

연질밀의 품종별 이화학적 특성 및 제품의 제조적성

임은영 · 장학길 · 박영서*
 경원대학교 식품생물공학과

Physicochemical Properties and the Product Potentiality of Soft Wheats

Eun Young Lim, Hak-Gil Chang, and Young-Seo Park*

Department of Food Science and Biotechnology, Kyungwon University

Abstract The physicochemical properties and mixograph characteristics of soft white winter (SWW) and club wheat, as well as their product potentiality, were investigated. There were no significant differences between the SWW wheat and club wheat regarding their Single Kernel Characterization System (SKCS) properties. The straight-grade flour yield, break flour yield, ash content, and milling score of the SWW wheat were similar to those of the club wheat, and the straight-grade flour yield had a significant positive correlation to the break flour yield ($r=0.805^{**}$). The Rapid Visco-Analyzer (RVA) peak viscosity and swelling volume of the SWW wheat flour were very similar to those of the club wheat flour, and there was a significant positive correlation between the RVA peak viscosity and the swelling volume ($r=0.662^{**}$). The average mixograph absorption of the SWW wheat was higher than that of the club wheat. The club wheat resulted in a higher cookie diameter than the SWW wheat, but the difference was not significant. The sponge cake volume using the SWW wheat flour was higher than that with the club wheat flour. In addition, there was a significant correlation between the cookie diameter and the sponge cake volume ($r=0.745^{**}$).

Key words: soft white wheat, club wheat, cookie, sponge cake

서 론

밀의 용도는 다양하고 용도별 품질기준이 까다롭게 분화되어 있다. 미국에서 밀은 *Triticum aestivum* L.(보통밀), *T. Compactum* Host(club 밀) 및 *T. durum* Desf.(듀럼밀)의 3종으로 분류하고 있으며, 이들 밀은 품질적 특성이 다르기 때문에 그 용도도 다르다(1).

보통밀은 미국 밀 생산량의 92%를 차지하고 있으며 품질은 연질에서 경질에 이르기까지 다양한 품질특성을 갖는 품종들이 모두 있어 용도가 매우 다양하다. 즉, 보통밀은 제빵, 제과, 제면 등에 적합하도록 육성된 품종들이 많다. 듀럼밀은 전체 밀 생산량의 5.7%를 차지하고 있으며 적립계 품종은 사료용으로, 그리고 백립계 품종은 대부분 파스타 제품에 이용되고 있다. 클럽밀은 연질밀로서 보통밀 생산량에 비해 극히 적으나 최근 저단백 함량과 박력 글루텐이 요구되는 특수한 케이크와 제과에 우수성이 인정됨에 따라 그 생산량이 점차 증가하고 있다(2).

밀은 식물학적 분류 이외에 상업적 방법에 의하여 분류되기도 하는데, 상업적인 목적으로는 일반적으로 생육특성, 색깔 및 텍스처를 기준으로 분류한다. 특히 용도에 따라 제빵용인 경질밀과 제면 및 제과용인 연질밀로 구분하고 있다.

밀의 제분특성은 patent flour yield 및 break flour yield와 밀접한 관계가 있다. 특히 연질밀의 경우에는 straight-grade flour yield와 함께 break flour yield를 측정하는 것이 제분특성을 평가하는 중요한 기준이 되고 있다(3). 밀 종실의 단백질 함량을 증가시키고 그 품질을 개선하는 것은 밀의 2차 가공특성면에서 대단히 중요하다. 밀의 단백질에 대해서는 그 중요성 때문에 Pomeranz 등(1), Kasarda 등(4) 및 Reed와 Thorn(5)에 의해서 광범위하게 연구되었다.

쿠키 시스템은 기본적으로 밀가루, 설탕, 쇼트닝 및 화학 팽창제로 구성된다. 쿠키 반죽의 특성과 쿠키 제품의 텍스처 특성은 이들 주재료의 이화학적 특성과 배합비율에 따라 다르다. 따라서 이에 대한 연구는 아직도 계속되고 있음은 물론 가공방법 및 사용기구에 따른 문제점도 계속 검토되고 있다(4,6).

일반적인 쿠키는 단백질 함량이 낮고(7.0-8.5%) 점성이 낮으며(30-45° MacMichael) 퍼짐성이 좋은(8.8-9.5 cm) 특성을 가진 연질 밀가루가 가장 좋은 것으로 알려져 있다(7, 8). 그러나 스펀지 제조 시에는 같은 연질 밀가루라 하더라도 단백질 함량(9-10%)과 점성이 높으며(65-85° MacMichael) 쿠키의 퍼짐성이 낮은(7.2-8.0 cm) 밀가루를 사용하여야 제품의 구조적 특성이 좋아진다(7).

스펀지 케이크의 배합은 기본적으로 밀가루, 설탕 및 달걀로 구성되며, 스펀지 케이크의 특성은 밀 품종 및 첨가물의 이화학적 특성에 따라 다르다(9). Pierce와 Waker(10)는 스펀지 케이크 제조 시 자당 지방산 ester를 첨가함으로써 부피와 제품 내부의 텍스처가 향상됨을 보고한 바 있다.

우리나라 국민의 식생활에 큰 비중을 차지하고 있는 도입 밀에 대하여 국내에서 제빵, 제면 등에 대해서는 부분적으로 연구된 바 있으나 쿠키와 스펀지 케이크에 대한 연구는 아주 제한

*Corresponding author: Young-Seo Park, Associate Professor, Department of Food Science and Biotechnology, Kyungwon University, San 65, Bokjeong-dong, Sujeong-gu, Gyeonggi-do, Seongnam 461-701, Korea
 Tel: 82-31-750-5378
 Fax: 82-31-750-5273
 E-mail: ypark@kyungwon.ac.kr
 Received March 15, 2007; accepted May 23, 2007

적으로 검토되었을 뿐이며, 특히 club 밀에 대한 연구는 수행된 바가 없다. 따라서 본 연구에서는 도입 연질밀에 대한 이화학적 품질특성과 쿠키와 스펀지 케이크 제조적성을 조사하고 이들 특성간의 상관관계를 규명하고자 일련의 실험을 실시한 바 그 결과를 보고한다.

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용된 재료는 미국 서부 밀품질연구소(Western Wheat Quality Lab., Pullman, WA, USA)에서 분양받은 soft white winter (SWW) 밀과 club 밀로서 각각 6품종을 공시재료로 하였다(Soft white winter wheat: Basil, Albion, Eltan, Rod, Cashup, Daws. Club wheat: Hiller, Coda, Moro, Rely, Paha, Temple).

