

밀 雜種 後期 世代에서 蛋白質 含量 및 硬,軟質의 選拔 效果

宋 賢 淑*, 李 弘 秭**

Selection Efficiency for Protein Content and Sedimentation Value in Progenies of Hybridized Wheat

Hyon Suk Song* and Hong Suk Lee**

ABSTRACT : To investigate selection efficiency for protein content and hardness in a wheat breeding program, two crosses were made between soft wheat (SW) 'Chokwang' and hard wheat (HW) 'Lancota', and between HW 'Suwon 210' and SW 'Atlas 66'. F₂ progeny lines from the crosses were separated into 4 groups as HW + high protein (HP), HW + low protein (LP), SW + HP and SW + LP by measuring protein content and sedimentation value in F₄ generation. The subsequent populations were tested for protein content, sedimentation value, mixogram pattern and bread quality. HP group selected from F₄ again had a higher protein content in F₅ generation than LP group, but there was no significant difference between two groups in F₆ generation. In sedimentation value, the significant difference was recognizable only between the groups of HW + HP and SW + LP. Plant based investigation in F₆ revealed that the distribution pattern for protein content and sedimentation value shifted from the low to high by the four groups with the order of SW + LP, HW + LP, SW + HP, HW + HP. Such a trend was most noticeable in the progenies of the cross between 'Suwon 210' and 'Atlas 66'. Mixogram pattern that shows flour characteristics differed greatly among the groups, indicating a high selection efficiency for the traits. Bread volume in F₆ of HW + HP was found to be higher than that of SW + LP, only from the cross between 'Suwon 210' and 'Atlas 66'.

최근 모든 작물에서 品質 特性들이 중요하게 다루어지고 있지만 특히 밀은 다른 곡류에 비하여 加工方法이 비교적 복잡하고 加工에 적응하는 品質의 요구가 까다로우므로 新品種 育成時 이러한 品質 特性을 세밀히 검토할 필요가 있다.

加工 適性으로 볼때 밀의 가장 중요한 品質 要

因은 蛋白質의 含量과 質이다. 일반적으로 蛋白質의 量은 栽培 環境에 의하여 크게 영향을 받으나, 蛋白質의 質은 본질적으로 遺傳的 要因의 지배하에 있는것으로 알려져 있다^{5, 11)}. 그러나 蛋白質 含量도 遺傳的으로 增大될 수 있다는 많은 연구보고가 있다. Stuber등¹⁶⁾은 밀 곡립 蛋白質의 遺傳力

* 작물시험장(Crop Experimental Station, RDA)

** 서울대학교 농업생명과학대학(College of Agriculture and Life Science, SNU) <92. 11. 25 接受>

이 0.68 내지 0.83으로 높은 편이기 때문에 個體選抜의 효과가 높다고 보고하였으며 Johnson등⁹⁾도 계산방법에 따라서 차이가 있지만 0.58~0.82로 높은 편이라고 하였고 宋¹⁵⁾은 廣義의 遺傳力은 0.65로 높은 편이나 狹義의 遺傳力은 0.39로 낮았다고 보고하였다.

蛋白質의 質의인 면을 평가하기 위하여 많이 사용되는 분석법인 沈澱價는 Hari Har Ram등⁶⁾에 의하면 交配組合에 따라서 沈澱價가 낮은쪽이 優性的의 효과를 나타내는 組合도 있으나 遺傳子의 상가적인 효과를 보이는 組合도 있어 沈澱價가 높은 品種을 選抜할 수 있고 아울러 分離 世代에서 몇번의 계속적인 選抜로 硬質 밀 育成이 가능하다고 한다.

한편 밀가루의 반죽 特性을 측정하는 방법의 하나인 Mixogram으로도 蛋白質의 量的인 면과 質의인 면을 유추해 볼 수 있는데 특히 그 Graph의 형태는 遺傳的으로 결정되는 것으로 알려져 있다^{3, 12)}.

