

油菜 品質研究 現況과 問題點 및 方向

李正日*, 方鎮淇*, 權炳善**, 姜光照***

Status and Prospects of Seed Quality Researches in Rapeseed

Jung Il Lee*, Jin Ki Bang*, Byung Sun Kwon** and Kwang Hee Kang***

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the status and prospects of seed quality researches in rapeseed. Rapeseed quality was mainly related to oil and protein content, fatty acid composition and glucosinolate content. Hence, breeding for improvement of rapeseed quality has been emphasized as follows: 1) inheritance mode, 2) investigation of germplasm, 3) establishment of analysis technique, 4) establishment of selection method, 5) idealization of cultural technique.

The oil quality is determined by its fatty acids. Fatty acids have been determined by gas chromatography. To improve oil quality was emphasized for zero erucic acid, the highest possible linoleic acid and the lowest possible linolenic acid content.

Rapeseed meal is not considered as top quality feed ingredient although it has higher protein content and well-balanced amino acid composition. This is mainly because of the presence of considerable amounts of glucosinolates. Thus the reduction of glucosinolate content in rapeseed meal is of great importance. In breeding for meal quality, low glucosinolate lines(plants) were selected and analyzed by gas chromatography and UV-spectrophotometer.

Current problems and future researches of rapeseed quality in Korea are 1) improvement of researcher's number and facilities, 2) depression of animal feeding trials, 3) unsatisfied relationship between research and manufacturing and products field, 4) improvement of fertility for yellow and thin seed coat lines crossed between mustard and rapeseed, 5) establishment of new rapid analysing system for rapeseed quality.

緒 言

油菜 品質에 크게 影響하는 形質로는 含油率,^{40, 45-50,75} 蛋白質含量,^{9,20,81} 脂肪酸組成,⁵¹⁻⁶³ 粕有 害成分인 구루코지노레이트含量,^{18-20,69,96-99} 아미노 산組成^{37,80} 등이며, 특히 기름의 脂肪酸種類 및 그 組成比는 기름의 良不를 左右하고 있다. 良質油에 들려면 올레인酸과 리놀酸 含量이 높아야 할 뿐만

아니라 長鎖脂肪酸인 에루진酸이 含有되어 있지 않아야 한다. 이와같은 不良脂肪酸改良 育種은 1950 年 가스 크로마토그래피가 脂肪酸分析에 利用되기 始 作하면서부터 本格的으로 脂肪酸改良 育種³⁵이 着 手되어 에루진酸을 完全 除去시킨 良質油 油菜 品 種育成에 成功하였다.^{18, 19, 39, 65, 66, 85}

한편, 高蛋白 飼料로 利用될 수 있는 油菜粕은 有 害成分인 구루코지노레이트가 含有되어 있어 家畜이 먹으면 甲狀腺 장애 誘發 뿐만 아니라 生長이 中止

* 作物試驗場(Crop Experiment station, RDA, Suwon 440-100, Korea)

** 順天大學(Sunchon National Univ., Sunchon 540-070, Korea)

*** 嶺南大學校(Youngnam Univ., Gyeongsan 713-800, Korea)

되고 家禽類는 産卵率이 激減하는 등 問題가 되고 있다. 9, 12, 69, 76) 따라서 油粕을 飼料로 利用하기 위한 구루코지노레이트 除去 方法 10, 23, 36, 72, 84) 이 여러 가지 試圖되었으나 實效를 거두지 못해 結局 育種의 으로 制御시키는 方法 3, 4, 6, 42, 64, 67) 이 採擇되어 카나다, 西獨, 스웨덴, 우리나라 등에서 成分이 改良된 無에루진酸 良質油 無毒粕 油菜 實用品種이 育成되어 普及中에 있다. 18, 19, 39, 65, 66, 85) 이와같이 油菜 品質에 대한 國內外의 研究動向은 기름의 脂肪酸組成과 飼料用 粕의 구루코지노레이트 改良에 主眼點을 두고 研究가 進行되고 있다. 따라서, 筆者 등은 지금까지 國內外에서 이루어졌던 油菜 品質研究에 있어서 品質에 關與하는 成分과 品質研究의 變遷, 國內外 研究動向, 主要成分의 含量範圍, 生合成關係, 大量檢定法 確立 등의 研究結果를 綜合하고, 앞으로 油菜 品質研究方向에 대해 考察하므로써 油菜 品質에 關心이 있는 同人들의 今後研究에 多少나마 參考가 되도록 하기 위해 이 글을 쓰게 되었다.