종실의 이화학적 품질특성

용적중(test weight)은 AACC Method 55-10(11)에 따라 측정하여 lbs/bu로 표시하였다. Near-infrared reflectance(NIR)에 의한 밀 종실의 경도 측정은 다음과 같이 실시하였다. 시료를 정선한 다음 12/64-inch의 round-hole sieve를 통과하고 1/12-inch의 round-hole sieve에 모아지는 밀을 공시재료로 하였다. 시료 15g을 취하여 0.5 mm screen을 사용한 Udcyclone mill로 분쇄(1g/sec)하여 균일성을 갖도록 잘 혼합한 다음 NIR(Technicon InfraAnalyzer 400, Technicon, Tarrytown, NY, USA)로 측정하여 NIR 경도값으로 표시하였다(AACC Method 39-70A, 11). 종실분석은 각 품종별로 종실 300개를 취하여 Single Kernel Characterization System(SKCS Model 4100, Perten Instruments, Springfield, IL, USA)을 이용하여 종실의 경도, 크기 및 무게를 측정하였다(12). 종실 및 밀가루의 단백질 함량은 AACC Method 46-30(11)에 따라서 combustion 방법으로 측정하여 종실은 12% moisture basis (m.b.)로, 밀가루는 14% m.b.로 환산하여 표시하였다.

제분특성

공시된 모든 재료는 Buhler laboratory mill(Model MLU202, Buhler Bros., Inc., Uzwil, Switzerland)을 이용하여 AACC Method 26-31(11)에 따라 제분하였다. 즉, 정선된 밀은 수분함량이 14%가 되도록 물을 첨가하여 16시간 동안 방치한 후 제분하기 15-20분전에 다시 0.5%의 물을 첨가하여 제분하였다. 이때 공급속도는 100 g/min으로 조정하였으며 제분 수율은 straight-grade flour로 표시하였다. Break flour yield는 제분기의 break rolls를 통과한 것만을 모아서 전체 제분 수율의 무게 비율로 표시하였으며, 제분평점(milling score)은 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{Milling score} = 100 - [(80 - \text{flour yield}) + 50(\text{flour ash} - 0.30) + 0.48(\text{milling time} - 12.5) + 0.5(65 - \text{percent long patent}) + 0.5(16 - \text{first tempering moisture})]$$

밀가루의 회분 함량은 AACC Method 08-01에 따라서 시료 4g을 평량하여 550°C의 회화로에서 15시간 회화시킨 후 방냉하여 무게를 측정 후 표시하였다(11).

호화특성

밀가루 팽창부피(flour swelling volume)는 Western Wheat Quality Laboratory 방법(13)에 따라서 밀가루 0.45 g(d.b.)에 12.5 mL의 물을 첨가하여 잘 분산시킨 후 92.5°C의 항온수조에서 30분간 회전시키면서 가온하였다. 다음에 얼음수조에 급냉시킨 후

25°C에서 5분간 방치하여 실온으로 유지시켰다. 이어서 15분간 1,000 × g로 원심분리시켜 침전된 전분의 높이(mm)를 측정하여 다음 식에 의해 mL/g으로 표시하였다.

$$\text{Flour swelling volume (mL/g)} = (\text{mm} \times 1.52) - 0.30 \text{ mL/0.45 g}$$

밀가루의 점도측정은 Rapid Visco Analyzer(RVA, Model 3d, Newport Scientific, Narrabeen, N.S.W., Australia)를 이용하여 측정하였다. 즉, 시료 4.0g을 정확히 평량하여 점도 측정용 용기에 넣고 증류수 25.0 mL를 첨가하여 현탁액을 만든 후 RVA에 고정시켜 95°C에서 최고점도(peak viscosity)를 측정하여 centipoise × 12로 표시하였다.

Mixograph 특성

Mixograph 특성은 AACC Method 54-40A(11)에 따라서 10-g mixograph(National Mfg. Co., Lincoln, NE, USA)를 사용하여 각 품종별 밀가루의 최적 수분흡수율을 구하여 14% m.b.로 환산하여 최적 수분 흡수율을 구하였다. Mixograph type은 mixograph reference chart에 따라서 표시하였다.

Sugar-snap 쿠키의 제조특성

본 실험에 사용한 sugar-snap 쿠키의 배합(Table 1) 및 제조방법은 AACC Method 10-52을 다소 변형한 Western Wheat Quality Laboratory 방법(13,14)에 따라 실시하였다.

Cream mass는 AACC Method(11)에 따라서 설탕, 탈지건조우유 및 sodium bicarbonate를 함께 체질하여 혼합기(Hobart N-50, with the fat beater)에 옮긴 후 쇼트닝과 유화제를 첨가하고 저속에서 30초, 중속에서 2분 30초, 고속에서 4분간 혼합한 후 scraping한 다음 고속에서 2분간 혼합하여 제조하였다. Cream mass 37.6g를 cookie dough mixing bowl(National cookie dough micromixer, with head speed of 172 rpm and special cookie dough bowl)에 넣고 A-용액(82.02 g NaHCO₃ for 1 L) 5.0 mL, B-용액(54.14 g NH₄Cl, 20.86 g NaCl for 1 L) 5 mL를 첨가하여 3분간 혼합하였다. 다음에 밀가루 40g을 첨가하여 10초간 혼합한 다음 혼합기와 bowl pin의 반죽을 scraping하였다. 다시 5초간 혼합, scraping하고 1회 반복한 후 5초간 혼합하여 반죽을 종료하였다. 반죽을 가볍게 등글리기를 한 후 2개로 나누어 쿠키 sheeter (303-H14 aluminum alloy, 2.0 mm thickness, size 30.5 × 40.6 cm)에서 sheeting을 하고 쿠키 cutter(60 mm inside diameter)로 자른 후 즉시 205°C의 oven에서 10분간 구웠다. 구워진 쿠키는 실온에서 30분간 방치한 후 쿠키 spread를 측정하고 쿠키 top grain (islanding pattern, 가장 좋은 것 10-가장 불량한 것 1)을 평가하였다.

Table 1. Sugar-snap cookie formula

Ingredients	% (flour basis)
Flour, 14% moisture basis	100
Sugar, only throughs 600 μm-opening sieve	60
Shortening, hydrogenated	30
Nonfat dry milk, throughs 589 μm-opening sieve	3
Sodium bicarbonate	1.0
Emulsifier	0.24
Sodium bicarbonate (in solution A)	1.0
Ammonium chloride (NH ₄ Cl) (in solution B)	0.68
Sodium chloride (NaCl) (in solution B)	0.26
Deionized water	26

스펀지 케이크의 제조 및 특성

스펀지 케이크의 배합비는 밀가루 100%, 설탕 100%, 달걀 100% 및 증류수 40%로서 달걀 700 g을 혼합 bowl에 넣고 2분간 낮은 속도에서 혼합한 다음 설탕(fine-granulated sucrose) 700 g을 첨가하였다. 스펀지 케이크의 제조는 달걀의 기포성을 향상시키고 설탕의 용해성을 증가시키며 제품의 부피를 크게 하기 위하여 53°C의 물로 중탕하여 혼합 bowl을 40°C로 유지시키는 hot mixing method를 사용하였다(2,9). 즉, 스펀지 케이크 batter는 저속에서 30초, 고속에서 8분 동안 혼합한 다음, 증류수 140 mL을 첨가하여 2분 동안 혼합하고, 저속에서 30초간 혼합하여 cream mass(egg-sugar batter)를 만들었다.

