

高營養 特殊米인 超巨大胚米 系統 育成

박순직*·고희중**

(*한국방송통신대학, **서울대학교 농업생명과학대학)

Development of Super-Giant Embryo Rices with High Nutritional Quality

Park Sun-Ziik*, Koh Hee-Jong**

*Korea Air and Correspondence Univ., Seoul, 110-791, Korea

**Coll. of Agric. & Life Sci., Seoul Nat'l Univ., Suwon, 441-744, Korea

Abstract

Super-giant-embryo mutant lines(Hwachung-ge⁸) with high nutritional quality were developed from Hwachungbyeo. Embryo dry weight of the mutant lines were 3.22 times heavier than that of Hwachungbyeo at a single grain base. Mutant lines showed higher protein(8.99%) than Hwachungbyeo(7.39%), without changes in storage protein. Especially lysine content was greatly increased in the mutants. Lipid content of the mutants were 1.5 times higher compared with that of Hwachungbyeo. Vitamin B1, B2, and E(α -tocopherol) were also greatly increased in the mutants. The mutant lines of M4 generation were homogeneous for growth characters, and some of them seemed to be readily applicable for farmer's field.

I. 서 론

禾穀類 中 營養組成이 가장 우수한 것으로 평가되는^{2,4)} 쌀의 營養價値 改善을 위한 品質 育種 研究는 단백질 함량^{3,4,14)} 및 lysine 함량 提高^{17,18)}에 집중되어 왔는데, 既存 遺傳資源에 限界가 있고 그 遺傳的 複雜性으로 인하여 현재까지 두드러진 성과를 거두지 못하고 있다. 근래에는 다양한 米質 變異體들이 유기되어^{10,16)} 쌀 品質 및 用途의 多樣化에 크게 기여할 것으로 전망되고 있으며, 그 중 低amylose 突然變異는 良食味 炊飯用途로, 粉狀質·高糖米·高amylose 突然變異는 加工用途로, 단백질 組成¹²⁾· 巨大胚 突然變異는 高營養米로서의 利用性이 기대된다⁶⁾.

玄米의 胚에는 營養成分中 良質의 蛋白質과 비타민 그리고 필수지방산이 種質의 어느 부분보다도 많이 축적되

어 있다⁸⁾. 또한 근래에는 酸化防止劑인 α -Tocopherol과 生長促進物質인 oryzanol이 다량 함유되어 있는 것으로 밝혀져서⁹⁾ 營養의인 측면에서 크게 관심이 집중되고 있다. 이에 기존의 遺傳資源中에서 胚가 큰 품종을 찾는 노력과 突然變異育種에 의해 巨大胚變異體를 유도하는 연구가 진행되어 왔는데, 일본에서 巨大胚 變異體를 탐색하여 발표한 바 있다¹⁶⁾. 國內에서도 超巨大胚 變異體를 開發하였는데¹¹⁾ 이는 지금까지 보고된 벼의 遺傳資源中에서 胚의 크기가 최대이다. 松尾 等¹³⁾은 巨大胚變異體의 脂質含量 및 脂肪酸組成을 분석한 결과 脂肪酸組成은 原品種과 차이가 없었으나 脂質含量은 36% 增加되었다고 보고한 바 있는데 그 이외의 營養特性에 대해서는 보고된 것이 없다.

本 研究는 쌀의 種質中 胚의 비율이 극도로 큰 超巨大胚變異體를 系統으로 育成하고 그 營養의 價値를 評價함

으로써 高營養特殊米 系統을 開發하는데 그 目的이 있다.

본 연구의 수행중 아미노산 및 脂質分析에 협조하여 준 作物試驗場 이정일 박사님과, 비타민 분석에 협조하여 준 農村營養改善研修院 이동태 박사님, 서울대학교 약학대학 김영중 교수님께 감사드린다.

II. 재료 및 방법

화청벼에 MNU를 처리하여 유기시킨 超巨大胚 變異體 (Hwachung-ge^s)¹⁰⁾ 系統들을 화청벼와 동시에 1992년 4월 24일에 파종하여 5월30일 30×15cm의 栽植距離로 1株1本植(系統當 3.3m²) 이하하였다. 시비는 N-P₂O₅-K₂O = 10-8-8kg/10a를 分施하였으며 기타 재배관리는 관행에 준하였다. 수확기에 계통당 20個體씩에 대해 生育形質을 조사하였고, 區當收量을 재어 10a當 收量으로 환산하였다.