油菜 品質研究 現況

1. 油菜 品質에 關與하는 形質

油菜 品質에 關與하는 形質로는 表1에서와 같이 여러가지 形質이 있으며, 특히 기름의 品質을 결정하는 形質은 기름含量, 글리세라이드, 脂肪酸, 酸價, 灰素價, 경화가 등이라 할 수 있겠다. 油菜의 第1次 主産物은 기름이므로 收油量을 増大시키기 위해서는 高含油 品種이 育成되어야 하나 全世界的으로

Table 1. Characters related with rapeseed quality

| | |
|-----------------|----------------------|
| Oil content | Vitamine |
| Glyceride | Tocopherol |
| Fatty acid | Lecithin |
| Protein content | Peroxide value |
| Amino acid | Saponification value |
| Glucosinolate | Odour and taste |
| Crude fiber | Seed coat colour |
| Mineral | Seed coat rate |

Table 3. Factors related with edible oil quality in rapeseed

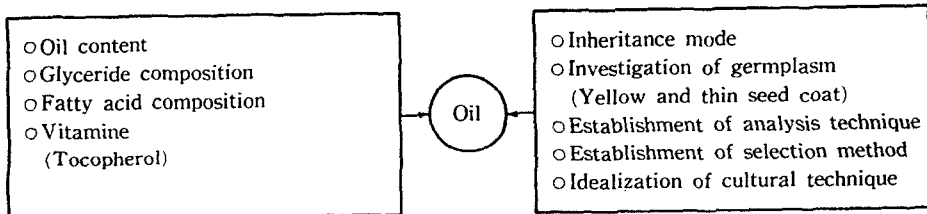


Table 2. External factors related with rapeseed quality

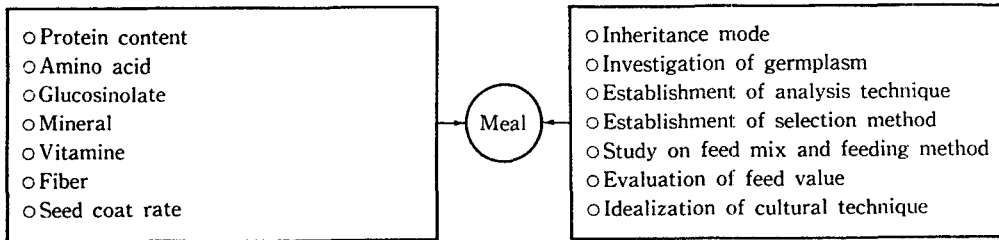
| | |
|----------------|---------------------------|
| Maturity | Irrigation |
| Temperature | Herbicide |
| Rainfall | Growth regulator |
| Sunshine hour | Disease and insect injury |
| Planting date | Way of harvesting |
| Hill spacing | Way of threshing |
| Fertilizer | Drying |
| Soil fertility | Transport |
| Soil type | Storage |

