

小麥의 成熟에 따른 蛋白質, 리올로지 및 製빵特性的 變化

張 鶴 吉·邊 光 義*

農村營養改善研修院, *順天鄉大學 食品營養學科
(1985년 12월 10일 수리)

Changes in Protein, Rheology and Bread-Making Properties of Wheat during Kernel Maturation

Hak-Gil Chang and Kwang-Eui Byoun*

Rural Nutrition Institute, RDA, Suweon 170, *Dept. of Food Science
and Nutrition, Soonchunhyang Univ., Onyang 331, Korea

Abstract

These studies were conducted to investigate the changes and relation in protein, rheology and bread-making properties during hard and soft wheat maturation. Samples were collected from the fields at 25 to 50 days after heading at intervals of 5 days.

Protein content, sedimentation value and Pelshenke value of the tested wheat kernel or flour differed significantly between hard and soft wheat, and was relatively constant at 35 to 40 days after heading in each cultivar.

In Mixogram water absorption of the flour, soft wheat increased only slightly, while intermediate and hard wheat increased remarkably with maturation of the kernel. Total Mixogram characteristics increased and reached its maximum level at 35 days after heading. Farinogram pattern and bread loaf volume of the flour was greatly differences at the early stages of development due to cultivar, and was relatively constant at 40 days after heading.

Significant positive and negative correlations were obtained among the protein and rheological properties, and bread loaf volume as the kernel matured.

緒 論

小麥粉의 이용에 있어서 가장 중요한 蛋白質特性은 遺傳性과 環境要因에 의하여 크게 영향을

받는다.¹⁻³⁾ 즉, 小麥의 蛋白質含量은 品種에 따라 6~20%로서 큰 차이가 있으나 生長동안 環境條件에 따른 차이는 더욱 크다.⁴⁾ 따라서 小麥의 蛋白質에 대해서는 그 중요성 때문에 Pomeranz⁵⁾, Kasarda등⁶⁾, Simmonds등⁷⁾ 및 Bushuk등²⁾에 의

해서 광범위하게 조사되었으나 이 분야에 대한 새로운 정보들을 모두 함축할 수는 없다.

특히 全窒素含量은 成熟동안 불규칙한 변화를 보이는데, 이것은 種實의 成熟程度에 따른 non-protein nitrogen, cytoplasmic protein 및 storage protein含量的 相互關係에 의한 것으로 밝혀지고 있다.⁸⁾ 이와 관련하여 Jennings와 Morton⁹⁾은 受精後 8일경인 成熟初期에 존재하는 蛋白質은 cytoplasmic protein이며, 種實의 storage protein은 受精後 12일부터 합성되어 생리적으로 成熟期에 들어 섬으로써 급격히 증가된다고 보고하였다.

小麥의 胚乳가 成熟함에 따른 生化學的 特性的 조사는 많이 보고 되었으나^{10,11)} 반죽의 物理的 特性이나 製品성과 관련된 정보는 극히 제한되어 있다. 따라서 본 실험은 硬, 軟質 小麥의 成熟過程에 따른 蛋白質, 리올로지 및 製빵特性的 變化 및 相互關係에 대하여 조사하였다.

材料 및 方法

供試된 小麥은 軟質品種인 早光, 水原 217號,

中間質인 水原 219號 및 硬質인 水原 210號로 1981년부터 1983년까지 3년간에 걸쳐 麥類研究所(水原)에서 수행되었다.

種實試料은 出穗後 25일부터 50일까지 5일 간격으로 收穫하여 實驗材料로 하였으며, 小麥粉試料은 精選된 小麥粒을 Buhler experimental mill로 製粉하여 사용하였다.

種實의 水分含量과 non-protein nitrogen¹²⁾은 收穫後 곧 分析하였으며, 蛋白質含量, 沈澱價 및 Pelschenke値는 AACC標準方法¹³⁾에 준하여 실시하였다.