수확후 玄米로부터 胚와 胚乳를 分離하여 各部位의 乾物重을 측정하였다. 營養成分 分析은 모두 胚와 胚乳를 분리하여 실시하였는데 蛋白質 含量은 Micro-kjeldahl法에 의해, 아미노산 組成은 아미노산자동분석기(Hitachi 835)를 이용 측정하였다. 脂質含量은 Soxleht추출기를 이용한 핵산추출법에 의해 측정하였으며 脂肪酸組成은 Gas chromatography에 의해 分離 定量하였다. 비타민 B1 함량은 Thiochrome 형광법, B2는 Lumiflavin 형광법, Niacin은 Kônig법으로 定量하였다. α-Tocopherol은 표준품(순도 99% 이상, 대웅제약) 용액과 대조하여 HPLC(Hitachi 638-50 Liquid Chromatography)로 定量하였다. 저장 단백질의 組成 變化를 조사하기 위하여 SDS-PAGE에 의해 zymogram을 분석하였고, IEF 전기영동으로 esterase 효소의 band pattern을 조사하였다.

일부 超巨大胚系統에 대해서는 藥培養을 하였는데 관행방법으로 callus유기에는 N6+NAA, 재분화시에는 MS 변형배지를 사용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 超巨大胚 變異系統의 作物學的 特性

超巨大胚米의 種實은 (그림 1)에서 볼 수 있듯이 外觀上 전체 크기는 차이가 없는데 胚부분이 원품종인 화청벼에 비해 월등히 增大된 것을 알 수 있다. 종실의 外形을

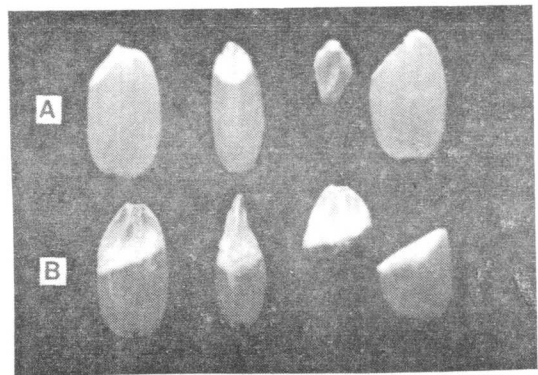
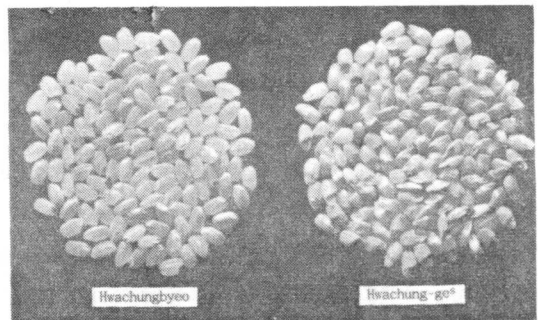


Fig.1. Appearance of Hwachung-ge^s(B) grain compared with original cultivar Hwachungbyeo grain(A)

측정하여 보면(표 1) 粒長, 粒幅, 長幅比는 화청벼와 초거대배 변이계통간 차이가 없는데 粒厚는 초거대배 변이계통에서 유의하게 작아졌다. 즉 胚乳의 登熟狀態는 원품종에 비해 다소 충실치 못함을 알 수 있다. 玄米를 胚와 胚乳部分으로 분할하여 그 무게를 측정된 것이(표 2)이다. 超巨大胚 變異系統 현미의 1000粒重(수분함량 14%)은 원품종의 74.5% 정도인데 玄米 1粒當 胚의 무게는 322%로 증가하였다. 玄米 100g당 胚의 乾物重으로 보면 무려 4倍以上 增加된 것을 볼 수 있다. 즉 種實 전체의 무게는 감소한 반면 胚의 무게는 월등히 증가되었다. 松尾 等¹³⁾은 Satoh와 Omura¹⁶⁾가 개발한 巨大胚 變異系統을 조사하여 玄米는 원품종과 크기와 무게가 거의 비슷하였고, 胚 무게는 生體重으로 2.67배 증가하였다고 하였는데 특히 生體에서 胚의 水分含量이 높은 것을 고려하면 우리가 개발한 것 보다는 훨씬 작다. (표 3)은 巨大胚 變異系統들(M4 世代)의 生育形質 및 收量을 원품종과 대비하여 나타낸 것이다. 系統別로 多少의 變異는 있지만 出穗期는 원품종보다 1~5日 정도 늦어졌으며, 葭長과 穗長은 원품종에 비해 대체로 증가되었고, 穗數는

감소된 계통이 많았다. 10a當 正租收量은 원품종이 556kg이고, 超巨大胚 變異系統들은 385~438kg으로서 원품종 대비 69.2~78.8%의 수준을 보였는데, 이는 주로 1000粒重의 감소(표 2)에 기인된 결과로 보여진다.