본 시험은 蛋白質 特性의 改善을 育種 목표로 했을때 雜種 後期 世代에서의 選抜 效果를 보기 위하여 F4 世代에서 選抜한 후 그 後代에서 蛋白質 含量, 沈澱價, Mixogram 特性을 검토하고 製빵 試驗을 실시한 바 그 결과를 보고하는 바이다.

材料 및 方法

본 시험은 水原에 있는 맥류연구소 온실과 포장에서 交雜 後期世代의 選抜效果를 보기 위하여 1978년부터 1983년까지 수행하였다. 早光, 水原 210號, Atlas 66, Lancota의 4品種을 交配母本으로 하여 早光 x Lancota와 水原 210號 x Atlas 66의 2 組合을 작성하여 첫해에는 온실에서 인공교배를 실시하고 F1과 F2 種子를 생산하였다. 이용된 交配母本의 品質 特性은 표1과 같다. 2년째에는 交配母本과 F2를 포장에 10cm 간격으로 점과 재배하여 株별로 수확한 후 300株를 任意 選抜하여 F3로 넘겼다. F4 世代부터는 集團栽培 하였고 기타는 맥류연구소 표준 재배법에 따랐다. 交雜 이후의 世代 進전 과정은 그림 1에 간단히 圖示하

Table 1. Quality characteristics of crossed varieties.

Variety	Protein (%)	Sedimentation value(cc)	P.K value (min)	Remark
Chokwang	8.9	20	35	Soft
Lancota	11.2	68	118	Hard
Suwon 210	11.3	40	96	Hard
Atlas 66	14.4	53	71	Soft

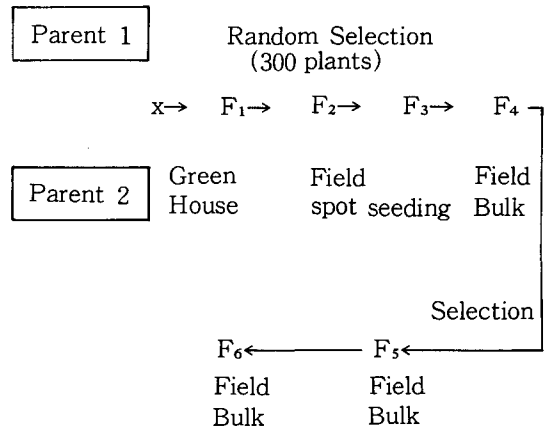


Fig. 1. Generation procedure after crossing.

였다.

品質 特性群의 분류는 主動遺傳子가 2~3개인 경우 80%이상 固定되는 世代인 F4 (種實은 F5)에서 수확된 種實의 蛋白質 含量과 沈澱價를 조사하여 그 特性에 따라서 組合별로 高蛋白質 硬質(H, H) 高蛋白質 軟質(H, S) 低蛋白質 硬質(L, H) 低蛋白質 軟質(L, S)의 4 Group 으로 구분하여 각 Group당 5集團씩 1회 選抜하였다.

F5와 F6에서 수확한 種實은 Buhler test mill로 製粉하여 蛋白質 含量, 沈澱價를 측정하고 F5에서 Mixograph, F6에서 製빵 特性을 조사하였다. 蛋白質 含量은 Semi micro kjeldahl법으로 측정하고 沈澱價와 Mixograph는 AACC법¹⁾에 준하여 검정하였다. 製빵 試驗은 Straight dough method에 의해 실시하였고⁹⁾ 빵의 부피와 비용적(빵의 부피/빵의 무게)을 조사 하였다. 또한 각 集團내의 變異를 보기 위하여 시험구의 일부를 개체별로 수확하여 蛋白質 含量 및 沈澱價를 조사하

였는데 沈澱價는 시료가 부족하여 AACC법에 정해진 시약 및 시료의 量을 절반으로 줄여서 검정한 후 측정치를 보정하였다.

