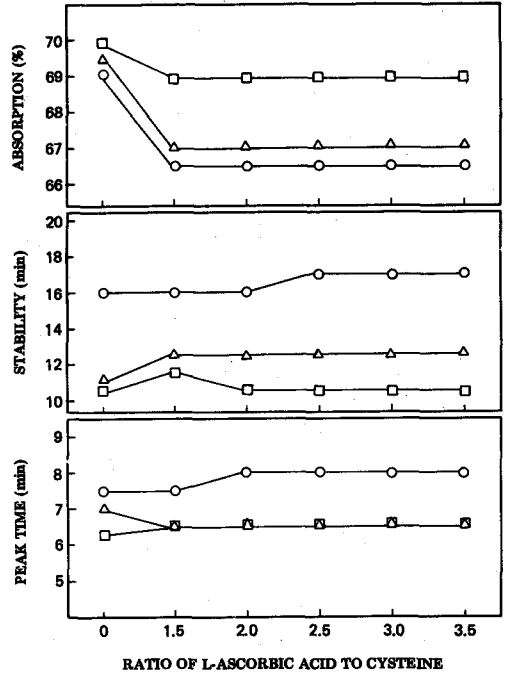


Fig. 6. Effects of L-cysteine and L-ascorbic acid levels on absorption, stability and peak time
 ○—○, L-cysteine 30 ppm; △—△, L-cysteine 40 ppm; □—□, L-cysteine 50 ppm

5. 시스테인-아스코르브산의 첨가에 따른 빵의 특성

밀가루에 시스테인과 아스코르브산을 첨가하였을 때 대조구(직접반죽법)에 비하여 제빵가수량은 증가하였으나 아스코르브산의 첨가량에는 영향을 받지 않았다(표6).

제빵가수량은 시스테인을 30ppm첨가했을 때 대조구보다 1%증가하였고 시스테인을 10ppm씩 증가시킴에 따라 가수량은 1%씩 증가하였다. 그러나 반죽시간은 아스코르브산의 첨가량에는 관계없이 시스테인 첨가량이 높을수록 감소하였으나 40과 50ppm은 차이를 보이지 않았다.

시스테인에 아스코르브산의 첨가비율에 따른 빵의 부피와 반죽의 proof height는 서로 비슷한 경향을 보였다(그림8). 빵의 부피는 시스테인 30ppm에 2배의 아스코르브산(60ppm)을 첨가한 경우에 최대값을 보였고 대조구의 빵의 부피와 비슷하였다. 시스테인 40과 50ppm에서

Table 4. Farinogram data on wheat flour at various levels of L-cysteine with the increment of L-ascorbic acid

L-cysteine (ppm)	L-ascorbic acid (ppm)	Arrival time (min)	Mechanical tolerance index (B.U.)	Departure time (min)	Time to breakdown (min)
30	0	4	30	18	13
	45	3	20	19	14½
	60	3	20	19	15
	75	3	20	19½	15
	90	3	20	20	16
	105	3	20	20	16
40	0	4	25	15½	12
	60	3½	20	16½	13
	80	3½	20	16½	13
	100	3½	30	16	13
	120	3½	30	16	13
	140	3½	30	16	12
50	0	3¾	25	14½	10¾
	75	3½	30	15	11
	100	3½	30	14	11
	125	3½	30	14	11
	150	3½	40	13	10
	175	3½	40	13	10

Table 5. Estensogram data on wheat flour at various levels of L-cysteine with the increment of L-ascorbic acid

L-cysteine (ppm)	L-ascorbic acid (ppm)	Resistance (B.U.)			Extensibility (cm)		
		45 min	90 min	135 min	45 min	90 min	135 min
30	0	210	230	250	20.8	21.2	22.6
	45	310	520	650	19.9	16.0	14.0
	60	345	610	780	19.9	15.1	13.8
	75	350	640	780	20.1	14.9	13.0
	90	350	640	760	20.1	14.6	12.8
	100	340	610	760	18.1	14.1	12.8
40	0	190	195	210	22.8	21.2	21.6
	60	295	500	600	20.3	16.8	14.0
	80	280	500	650	20.8	14.2	13.2
	100	270	550	680	19.6	14.7	12.8
	120	325	610	690	21.8	15.9	12.6
	140	280	550	695	21.0	14.2	12.3
50	0	155	170	175	24.1	22.1	22.7
	75	250	490	585	18.3	15.2	13.6
	100	260	480	675	20.9	14.3	13.5
	125	280	560	725	20.8	15.5	13.2
	150	280	550	735	20.7	14.6	13.3
	175	265	560	720	19.6	15.0	13.0