Table 1. Grain dimension of brown rice

| | Length | Width | Thickness | L/W |
|--------------------------|--------|-------|-----------|------|
| | (mm) | | | |
| Hwachungbyeo | 5.02 | 2.92 | 2.10 | 1.72 |
| Hwachung-ge ^s | 5.07 | 2.88 | 1.90 | 1.76 |
| Difference | ns | ns | ** | ns |

한편 形質別 變異係數를 보면 원품종이 葭長 2.0, 穗長 5.8, 穗數 10.7이었는데, 變異系統들은 葭長 1.2~3.2, 穗長 2.1~6.8, 穗數 2.2~14.6으로서 대부분의 계통들이 원품종보다도 적은 變異係數를 보였다. 따라서 이 M4 系統들은 遺傳的으로 거의 固定된 상태로 볼 수 있겠다.

Table 2. Embryo and endosperm weight of brown rice

| | 1000-grain ^{a)} weight | Dry wt. per 1000-grain | | | Dry wt. of em- bryo / 100g brown rice |
|------------------------------|------------------------------------|------------------------|--------|-------|---|
| | | Endosperm | Embryo | Total | |
| | | (g) | | | |
| Hwachungbyeo(A) | 20.4 | 17.3 | 0.59 | 17.9 | 3.30 |
| Hwachung-ge ^s (B) | 15.2 | 11.4 | 1.90 | 13.3 | 14.29 |
| B/A(%) | 74.5 | 65.9 | 322 | 74.3 | 433 |

a) 14% moisture content

Table 3. Growth characters and grain yield of super giant-embryo lines

| Entry No. Pedigree | Heading date | Culm leng. | | Pani.Leng. | | Panicle No. | | Grain yield (kg/10a) | |
|------------------------------------|--------------|------------|--------------------|------------|------|-------------|------|----------------------|---|
| | | cm | C.V. ^{a)} | cm | C.V. | No | C.V. | | |
| Original variety | | | | | | | | | |
| 01051 Hwachungbyeo | 8.19 | 85.4 | 2.0 | 17.4 | 5.8 | 17.4 | 10.7 | 556(100) | % |
| Hwachung-ge ^s lines(M4) | | | | | | | | | |
| 01060 Hwa-M16-9- 6-1 | 8.20 | 94.3 | 3.2 | 18.1 | 2.1 | 18.4 | 8.4 | 404(72.6) | % |
| 01062 -3 | 8.24 | 95.9 | 1.3 | 18.3 | 3.7 | 17.6 | 11.7 | 425(76.4) | |
| 01065 -3 | 8.24 | 92.2 | 2.0 | 17.6 | 6.8 | 18.2 | 2.2 | 405(72.8) | |
| 01067 -2 | 8.20 | 89.4 | 2.1 | 17.4 | 5.6 | 16.8 | 12.7 | 407(73.2) | |
| 01072 -7 | 8.21 | 84.9 | 1.8 | 18.2 | 4.5 | 17.4 | 12.3 | 414(74.5) | |
| 01073 -8 | 8.21 | 92.6 | 2.7 | 18.7 | 3.2 | 13.2 | 14.6 | 387(69.6) | |
| 01077 -12 | 8.20 | 84.5 | 2.4 | 19.2 | 5.4 | 14.4 | 9.2 | 411(73.9) | |
| 01079 -11-1 | 8.21 | 86.2 | 2.3 | 18.4 | 3.6 | 15.2 | 14.0 | 401(72.1) | |
| 01080 -2 | 8.20 | 90.5 | 1.9 | 18.3 | 3.3 | 14.8 | 10.8 | 386(69.4) | |
| 01081 -12-1 | 8.21 | 89.5 | 1.4 | 17.9 | 3.7 | 17.8 | 10.8 | 438(78.8) | |
| 01082 -2 | 8.21 | 91.0 | 1.6 | 17.9 | 3.3 | 14.8 | 7.9 | 400(71.9) | |
| 01084 -14-1 | 8.20 | 86.4 | 1.2 | 18.4 | 3.2 | 15.6 | 10.4 | 385(69.2) | |