그 어느 나라에서도 高含油 品種育成에 대한 成果는 期待에 미치지 못한 實情이다. 특히 油菜는 참깨, 땅콩 등 他 油脂作物에 비하여 含油率이 낮은데 그 理由는 種皮가 두껍기 때문이므로 種皮를 얇게 改良한다면 기름含量을 50% 以上으로 向上시킬 수 있을 것이다. 또한, 기름色澤에서는 黑色種皮 油菜의 검은 色素가 기름 抽出時 溶劑에 녹아 내려 기름色澤을 不良하게 하므로 種皮色을 黃橙色으로 改良할 必要가 있다. 油菜는 기름生産 뿐만아니라 高蛋白質 飼料로 利用할 수 있는 油粕을 副産物로 生産할 수 있으므로 導入 大豆粕에 依存하고 있는 蛋白質 飼料의 相當量을 代替할 수 있는 作物이다. 따라서, 蛋白質含量, 아미노산組成, 구루코지노레이트, 粗纖維, 광물질, 비타민, 레시틴 등은 油粕 品質을 결정하는 主要한 形質이라 할 수 있다. 특히 油菜粕에는 구루코지노레이트라는 毒性 配糖體가 含有되어 있으므로 이 成分을 除去하지 않고는 大豆粕과 같은 高蛋白質 飼料로 利用될 수 없다.

油菜 品質에 影響을 주는 外的條件은 表2와 같다. 즉 成熟期, 溫度 등 氣象要因과 栽培法, 土壤, 灌溉, 病蟲害, 收穫, 운반, 저장 등 여러가지 環境要因이 品質에 作用하고 있다.

食用油 品質에 關聯된 研究對象은 表3에서 보는 바와 같다. 기름의 品質에는 油分含量, 글리세라이드組成, 脂肪酸組成 및 비타민, 특히 토코페롤 등이 關聯되어 있다. 따라서, 이들 각 研究對象의 遺傳樣

Table 4. Factors related with meal quality in rapeseed



式, 育種材料的 調査, 특히 黃色 薄皮種의 探索과 油質 分析 技術의 確立, 良質系統 選拔方法의 確立 및 栽培 技術의 合理化 등은 油質 向上에 매우 重要하다고 하겠다.

飼料用 油粕 品質에 대한 研究對象은 表 4에서 보는 바와 같이 蛋白質含量, 아미노酸組成, 구루꼬지 노레이트스含量, 광물질, 비타민, 纖維質 및 種皮率 등이며 이들에 대한 遺傳樣式, 育種材料 調査, 粕分析 技術의 確立, 選拔方法의 確立, 飼料配合 및 飼育 方法 研究, 飼料效率 評價, 栽培 技術의 合理化 등이 粕品質을 決定하게 된다.

2. 油菜 品質 研究의 變遷

油菜 品質 研究에 대한 變遷을 보면, 그림 1과 같이 1910年 以前에는 搾油率 調査, 焙燒方法, 粕의 有機質肥料效果 등 單純한 研究가 進行되었다. 그 후 1911年부터 1950年까지는 기름함량의 提高와 有機質 肥料效果에 관한 研究와 더불어 沃素價에 의한 油質 評價,³⁰ 이온價, 檢化가, 精製法 등에 대한 研究가 遂行되었다.^{30, 31, 32, 33} 특히 Ivanov³³가 亞麻의 沃素價를 檢定하여 不飽和 脂肪酸含量을 推定한 以後 植物性油脂의 沃素價로부터 脂肪酸組成을

評價하는 研究³³가 大部分이었다. 그러나 沃素價는 油脂中の 不飽和 脂肪酸의 二重結合數를 나타내는 數值이므로 二重結合이 1個인 올레인酸과 에루진酸과는 같은 數值를 나타내면서도 品質의 으로는 良質과 不良 또는 長鎖와 短鎖脂肪酸의 區別을 할 수 없으며 必須脂肪酸인 리놀酸은 前者들보다 二重結合數를 한개 더 가지고 있어서 沃素價도 더 높은 數值를 나타내며, 리놀酸은 二重結合數를 3個 가지고 있으므로 더욱 높은 沃素價를 나타내게 된다. 따라서, 沃素價의 大小만을 가지고는 기름의 品質을 評價, 判定하기에 不適當하다는 것을 알게 되었다. 여기에서 分別蒸溜法에 의한 直接脂肪酸定量法^{7, 8, 17}이 開發되었으나 分析所要時間이 길고 多量의 試料를 必要로 하여 實用的인 研究에 利用되지 못하였다.