結果 및 考察

1. 環境에 따른 母本 品種들의 蛋白質 含量 및 沈澱價의 변화

母本 品種들의 蛋白質 含量과 質的인 면이 栽培 環境에 따라서 어떻게 변하는가를 알아 보기 위하여 F2 식물체의 種實부터 F6世代之 種實까지 蛋白質 含量을 조사하고 F3~F6世代之 種實에 대하여 沈澱價를 조사하였다(표 2). 蛋白質 含量은 品種에 따라서 재배년도간에 2.4~4.3%의 變異를 보였으며 沈澱價는 11.5~29cc의 變異를 보였다. 여러 연구자들^{4, 5, 9)}이 지적했듯이 蛋白質 含量, 沈澱價 2가지 形質 모두 栽培環境에 의한 變異가 컸다. 그러나 蛋白質의 量은 재배년도에 따라서 높고 낮은 品種간에 차이의 크기는 다르지만 순위는 같았으며, 沈澱價도 硬質 品種이 軟質 品種에 비해 재배년도에 관계없이 높은 값을 보였다. 張등⁴⁾은 蛋白質 含量은 環境變化에 따라서 일정하게 변화되고 沈澱價는 硬質 品種이 軟質 品種보다 環境의 영향을 크게 받았다고 하였는데 본 시험에서도 그와 유사한 결과를 나타내었다.

2. 蛋白質의 量

蛋白質 含量은 F5 에서는 평균치로 보아 高蛋白 Group과 低蛋白 Group간에 뚜렷한 차이가 있

었으며 특히 水原 210號 x Atlas 66 組合에서 더 명확했다. F6 世代에서는 전체적으로 F5 에 비해 蛋白質 含量이 2% 정도 낮았으며, 低蛋白 Group과 高蛋白 Group과의 차이도 0.5% 정도로 아주 작았다(표 3). 그리고 동일 Group내의 集團간의 變異도 심했다.

世代간의 관계에 있어서 早光 x Lancota 組合은 世代간의 상관인 인정되지 않았으나, 水原 210號 x Atlas 66 組合은 F4 와 F5, F4 와 F6 世代간에는 고도의 正의 상관인 있었고 F5 와 F6 간에는 상관인 없었다(표 4). 따라서 水原 210號 x Atlas 66 組合은 蛋白質 含量의 選抜이 유효한 경향을 보였으나 早光 x Lancota 組合은 蛋白質 含量의 選抜 效果가 없다고 인정되었다. 이는 蛋白質 含量에 미치는 재배환경의 영향이 큰것에도 원인인

Table 3. The mean of protein content and sedimentation value with the bulks.

Group	Protein content (%)		Sedimentation value (cc)	
	F ₅	F ₆	F ₅	F ₆
Chokwang x Lancota				
High protein, Hard	11.9	9.6	48.0	49.5
High protein, Soft	12.1	9.7	42.5	44.9
Low protein, Hard	11.2	9.0	42.0	43.7
Low protein, Soft	10.8	9.3	36.0	42.0
Suwon 210 x Atlas 66				
High protein, Hard	13.4	10.5	54.5	53.8
High protein, Soft	13.1	10.6	44.0	50.5
Low protein, Hard	12.1	9.7	48.5	49.1
Low protein, Soft	12.3	10.0	44.5	46.0

Table 2. Variation of protein content and sedimentation value of parent varieties under different crop years.

Varieties	1st year			2nd year		3rd year		4th year		5th year		Mean	
	Protein content (%)	Protein content (%)	Sed. value (cc)	Protein content (%)	Sed. value (cc)	Protein content (%)	Sed. value (cc)	Protein content (%)	Sed. value (cc)	Protein content (%)	Sed. value (cc)	Protein content (%)	Sed. value (cc)
Chokwang	11.6	10.3	35.5	11.6	26.0	11.1	35.0	9.2	37.5	10.8	33.5		
Lancota	13.3	13.4	49.5	12.3	29.0	11.8	50.0	9.3	48.5	12.0	44.3		
Suwon 210	15.2	13.2	47.0	14.8	32.5	14.3	57.0	10.5	61.5	13.6	49.5		
Atlas 66	13.8	14.9	42.0	13.2	29.5	12.9	38.0	9.7	45.5	12.9	38.8		

* Sed. : Sedimentation

Table 4. Correlations among generations for protein content.