Cream mass 240 g을 bowl에 옮기고 시료(밀가루, 조 분말이 첨가된 밀가루) 100 g을 첨가한 다음, 나무스푼으로 40회 천천히 혼합한 후, 다시 40회 빠르게 혼합한 케이크 batter를 케이크 pan(내부 지름, 14.8 cm; 깊이 6.9 cm; 내부 부피, 1260 mL)에 330 g 넣고, 180°C에서 30분간 baking하였다. 스펀지 케이크 평점은 부피, 텍스처, 모양 및 기공 등을 종합하여 평가하였다.

통계분석은 Statistical Analysis System(SAS) 통계 package를 사용하여 Duncan's multiple range 값과 상관관계를 구하여 각 측정치들 간의 관계를 검토하였다.

결과 및 고찰

종실특성

밀의 품질을 표시하는 가장 단순한 방법은 용적중과 종실의 경도이다. 일반적으로 용적중은 종실의 충실도와 관련된 것으로 종실의 크기에는 영향을 받지 않으나 종실의 형태, 종실의 밀도 등에 영향을 받으며, 밀도는 종실의 구조, 화학적 조성 등에 의하여 결정된다(15).

공시된 밀 품종별 용적중과 near-infrared reflectance(NIR) 경도를 측정된 결과는 Table 2에서 보는 바와 같다. Soft white winter(SWW) 밀과 club 밀의 용적중은 각각 61.6-63.0 lbs/bu, 61.0-

63.9 lbs/bu로서 밀의 종류나 품종간에 유의성이 없었다. NIR 경도는 club 밀이 SWW 밀보다 다소 높은 경향을 보였으나 품종간에 차이가 컸다. 용적중은 제분 수율을 알 수 있는 개략적인 척도가 되므로 모든 밀의 등급 규격에 이용되는 중요한 인자이다. Halverson과 Zeleny(15)는 용적중과 제분 수율은 높은 상관에 있으나 용적중으로서 신뢰할 수 있는 제분 수율을 예측하기는 어렵다고 보고하였는데, 이는 유전적 품질특성인 용적중은 껍질부분을 포함하고 있으므로 용적중 자체가 제분 수율의 차이를 의미하는 것이 아니라고 밝혔다.

한편 Single Kernel Characterization System(SKCS)에 의한 종실의 특성을 보면, SKCS 경도는 SWW 밀이 평균 35.5, club 밀이 37.8로서 큰 차이는 없었으나 품종간의 차이는 비교적 컸다. 종실의 무게는 SWW 밀과 club 밀이 각각 38.3-44.9 mg, 36.1-43.1 mg으로서 유의성이 적었으며, 종실의 크기도 SWW 밀과 club 밀이 평균치가 각각 2.7 mm, 2.6 mm로서 차이를 보이지 않았다.

제분특성

실험 제분의 목적은 각 밀 품종별 제분특성에 대한 평가와 제분생산 등을 통하여 밀의 품질을 평가하기 위한 밀가루를 생산하는데 있다. Table 3은 SWW 밀과 club 밀에 대한 straight-grade flour yield, break flour yield, 밀가루의 회분 함량 및 제분평점에 대한 제분특성을 종합적으로 검토한 것이다.

Straight-grade flour yield는 SWW 밀이 68.8-71.6%(평균 69.6%), club 밀이 69.7-71.9%(평균 70.5%)로서 유의적인 차이가 없었고, break flour yield도 SWW 밀이 평균 52.1%, club 밀이 52.9%로서 유의적인 차이가 없었다. 이와 같은 현상은 밀가루의 회분 함량과 제분평점에서도 볼 수 있었다. 즉, SWW 밀과 club 밀의 평균 회분함량과 제분평점은 각각 0.37%, 0.40% 및 87.7, 86.9로서 밀의 종류 및 품종별로 거의 차이가 없는 것을 볼 수 있었다. 이와 같은 사실은 선발된 공시재료의 품종 자체가 변이가 적었기 때문인 것으로 생각된다.

한편 밀 종실과 밀가루의 단백질 함량을 보면 Table 4와 같이

Table 2. Varietal differences of test weight, near-infrared reflectance (NIR) hardness and Single Kernel Characterization System (SKCS)

Class and variety	Test weight (lbs/bu)	NIR hardness value	Single Kernel Characterization System ¹⁾		
			Kernel hardness value	Kernel weight (mg)	Kernel size (mm)
Soft white winter					
Basin	63.0 ± 0.49 ^{ab2)}	19.5 ± 2.12 ^{abc}	38.0 ± 2.19 ^c	38.1 ± 0.21 ^{ab}	2.6 ± 0.07 ^a
Albion	62.6 ± 0.14 ^{ab}	15.0 ± 1.41 ^a	40.0 ± 3.96 ^c	41.5 ± 5.59 ^{abc}	2.7 ± 0.28 ^a
Eltan	61.9 ± 0.35 ^{ab}	17.5 ± 0.71 ^{ab}	19.8 ± 4.24 ^a	38.3 ± 4.45 ^{ab}	2.4 ± 0.28 ^a
Rod	61.6 ± 0.28 ^{ab}	28.0 ± 1.41 ^{de}	40.6 ± 0.14 ^c	42.3 ± 0.21 ^{bc}	2.8 ± 0.07 ^a
Cashup	62.8 ± 0.49 ^{ab}	23.0 ± 1.41 ^{cd}	37.9 ± 0.14 ^c	40.6 ± 1.13 ^{abc}	2.7 ± 0.07 ^a
Daws	62.6 ± 0.85 ^{ab}	30.5 ± 0.71 ^e	36.9 ± 3.46 ^c	44.9 ± 2.12 ^c	2.9 ± 0.14 ^a
Mean	62.4	22.3	35.5	41.0	2.7
Club					
Hiller	61.0 ± 2.19 ^{ab}	21.0 ± 4.24 ^{ab}	29.0 ± 2.97 ^b	38.8 ± 0.00 ^{ab}	2.6 ± 0.01 ^a
Coda	63.9 ± 0.78 ^b	27.5 ± 0.71 ^{de}	49.4 ± 2.05 ^d	39.7 ± 1.84 ^{abc}	2.6 ± 0.28 ^a
Moro	61.9 ± 2.12 ^{ab}	29.5 ± 3.54 ^e	31.1 ± 1.06 ^b	36.1 ± 3.25 ^a	2.5 ± 0.42 ^a
Rely	63.5 ± 0.64 ^b	26.5 ± 2.12 ^{de}	37.7 ± 0.78 ^c	43.1 ± 0.64 ^{bc}	2.7 ± 0.21 ^a
Paha	62.1 ± 0.28 ^{ab}	28.5 ± 2.12 ^e	38.2 ± 1.98 ^c	37.1 ± 0.07 ^{ab}	2.5 ± 0.07 ^a
Temple	63.6 ± 0.64 ^b	29.5 ± 2.12 ^e	41.6 ± 0.99 ^c	43.0 ± 1.34 ^{bc}	2.7 ± 0.07 ^a
Mean	62.7	27.1	37.8	39.6	2.6

