

## 小麥의 蛋白質 및 Lysine含量에 미치는 環境的 變異

金 載 島·張 鶴 吉\*

서울대학교 農科大學 食品工學科

\*農村振興廳 農村營養改善研究院

(1986년 4월 25일 수리)

### Effect of Environmental Factors on Protein and Lysine Content of Wheat

**Ze-Uook Kim and Hak-Gil Chang\***

Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Seoul National University, Suwon, \*Rural Nutrition Institute, Rural Development Administration Suwon, Korea.

#### Abstract

869 wheat lines were selected and analyzed for protein and lysine composition. Also, high protein-high lysine wheat were evaluated by stability parameter to determine varietal response to environments.

Protein content had highly significant positive correlation coefficient of 0.902\*\* with lysine content but negatively correlated with lysine per protein content.

Bezostaya and Lancota with low regression coefficient provided relatively low response to environment in protein content, while CI 13449 and Centurk with high regression coefficients(1.0) had a relatively high response. High heritability has been formed for protein ( $h^2=0.809$ ) and lysine content ( $h^2=0.647$ ).

#### 緒 論

穀類에 있어서 種實의 蛋白質含量은 그 營養的인 面에서는 물론 그것으로 加工利用할 때 物理的性質에 있어서도 대단히 중요하다.<sup>1)</sup>

小麥의 蛋白質은 쌀, 보리등 대부분의 穀類와 같이 아미노산중 必須아미노산의 하나인 lysine의 含量이 비교적 낮다. 따라서 Altschul<sup>2)</sup>은 小麥粉에 0.2%의 lysine을 첨가시키므로서 蛋白效率을 60%로 높일 수 있었다고 보고한 바 있다. 小麥

에서의 lysine含量을 높이는 연구는 Middleton 등<sup>3)</sup>인 Atlas 66가 高蛋白品種임을 보고하고 Hanold 등<sup>4)</sup> Davis 등,<sup>5)</sup> Stuber 등,<sup>6)</sup> Sunderman 등<sup>7)</sup> 및 Lofgren 등<sup>8)</sup>이 Atlas 66의 遺傳力을 인정한 이후부터 많이 이루어졌다.

그리하여 Watson 등<sup>9)</sup>은 PI 176217(Nap Hal)의 蛋白質含量이 평균 18.9%으로 他品種에 비하여 높음을 보고하였고, Johnson 등<sup>10)</sup>도 Atlas 66의 遺傳因子는 일반 小麥보다 蛋白質含量을 2~3% 증가시키는 遺傳的 潛在力을 갖고 있음을 보고하였다.

小麥의 lysine含量에 대해서는 Vogel등<sup>11)</sup>이 16,000개의 小麥品種 및 系統의 lysine 含量을 조사한바 lysine/protein 含量은 2.2~4.2%으로 品種에 따라 큰 차이가 있음을 밝혔으며, Johnson등<sup>12)</sup>도 Nap Hal이 高蛋白, 高 lysine 品種임은 물론 Atlsa 66보다 lysine含量이 항상 0.2~0.4%가 높다고 보고하였다.

그러나 農業의 形質은 물론 理化學的 品質에 관여하는 遺傳因子는 環境에 의하여 동시에 큰 영향을 받는다.<sup>13)</sup> 즉, 植物의 遺傳의 特性은 環境條件에 따라 달라지므로서 環境에 따라 여러가지 다른 反應을 나타내게 된다. 따라서 小麥育成에 따른 適應과 遺傳環境의 相互關係에 대하여 많은 연구가 되어 왔다.<sup>14~16)</sup>

이와 관련하여 본 연구에서는 高蛋白, 高lysine 含量 小麥品種을 선발하기 위한 일련의 실험과, 몇가지 品種에 대하여 蛋白質과 lysine含量에 대한 環境과의 相互關係를 검토한바 그 결과를 보고하는 바이다.

### 材料 및 方法

#### 1. 材 料

供試小麥材料는 총 869品種(또는 系統), 1979년에 272, 1980년에 402 및 1981년에 195品種을 연구대상으로 하였다.