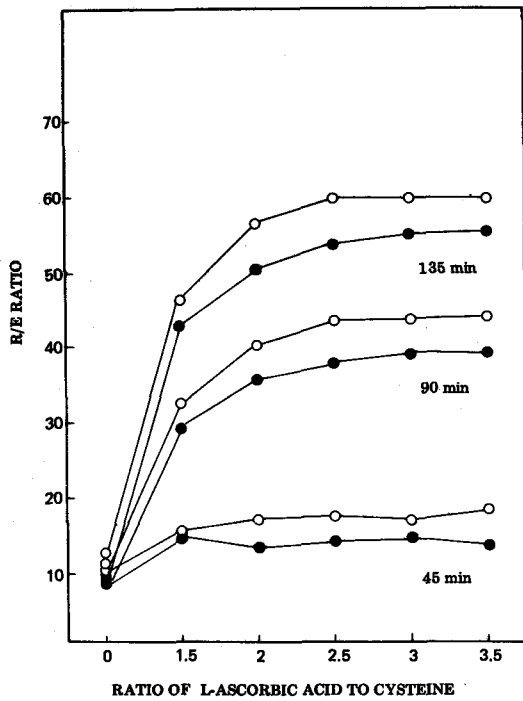


Fig. 7. Changes of R/E value at 30 (○) and 40 (●) ppm L-cysteine with the increment of L-ascorbic acid

는 아스코르브산을 각각 2.5배와 3배 첨가했을 때 최대의 부피를 보였다. 따라서 그림8의 결과는 시스테인 함량이 높을 수록 아스코르브산의 첨가비율도 증가되어야 한다는 것을 가르킨다.

본 실험에서의 총 발효시간(반죽부터 proofing까지의 시간)은 약 80분이었으므로 익스텐소그램의 90분후의 R/E값(그림7)과 빵의 부피를 비교하여 보면 시스테인 30ppm에서는 R/E값이 40, 40과 50ppm에서는 약 38에서 최대 부피를 보였다.

시스테인과 아스코르브산의 함량에 따른 빵의 내관을 보면 그림9와 같다. 직접반죽법에 의한 빵은 break와 shred를 보였으나 노타임법에 의한 빵은 break와 shred를 볼 수 없었다. 시스테인 30ppm과 아스코르브산 60ppm의 경우 빵의 내관은 대조구와 비슷하였다. 시스테인 40ppm의 경우에 아스코르브산을 2.5배 첨가한 빵은 부피와 내관 모두 대조구보다 좋았으

며 3.0배에서는 grain과 texture가 열등하였다. 시스테인 50ppm에서 부피는 40ppm의 것과 비슷하였으나 grain과 texture가 나빴다. 따라서 본 실험에서는 노타임법에 적절한 시스테인과 아스코르브산의 농도는 각각 40과 100ppm이었다.

Kilborn과 Tipples³⁴⁾는 아스코르브산과 브롬산 칼륨을 이용한 노타임 제빵은 산화제의 양, 중간발효(intermediate proof)시간 등에 의하여 영향을 받는데 적정량의 산화제를 첨가한 경우에는 중간 발효가 매우 중요하며 이때의 잘못은 최종발효에 의하여 극복될 수 없다고하였다. 그러나 노타임법에서의 시스테인과 아스코르브산의 작용에 대한 상호관련성은 아직 분명하지 않은 실정이다³⁵⁾. 따라서 시스테인과 아스코르브산을 이용한 노타임법에 의한 제빵에 있어서 중간 발효시간의 영향, 환원제와 산화제의 작용기작등은 더 연구되어야 할 과제이다.

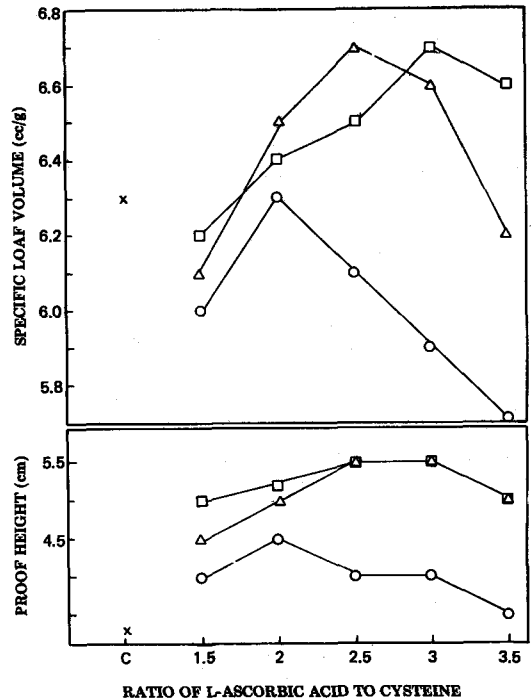


Fig. 8. The changes of specific loaf volume and proof height at various cysteine levels with the increment of L-Ascorbic acid
X, control; ○-○, L-cys 30 ppm; △-△, L-cys 40 ppm; □-□, L-cys 50 ppm