¹⁾300 kernels are individually analyzed using a Single Kernel Characterization System (SKCS). The mean and standard deviation from the 300 kernel samples are reported.

²⁾Mean with the same superscript in a column are not significantly different ($p < 0.05$).

Table 3. Milling properties of the wheat varieties

Cultivars	Straight-grade flour yield (%)	Break flour yield (%)	Flour ¹⁾ ash (%)	Milling score
Soft white winter				
Basin	68.9 ± 2.90 ²⁾	51.8 ± 2.12 ^a	0.3 ± 0.01 ^a	87.8 ± 2.76 ^{ab}
Albion	68.8 ± 0.71 ^a	50.6 ± 0.01 ^a	0.3 ± 0.04 ^a	87.0 ± 0.41 ^{ab}
Eltan	69.4 ± 1.27 ^a	53.3 ± 2.93 ^a	0.4 ± 0.05 ^{ab}	86.3 ± 1.48 ^a
Rod	71.6 ± 1.06 ^a	53.5 ± 0.49 ^a	0.4 ± 0.02 ^{ab}	90.0 ± 0.49 ^b
Cashup	69.2 ± 0.49 ^a	51.7 ± 0.57 ^a	0.4 ± 0.01 ^{ab}	86.9 ± 1.56 ^{ab}
Daws	69.7 ± 1.06 ^a	51.4 ± 0.35 ^a	0.4 ± 0.01 ^{ab}	87.9 ± 1.77 ^{ab}
Mean	69.6	52.1	0.37	87.7
Club				
Hiller	71.0 ± 3.18 ^a	54.3 ± 4.31 ^a	0.4 ± 0.05 ^{ab}	88.3 ± 0.92 ^{ab}
Coda	69.8 ± 0.64 ^a	50.6 ± 0.71 ^a	0.4 ± 0.01 ^{ab}	85.8 ± 0.07 ^a
Moro	70.9 ± 1.41 ^a	53.5 ± 3.32 ^a	0.4 ± 0.05 ^{ab}	86.9 ± 1.34 ^{ab}
Rely	69.9 ± 0.49 ^a	52.7 ± 1.63 ^a	0.4 ± 0.01 ^{ab}	87.2 ± 1.48 ^{ab}
Paha	71.9 ± 0.78 ^a	55.5 ± 0.78 ^a	0.4 ± 0.01 ^{ab}	86.2 ± 1.41 ^a
Temple	69.7 ± 0.42 ^a	50.9 ± 0.64 ^a	0.4 ± 0.03 ^{ab}	87.0 ± 1.20 ^{ab}
Mean	70.5	52.9	0.40	86.9

¹⁾Percentage by weight, corrected to 14% moisture basis.

²⁾Mean with the same superscript in a column are not significantly different ($p < 0.05$).

Table 4. Protein content of the wheat and flours

Cultivars	Wheat ¹⁾ protein (%)	Flour ²⁾ protein (%)
Soft white winter		
Basin	11.4 ± 0.07 ³⁾	10.1 ± 0.14 ^d
Albion	10.2 ± 0.21 ^{bcd}	8.9 ± 0.07 ^c
Eltan	9.2 ± 0.49 ^{abc}	7.6 ± 0.01 ^b
Rod	8.3 ± 0.01 ^a	7.5 ± 0.14 ^b
Cashup	10.5 ± 0.57 ^{cd}	9.4 ± 0.42 ^{cd}
Daws	10.4 ± 0.49 ^{cd}	9.1 ± 0.35 ^c
Mean	10.0	8.8
Club		
Hiller	8.3 ± 1.63 ^a	6.7 ± 0.85 ^a
Coda	9.2 ± 0.28 ^{abc}	7.6 ± 0.21 ^b
Moro	8.8 ± 0.07 ^{ab}	7.5 ± 0.21 ^b
Rely	8.8 ± 0.01 ^{ab}	7.2 ± 0.28 ^{ab}
Paha	8.5 ± 0.49 ^a	7.0 ± 0.14 ^{ab}
Temple	9.4 ± 0.35 ^{abc}	7.8 ± 0.14 ^{ab}
Mean	8.8	8.6

¹⁾Percentage by weight, corrected to 12% moisture basis.

²⁾Percentage by weight, corrected to 14% moisture basis.

³⁾Mean with the same superscript in a column are not significantly different ($p < 0.05$).

밀 종류나 품종에 따라서 상당한 차이가 있는 것을 볼 수 있다. 즉, 종실의 단백질 함량은 SWW 밀이 8.3-11.4%(평균 10.0%), club 밀이 8.5-9.4%(평균 8.8%)로서 SWW 밀이 club 밀보다 높았으며, 특히 SWW 밀은 품종간에 차이가 컸다. 그러나 밀가루의 단백질 함량은 SWW 밀이 평균 8.8%, club 밀이 8.6%로서 밀 종류별 차이가 크지 않았다.

제분 특성간의 관계를 보면 Fig. 1에서 보는 바와 같이 straight-grade flour yield와 break flour yield는 고도의 정의 상관($r =$

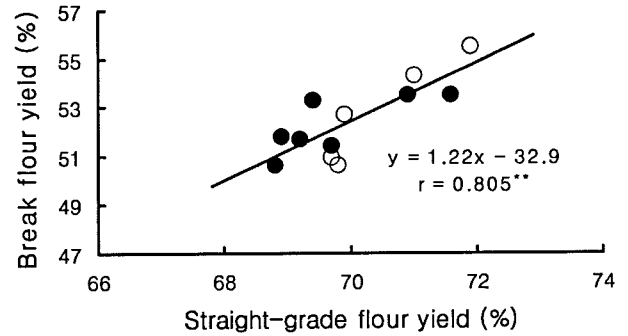


Fig. 1. Relationship between straight-grade flour yield and break flour yield determined in 12 wheat cultivars. ●; soft white winter wheat, ○; club wheat.