Cross combinations		F ₄	F ₅
Chokwang × Lancota	F ₅	0.3654	
	F ₆	0.1654	0.3979
Suwon 210 × Atlas 66	F ₅	0.6236**	
	F ₆	0.4363*	0.2704

있지만, 母本과 父本의 蛋白質 含量差가 적은데 기인된 것으로 보였다(표 2).

그림 2는 각 Group의 일부를 遺傳的으로 거의 고정된 世代인 F₆ 에서 個體별로 수확하여 whole grain으로 蛋白質 含量을 분석한 것이다. 早光 x Lancota 組合에서 低蛋白 軟質 Group과 低蛋白 硬質 Group은 분포영역이 비슷했으나 高蛋白 軟質 Group과 高蛋白 硬質 Group은 蛋白質 含量이 높은쪽으로의 이전이 뚜렷이 나타났다. 水原 210號 x Atlas 66 組合은 低蛋白 軟質 Group에서 高蛋白 硬質 Group까지 蛋白質 含量이 점차적으로 높아졌으며, 이런 경향을 早光 x Lancota 組合보다 더욱 분명하였다.

이상의 결과로 보면 Borghi등²⁾ Johnson등¹⁰⁾ Sagi등¹⁴⁾의 연구에서와 같이 蛋白質 含量의 選拔 效果는 F₂ 부터 나타날 수 있는 形質로 생각되었고 F₄~F₆ 에서의 集團選拔도 가능함을 시사하고 있다.

3. 沈澱價

沈澱價는 組合에 관계없이 高蛋白 硬質 Group과 低蛋白 軟質 Group의 차이는 있었으나 위 두 Group의 중간값을 나타낸 高蛋白 軟質 Group 및 低蛋白 硬質 Group은 유사한 값을 보였다. 또한 蛋白質 含量에서와 마찬가지로 沈澱價도 각 Group내의 變異가 컸다(표 3).

世代간의 관계를 보면 沈澱價는 早光 x Lancota 組合에서 F₄ 와 F₅, F₄ 와 F₆, F₅ 와 F₆ 간에 유의수준 0.01 에서 正의 상관관계가 있었으며, 水原 210號 x Atlas 66 組合에서는 F₄ 와 F₅, F₅ 와 F₆ 世代에서 正의 상관관계가 인정되었다(표 5).

따라서 蛋白質 含量과는 반대로 水原 210號 x Atlas 66 組合에서 選拔效果가 적게 나타났는데

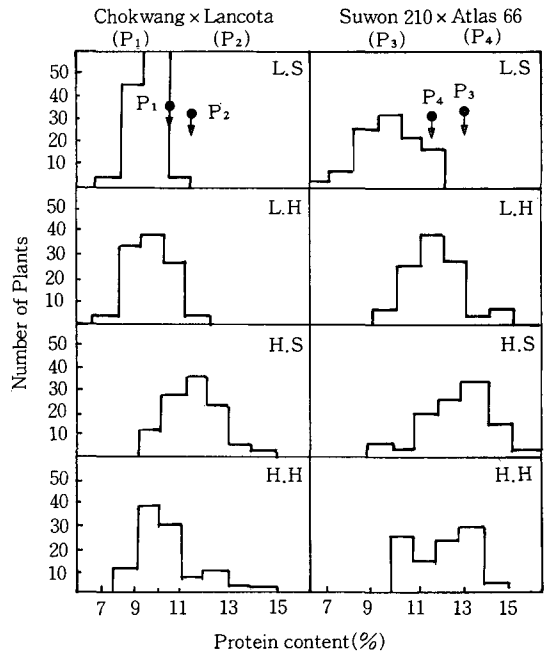


Fig. 2. Frequency distribution in protein content of F₆ lines classified into groups in F₄ generation by their protein content and sedimentation value: the group L.S represents low protein soft wheat, L.H is low protein hard wheat, H.S is high protein soft wheat and H.H is high protein hard wheat.