a) C.V. : Coefficient of variation

2. 超巨大胚米의 營養的 價値

원품종과 超巨大胚 변이계통(ge^s)의 현미를 胚와 胚乳로 분리하여 각각의 단백질함량과 아미노산조성을 분석한 것이 <표 4>이다. 既 報告⁸⁾와 마찬가지로 胚乳에 비해 胚에는 단백질함량이 월등히 높아 胚의 營養價値가 큼을 알 수 있다. 胚乳의 단백질함량은 超巨大胚米가 원품종보다 약간 높았는데, 이는 <표 1>에 나타나 있듯이 種實의 登熟充實度가 다소 떨어진 결과로 糊粉層의 比率이 상대적으로 높았고, 糊粉層은 澱粉層에 비해 단백질함량이 높기⁸⁾ 때문인 것으로 생각된다. 胚의 단백질함량은 원품종과 超巨大胚 系統이 비슷하여 결과적으로 玄米의 단백질함량은 超巨大胚米가 1.22배 높았다. 한편 玄米의 아미노산 組成에 있어서 兩 系統間에 큰 變異는 없는 것으로 나타났는데 그 중에서도 lysine 비율은 원품종 대비 1.22배 높아졌고, tyrosine, methionine, serine의 비율은 각각 0.86, 0.89, 0.90으로 다소 낮아졌다. 玄米 100g

當 아미노산 絕對量으로 보면 超巨大胚米가 단백질 함량이 높기 때문에 모든 아미노산량이 높게 나타나는데 특히 lysine 함량은 원품종이 224mg인데 비해 332mg으로 1.48배나 증가했다. Schaeffer 와 Sharpe¹⁶⁾는 in vitro 돌연변이로 원품종보다 lysine함량이 14% 증가된 계통을 육성할 수 있었는데, 그 遺傳樣相이 단순하지 않아¹⁷⁾ 그 이용성이 제한될 것으로 생각된다. 그러나 본 연구에서 검토된 超巨大胚米는 lysine 비율이 22%나 증가되었고 關與遺傳子 또한 單純劣性이어서¹¹⁾ 玄米를 대상으로 한 高lysine 벼 育種時 效率的으로 이용될 수 있을 것으로 보인다. 既存 벼품종이 가지고 있는 玄米 단백질의 lysine비율은 2.23~4.80⁷⁾ 정도인데 원래 高lysine品種에 다 超巨大胚 遺傳子를 도입하면 lysine함량은 上乘的으로 增加할 것이고, 특히 巨大胚와 高蛋白特性<표 4>이 결합됨으로써 高蛋白, 高lysine 品種 育成이 容易할 것으로 판단된다.

Table 4. Amino acid composition and protein content of Hwachungbyeo and Hwachung-ge^s line

| Amino acid | Endosperm ^{a)} | | Embryo | | Brown rice | | | Content(mg)/ 100g brown rice | | |
|-----------------|-------------------------|-------------------|--------|-------------------|------------|-----------------------|------|---------------------------------|-------------------|------|
| | Hwa ^{b)} | H-ge ^s | Hwa | H-ge ^s | Hwa(A) | H-ge ^s (B) | B/A) | Hwa(A) | H-ge ^s | B/A) |
| | (%) | | | | | | | (mg) | | |
| Alanine | 6.68 | 6.50 | 7.77 | 8.04 | 6.72 | 6.72 | 1.00 | 492 | 598 | 1.22 |
| Arginine | 6.60 | 6.44 | 6.57 | 9.76 | 6.60 | 6.91 | 1.05 | 483 | 615 | 1.27 |
| Aspartic | 10.25 | 10.59 | 10.94 | 11.31 | 10.27 | 10.69 | 1.04 | 751 | 952 | 1.27 |
| Glutamic | 20.83 | 21.07 | 18.37 | 17.54 | 20.75 | 20.57 | 0.99 | 1518 | 1830 | 1.21 |
| Glycine | 4.32 | 4.21 | 6.07 | 5.58 | 4.38 | 4.41 | 1.01 | 320 | 393 | 1.23 |
| Histidine | 1.79 | 1.84 | 1.67 | 1.51 | 1.79 | 1.79 | 1.00 | 131 | 159 | 1.21 |
| Isoleucine | 3.12 | 3.33 | 2.92 | 2.82 | 3.11 | 3.26 | 1.05 | 228 | 290 | 1.27 |
| Leucine | 8.47 | 8.44 | 7.49 | 7.05 | 8.44 | 8.24 | 0.98 | 617 | 734 | 1.19 |
| Lysine | 2.96 | 3.40 | 5.90 | 5.70 | 3.06 | 3.73 | 1.22 | 224 | 332 | 1.48 |
| Methionine | 1.99 | 1.79 | 1.81 | 1.55 | 1.98 | 1.76 | 0.89 | 145 | 157 | 1.08 |
| Phenylalanine | 5.07 | 5.31 | 4.41 | 4.15 | 5.05 | 5.14 | 1.02 | 369 | 458 | 1.20 |
| Proline | 3.01 | 2.99 | 3.04 | 2.86 | 3.01 | 2.97 | 0.99 | 220 | 264 | 1.24 |
| Serine | 4.27 | 3.81 | 3.91 | 3.86 | 4.26 | 3.82 | 0.90 | 312 | 340 | 1.09 |
| Threonine | 2.67 | 2.54 | 3.38 | 3.40 | 2.69 | 2.66 | 0.99 | 197 | 237 | 1.20 |
| Tyrosine | 4.17 | 3.70 | 3.21 | 2.69 | 4.14 | 3.56 | 0.86 | 303 | 317 | 1.05 |
| Valine | 6.14 | 6.42 | 6.10 | 5.78 | 6.14 | 6.33 | 1.03 | 449 | 563 | 1.25 |
| Ammonia | 7.66 | 7.63 | 6.44 | 6.40 | 7.62 | 7.45 | 0.98 | 557 | 663 | 1.19 |
| Total | | | | | | | | 7.32 | 8.90 | 1.22 |
| Protein content | | | | | | | | | | |
| (%) | 6.99 | 7.37 | 10.24 | 18.73 | 7.39 | 8.99 | 1.22 | | | |