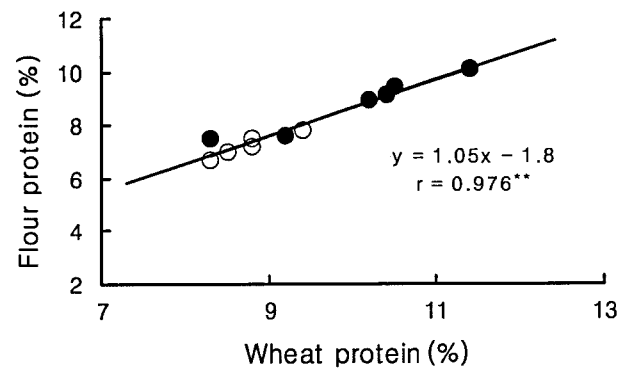


Fig. 2. Relationship between wheat kernel and flour protein content determined in 12 wheat cultivars. ●; soft white winter wheat, ○; club wheat.

0.805**)이 있었다. 즉, 전체 제분 수율이 증가함에 따라서 break flour yield나 제분평점이 증가함을 알 수 있다. 밀가루의 회분 함량은 제분 수율을 제한시키는 요인이 되고 있는데, Lee 등(14)은 밀가루의 회분 함량과 straight-grade flour yield 및 break flour yield와는 부의 상관성이 있다고 보고한 바 있다. 밀의 제분 수율과 회분과의 관계를 나타낸 회분곡선을 보면, 제분 수율이 70% 될 때까지는 회분함량의 증가가 완만하나 제분수율 70%에서 80%까지는 증가폭이 커지면서 제분 수율이 80%를 넘어서면서 급격하게 증가함을 볼 수 있는데, 이것은 밀 배유의 전형적인 조성이 전분 70%, 단백질 12% 정도를 함유하고 있을 뿐만 아니라 표피에 회분 함량이 높기 때문이라고 밝히고 있다(16).

한편 종실과 밀가루의 단백질 함량은 Fig. 2에서 보는 바와 같이 고도의 정의 상관($r = 0.976$ **)이 있었다.

호화특성

초기에는 밀의 수발아 정도를 측정하기 위하여 개발되어 많이 이용되고 있는 Rapid Visco-Analyzer(RVA)가 최근에는 밀가루 또는 전분의 호화특성을 측정하는 등 여러 가지 용도로 이용되고 있다(17,18). 즉, RVA는 Brabender amylograph/viscograph와 비교하여 보면 시료량이 적고(밀가루, 전분 3-4 g) 측정시간이 짧으며 컴퓨터에 의해 측정치가 직접적으로 기록된다는 것이 가장 큰 장점이다. Table 5에는 공시 밀가루의 팽창부피와 RVA 최고점도를 나타내었다. 팽창부피를 보면, SWW 밀은 21.0-28.0 mL/g(평균 23.0 mL/g), club 밀은 22.2-26.0 mL/g(평균 23.6 mL/g)로서 밀 종류별로 거의 차이가 없었다. RVA 최고점도는 SWW 밀이 144.5-

Table 5. Flour swelling volume and Rapid Visco Analyzer (RVA) peak viscosity of the wheat flours

Cultivars	Flour swelling volume (mL/g)	RVA peak viscosity (cP × 12)
Soft white winter		
Basin	21.0 ± 1.48 ^{a1)}	160.0 ± 28.28 ^{abc}
Albion	22.1 ± 1.06 ^a	150.5 ± 4.95 ^{abc}
Eltan	28.0 ± 0.01 ^c	221.0 ± 0.01 ^d
Rod	22.8 ± 1.06 ^{ab}	144.5 ± 3.54 ^{ab}
Cashup	22.6 ± 0.64 ^a	167.0 ± 25.46 ^{bc}
Daws	21.7 ± 1.27 ^a	185.0 ± 26.87 ^c
Mean	23.0	171.3
Club		
Hiller	23.2 ± 0.49 ^{ab}	128.0 ± 18.38 ^a
Coda	22.7 ± 0.49 ^a	172.0 ± 11.31 ^{bc}
Moro	24.3 ± 0.78 ^{ab}	173.5 ± 7.78 ^{bc}
Rely	26.0 ± 3.82 ^{bc}	254.5 ± 6.36 ^d
Paha	23.2 ± 0.21 ^{ab}	127.5 ± 3.54 ^a
Temple	22.2 ± 0.49 ^a	166.0 ± 5.66 ^{bc}
Mean	23.6	170.3

¹⁾Mean with the same superscript in a column are not significantly different ($p < 0.05$).

Table 6. Mixograph properties of the wheat flours

Class and variety	Mixograph ¹⁾ absorption (%)	Mixograph type
Soft white winter		
Basin	53.6 ± 0.28 ^{b2)}	2M
Albion	52.5 ± 0.57 ^b	2M-2L
Eltan	53.7 ± 0.85 ^b	6L-3L
Rod	51.7 ± 0.28 ^b	2L
Cashup	53.0 ± 0.92 ^b	2M-3L
Daws	52.8 ± 0.28 ^b	4L-1L
Mean	52.9	
Club		
Hiller	51.2 ± 1.84 ^b	1L-3L
Coda	50.2 ± 0.71 ^b	2L
Moro	50.1 ± 0.78 ^b	2M-3L
Rely	49.5 ± 1.13 ^b	2L
Paha	44.8 ± 6.79 ^b	1L-2L
Temple	50.0 ± 0.28 ^b	1L-2L
Mean	49.3	

¹⁾Percentage by weight, corrected to 14% moisture basis.

²⁾Mean with the same superscript in a column are not significantly different ($p < 0.05$).

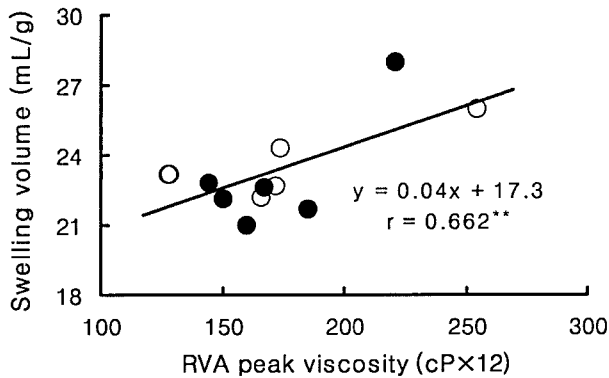


Fig. 3. Relationship between Rapid Visco Analyzer (RVA) peak viscosity and swelling volume determined in 12 wheat varieties. ●; soft white winter wheat, ○; club wheat.