그리고 種實의 蛋白質 및 lysine含量의 遺傳 및 環境의 영향은 동일기간에 栽培된 Bezostaya, CI 13449, Centurk 및 Atlas 66을 材料로 하여 分析하였다.

#### 2. 方 法

小麥種實의 蛋白質含量은 kjeldahl방법으로 측정하여 種實의 乾物重으로 표시하였고, lysine含量은 시료를 酸加水分解시킨 다음 自動아미노산 분석기(ion-exchange resin chromatograph, Beckman 21°C)로 분석하여 乾物重 및 蛋白質含量當百分率로 표시하였다.<sup>17)</sup>

分析值에 대한 相關 및 遺傳力은 Robinson등<sup>18)</sup>趙등<sup>19)</sup>의 方法이, stability parameter는 Eberhart와 Russell<sup>20)</sup> 및 Finaly와 Wilkinson<sup>21)</sup>의 모델에 입력된 電算機(PDD 11/70, digital equipment corp)를 사용하여 분석하였다.

즉, 適應性 分析은 Eberhart와 Russell<sup>20)</sup>의 모

델인  $Y_{ij} = \mu_i + \beta_i I_j + \delta_{ij}$ 로서 산출하여 평가하였는데, 여기서  $Y_{ij}$ 는  $i$ 번째 品種의  $j$ 번째 지역에서 나타난 평균치이며,  $\mu_i$ 는  $i$ 번째 品種의 지역평균치,  $\beta_i$ 는 回歸係數,  $I_j$ 는  $j$ 번째 지역의 環境指數,  $\delta_{ij}$ 는 平均偏差平方和로서 誤差에 해당한다. Stability parametr의 回歸값은 環境指數와 각 形質간의 반복치와의 回歸을 구한 것이며, 地域適應性은 平均偏差 및 決定係數로서 추정하였다. 이들은 다시 Finlay와 Wilkinson<sup>21)</sup>의 모델을 이용하여 검토하였으며 이 모델에서 變異係數와 最少有意差를 구하였다.

遺傳力은 集團의 全體變異에 대한 遺傳的 變異로 形質의 變異가 環境의 영향을 받는 정도에 따라서 0~1까지의 값으로 표시하였다.

$$h^2 = \frac{\delta^2 G}{\delta^2 G + \delta^2 E}$$

이때  $\delta^2 G$ 는 遺傳分散,  $\delta^2 E$ 는 環境分散이다.

### 結果 및 考論

供試된 小麥品種의 蛋白質 및 lysine含量을 조사한 결과는 Fig. 1과 Fig. 2와 같다. 즉 種實 蛋白質含量의 분포는 년차에 따라 평균 18.4%, 14.9%

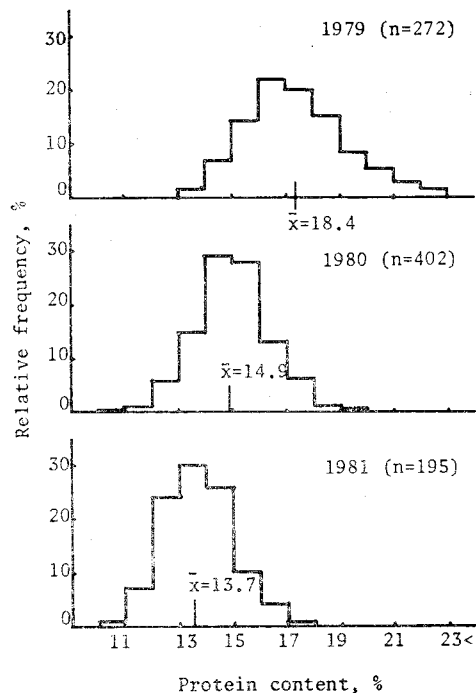


Fig. 1. Frequency distribution for grain protein content of high protein-high lysine wheat cultivars.