a) Brown rice without embryo

b) Hwa : Hwachungbyeo, H-ge^s : Hwachung-ge^s

한편 (그림 2)는 玄米의 全 蛋白質을 SDS-Polyacrylamid 전기영동한 결과이다. 그림에서 57kDa의 polypeptide는 glutelin의 前驅體이고, 37~39kDa과 22~23kDa의 polypeptide는 glutelin을, 26kDa의 polypeptide는 globulin을, 10kDa·13kDa·16kDa의 polypeptide는 prolamin을 구성하는 것이다¹⁵⁾. 원품종인 화청벼 (A,C,E)와 超巨大胚米(B,D,F)의 白米(A,B), 胚를 제거한 玄米(C,D), 胚(E,F)를 部位別로 비교하여 볼 때 兩者間에는 band의 차이가 없는 것으로 나타났다. 이것으로 보면 超巨大胚 變異系統은 高蛋白, 高lysine의 特性을 보이면서도 貯藏蛋白質의 組成에 차이가 없으므로 消

化率은 同一할 것으로 판단되며, 따라서 超巨大胚米의 이 용성은 더욱 높다고 할 수 있겠다. (그림 2)와 동일 시 료에 대해 IEF 전기영동으로 esterase의 band pattern 을 본 것이 (그림 3)인데 역시 화청벼와 超巨大胚系統의 各 部位別로 차이가 없게 나타났다.

벼 種實의 各 部位中 脂質含量이 가장 많은 곳은 胚이고 그다음이 糊粉層이며 澱粉層에는 極小量이 존재한다.^{1,8,13)} <표 5>는 원품종과 超巨大胚 變異系統(ge^s)의 玄米를 胚와 胚乳로 분리하여 각각의 지질함량과 지방산조성을 분석한 것이다. 지질함량을 보면 胚를 제거한 胚乳에서는 超巨大胚米이 원품종보다 약간 높는데 이는 단백질함량

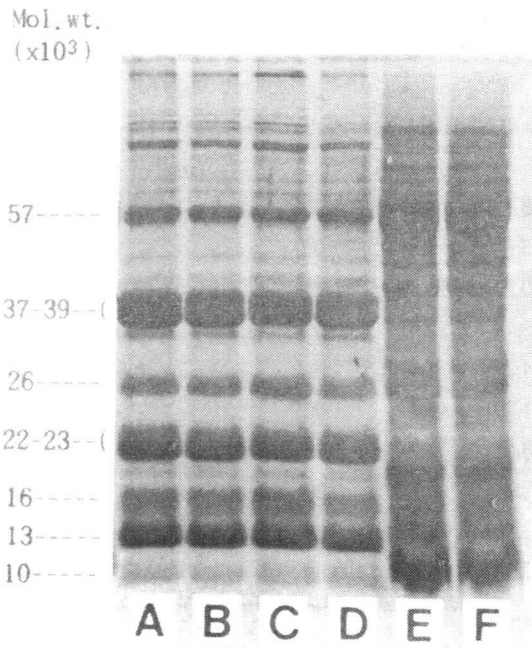


Fig.2. SDS-PAGE of the storage protein

- A : milled rice of Hwachungbyeo
- B : milled rice of Hwachung-ge^s
- C : brown rice without embryo of Hwachungbyeo
- D : brown rice without embryo of Hwachung-ge^s
- E : embryo of Hwachungbyeo
- F : embryo of Hwachung-ge^s