221.0 unit(평균 171.3 unit), club 밀은 127.5-254.5 unit(평균 170.3 unit)로서 품종간의 변이도 적었다. 밀가루 또는 전분의 호화특성은 반죽의 점성과 직접적인 관계가 있다. 아울러 반죽의 점성은 쿠키 퍼짐성 즉, 쿠키 직경과 깊은 관계가 있는데, Miller와 Hosney(19)의 연구 결과에 따르면 쿠키 직경과 반죽의 점성과는 $r = -0.796^{**}$ 의 고도의 부의 상관관이 있음을 밝혔으며, Finney (20)도 밀가루 전분의 특성 중 점성의 정도는 각 품종이 갖는 유전적 특성이라고 보고한 바 있다. RVA 최고점도와 팽창부피는 고도의 정의 상관($r = 0.662^{**}$)이 있었다(Fig. 3). 이와 관련한 연구 결과를 보면, Konik 등(21)은 팽창부피와 밀가루의 전분함량과는 고도의 정의 상관($r = 0.69^{**}$)이 있음을 밝혔으며, Crosbie(22)는 13 품종의 Australian 밀가루에서 분리한 전분에 있어서 92.5°C에서의 팽창력과 amylograph 최고점도 간에는 고도의 정의 상관($r = 0.80^{**}$ - 0.84^{**})이 있음을 보고한 바 있다.

Mixograph 특성

공시된 밀 종류 및 품종별 mixograph 흡수율과 type을 보면 Table 6과 같다. Mixograph 흡수율은 SWW 밀이 51.7-53.7%(평균 52.9%), club 밀이 44.8-51.2%(평균 49.3%)으로서 SWW 밀이 평균 3.6%가 높았다. SWW 밀과 club 밀이 2M 이하로서 전형적인 연질밀의 특성을 보였다. 밀가루의 반죽특성은 수화된 글루텐 형성 단백질인 glutenin과 gliadin에 의하여 결정되는 것으로 밀가루에 물이 첨가되고 기계적 에너지가 가해지면 글루텐을 형성하여 집탄성과 신전성 등을 갖게 되는 것이다. 그러나 쿠키 반죽의 경우 반죽에 의해 글루텐이 형성되면 쿠키 baking시 퍼짐성이 감소되고 단단한 쿠키가 만들어진다(23). 따라서 Finney등(24)은 sugar-snap 쿠키 반죽은 짧은 시간 내에 반죽이 끝낼 수 있도록 처리하여야 된다고 밝혔다.

쿠키 및 스펀지 케이크의 제조특성

쿠키 제조 시 밀가루의 선택은 쿠키 품질을 결정하는 중요한 요소가 된다. 일반적으로 단백질 함량이 낮고 점성이 낮은 밀가루가 좋은 쿠키 spread factor를 갖게 되며 케이크의 경우에는 부피가 증가된다(25).

본 연구에 공시된 재료의 sugar-snap 쿠키의 직경과 쿠키 top grain score 및 스펀지 케이크의 부피와 케이크 score를 보면 Table 7과 같다. 쿠키 직경을 보면 club 밀이 9.3-9.6 cm(평균 9.5 cm), SWW 밀이 8.8-9.3 cm(평균 9.1 cm)로서 club 밀이 SWW 밀에 비하여 평균 0.4cm가 더 컸으나 유의적인 차이는 크지 않았다. 쿠키 top grain score도 club 밀이 평균 7.2로서 SWW 밀의 6.7에 비해 높은 것으로 보아 쿠키 제조적성은 club 밀이 SWW 밀보다 우수한 것으로 생각되나 통계적인 유의성은 없었다.

한편, 스펀지 케이크의 부피와 케이크 score를 보면 부피는 SWW 밀이 평균 1,231 cc, club 밀이 1,275 cc로서 SWW 밀이 44 cc 정도 컸으나 케이크 score는 오히려 club 밀이 높은 경향을 보

Table 7. Cookie and sponge cake-making characteristics of the wheat flours

Class and variety	Cookie		Sponge cake	
	Diameter (cm)	Top grain ¹⁾ score	Volume (cc)	Cake ²⁾ score
Soft white winter				
Basin	9.1 ± 0.18 ^{c3)}	6.0 ± 0.01 ^a	1,218 ± 17.7 ^{a1)}	63.0 ± 1.41 ^a
Albion	9.0 ± 0.14 ^{ab}	6.5 ± 0.71 ^a	1,225 ± 7.1 ^{ab}	70.5 ± 0.71 ^{ab}
Eltan	9.3 ± 0.23 ^{bc}	7.0 ± 1.41 ^a	1,310 ± 14.1 ^d	76.0 ± 0.01 ^{ef}
Rod	9.3 ± 0.04 ^{bc}	7.5 ± 0.71 ^a	1,230 ± 7.1 ^{ab}	72.0 ± 0.01 ^{bcd}
Cashup	9.1 ± 0.21 ^b	7.0 ± 0.01 ^a	1,205 ± 28.3 ^a	68.5 ± 2.12 ^a
Daws	8.8 ± 0.12 ^a	6.0 ± 0.01 ^a	1,195 ± 28.3 ^a	71.0 ± 2.83 ^{abc}
Mean	9.1	6.7	1,231	71.0
Club				
Hiller	9.5 ± 0.04 ^c	8.0 ± 0.01 ^a	1,243 ± 3.5 ^{abc}	73.0 ± 1.41 ^{bode}
Coda	9.3 ± 0.11 ^{bc}	6.0 ± 1.41 ^a	1,283 ± 24.8 ^{cd}	73.5 ± 0.71 ^{bdef}
Moro	9.6 ± 0.18 ^c	7.5 ± 0.71 ^a	1,280 ± 21.2 ^{cd}	74.5 ± 0.71 ^{def}
Rely	9.5 ± 0.02 ^c	7.5 ± 0.71 ^a	1,283 ± 24.8 ^{cd}	74.0 ± 0.01 ^{cdef}
Paha	9.5 ± 0.03 ^c	7.0 ± 1.41 ^a	1,290 ± 7.1 ^{cd}	76.5 ± 0.71 ^f
Temple	9.5 ± 0.01 ^c	7.0 ± 0.01 ^a	1,268 ± 31.8 ^{bcd}	73.0 ± 1.41 ^{bode}
Mean	9.5	7.2	1,275	74.1

¹⁾A visual evaluation score describing the top grain of the sugar snap cookie. Range of 0 to 10, with 10 being the best.