Farinogram은 小麥粉 50g(14% m.b.)을 사용하여 圖上의 中心線이 500BU에 오도록 水分을 조절하여 측정하였고(AACC, 54-21), Mixogram은 小麥粉의 蛋白質含量에 따라 적당한 吸水率을 기준으로 하여 측정하였다(AACC, 54-40).

製빵適性은 AACC方法(10-10A) 및 AIB方法¹⁴⁾의 straight-dough method에 준하여 실시하였으며, 사용된 材料配合率은 小麥粉 100g(14% m.b.), 酵母 2%, 食糖 5%, 脫脂肪乳 4%, 쇼트닝 3.5%, 소금 1.5% 및 yeast food 0.5%를 사용하였다.

실험결과와의 相關關係의 統計分析은 農村振興廳

Table 1. Changes in protein contents of wheat during seed maturation

Variety	Days after heating	Whole wheat, %	Per kernel, mg	Flour, %
Chokwang	25	11.1	2.4	9.2
	30	11.6	3.6	9.5
	35	11.7	4.4	9.6
	40	12.4	4.7	10.0
	45	12.4	5.0	10.5
	50	12.5	5.0	10.4
Suweon 219	25	11.8	2.5	9.5
	30	12.2	3.6	9.8
	35	12.8	4.8	11.1
	40	13.2	5.4	11.4
	45	14.2	5.9	11.4
	50	14.2	5.8	11.5
Suweon 210	25	13.4	2.1	12.7
	30	14.3	3.3	12.7
	35	14.7	4.5	13.7
	40	15.1	5.3	13.9
	45	15.7	5.7	14.1
	50	15.7	6.0	14.0

Data obtained from the average of 2 years.

에 설치된 電算機(PDP 11/70, Digital Equipment Corp.)를 사용하여 처리하였다.

結果 및 考察

供試品種의 成熟程度에 따른 蛋白質含量의 變化는 Table 1과 같다. 硬, 軟質品種間의 蛋白質合成을 비교해 보면 軟質品種인 早光은 成熟初期에는 물론 後期에도 낮은 수준을 보인 반면 硬質品種인 水原 210號는 成熟初期에서 後期에 걸쳐 높은 수준을 보였다. 이와 같은 현상은 種實 1粒重量當 및 小麥粉에 있어서도 동일한 경향을 보였다(Table 1).

Non-protein nitrogen(NPN)의 변화는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 硬, 軟質에 따라 차이는 있었으나 種實이 成熟됨에 따라 감소되는 현상은 같았다. 즉, 成熟初期에는 硬質品種인 水原 210號가 높은 NPN含量을 보였으나 後期에서 NPN의 변화는 早光과 水原 210號가 같은 경향을 보였다.

Jennings과 Morton⁹⁾은 全登熟期間동안 NPN의 절대량은 일정하다고 보고한 바 있지만 본 실험 결과에서는 受精後 약 20일에서 최고에 도달한 후 40일까지 감소된다는 Donovan등⁸⁾의 보고와 일치하는 경향을 보였다. 특히 水原 210號의 NPN이 높은 것은 種實이 成熟되는 동안 全窒素의 수

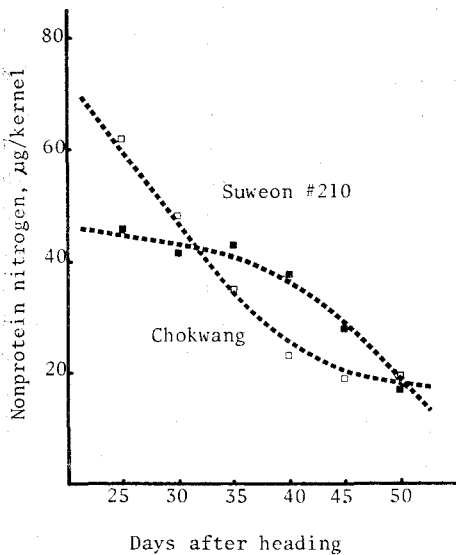


Fig. 1. Changes in nonprotein nitrogen(NPN) of wheat during kernel development.

준이 높고 粒重이 낮은 것과 관련이 있다고 생각된다.