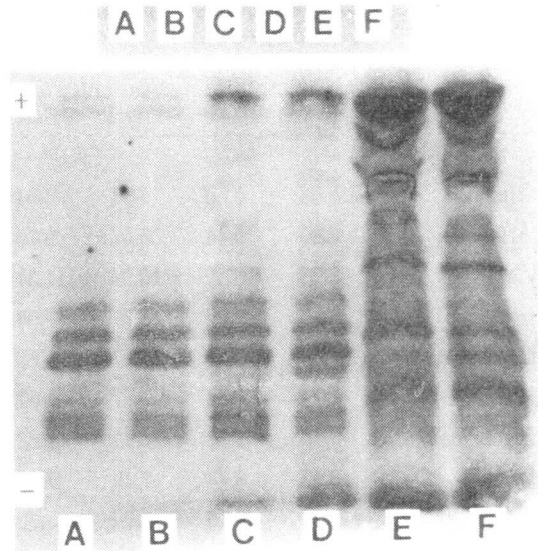


Fig.3. Esterase zymograms by IEF in pH 3~10 (A~F : same with Fig.2.)

Table 5. Lipid content and fatty acid composition of Hwachungbyeo and Hwachung-ge^s line

| Amino acid | Endosperm ^{a)} | | Embryo | | Brown rice | | | Content(mg)/ 100g brown rice | | |
|-------------------|-------------------------|-------------------|--------|-------------------|------------|-----------------------|------|---------------------------------|-------------------|------|
| | Hwa ^{b)} | H-ge ^s | Hwa | H-ge ^s | Hwa(A) | H-ge ^s (B) | B/A) | Hwa(A) | H-ge ^s | B/A |
| | (%) | | | | | | | (mg) | | |
| Lipid content | 2.9 | 3.1 | 28.8 | 21.2 | 3.8 | 5.7 | 1.50 | 3.80 | 5.70 | 1.50 |
| Fatty acid compos | | | | | | | | | | |
| Oleic acid | 40.0 | 43.5 | 37.3 | 37.0 | 39.9 | 42.6 | 1.07 | 1.52 | 2.43 | 1.60 |
| Lineleic acid | 39.9 | 33.5 | 37.9 | 35.7 | 39.7 | 33.8 | 0.85 | 1.51 | 1.93 | 1.28 |
| Palmitic acid | 13.7 | 16.7 | 19.7 | 20.8 | 13.9 | 17.3 | 1.24 | 0.53 | 0.98 | 1.85 |
| Linolenic acid | 3.8 | 3.9 | 2.8 | 3.4 | 3.8 | 3.8 | 1.00 | 0.14 | 0.22 | 1.57 |
| Stearic acid | 2.6 | 2.4 | 2.3 | 3.0 | 2.6 | 2.5 | 0.96 | 0.10 | 0.14 | 1.40 |

a) Brown rice without embryo

의 경우와 마찬가지로 <표 1>에 나타나 있듯이 종실의 등축중실도가 다소 떨어져서 호분층의 비율이 상대적으로 높았기 때문으로 보인다. 胚에서는 원품종이 超巨大胚米보다 훨씬 높았는데 松尾 等¹³⁾의 설명과 같이 胚의 巨大化로 인해 胚中の 油脂의 充實度가 低下되었기 때문으로 생각된다. 그러나 胚와 胚乳를 합한 玄米의 지질함량은 超巨大胚系統(5.7%)이 원품종(3.8%)보다 1.5배나 증가되었는데, 벼의 기존품종간 지질함량의 변이가 2.3~3.9%인 것⁵⁾을 감안하면 超巨大胚米는 高脂質米로 이

용가치가 높을 것으로 생각된다. 지방산조성 비율에 있어서는 胚의 경우 兩系統間에는 차이가 없었는데, 胚를 제외한 胚乳에서는 超巨大胚米가 원품종에 비해 linoleic acid는 다소 감소했고 palmitic acid는 증가하여 결과적으로 玄米에서도 비슷한 결과를 가져왔다. 그러나 超巨大胚米는 지질함량이 월등히 높기 때문에 玄米 100g當 脂肪酸의 絕對量은 원품종에 비해 훨씬 높다.