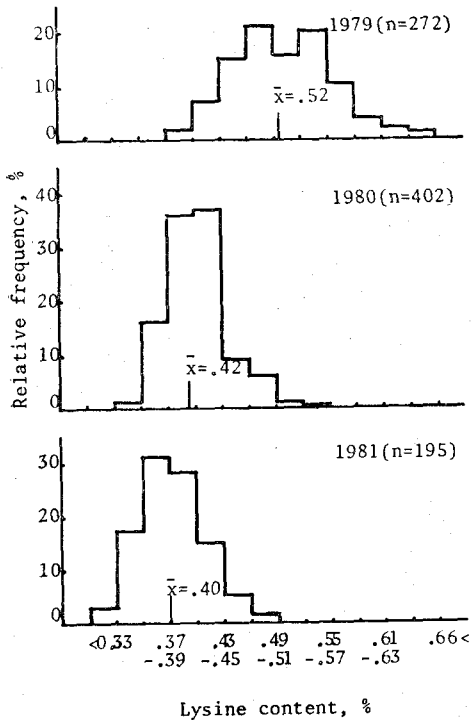


Fig. 2. Frequency distribution for grain lysine content of high protein-high lysine wheat cultivars.

및 13.7%으로 각각 다르게 나타났으며, lysine 함량은 種實의 蛋白質含量이 감소함으로써 0.52%, 0.42% 및 0.40%으로 감소되었다. 그러나 蛋白質含量當 lysine 함량(lysine/protein)은 Fig. 3에서 보는바와같이 평균 2.86%, 2.84% 및 2.90%으로 대체로 비슷하였다(Fig. 3).

각 년도별로 供試된 品種의 蛋白質, lysine含量 및 lysine/protein과의 相關關係는 Table 1과 같다. 즉, 蛋白質含量과 lysine/protein과는 負의 相關이, 蛋白質含量과 lysine含量은 高度의 正의 相關이 있었다.

또한 전체 869供試小麥에 대한 蛋白質과 lysine含量的 關係를 보면 Fig. 4에서와 같이 蛋白質含量과 lysine/protein과는  $r = -0.293^{**}$ 의 負의 相關이 있었으며, 蛋白質과 lysine含量과는  $r = 0.902^{**}$ 의 높은 正의 有意相關이 있었다. 즉, 蛋白質含量이 10%에서 24%으로 증가됨으로써 lysine/protein의 含量은 약 3.5%에서 2.5%까지 감소되었다. Johnson 등<sup>12, 22)</sup>의 結果에 의하면 蛋白質含量과 lysine/protein의 負相關은 蛋白質含量이

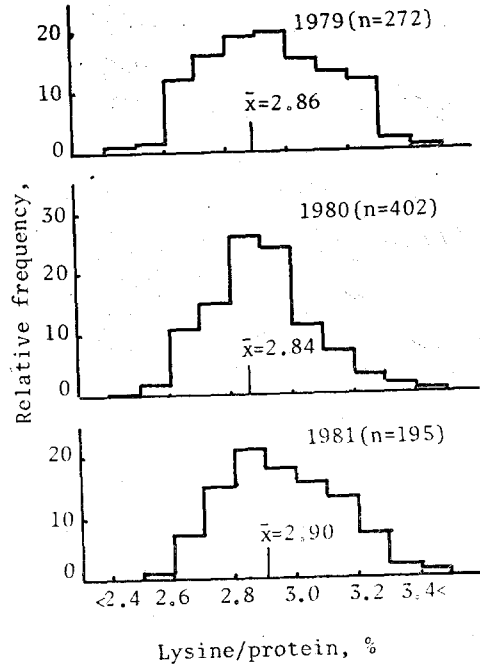


Fig. 3. Frequency distribution for lysine/protein content of high protein-high lysine wheat cultivars.

Table 1. Yearly changes of correlation coefficient between grain protein and lysine content of high protein-high lysine wheat cultivars

Variable	Protein content	Lysine/Protein
	1979(n=272)	
Lysine/Protein	-0.313**	
Lysine content	0.766**	0.331**
	1980(n=402)	
Lysine/Protein	-0.616**	
Lysine content	0.753**	0.028
	1981(n=195)	
Lysine/Protein	-0.359**	
Lysine content	0.738**	0.354**

Significant at the 5(\*) and 1(\*\*)% levels of probability, respectively.