또한 Donovan등⁸⁾은 小麥에 있어서 植物體로부터 種實에 轉移되는 NPN의 수준이 높아짐에 따라 種實에 蛋白質 蓄積率을 높이게 되므로 최

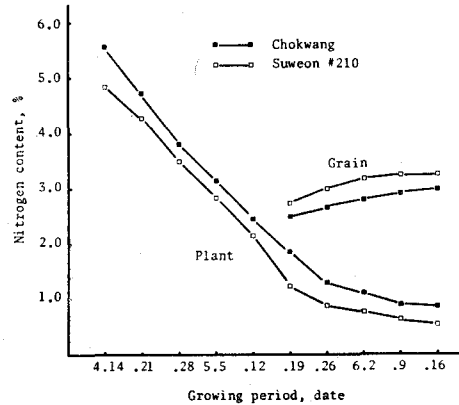


Fig. 2. Changes in nitrogen content of the plants and grain of Chokwang and Suweon 210 during the growing period.

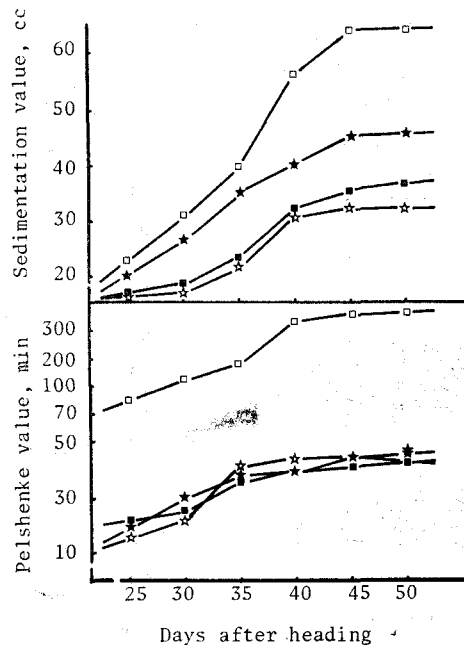


Fig. 3. Changes in sedimentation value and Pelshenke value during maturation of the tested wheats.

- : Suweon 210
- ★—★ : Suweon 219
- ☆—☆ : Suweon 217
- : Chokwang

종적으로 種實蛋白質의 含量이 증가된다고 밝혔다.

본 실험에서도 이와 같은 사실을 밝혀 보기 위하여 登熟過程에 植物體와 種實의 窒素含量變化를 조사한바 그 결과는 Fig. 2와 같다. 즉 植物體의 窒素의 吸收나 蓄積은 早光이 水原 210號에 비하여 높았지만 種實의 窒素含量은 낮은 것으로 보아 植物體의 窒素含量과 種實의 窒素含量과는 相關이 없음을 알 수 있었다. 이와같은 결과로서 植物體로 부터 種實로의 窒素 轉移能力은 品種의 遺傳的 特性에 의해 결정됨을 알 수 있다.

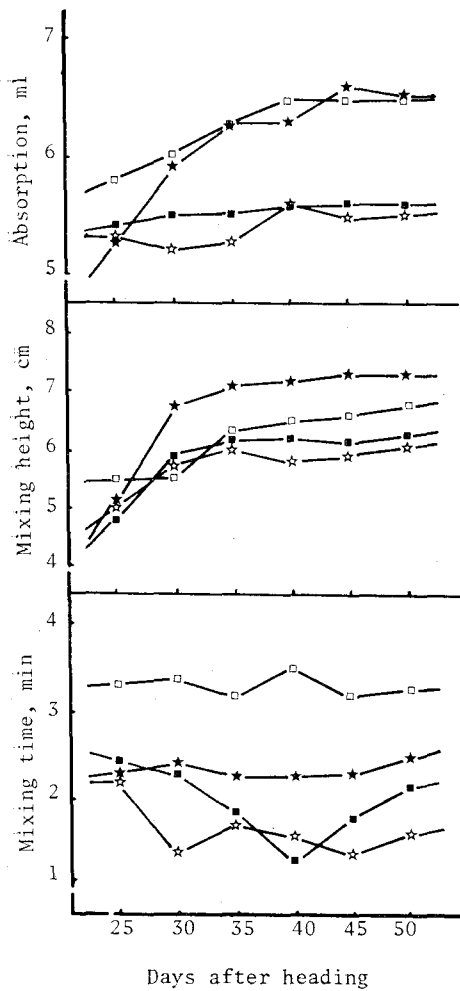


Fig. 4. Changes of mixing time, mixing height and water absorption in Mixogram during maturation of the tested wheats. Varieties designated as in Fig. 3.