<표 6>은 비타민함량을 분석한 결과이다. 화청벼의 胚를 제거한 玄米와 白米를 비교하면 분석된 비타민 모두

Table 6. Vitamin content of Hwachungbyeo and Hwachung-ge^s line

| Vitamin | Endosperm of | | Vitamin content(mg) ^{a)} | | | | |
|--|-----------------------|--------|-----------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|------|
| | Hwachungbyeo | | Embryo | | /100g brown rice | | |
| | Brwon | Milled | Hwa | H-ge ^s | Hwa(A) | H-ge ^s | B/A |
| | ----- (mg/100g) ----- | | | | | | |
| Vitamin B ₁ (Thiamine) | 0.265 | 0.229 | 109.22 | 113.08 | 3.861 | 16.386 | 4.45 |
| Vitamin B ₂ (Riboflabin) | 0.041 | 0.107 | 0.421 | 0.474 | 0.654 | 0.103 | 1.91 |
| Niacin | 5.734 | 2.012 | 7.556 | 7460 | 5.794 | 5.891 | 1.03 |
| Vitamin E (α -Tocopherol) | — ^{b)} | — | 2.195 | 0.952 | 0.072 | 0.136 | 1.89 |

a) Vitamin content of Hwachung-ge^s endosperm was regarded identical with Hwachungbyeo endosperm.

b) not detectable

현미에서 그 함량이 높는데 이는 호분층이 비타민을 다량으로 보유하고 기인한다고⁸⁾ 볼 수 있다. 한편 胚乳에서는 α -Tocopherol은 검출되지 않았다. 胚는 胚乳에 비해 비타민함량이 매우 높았는데, 그 중에서도 특히 thiamine함량이 월등히 높고, 胚乳에서는 검출되지 않은 α -Tocopherol이 다량 함유되어 있는 것으로 나타났다. 超巨大胚米와 원품종의 胚를 비교하여 보면 thiamine, riboflabin, niacin 함량은 兩者가 유사하였다. 반면 α -tocopherol함량은 원품종이 훨씬 높았는데 그 이유는 불분명하다. 그러나 玄米 全體를 볼 때는 超巨大胚米에서 α -tocopherol의 絕對量이 원품종에 비해 높고 玄米 100g當으로 환산하였을 때는 원품종의 1.89배나 된다. 다른 비타민들은 본 연구에서 분석되지는 않았지만 胚에는 모든 종류의 비타민함량이 胚乳보다 월등히 높은 것을⁸⁾ 고

려하면 超巨大胚 變異系統은 高비타민미로 충분한 가치가 있을 것이다.

3. 超巨大胚 突然變異體의 純系化

<표 3>에서 볼 수 있었듯이 超巨大胚 變異系統들은 거의 固定된 것으로 보여 葯培養을 통한 純系化의 필요는 없을 것으로 생각되지만 그 중 몇 계통에 대해 表7과 같이 葯培養을 실시하였다. 總 6631개의 葯을 치상하였으며 callus 유기율은 16.9%이었고 식물체 再分化率は 15.7%이었다. 재분화된 녹색식물체중 2倍體들 31個體에서는 H2種子를 수확하였고, 현재 포장재배를 위해 育苗中이다.

Table 7. Anther culture of Hwachung-ge^s lines

| Line No. | Anthers plated | Callusing anthers(%) | Calli plated | Regenerated plants | | |
|----------|----------------|----------------------|--------------|--------------------|--------|-----------|
| | | | | Green | Albino | Total(%) |
| 01060 | 277 | 33 | 25 | 3 | 1 | 4 |
| 01065 | 833 | 135 | 112 | 9 | 6 | 15 |
| 01066 | 494 | 72 | 60 | 8 | 4 | 12 |
| 01067 | 520 | 112 | 94 | 6 | 10 | 16 |
| 01068 | 272 | 36 | 25 | 1 | 2 | 3 |
| 01069 | 679 | 124 | 108 | 12 | 9 | 21 |
| 01071 | 456 | 93 | 71 | 7 | 3 | 10 |
| 01072 | 723 | 128 | 121 | 7 | 10 | 17 |
| 01073 | 814 | 150 | 132 | 10 | 9 | 19 |
| 01074 | 171 | 23 | 22 | 3 | 2 | 5 |
| 01076 | 350 | 58 | 50 | 5 | 3 | 8 |
| 01077 | 712 | 121 | 98 | 9 | 5 | 14 |
| 01078 | 330 | 34 | 25 | 2 | 2 | 4 |
| Total | 6,631 | 1,119(16.9) | 943 | 82 | 66 | 148(15.7) |

적 요

화청벼에서 유기된 超巨大胚 突然變異系統을 育成하고 그의 生育形質과 米粒 外形特性, 아미노산 組成·脂質含量 및 脂肪酸 組成·비타민 含量 등의 營養特性을 原品種과 對比하여 조사한 結果는 다음과 같다.