Table 5. Correlations among generations for sedimentation value.

Cross combinations		F ₄	F ₅
Chokwang × Lancota	F ₅	0.7354**	
	F ₆	0.6439**	0.6593**
Suwon 210 × Atlas 66	F ₅	0.6612**	
	F ₆	0.2646	0.4842**

이는 Atlas 66이 軟質밀이지만 蛋白質 含量이 높기 때문에 蛋白質 含量의 영향이 작았다고 보여진다. 早光 x Lancota 組合에서 沈澱價의 選拔 效果가 컸던 것은 早光이 대표적인 軟質밀로서 沈澱價가 Lancota 에 비하여 매우 낮았기 때문으로 보이며, 아울러 硬軟質이 용이하게 구분된 것으로 추정되었다. 그러므로 환경의 영향이 큰 蛋白質 含量보다는 沈澱價에 의한 選拔이 硬質 밀을 育成하는데는 효과적일 것으로 판단되었다.

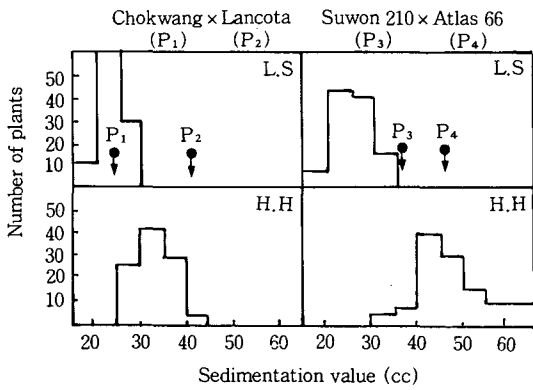


Fig. 3. Frequency distribution in value of F_6 lines classified into groups in F_4 generation by their protein content and sedimentation value: the groups L,S represents low protein, soft wheat while H,H is high protein hard wheat.

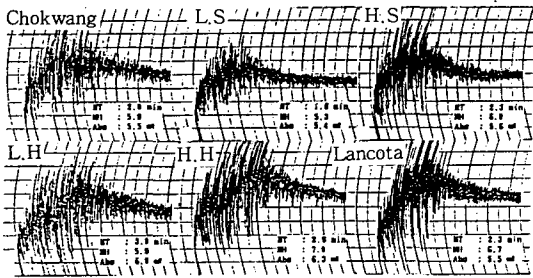


Fig. 4. Variation in mixogram pattern by 'Chokwang' and 'Lancota', and F_5 progenies resulted from the cross between two cultivars; L,S=Low protein Soft, H,S=High protein Soft, L,H=Low protein Hard, H=High protein Hard wheat.

F_6 世代에서 개체별로 수확하여 沈澱價를 분석한 결과는 그림 3에서 보는바와 같았다. 2 組合은 모두 低蛋白 軟質 Group에 비해 高蛋白 硬質 Group의 沈澱價 분포가 향상된 것을 명확히 보여 주고 있어 沈澱價에 의한 選拔效果가 큰 것을 확인할 수 있었다.

4. Mixogram 및 製빵 特性

F_5 世代에서 Mixogram, F_6 世代에서 製빵 特性에 관해 검토하였다. 早光 x Lancota 組合에서 高蛋白 硬質 Group은 硬質 母本인 Lancota와 유

사한 Mixing Pattern을 보였으나 빵의 부피, 비용적은 軟質 母本인 早光보다는 컷으나 Lancota 보다는 작았다(그림 4, 표 6). 低蛋白 軟質 Group은 Mixogram 特性和 製빵 特性이 한 集團을 제외하고는 早光과 비슷하거나 早光에 비해 약간 떨어졌다. 빵의 부피에 대한 高蛋白 硬質 Group과 低蛋白 軟質 Group간의 t 검정 결과는 유의성 있는 차이를 보이지 않았는데 이는 Group내의 變異가 컷기 때문으로 생각된다.