1950年代 以後의 研究는 多樣하게 分化되었으며 括目할 만한 것은 James와 Martin³⁵에 의해 開發된 gas chromatography가 脂肪酸分析에 利用되기 始作하면서부터 分析의 速度와 精度는 飛躍的으로 向上되었으며 gas chromatography를 利用한 分析值는 Lipase에 의한 加水分解 結果值와 差異가 없을 만큼 精度가 높은 것으로 證明되면서³⁴ 脂肪酸 改良 育種에 本格的으로 利用되었다. 또한

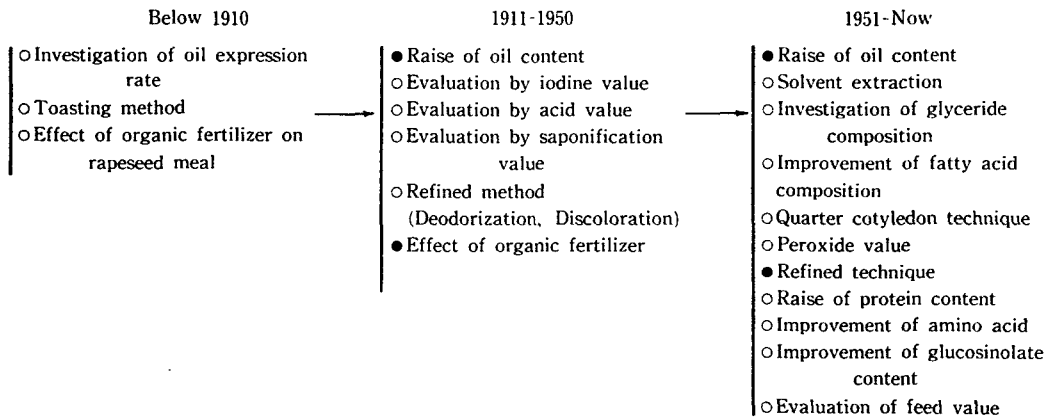


Fig. 1. Development of study on quality in rapeseed.

筆者^{57,58} 등은 脂肪酸의 簡易檢定法인 Q.C.T.法(Quarter Cotyledon Technique)을 開發하여 迅速하게 分析할 수 있는 方法을 제시하기도 하였다.

한편, 油粕 品質을 크게 支配하고 있는 有害成分인 구루코지노레이트含量 分析은 1950年代初 Paper chromatography에 의해 定性分析되다가 1960年代에 들어와 gas chromatography^{96,99}와 UV-spectrophotometer⁹⁸에 의해 定量分析되고 있어 無毒粕 品種 育成에 널리 利用되고 있다.^{15,29,74,77-80} 粕品質 改良으로 無毒粕 品種이 育成되면서 캐나다의 Bell⁹¹을 中心으로 한 油菜粕 飼料의 家畜飼養 및 效率에 대한 研究^{12,14,36,69,89}가 多樣하게 이루어졌다.

3. 品質에 대한 國內外 研究動向

1955년부터 1987년까지 年代別로 油菜 品質에 관한 國內外 報文을 보면 表 5와 같이 1960年以前에 國內 品質에 관한 報文은 全無하였다. 그 理由는 우리나라에서 油菜試驗이 始作된 것은 1962년부터이며 이 때에는 栽培技術體系 確立에 注力했기 때문이다. 國內에서의 油菜 品質에 대한 研究는 1970년에 含油率 抽出時間이 油質에 미치는 影響⁴⁶을 調査한 것이 처음이며 本格的인 研究가 이루어진 것은 1972년부터 脂肪酸組成 改良育種을 始作하면서부터이고 無에루진酸 品種을 育成하는데 必要한 研究가 多樣하게 이루어져서 結局에는 에루진酸이 含有되어 있지 않은 良質油 品種을 育成하게 되었다. 그 以後 筆者^{44,51-63,88} 등은 脂肪酸組成