Table 6. Baking data

L-cysteine (ppm)	L-ascorbic acid (ppm)	Absorption (%)	Mixing time (min)
0	0	64	5.5
30	45	65	4
	60	65	4
	75	65	4
	90	65	4
	105	65	4
40	60	66	3.5
	80	66	3.5
	100	66	3.5
	120	66	3.5
	140	66	3.5
50	75	67	3.5
	100	67	3.5
	125	67	3.5
	150	67	3.5
	175	67	3.5

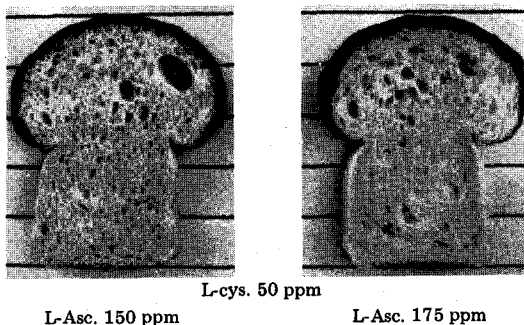
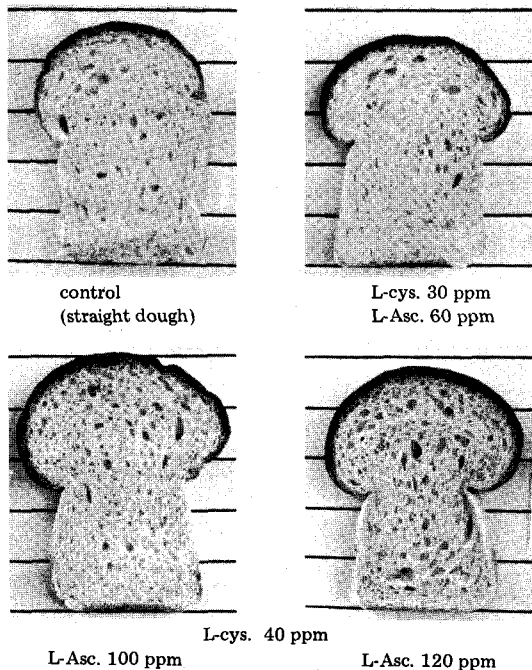


Fig. 9. Internal characteristics of no-time bread.

참 고 문 헌

- Greene G.G.: Surfactant dough conditioners. *Bakers Digest*, 49(3), 16(1975)
- Bushuk, W., Tsen,C.C. and Hynka, I.: The function of mixing in bread-making. *Bakers Digest*. 42(4), 36(1968)
- Tsen,C.C.: Chemical dough development. *Bakers Digest*, 47(5), 44(1973)
- Mechan,D.K., Sokol, H.A. and Pence, J.W.: Extractable Protein and hydration characteristics of flour and dough in dilute acetic acid. *Cereal Chem.*, 39, 81(1962)
- Tsen, C.C.: Changes in flour protein during dough mixing. *Cereal Chem.*, 44, 308(1967)
- Tsen, C.C.: Effect of oxidizing and reducing agents on changes of flour proteins during mixing. *Cereal Chem*, 46, 435(1969)
- Kilbom, R.H. and Tipples, K.H.: Factors affecting mechanical dough development. 4. Effect of cysteine. *Cereal Chem.*, 50, 70(1972)
- Tipples, K.H. and Kilborn, R.H.: The GRL-100 laboratory dough mixer. *bakers Digest*, 48(5), 34(1974)
- Finney, K.F., Tsen, C.C. and Shorgren, M.D.: Cysteine effect on mixing time,