水原 210號 x Atlas 66 組合에서 高蛋白 硬質 Group의 Mixogram 特성은 두 交配母本의 중간치를, 吸水率은 硬質인 水原 210號와 같았으나 빵 부피와 비용적은 交配母本의 평균보다 작았다(그림 5, 표 6). 그러나 그 중에는 製빵 特性 및

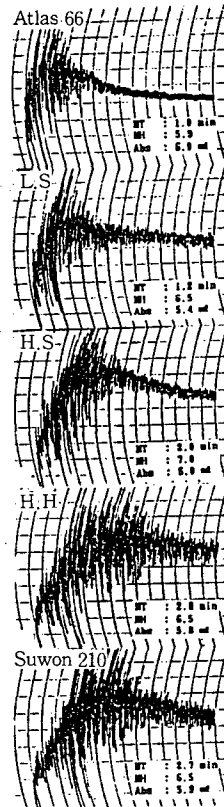


Fig. 5. Variation in mixogram pattern by 'Suwon 210' and 'Atlas 66', and F_5 progenies resulted from the cross between two cultivars; L,S=Low protein Soft, H,S=High protein Soft, H,H=High protein Hard wheat.

Table 6. Loaf volume and specific loaf volume of Chokwang × Lancota and Suwon 210 × Atlas 66 progenies in F₆ generation.

Group	Chokwang(P ₁) × Lancota(P ₂)		Suwon 210(P ₁) × Atlas 66(P ₂)	
	Loaf volume (cc)	Specific Loaf volume (cc/gr)	Loaf volume (cc)	Specific Loaf volume (cc/gr)
P ₁	563	3.6	890	5.5
P ₂	705	4.4	685	4.2
High protein	575	3.6	670	4.2
Hard	675	4.1	820	5.1
	625	3.7	775	4.8
	590	3.8	710	4.5
	620	3.9	740	4.6
mean	617	3.8	743	4.6
SD	34	0.2	52	0.3
Low protein	570	3.7	625	4.2
Soft	550	3.4	585	3.6
	640	4.1	565	3.6
	505	3.3	590	3.8
	565	3.6	625	4.1
mean	566	3.6	598	3.8
SD	44	0.3	24	0.3

* SD: Standard deviation

mixogram 特性들이 硬質모본인 水原 210號에 근접하는 集團도 있었다. 低蛋白 軟質 Group에서, Mixogram 特性은 軟質 모본인 Atlas 66과 비슷했으나 製빵 特性은 Atlas 66에 비해 현저히 떨어졌다. 그리고 高蛋白 硬質 Group과 低蛋白 軟質 Group간의 빵 부피에 대한 t 검정 결과 유의성이 인정되었다.

이러한 결과는 集團選拔의 효과가 인정되는 것으로 Heyne등⁷⁾ 이 F3 나 F4 世代에서의 Mixogram 분석이 後期 世代에서의 選拔에 충분한 도움을 줄 수 있다고 한 보고나 Lofgren등¹³⁾ 이 硬質 밀과 軟質밀의 交雜後代에서 Mixogram 은 軟質 밀 形態에서 硬質밀 形態로의 진전이 뚜렷하였다고 한 보고와 같은 경향이라 하겠다.

摘 要

加工 適性면에서 가장 중요한 品質要因인 蛋白質의 量과 質을 育種 목표로 했을때 雜種 後期 世代에서의 選拔 效果를 보기 위하여 早光 x Lanc-

ota, 水原 210號 x Atlas 66의 두 組合의 後代를 供試하여 蛋白質含量, 沈澱價, Mixogram pattern, 製빵 特性을 검토하였다.