Table 6. Major interested research field for quality in rapeseed

| Quality characters | Number of reports | | |
|--------------------|-------------------|---------|-------|
| | Domestic | Foreign | Total |
| Oil content | 8 | 26 | 34 |
| Fatty acid | 43 | 149 | 192 |
| Protein content | 1 | 15 | 16 |
| Amino acid | 1 | 5 | 6 |
| Glucosinolate | 9 | 118 | 129 |
| Others | 10 | 21 | 36 |
| Total | 74 | 334 | 408 |

改良育種에 관한 研究와 油菜粕 飼料化를 위한 有害成分(Glucosinolate) 改良育種에 관한 研究^{3-6,64}를 통해 구루코지노레이트를 除去한 無毒粕 品種이 育成되기에 이르렀다. 國外에서의 品質에 대한 研究도 表 6에서 보는 바와 같이 脂肪酸組成의 改良과 粕의 飼料化를 위한 有害成分 改良育種에 重點을 두고 있다.

특히, 기름과 脂肪酸組成에 대한 遺傳育種에 관한 研究를 보면 表 7과 같이 國內外 모두 脂肪酸組成 즉 에루진酸의 遺傳과 良質油 品種育成에 置重하였다. 에루진酸含量 遺傳에 관해서는 Harvey와 Downey²⁸가 0~3%의 低에루진酸含量 個體의 分離比가 15:1로 分離하여 에루진酸含量은 不完全優性的의 累積的인 2雙의 同義因子에 의해 支配된다고 假定하였다. 그 理論分離比는 1:4:6:4:1로 遺傳子 1個의 作用價는 9~10%로 推定하였다.^{41,45,68} 筆者^{52,59} 등도 summer型 無에루진酸 遺傳子를 國內 栽培型인 winter型 品種에 導入코자 耐寒性

Table 5. Reports number of domestic and foreign countries on rapeseed quality according to years

| Country | Year | | | | | Total |
|----------|------|---------|---------|---------|---------|-------|
| | '<60 | '60-'69 | '70-'79 | '80-'85 | '86-'87 | |
| Domestic | - | 4 | 19 | 32 | 9 | 74 |
| Foreign | 18 | 65 | 96 | 104 | 51 | 334 |
| Total | 18 | 69 | 125 | 136 | 60 | 408 |

Investigated years: 1955-1987

Table 7. Studies on genetics and breeding of oil content and fatty acid composition in rapeseed

| Major fields | Number of reports | | |
|--|-------------------|---------|-------|
| | Domestic | Foreign | Total |
| Inheritance of oil content | - | 2 | 2 |
| Inheritance of fatty acid composition | 5 | 22 | 27 |
| Improvement of fatty acid composition | 12 | 41 | 53 |
| Correlations oil and fatty acid | 2 | 9 | 11 |
| Genetic control of fatty acid biosynthesis | 1 | 5 | 6 |
| Others | 14 | 31 | 45 |
| Total | 34 | 110 | 144 |

Table 8. Segregation for erucic acid content (%) in the seeds(bulk samples of F₃) from selected plants of F₂ generation from crosses, zero erucic acid Canadian rape variety×high erucic acid Japanese rape varieties.