7~15% 사이에서 가장 변화가 크다고 했는데, 본 실험에서는 그와 같은 현상은 뚜렷하게 나타나지 않았다.

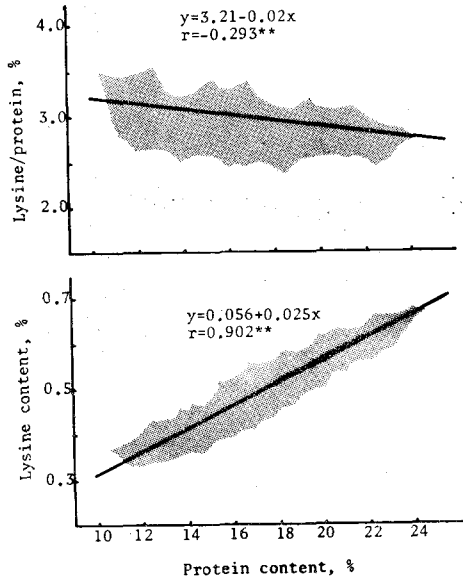


Fig. 4. Relationship of grain protein content to lysine per unit protein and lysine per unit weight of dry grain among 869 wheats grown in Suwon.

Lysine含量은 種實 乾物重의 百分率로 표시하였을 때 蛋白質含量이 증가함에 따라 약 0.3%에서 0.7%까지 증가되었는데 Vogel등<sup>11)</sup>에 의해서도 동일한 결과를 보고한 바 있다.

小麥의 蛋白質이나 lysine含量은 어떤 遺傳的인 조건하에 있기는 하지만 生産環境도 種實의 蛋白質合成에 상당한 영향을 미치고 있다.<sup>23,24)</sup>

Table 2는 高蛋白, 高 lysine으로 알려진 4개 品種의 蛋白質含量에 대한 stability parameter를

측정한 결과는 Table 2와 같다. 즉 蛋白質含量은 品種에 따라 다소 차이는 있었지만 栽培年度에 따라 同一品種內에서도 평균 11.88~19.58%로서 큰 차이가 있음을 알 수 있다.

栽培年度의 環境反應을 나타내는 回歸係數는 0.74~1.33으로 品種間에 큰 차이가 있었다. 즉, Bezostaya, Lancota 및 Centurk는 安定性이 큰 반면 CI 13449는 回歸係數가 1.33으로 環境에 대한 반응이 不安定함을 알 수 있었다.

誤差에 해당하는 平均偏差平方和(Dev. M.S.)는 Centurk와 Lancota가 비교적 적었는데, 이들 品種이 決定係數(R<sup>2</sup>)도 높고 F-값에도 5%의 수준에서 有意性이 있었다. Bezostaya와 CI 13449는 決定係數가 높았음에도 불구하고 F-값에 有意性이 인정되지 않은 것은 供試된 環境의 數가 적기 때문이다.

그러므로 stability parameter에서는 平均, 回歸係數, Dev. M.S., 決定係數 및 F-값이 동시에 고려되어야 할 것으로 생각된다.

種實의 lysine含量에 대한 stability parameter는 Table 3과 같다. Lysine含量은 蛋白質含量이 높았던 CI 13449가 평균 0.471%으로 가장 높았으며, 環境適應性은 Lancota가 가장 높고 Bezostaya Centurk, CI 13449,의 순으로 낮았다.

CI 13449는 蛋白質含量과 같이 lysine 含量에 있어서도 回歸係數가 1.69로 높아 環境에 대한 반응이 예민한 것으로 나타났다. 즉, 높은 回歸를 갖는 品種은 높은 環境相關과 낮은 環境相關을 동시에 갖게 됨을 알 수 있다.<sup>25)</sup>

Bezostaya와 Lancota는 비록 回歸係數가 0.7

Table 2. Stability parameters for protein content of high protein-high lysine wheat cultivars grown in 3 years

Cultivar	Protein content, %		Regr. coeff.	Dev. M.S.	R <sup>2</sup>	F-value
	Range	Mean				
Bezostaya	13.18~17.92	15.46	0.86	0.577	0.974	18.57
CI 13449	13.10~19.58	15.45	1.33	0.590	0.977	42.73
Centurk	11.88~17.32	14.07	1.07	0.015	0.999	1120.61*
...						
Mean	11.88~19.58	14.88				
C.V. (%)		6.29				
LSD 5%		0.69				
1%		0.93				

\* Significant at the 5% levels of probability respectively.