1. 超巨大胚 變異系統의 玄米 外形크기는 原品種과 差異가 없었으나, 1000粒重은 원 품종의 74.5%이었고, 1粒當 胚의 크기가 乾物重으로 322% 增大되었다.
2. 生育形質의 變異係數로 보아 超巨大胚 變異系統(M4)들은 대부분 遺傳的으로 固定 된 것으로 나타났다.
3. 玄米의 단백질함량은 8.99%로 원품종의 7.39%에 비해 높았고, 貯藏蛋白質의 組成 은 差異가 없었으며, 아미노산 中 lysine함량이 월등히 增大되었다.
4. 玄米의 脂質含量은 5.7%로 원품종의 3.8%에 비해 1.5배 增加하였다.
5. 胚의 비타민 B1, B2, niacin 含量에서 超巨大胚米와 원품종과는 차이가 없었으며, α -Tocopherol 함량은 감소하였으나, 玄米 100g當의 비타민 絶對量으로 보면 B1, B2, α -Tocopherol 량이 월등히 증가하였다.

6. 超巨大胚米는 高營養米로서의 利用價値가 클 것으로 판단되었다.

7. 超巨大胚 變異系統들을 다수 藥培養하여 H2 系統들을 확보하였다.

참고 문헌

1. Choudhury, N.H. and B.O. Juliano. 1980. Lipids in developing and mature rice grain. *Phytochemistry* 19: 1063-1069
2. Coffman W.R. and B.O. Juliano. 1987. in *Nutritional Quality of Cereal Grains; Genetic and Agronomic Improvement*: 101-131
3. Coffman, W.R. and B.O. Juliano. 1976. Current status and breeding high protein rice. in *Improving the Nutrient Quality of Cereals II*: 150-153
4. Eggum, B.O., 1979. The nutritional value of rice in comparison with other cereals. in *Proc. of Workshop on Chemical Aspects of Rice Grain Quality*, IRRI: 91-111.

5. Fujino, Y. 1978. Rice lipids. *Cereal Chem.* 55 (5) : 559-571
6. 許文會, 朴淳直. 1990. 쌀 用途 多樣化 育種 戰略. 國際競爭力 向上과 消費者嗜好 에 맞는 쌀品質 高級化 및 多樣化 심포지움, 수입개방대책45, 농촌진흥청 작물시험장 : 41-58
7. Juliano, B.O. 1966. Physicochemical data on the rice grain. *Tech. Bull.* 6, IRRI, 150p.
8. Juliano, B.O. ed. 1985. Rice - Chemistry and Technology. AACC Monograph Series : 17-174
9. Kao, C. and B.S. Luh. 1991. Rice oil. in *Rice; Production*, vol II, 2nd ed. Univ. of Calif., USA, pp.295-311
10. 金光鎬, 許文會, 朴淳直, 高熙宗. 1991. 새로운 米粒質 突然變異 創出. 韓作誌 36(3) : 197-203
11. Kim, K.H., S.Z. Park, H.J. Koh and M.H. Heu. 1992. New mutants for endosperm and embryo characters in rice ; Two dull endosperms and a giant embryo. *Proceed. of SABRAO Intern. Symp. on The Impact of Biological Research on Agricultural Productivity*, pp.125-131
12. Kumamaru, T., H. Satoh, N. Iwata, T. Omura, M. Ogawa, and K. Tanaka. 1988. Mutants for rice storage proteins. I. Screening of mutants for rice storage proteins of protein bodies in the starch endosperm. *Theor. Appl. Genet.* 76 : 11-16
13. 松尾 巧, 佐藤 光, 尹景民, 大村 武. 1987. イネ巨大胚突然變異系統の含油量と脂肪酸組成. *育種* 37 : 185-191
14. Nanda, J.S. and W.R. Coffman. 1979. IRRI's effort to improve the protein content of rice. in *Proceed. Workshop on Chemical Aspects of Rice Grain Quality*, IRRI : 33-47
15. 小川雅廣, 佐藤 光, 熊丸敏博. 1988. 米タンパク質の改良-胚乳に存在するタンパク質顆粒の突然變異-. *育種學最近の進歩* 30 : 3-13.
16. Satoh, H. and T. Omura. 1981. New endosperm mutations induced by chemical mutagens in rice, *Oryza sativa* L. *Japan J. Breed.* 31 : 316-326
17. Schaeffer, G.W. 1991. Genetics and biochemistry of in vitro-selected lysine mutants. in *Rice Genetics II*, IRRI : 191-199
18. Schaeffer, G.W. and F.T. Sharpe. 1987. Increased lysine and seed storage protein in rice plants recovered from calli selected with inhibitory levels of lysine plus threonine and S-(2-aminoethyl) cysteine. *Plant Physiol.* 84 : 509-515