| Cross | Observed frequency of individual plants with erucic acid percentage of | | | | | χ^2 values for fit to 1:4:6:4:1 ratio | P values for fit to 1:4:6:4:1 ratio |
|-------------------|--|------|-------|-------|-----|--|-------------------------------------|
| | 0-4 | 5-16 | 17-28 | 29-40 | 41- | | |
| 0-erucic×Chisaya | 4 | 16 | 18 | 8 | 3 | 2.890 | 0.500-0.750 |
| Chisaya×0-erucic | 3 | 15 | 21 | 9 | 2 | 2.131 | 0.750-0.900 |
| Total | 7 | 31 | 39 | 17 | 5 | 4.434 | 0.250-0.500 |
| 0-erucic×Norin 16 | 1 | 11 | 17 | 20 | 1 | 7.697 | 0.100-0.250 |
| Norin 16×0-erucic | 5 | 11 | 19 | 7 | 5 | 5.159 | 0.250-0.500 |
| Total | 6 | 22 | 36 | 27 | 6 | 0.525 | 0.990-0.995 |
| 0-erucic×Asahi | 3 | 13 | 22 | 18 | 3 | 1.176 | 0.900-0.950 |
| Asahi×0-erucic | 2 | 9 | 17 | 17 | 3 | 3.222 | 0.500-0.750 |
| Total | 5 | 22 | 39 | 35 | 6 | 3.904 | 0.500-0.750 |
| 0-erucic×Variety | 8 | 40 | 57 | 46 | 7 | 2.380 | 0.750-0.900 |
| Variety×0-erucic | 10 | 35 | 57 | 33 | 10 | 1.419 | 0.900-0.950 |
| Total | 18 | 75 | 114 | 79 | 17 | 0.379 | 0.995- |

이 강한 winter型 3品種에 無에루진酸 品種 Oro를 正逆交雜하여 e₁e₁e₂e₂ 遺傳子의 遺傳樣式과 作用價 및 導入目的 形質과 不良形質들간의 連鎖與否 등을 調査하였다. 그 結果, 우리나라 winter型 品種에 summer型 無에루진 遺傳子가 쉽게 導入될 수 있다는 事實을 알 수 있었고, 表 8에서와 같이 累積的으로 作用하는 2雙의 劣性同義遺傳子에 의해 支配되며 遺傳子의 作用價가 summer型에서 보다 높고 특히 耐寒性이 약한 個體를 淘汰한 分離集團에서도 1:4:6:4:1의 期待分離比에 適中度가 높은 것이 밝혀지게 되었다.

그리고, 여러 學者들^{21,28,43,93,95}에 의해 脂肪酸組成은 母系植物의 遺傳子型보다는 새로 發生하는 胚의 遺傳子型에 의해서 control 된다고 報告되어 있다.

Table 9. Studies on environmental conditions of oil content and fatty acid composition in rapeseed

| Major fields | Number of reports | | |
|----------------------|-------------------|---------|-------|
| | Domestic | Foreign | Total |
| Maturity | 4 | 7 | 11 |
| Stage of development | 2 | 3 | 5 |
| Temperature | 1 | 9 | 10 |
| Planting date | 2 | 7 | 9 |
| Fertilizer | 3 | 7 | 10 |
| Way of harvesting | 1 | 3 | 4 |
| Storage | 1 | 3 | 4 |
| Others | 7 | 13 | 20 |
| Total | 21 | 52 | 73 |

기름含量과 脂肪酸組成에 미치는 環境條件의 影響에 관한 研究는 表 9에서와 같이 그리 많이 報告되지는 않았다. 報告된 研究內容^{1,13,24,25,38,71,87,100}을 보면 未熟에서 成熟으로 進行됨에 따라 에루진酸이 增加되는 反面 올레인산과 리놀산은 減少하며 低溫條件에서 에루진酸含量이 增加되고 올레인酸이 減少된다고 하였다. 이같이 高溫에서 올레인酸이 增加하는 것은 올레인酸으로부터 長鎖化의 役割에 關係하는 酵素가 高溫에서 不活性化될 뿐만 아니라 長鎖脂肪酸이 合成되는 것을 妨害하기 때문이라고 報告⁷³하였다.