加工適性和 관련된 沈澱價와 Pelschenke값의 登熟에 따른 傾時的 變化는 Fig. 3과 같이 硬, 軟質 品種間에 큰 차이가 있었다. 즉, 沈澱價는 登熟 初期에는 品種間 차이가 작았으나 登熟이 진행됨에 따라서 그 차이는 뚜렷하게 나타났으며, Pelschenke값도 硬, 軟質間에 큰 차이가 있었다. 따라서 이들 특성과 관련된 窒素의 轉移는 登熟의 최종단계까지도 이루어지며 轉移量도 品種에 따라 차이가 클 수 있다.

種實의 成熟過程에 따른 각 品種의 Mixogram 특성은 Fig. 4와 같다. 즉 軟質品種인 早光과 水原 217號의 吸水率은 5.3~5.6ml이하로 낮았을 뿐만 아니라 成熟의 初, 後期에 有意的 차이가 없었으나 硬質品種인 水原 210號와 中間質인 水原 219號의 吸水率은 種實이 成熟됨에 따라 5.3ml에서 6.5ml까지 급격히 증가되었다.

Mixing height는 水原 219號 > 水原 210號 > 早光의 순으로서 높았으며 出穗後 35일이 되어서야

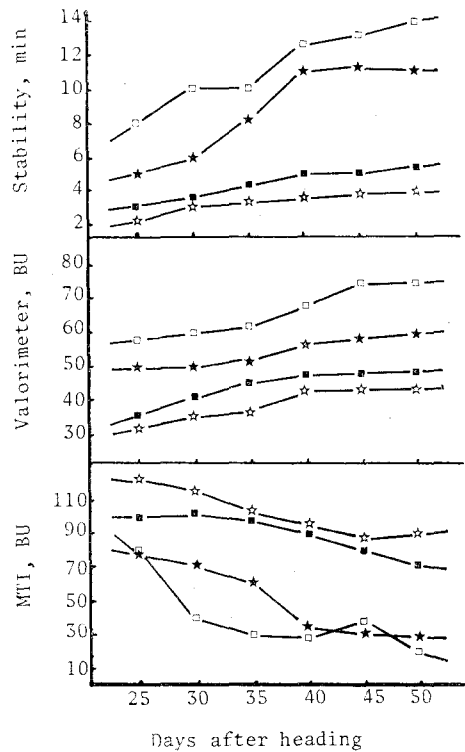


Fig. 5. Changes of dough stability, mechanical tolerance index(MTI) and valorimeter value in Farinogram during maturation of the tested wheats. Varieties designated as in Fig. 3.

安定성을 갖게 되었다. Mixing time은 成熟程度에 따른 차이는 없었으나 硬, 軟質 品種間의 차이는 뚜렷하였다.

이상의 결과로 보아 Mixogram특성은 出穗後 35일 지나서 측정하여야 각 品種의 특성을 정확히 평가할 수 있음을 알 수 있었다.

Farinogram의 변화는 Fig. 5와 같다. 반죽의 安定性은 arrival time과 departure time의 時間差로 品種에 따라서 그 차이는 매우 큰 것으로 알려져 있다.¹⁵⁾ 본 실험에서도 成熟初期부터 品種間의 차이가 뚜렷하였으며, 이와같은 현상은 varolimeter value와 mechanical tolerance index(MTI)에서 동일한 경향을 보였다.

전체적인 Farinogram pattern을 보면 出穗後 40일이 되어서야 각 品種의 평균수준에 도달하였다.