1. F4 世代에서 選拔된 高蛋白 集團의 蛋白質含量은 低蛋白 集團에 비해 F5 世代에서는 유의성 있게 높은 값을 보였으나 F6 에서는 유의성 있는 차이를 보이지 않았다.
2. 沈澱價는 高蛋白 硬質 Group과 低蛋白 軟質 Group간에서만 차이가 인정되었다.
3. F6 世代에서 개체별로 수확하여 蛋白質含量과 沈澱價를 분석한 결과, 분포영역은 低蛋白 軟質, 低蛋白 硬質, 高蛋白 軟質, 高蛋白 硬質 Group의 순서로 蛋白質 含量 및 沈澱價가 높은 쪽으로 이동되었으며 이러한 경향은 水原 210號 x Atlas 66 組合에서 더욱 뚜렷하였다.
4. 밀가루 반죽의 特性을 나타내는 Mixogram pattern 은 각 特性 Group별로 고유의 形態를 보여 選拔의 效果를 볼 수 있었다.
5. F6 世代의 製빵 特性은, 水原 210號 x Atlas 66 組合은 高蛋白 硬質 Group이 低蛋白 軟質 Group에 비해 빵의 부피가 큰 것으로 나타났

으나 早光 x Lancota 組合은 유의성 있는 차이를 보이지 않았다.

引用文獻

1. AACC. 1983. Approved methods of the American association of cereal chemists. 54-40. 56~61.
2. Borghi B., G. Boggini and L. Corino. 1975. Breeding for quality in common wheat. I. Early selection in F2 and F3 generations. Cereal research communications. 3:205~214.
3. 변광의, 장학길. 1986. 小麥의 Mixogram 特性에 미치는 環境의 影響. 순천향대학 논문집. 9(2):625~633.
4. 장학길, 김창제, 하덕모, 신호선. 1986. 小麥品質 特性의 遺傳 및 環境적 변이. 한국식품과학회지. 18(1):31~37.
5. Feillet Pierre. 1980. Wheat proteins evaluation and measurement of wheat quality. In Cereals for food and beverages. p.p. 183~200.
6. Hari Har Ram and J. P. Srivastava. 1975. Gene effects for sedimentation value in 15 wheat (*Triticum aestivum* L.) crosses. Cereal research communications. 3:61~68.
7. Heyne, E. G. and Karl F. Finney 1965. F2 progeny test for studying agronomic and quality characteristics in hard red winter wheats. Crop Sci. 5:129~133.
8. 홍행홍, 현창혁, 이진우. 1975. 製빵入門. 미곡소맥협회 한국지부.
9. Johnson V. A., P. J. Mattern and K. P. Vogel. 1975. Cultural, genetic and other factors affecting quality of wheat. Bread:127~140.
10. Johnson V. A., J. W. Schmidt, P. J. Mattern, and A. Haunold. 1963. Agronomic and quality characteristics of high protein F2 derived families from a soft red winter-hard red winter wheat cross. Crop Sci. 3:7~11.
11. Johnson V. A., J. W. Schmidt, P. J. Mattern. 1968. Cereal breeding for better protein impact. Econ. Botany. 2:16~25.
12. 김창제, 장학길, 하덕모, 운주익, 신호선. 1984. 한국산 밀의 Mixogram 特性과 製빵 適性과의 관계. 한국식품과학회지. 16(2):223~227.
13. Lofgren, J. R., K. F. Finney, E. G. Heyne, L. C. Bolte, R. C. Hoseney, and M. D. Shogren. 1968. Heritability estimates of protein content and certain quality and agronomic properties in bread wheats (*Triticum aestivum* L.). Crop Sci. 8:563~567.
14. Sagi F., Z. Baravas and S. Pongor. 1980. Evaluation of winter wheat lines for protein, lysine quality and yield. Cereal Research Communications. 8:385~391.
15. 송용남. 1981. 小麥의 蛋白質, Lysine 含量, 硬度 및 NRA 에 대한 遺傳 분석과 選拔 效果에 관한 연구. 원광대학교 학위 논문 제5집 :43~80.
16. Stuber, C. W., V. A. Johnson and J. W. Schmidt. 1962. Grain protein content and its relationship to other plant and seed characters in the parents and progeny of a cross of *Triticum* L. 1962. Crop Sci. 2:506~508.