한편, 油粕의 有害成分에 대한 研究分野를 보면, 表 10에서와 같이 遺傳,^{4,6,42,67} 飼料價値,^{9,14,84,85} 生合成,^{37,84} 分析方法^{16,23,70,90,92} 등 多樣하게 報告되고 있다. 구루코지노레이트의 遺傳에 관한 研究로서 筆者⁵⁹ 등은 F₂世代에서 Tes-tape檢定法을 利用하여 低구루코지노레이트含量인 個體 分離比를

Table 10. Field of researches for glucosinolate content in rapeseed meal

| Major fields | Number of reports | | |
|-------------------------|-------------------|---------|-------|
| | Domestic | Foreign | Total |
| Inheritance | 4 | 4 | 8 |
| Amino acid | - | 5 | 5 |
| Feeding value | 3 | 23 | 26 |
| Biosynthesis | 1 | 12 | 13 |
| Enzymatic reaction | - | 9 | 9 |
| Analysis method | - | 11 | 11 |
| Environmental variation | 2 | 15 | 17 |
| Others | 1 | 8 | 9 |
| Total | 11 | 87 | 98 |

檢定한 結果, 그 含量이 높은 個體對 낮은 個體가 24 : 1로 分離된다고 하였으며, Lein⁶⁷⁾은 低含有 Glucosinolate는 2~3雙의 劣性遺傳子 또는 部分劣性遺傳子에 의하여 支配되며 細胞質의 影響을 받는다고 하였다. 또한 Kondra와 Stefansson⁴²⁾도 Glucosinolate 遺傳은 母植物의 遺傳子型에 따라 決定되며 3-butenylisothiocyanate 含量은 部分優性이고 3雙의 遺傳子에, 4-pentenylisothiocyanate 含量은 超優性이며 4~5雙의 遺傳子에, 그리고 5-vinyl-2-oxazolidinethione 含量은 部分優性이며 4雙의 遺傳子에 의하여 支配된다고 하였고 이들 3成分間에는 獨立性이 없다고 報告하였다.

油菜粕의 飼料價値 및 有毒作用에 대한 研究에서 Bell⁹⁾은 병아리의 아미노산 標準要求量中 phenylalanine을 除外하고 모든 必須아미노酸이 適正量 含有되어 있으며 高含有 Glucosinolate 油菜粕을 20% 配合할 境遇 쥐의 生長이 減少된다고 하였다. Butler¹²⁾ 등은 高含有 Glucosinolate 油粕을 닭에 給與할 경우 계란이 비린내가 나며 노른자가 변하여 品質을 低下시킨다고 하였고, Clandinin¹⁴⁾은 油粕의 쓴맛을 내는 sinapin은 병아리의 生長을 阻害시킨다고 報告하였다. 松本⁶⁹⁾은 家禽에 대한 油菜粕 給與의 問題點과 解決策을 提示하였고, Rutkowski⁸⁶⁾는 油菜粕의 飼料化를 決定하는 要因은 硫黃을 포함하고 있는 아미노산과 Glucosinolate 含量이며, 蛋白質 40%, 粗纖維 12%를 含有하고 있어 大豆粕과 類似하다고 하였다. Glucosinolate 分析法은 여러 研究者들이 많은 報告를 하고 있으나 國內에서는 그동안 많은 個體를 迅速하게 分析할 수 있는 簡易檢定法인 Tes-tape 法을 利用하였다. 그러나 最近에는 이 方法으로 分析하여 1次選抜한 다음 選抜個體 및 계통에 대해 定量分析하기 위하여 gas chromatography 및 UV-spectrophotometer를 利用, 效率的으로 大量分析하고 있다.

油菜粕 成分 Glucosinolate의 環境變異는 一般的으로 平均値의 $\pm 15\%$ ³⁷⁾ 程度라고 하였으며, 莢의 位置 上中下 등에 따른 Glucosinolate 含量은 上位莢에서 높다고 하였다. Glucosinolate 含量의 地域間 變異는 isothiocyanate가 品種에 따라, 5-vinyl-2-oxazolidinethione은 品種 및 地域에 따라 差異가 있음을 報告⁹⁷⁾하였다. 施肥量 差異에 따른 Glucosinolate 含量 變異에 대해서는 油菜에서 土壤 또는 培養液內에 硫黃成分이 낮으면 種子內의 Glucosinolate 含量은 낮아지는 反面 硫黃含

量이 높으면 Glucosinolate 含量도 높아진다는 報告³⁷⁾가 있다.