小麥粉의 rheology特性은 製빵實驗을 하는데 좋은 보존적 역할을 하며, 小麥粉의 特性을 이해하는데 매우 유익하나 physical dough test가 製빵實驗을 대신할 수는 없다.

본 실험에서 成熟期에 따른 각 品種의 製빵特性은 Fig. 6과 같다. 즉, 각 品種의 暈容積은 成熟後期에서 硬質인 水原 210號가 980cc/100g flour인 반면 水原 219號, 水原 217 및 早光은 700cc이하로 매우 낮은 暈容積을 보였다.

빵의 容積은 gluten-forming protein과 가장 밀접한 관계가 있는 것으로 小麥種實의 成熟에 따

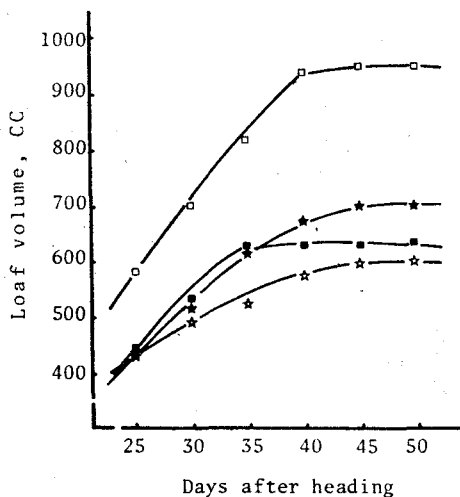


Fig. 6. Changes in loaf volume during maturation of the tested wheats. Varieties designated as in Fig. 3.

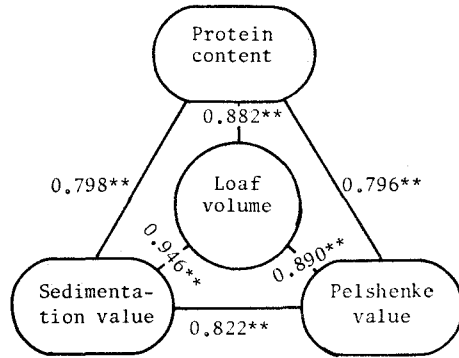


Fig. 7. Relationship between protein characteristics and loaf volume of wheat during kernel development.

른 蛋白質含量, 沈澱價, Pelshenke 값 및 暈容積間에는 $r=0.796^{**} \sim 0.946^{**}$ 의 高度의 正의 相關이 있었다(Fig. 7).

供試 小麥粉의 Mixogram과 Farinogram特性의 相互關係는 Table 2에서 보는 바와 같이 高度의 正($r=0.407^{*} \sim 0.944^{**}$) 또는 負($r=-0.639^{**} \sim -0.933^{**}$)의 相關이 있었다.

이와 같이 각 특성간에 일정한 상관을 보이는 것은 Mixogram이나 Farinogram pattern이 gluten-forming protein에 의하여 결정되기 때문이며, 일반적으로 long mixing tolerance는 硬質小麥育成에 있어서 가장 중요한 品質特性으로 알려져 있다.

또한 Mixogram과 Farinogram의 각 특성과 暈容積간에는 Table 3에서 보는 바와 같이 $r=0.553^{**} \sim 0.894^{**}$ 및 $r=-0.817^{**}$ 의 高度의 相關關係가 있었다. 즉, 리올로지의 특성이 향상됨으로

Table 2. Relationship between mixogram and farinogram characteristics during maturation of the wheats

Farinogram	Mixogram		
	Mixing time	Mixing height	Absorption
Arrival time	0.563**	0.486**	0.767**
Peak time	0.694**	0.407*	0.747**
Mechanical tolerance	-0.639**	-0.659**	-0.933**
Dough stability	0.694**	0.635**	0.944**
Valorimeter value	0.711**	0.566**	0.885**
Water absorption	0.747**	0.429*	0.781**

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

써 暻容積이 증가되었다.