**Table 3.** Stability parameters for lysine content of high protein-high lysine wheat cultivars grown in 3 years

Cultivar	Lysine content, %		Regr. coeff.	Dev. M.S.	R <sup>2</sup>	F-value
	Range	Mean				
Bezostaya	0.382~0.472	0.421	0.70	0.5E-4	0.989	89.32
CI 13449	0.398~0.600	0.471	1.69	0.4E-3	0.985	65.60
Centurk	0.368~0.504	0.424	1.08	0.6E-5	0.999	1806.17*
Lancota	0.368~0.438	0.401	0.53	0.1E-3	0.958	23.08
Mean	0.368~0.600	0.429				
C.V. (%)		5.422				
LDS 5%		0.017				
1%		0.023				

\* Significant at the 5% levels of probability respectively.

**Table 4.** Stability parameters for lysine/protein content of high protein-high lysine wheat cultivars grown in 3 years

Cultivar	Lysine/Protein. %		Regr. coeff.	Dev. M.S.	R <sup>2</sup>	F-value
	Range	Mean				
Bezostaya	2.62~2.88	2.73	1.46	0.4E-2	0.880	7.34
CI 13449	3.04~3.06	3.05	-0.02	0.3E-3	-0.018	0.02
Centurk	2.92~3.10	3.03	1.08	0.5E-3	0.970	31.85
Lancota	2.62~2.86	2.77	1.48	0.3E-2	0.905	9.52
Mean	2.62~3.10	2.90				
C.V. (%)		4.15				
LSD 5%		0.09				
1%		0.12				

**Table 5.** Heritability estimates for protein quality of high protein-high lysine wheat cultivars

Characteristics	Heritability
Protein content	0.809
Lysine content	0.647
Lysine/Protein content	0.222

이하로 環境安定性이 높았지만, 環境에 대한 lysine의 변화가 回歸式과 일치하지 않았는데, 이것은 回歸의 정확도가 감소될 뿐이지 環境의 영향이 무시되는 것은 아니다. 이와 관련하여 Tai<sup>20)</sup>는 stability parameter에서 回歸보다는 Dev. M.S.가 더욱 중요하다고 밝혔으며, Eberhart와 Russell<sup>20)</sup>은 parameter의 신뢰성은 조사된 環境의 數에 비

례한다고 밝혔다.

Lysine/protein 含量的 環境適應은 Table 4와 같이 蛋白質과 lysine含量이 높았던 CI 13449의 回歸係數가 0에 가까웠다. 이와 같은 결과는 小麥蛋白質含量的 증가와 더불어 lysine含量이 동시에 증가되었음을 의미하는 것이다.

CI 13449를 제외하고는 決定係數가 높았으나 F-값에 有意性이 없어 品種의 lysine/protein과 環境과는 관계가 비교적 적음을 알 수 있었다.

供試品種의 蛋白質 및 lysine含量的 遺傳力을 검토한 결과는 Table 5와 같이 蛋白質含量이 h<sup>2</sup>=0.809, lysine含量이 h<sup>2</sup>=0.647로서 비교적 높은 遺傳力을 보였다.

이와 같은 결과는 비록 小麥의 蛋白質이 環境要因에 의하여 크게 영향을 받기는 하나 각 形質의 遺傳的 特性이 영향을 미치고 있음을 의미하

는 것이다. 이와 관련하여 Johnson 등<sup>12, 22)</sup>도 蛋白質含量의 遺傳力은  $h^2=0.58\sim 0.82$ 라고 보고한 바 있다.