²⁾Additive score of texture, volume, external factors and crumb grain. The standard flour produces a cake with a score equal to 80.

³⁾Mean with the same superscript in a column are not significantly different ($p < 0.05$).

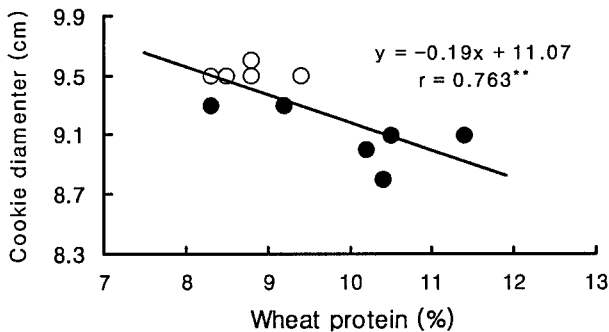


Fig. 4. Relationship between cookie diameter and wheat protein determined in 12 wheat varieties. ●; soft white winter wheat, ○; club wheat.

였다. 이와 같은 결과로 미루어 보아 SWW 밀과 club 밀이 sugar-snap 쿠키와 스펀지 케이크 품질에 있어 그 차이가 크지 않음을 알 수 있다.

밀 종실의 단백질 함량, 쿠키 직경 및 쿠키 top grain score와의 관계를 보면 Fig. 4와 5에서 보는 바와 같이 밀 종실의 단백질 함량과 쿠키 직경과는 고도의 부의 상관($r = -0.763^{**}$)이 있었으며, 쿠키 직경과 쿠키 top grain score와 고도의 정의 상관($r = 0.712^{**}$)이 있었다. 따라서 밀 종실의 단백질 함량은 쿠키 직경과 쿠키의 품질을 결정하는 주요한 요인임을 알 수 있다(14).

스펀지 케이크의 부피와 밀 종실 및 밀가루의 단백질 함량은 각각 $r = -0.609^*$ 및 $r = -0.713^{**}$ 의 고도의 부의 상관을 보여 단백질 함량이 증가함에 따라서 부피가 감소되는 것을 볼 수 있었다. 한편, 공시재료의 쿠키와 스펀지 케이크의 특성간의 관계

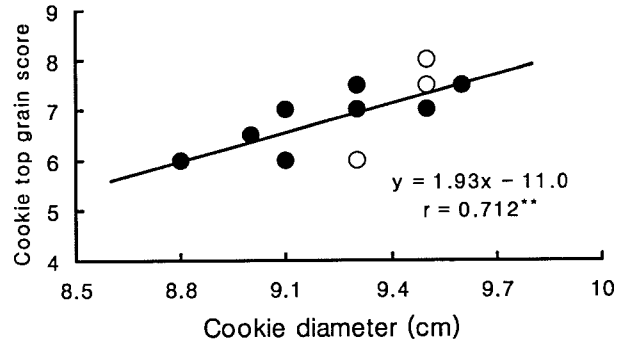


Fig. 5. Relationship between cookie diameter and cookie top grain score determined in 12 wheat varieties. ●; soft white winter wheat, ○; club wheat.

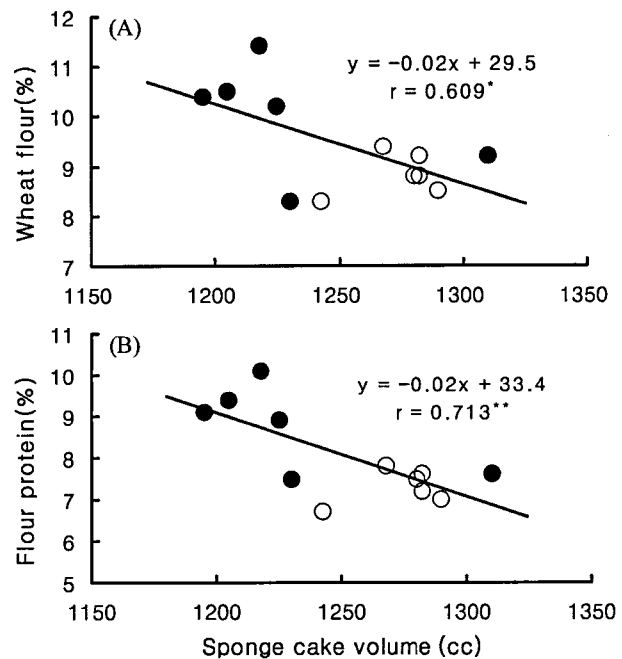


Fig. 6. Relationship among sponge cake volume, wheat protein(A) and flour protein(B) determined in 12 wheat cultivars. ●; soft white winter wheat, ○; club wheat.

Table 8. Correlation coefficient between sponge cake and cookie characteristics determined in 12 wheat varieties

Characteristics	Sponge cake characteristics	
	Cake volume	Cake score
Cookie diameter	0.745 ^{**}	0.625 [*]
Top grain score	0.317	0.321

*, **: Significant at the 5 and 1% levels probability, respectively.

를 보면 Table 8과 같이 쿠키 직경과 스펀지 케이크의 부피와 케이크 score와의 관계를 보면 각각 $r = 0.745^{**}$ 및 $r = 0.625^*$ 의 고도의 유의상관이 있어 쿠키 적성이 좋은 밀가루가 스펀지 케이크 적성도 좋은 것으로 생각된다.

Aboud 등(26)의 연구결과에 의하면 경질면(hard red)은 흡수율과 손상전분의 함량이 높았으나 단백질 함량과 쿠키 직경과는 상관이 없었으며, club 밀은 쿠키 직경은 컸으나 단백질 함량, 흡수율 및 손상전분과 낮은 상관관계가 유지되었다고 보고한 바 있

다. 그러나 Yamazaki(8)와 Lee 등(14)은 밀가루의 단백질 함량이 증가함으로써 sugar-snap 쿠키의 직경이 감소한다고 밝혔으며, 특히 Lee 등(14)은 밀가루의 단백질 함량과 쿠키 직경은 고도의 부의 상관($r = -0.695^{**}$)이 있다고 보고하였다.

한편, Finney 등(27)은 밀가루의 dextrinizing units(DU)가 증가함으로써 스펀지 케이크의 부피가 급격히 감소되었고, 스펀지 케이크 제조 시 물의 첨가량을 28%에서 40%로 증가시킴으로써 케이크의 부피가 1,280 cc에서 1,315 cc로 증가되었다고 보고한 바 있다.