- water absorption, oxidation requirement and loaf volume of Red river 68. *Cereal Chem.*, 48, 540(1971)
10. Gay, H.W. and Moses, K.S.: There are many advantages in no-time dough process. *Australian Baker*, 72, 27(1969)
 11. Menica, R.G. and Rodgers, N.E.: Reactions of cysteine, bromate and whey in a rapid breadmaking process. *Cereal Chem.*, 42, 397(1965).
 12. Collins, T.H., Overton, M.J. and Redman, B.J.: Activated dough development of bread dough: some factors affecting bread crumb and structure. F.M.B.R.A. Report, 39(1970)
 13. Smerak, L.: Effective commercial no time dough processing for bread & rolls. *Bakers Digest*, 47(4), 12(1973)
 14. Tsen, C.C.: The improving mechanism of ascorbic acid. *Cereal Chem.*, 42, 86(1965)
 15. Tsen, C.C.: Comparative study on reactions of iodate, acetone peroxide in chemical systems and in dough. *Cereal Chem.*, 41, 22(1964)
 16. Tsen, C.C.: Ascorbic acid as a flour improver. *Bakers Digest*. 38(5), 44(1964)
 17. Nicholas, J., Gustaffson, S. and Drapron, S.: Effect of some parameters on the kinetics of ascorbic acid destruction and dehydro ascorbic acid formation in wheat flour dough. *Lebenson. Wiss. Technol.*, 13, 308(1980)
 18. Elkassabany, M. and Hosenev, R.C.: Ascorbic acid as antioxidant in wheat flour dough. I. Conversion to dehydro ascorbic acid. *Cereal Chem.*, 57, 85(1980)
 19. Dahle, L.K. and Murthy, P.R.: Some effects of antioxidants in dough systems. *Cereal Chem.*, 47, 296(1970)
 20. Zetner, H.: Effect of ascorbic acid on wheat gluten. *J. Sci. Food Agric.*, 19, 464(1968)
 21. Johnson, W.R. and Mauseth, R.E.: The inter-relations of oxidation and reductants in dough development. *Bakers Digest*, 46(2), 20(1972)
 22. Baker, A.E., Doerry, W.J., Kuop, K. and Kemp, K.: A response-surface analysis of the oxidative requirements of no-time dough. *Cereal Chem.*, 65, 367(1988)
 23. Nagao, S., Endo, S. and Tanaka, K.: The do-corder as a possible tool to elevate the bread-making properties of a dough. *Cereal Chem.*, 58, 384(1981)
 24. Meredith, P.: Combined ascorbic of ascorbic acid and potassium bromate as dough improvers. *Chem. & Ind.*, 948(1966)
 25. 이효영, 김성곤, 피.이.마스톤 : 쌀 및 밀 복합분의 물리적 성질 및 제빵시험. *한국식품과학회지*, 11, 99(1979)
 26. 최홍식, 김성곤, 김종태 : 국산밀을 이용한 복합분의 개발 및 활용에 관한 연구. *한국과학기술 연구소*. BS KK1-111-5(1978)
 27. 김성곤, 최홍식, 권태완, 비.엘.다포로니아, 피.이.마스톤 : 쌀 보리 복합분의 물리적 성질 및 제빵시험. *한국식품과학회지*, 10, 11(1978)
 28. 이양희, 김성곤 : 복합분을 소재로 한 분식 제품의 시험공장 규모 생산 및 제품의 시장화에 관한 연구, *한국과학기술연구소*, BSJ 120-969-5(1977)
 29. A.A.C.C.: Approved method of the American Association of Cereal Chemists, 8th ed., St. Paul, Minn.(1983)
 30. Horseny, R.C., Hsu, K.H. and Junge, R.C.: A simple spread test to measure the rheological properties of fermenting dough. *Cereal Chem.*, 56, 141(1979)
 31. Cullen-Refai, A., Faubion, J.M. and

- Hoseney, R.C.: Lubricated uniaxial compression of fermenting dough. Cereal Chem., 65, 401(1988)
32. Elkassabany, M.and Hoseney, R.C.: Ascorbic acid as an oxidant in wheat flour dough. II. Rheological effects. Cereal Chem, 57, 88(1980)
33. Kivett, C.L.: Studies on dough during fermentation and over mixing. M.S. Thesis, Kansas State University, Manhattan, K.S.U.S.A(1987)[cited fromref. 29]
34. Kilborn, R.H.and Tipples, K.H.: The effect of oxidation and intermediate proof on work requirement for optimum short-process bread. Cereal. Chem., 56, 401(1979)
35. Crant, D.R.: Studies of the role of ascorbic acid in chemical dough development. I reaction of ascorbic acid with flour, water suspensions. Cereal Chem., 51, 684(1974)

**한 방울의 물, 한 등의 전기를 아껴쓰는 마음은
곧 나라를 부강하게 하는 마음입니다.**