要 約

供試小麥品種系統 869에 대하여 蛋白質 및 lysine含量을 分析하였으며, 高蛋白, 高 lysine品種의 環境에 대한 反應性이 stability parameter에 의하여 검토한 결과 蛋白質과 lysine含量은  $r=0.902^{**}$ 의 高度의 正의 相關關係가 있었으나, lysine/protein과는 負의 相關關係가 있었다.

Bezostaya와 Lancota는 蛋白質의 環境反應이 비교적 적은 반면 回歸係數가 1.0 이상인 CI 13449와 Centurk는 環境反應이 컸다. 이와 같은 현상은 lysine의 環境反應에서도 동일한 경향을 보였다.

供試된 4개 品種의 蛋白質含量의 遺傳力은  $h^2=0.809$ , lysine은  $h^2=0.647$ 로서 높은 遺傳力을 보였다.

參 考 文 獻

1. Farvet, E.A., Salari, F., Manghers, L. and Avilar, A.: New Approaches to breeding for Improved Plant Protein(IAEA, Vienna), 87(1969).
2. Altschul, A.M.: Report of workshop on bleeding and fortification. Annapolis, Maryland(1971).
3. Middleton, G.K., Bode, C.E. and Bayles, B.B.: Agron. J., 46 : 500(1964).
4. Haunold, A., Johnson, V.A. and Schmidt, J.W.: Agron. J., 54 : 121(1962).
5. Davis, W.H., Middleton, G.K. and Herbert, T.T.: Crop Sci., 11 : 235(1961).
6. Stuber, C.W., Johnson, V.A. and Schmidt, J.W.: Crop Sci., 2 : 506(1962).
7. Sunderman, D., Wise, M. and Sneed, E.M.: Crop Sci., 5 : 537(1965).
8. Lofgren, J.R., Finney, K.E., Heyne, E.G., Bolte, L.C., Hosoney, R.C. and Shogren,

- M.D.: Crop Sci., 8 : 563(1968).
9. Watson, C.A., McNeaal, F.H., Berg, M.A. and Menzel, M.: Cereal Sci. Today, 11 : 326(1966).
10. Johnson, V.A., Mattern, P.J., Schmidt, J. W. and Stroike, J.E.: In Proc. 4th Int. Wheat Genetics Symp., Columbia, No.(1973).
11. Vogel, K.P., Johnson, V.A. and Mattern, P.J.: Nebr. Res. Bull., 258 : 27(1973).
12. Johnson, V.A., Mattern, P.J. and Vogel, K.P.: Bread, 127(1975).
13. Johnson, V.A., Shafer, S.L. and Schmidt, J.W.: Crop Sci., 8 : 181(1968).
14. Baker, R.J.: Can. J. Plant Sci., 49 : 742(1969).
15. Maeng, D.J.: Ph. D. thesis, University of Nebraska, Nebraska(1983).
16. Chang, H.G.: Ph. D. thesis, Dongguk University, Seoul (1983).
17. Singh, R., Axtell, J.D.: Crop. Sci., 13 : 535(1973).
18. Robinson, H.F., Comstock, R.E. and Harvey, P.H.: Agron. J., 14 : 353(1949).
19. 趙載英·張權烈: 實驗統計分析法, 鄉文社(1977).
20. Eberhart, S.A. and Russell, W.A.: Crop Sci., 6 : 36(1966).
21. Finlay, K.W. and Wilkinson, G.N.: Aust. J. Agric. Res., 14 : 742(1963).
22. Johnson, V.A., Mattern, P.J., Stroke, J.E. and Wilhelmi, K.D.: 2nd Int. Winter Wheat Conference, Zagreb, Ycgoslavia(1975).
23. Borghi, B., Testoni, A., Cattaneo, M. and Corbellini, M.: 2nd Int. Winter Wheat Conference, Zagreb' Yugoslavia(1975).
24. Sagi, F., Barabas, Z. and Pongor, S.: Cereal Res. Communications, 8 : 385(1980).
25. Luthra, O.P. and Singh, P.K.: Theor. Appl. Genet., 143(1974).
26. Tai, G.C.C.: Crop Sci., 11 : 184(1971).