요 약

연질밀인 soft white winter(SWW) 밀과 club 밀 각각 6품종을 공시재료로 하여 종실의 이화학적 품질특성, 제분특성, 호화특성, mixograph 특성 및 제품특성으로 sugar-snap 쿠키와 스펀지 케이크의 제조특성을 측정하고 이들 특성간의 상관관계를 검토하였다. Single Kernel Characterization System(SKCS)에 의한 종실의 경도, 무게 및 크기는 SWW밀과 club 밀의 평균간의 유의성은 적었으나 품종간에는 차이가 비교적 컸다. Straight-grade flour yield, break flour yield, 회분 함량 및 제분평점 등의 제분특성은 SWW 밀과 club 밀 간에 차이가 없었다. Straight-grade flour yield와 break flour yield는 고도의 정의 상관($r = 0.805^{**}$)이 있었다. SWW 밀과 club 밀의 Rapid Visco Analyzer(RVA) 최고점도와 팽창부피는 유의적인 차이가 없었으며 품종간의 변이도 적었다. RVA 최고점도와 팽창부피는 고도의 정의 상관($r = 0.662^{**}$)이 있었다.

Mixograph 흡수율은 SWW 밀이 club 밀보다 다소 높았으나 mixograph type은 2 M 이하로서 전형적인 연질의 특성을 보였다.

Club 밀의 쿠키 직경과 쿠키 top grain score는 SWW 밀보다 좋았으나 통계적인 유의성은 없었다. 스펀지 케이크의 부피는 SWW 밀보다 club 밀이 높았으나 케이크 score는 club 밀이 높은 경향을 보였다. 쿠키 직경과 스펀지 케이크의 부피는 고도의 정의 상관($r = 0.745^{**}$)이 있었다.

감사의 글

이 연구는 2006년도 경원대학교 지원에 의한 결과임.

문 헌

- Pomeranz Y. Composition and functionality of wheat-flour components. pp. 585-674. In: Wheat Chemistry and Technology. Pomeranz Y (ed). AACC, St. Paul, MN, USA (1978)
- Chang HG. Quality characteristics of sponge cakes containing various levels of millet flour. Korean J. Food Sci. Technol. 36: 952-958 (2004)
- Bode CE. The Soft Wheat Quality Laboratory. Cereal Sci. Today 4: 259-264 (1958)
- Kasarda DD, Nimmon CC, Kohler GO. Proteins and amino acid composition of wheat fractions. pp. 227-299. In: Wheat Chemistry and Technology. Pomeranz Y (ed). AACC, St. Paul, MN, USA (1978)
- Reed G, Thorn JA. Enzymes. pp. 453-491. In: Wheat Chemistry and Technology. Pomeranz Y (ed). AACC, St. Paul, MN, USA (1978)
- Wade P. Biscuits, Cookies and Crackers. Vol. 1. The principles of the craft. Elsevier Applied Science, New York, NY, USA (1988)
- Thomson LS. Flour needs for the commercial cracker process. Cereal Food World 21: 642-644 (1976)
- Yamazaki WT. AACC technical committee report: White layer cake test. Cereal Sci. Today 15: 262-268 (1970)
- Nagao S, Imai S, Sato T, Kaneko Y, Otsubo H. Quality characteristics of soft wheat and their use in Japan. 1. Methods of assessing wheat suitability for Japanese products. Cereal Chem. 53: 988-997 (1976)
- Pierce MM, Walker CE. Addition of sucrose fatty acid ester emulsifiers to sponge cake. Cereal Chem. 64: 222-225 (1987)
- AACC. Approved Methods of the AACC. 10th ed. Method 55-10, 39-70A, 26-31 08-01, 54-40A. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA (2000)
- Bettge AD, Morris CF. Relationships among grain hardness, pentosan fractions, and end-use quality of wheat. Cereal Chem. 77: 241-247 (2000)
- Morris CF, Jeffers HC, Engle DA, Baldrige ML, Patterson BS, Bettge AD, King GE, Davis B. Fifty-first annual report of the western wheat quality lab. USDA Agricultural Research Service, Pullman, WA, USA (1999)
- Lee YS, Kim JG, Won JH, Chang HG. Physicochemical properties and sugar-snap cookie making potentialities of soft wheat cultivars and lines (*Triticum aestivum* L. em Thell.). Korean J. Food Sci. Technol. 34: 846-855 (2002)
- Halverson J, Zeleny L. Criteria of wheat quality. Vol. 1, pp. 15-45. In: Wheat Chemistry and Technology. Pomeranz Y (ed). AACC, St. Paul, MN, USA (1988)
- Farrand EA, Hinton JJC. Study of relationships between wheat protein contents of two U.K. varieties and derived flour protein contents on varying extraction rates. II. Studies by hand dissection of individual grains. Cereal Chem. 51: 66-74 (1974)
- Ross AS, Walker CE, Booth RI, Orth RA, Wrigley CW. The rapid visco-analyzer; A new technique for the estimation of sprout damage. Cereal Food World 32: 827-829 (1987)
- Deffenbaugh LB, Walker CE. Comparison of starch pasting properties in the Brabender viscoamylograph and the rapid visco-analyzer. Cereal Chem. 66: 493-499 (1989)
- Miller RA, Hoseney RC. Use of elongational viscosity of estimate cookie diameter. Cereal Chem. 74: 614-616 (1997)
- Finney PL. Effect of wheat variety on the relationship between falling number and alpha amylase activity. Cereal Chem. 62: 258-262 (1985)
- Konik CM, Mikkelsen LM, Moss R, Gore PJ. Relationships between physical starch properties and yellow alkaline noodle quality. Starch 46: 292-299 (1994)
- Crosbie GB. The relationship between starch swelling properties, paste viscosity and boiled noodle quality in wheat flour. J. Cereal Sci. 13: 145-150 (1991)
- Gaines CS. Influence of chemical and physical modification of soft wheat protein on sugar-snap cookie dough consistency, cookie size, and hardness. Cereal Chem. 67: 73-77 (1990)
- Finney KF, Morris VH, Yamazaki WT. Micro versus macro cookie baking procedures for evaluating the cookie quality of wheat varieties. Cereal Chem. 26: 42-49 (1950)
- Kaldy MS, Rubenthaler GL. Milling, baking, and physical-chemical properties of selected soft white winter and spring wheat. Cereal Chem. 64: 302-307 (1987)
- Abboud AM, Rubenthaler GL, Hoseney RC. Effect of fat and sugar in sugar-snap cookies and evaluation of tests to measure cookie flour quality. Cereal Chem. 62: 124-129 (1985)
- Finney KF, Natsuaki O, Bolte LC, Mathewson PR, Pomeranz Y. Alpha-amylase in field-sprouted wheats: Its distribution and effect on Japanese-type sponge cake and related physical and chemical tests. Cereal Chem. 58: 355-359 (1981)