이와 같이 高度의 有意相關이 인정된 것은 小麥이 生理的 成熟期에 들어섬으로써 cytoplasmic protein의 감소와 storage protein의 급격한 증가로 리올로지의 性質이 향상됨을 의미하는 것이다. 이와 같이 grain-filling동안 生理的 條件도 중요하지만, Fallet¹⁶⁾ 등이 보고한 바와같이 각 品種의 蛋白質特性은 遺傳的으로 조절되는 가장 중요한 性질로 리올로지 및 製暻特性에 가장 중요한 영향을 미치는 요소임을 알 수 있다.

Table 3. Correlation coefficients between rheological properties and loaf volume of wheat during seed development

Relationships	Correlation
Loaf volume vs.	
Mixogram	
Mixing time	0.553**
Mixing height	0.588**
Water absorption	0.816**
Farinogram	
Arrival time	0.867**
Peak time	0.847**
Mechanical tolerance	-0.817**
Dough stability	0.856**
Valorimeter value	0.894**
Water absorption	0.592**

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

摘 要

本 研究는 硬, 軟質 小麥의 成熟過程에 따른 蛋白質, 리올로지 및 製暻特性의 變化와 相互關係에 대하여 검토하였다.

蛋白質含量, 沈澱價 및 Pelshenke값은 硬, 軟質 品種間에 차이가 심하였으며, 出穗後 35~40 일에 각 品種의 安定性を 유지하였다.

小麥粉의 Mixogram吸水率을 보면, 軟質品種은 成熟程度에 따른 차이는 작았으나, 中間質과 硬質品種은 種實이 成熟됨에 따라 급격히 증가되었다. 전체적인 Mixogram pattern은 出穗後 35 일에 각 品種의 安定性を 유지하였다.

Farinogram특성과 暻容積은 成熟初期부터 品種間의 차이가 현저하였으며, 이들 특성은 出穗

後 40일에 각 品種의 平均安定性에 도달하였다.

小麥의 成熟에 따른 蛋白質, 리올로지 및 製暻特性의 相互間에는 모두 高度의 正 또는 負의 相關이 있었다.

參 考 文 獻

1. 張鶴吉 : 東國大學校 博士學位論文(1984).
2. Bushuk, W. and Wrigley, C.W.: In 'Wheat Production and Utilization', G.E. Inglett (ed.), p. 119, AVI(1974).
3. Pomeranz, Y.: Advances in Food Res., 16 : 335(1968).
4. Zeleny, L.: In 'Wheat Chemistry and Technology', Y. Pomeranz(ed.), p. 19, Amer. Ass. Cereal Chem.(1971).
5. Pomeranz, Y.: In 'Wheat Chemistry and Technology', Y. Pomeranz(ed.), p. 585, Amer. Ass. Cereal Chem.(1971).
6. Kasarda, D.D., Bernardin, J.E. and Nimmo, C.C.: In 'Wheat Protein', Y. Pomeranz (ed.), p. 158, Amer. Ass. Cereal Chem. (1976).
7. Simmonds, D.H. and Orth, R.A.: In 'Industrial Uses of Cereals', Y. Pomeranz (ed.), p. 51, Amer. Ass. Cereal Chem.(1973).
8. Donovan, G.R., Lee, J.W. and Hill, R.D.: Cereal Chem., 54 : 638(1977).
9. Jennings, A.C. and Morton, R.K.: Aust. J. Biol. Sci., 16 : 318(1963).
10. Graham, J.S.D. and Morton, R.K.: Aust. J. Biol. Sci., 16 : 357(1963).
11. Morton, R.K., Palk, B.A. and Raison, J. K.: Biochem. J., 91 : 522(1964).
12. Yemm, E.W. and Cocking, E.G.: Analyst., 80 : 209(1955).
13. American Association of Cereal Chemists: Cereal Laboratory Methods(1983).
14. Pyler, E.J.: Baking Science and Technology (II), Siebel Publishing Co.(1973).
15. Markly, M.C.: Cereal Chem., 15 : 438(1938).
16. Fallet, P.: In 'Cereal for Food and Beverage', G.E. Inglett and L. Munck(ed.), p. 183, Academic Press, N.Y.(1980).