4. 品質關聯 主要形質의 含量範圍

品質에 關與하는 主要形質의 各 含量範圍는 表 11에서 보는 바와 같이 기름含量은 41.4~47.2% 程度이다. 粗蛋白質은 種實에서 23.0~25.2%, 粕에서 39.3~47.0%로 매우 높은 含量을 나타내고 있다. 粗纖維는 12.6~16.7%로 飼料用을 目的으로 할 境遇 粗纖維 比率를 낮추는 것이 바람직하며 其他 여러가지 維生素 含量에서는 큰 差異가 없다.

脂肪酸組成의 各 含量別 範圍를 보면 表 12에서와 같이 팔미친산은 1.8~10.0% 程度 含有하며, 스테아린酸은 0.1~1.8% 程度이다. 가장 含量範圍가 큰 脂肪酸은 올레인酸과 에루진酸으로 各各 7.8~78.0%, 0.0~62.0%이다. 이들간에는 高度의 負相關이 認定된다고 여러 學者들에 의해 報告되어 있어 그 含量範圍가 클 뿐만 아니라 既存 未改良 品種에는 에루진酸含量이 50% 가까이 含有되어 있는 反面 成分改良 品種에는 에루진酸이 전혀 含有되어 있지 않기 때문에 含量範圍가 큰 것으로 생각

Table 11. Comparison of quality related with characters in rapeseed

| Characters | Range |
|------------------|---------------|
| | (%) |
| Oil content | 41.4-47.2 |
| Crude protein | |
| Oil-seed | 23.0-25.2 |
| Oil-free meal | 39.3-47.0 |
| Crude fiber | 12.6-16.7 |
| Vitamines | (mg/kg) |
| Choline | 7,000-7,500 |
| Pantothenic acid | 9.9-17.0 |
| Thiamine | 1.9-9.0 |
| Riboflavin | 3.0-4.0 |
| Niacin | 167-170 |
| Tocopherol | 433-800 (ppm) |

Table 12. Comparison of fatty acid composition in rapeseed

| Fatty acid | Range (%) |
|-----------------|-----------|
| Palmitic acid | 1.8-10.0 |
| Stearic acid | 0.1-1.8 |
| Oleic acid | 7.8-78.0 |
| Linoleic acid | 9.3-35.5 |
| Linolenic acid | 1.5-25.0 |
| Eicosenoic acid | 0.0-20.0 |
| Erucic acid | 0.0-62.0 |

Table 13. Comparison of glucosinolate content in rapeseed

| Glucosinolate | Range (mg/g) |
|----------------------------------|--------------|
| 3-butenylisothiocyanate | 0.03- 8.02 |
| 4-pentenylisothiocyanate | 0.01- 1.25 |
| 5-vinyl-2-oxazolidinethione | 0.34-11.51 |
| Total | 0.38-14.38 |
| 4-methylthiobutyl-isothiocyanate | trace-0.13 |
| 1-cyano-4-methylthiobutane | trace-0.21 |

된다.

油粕의 有害成分인 Glucosinolate 含量 範圍는 表 13에서 보는 바와 같이 3-butenyl-isothiocyanate가 0.03 ~ 8.02 mg 이며, 5-vinyl-2-oxazolidinethione은 0.34 ~ 11.51 mg 으로 變異幅이 매우 크게 나타나고 있으며, 나머지 成分들은 變異幅이 적었다. Daxenbichler²⁰⁾ 등도 十字花科 作物 65種의 Glucosinolate 를 分析 調査한 結果 粕 1 g 당 5-vinyl-2-oxazolidinethione은 0~19.3 mg, 3-butenyl-isothiocyanate는 0~21.6 mg 의 範圍로 含有되어 있음을 報告하였고, Namai⁷⁷⁾ 등도 油菜의 5-vinyl-2-oxazolidinethione 含量 範圍는 3.7 ~ 14.6 mg 이라고 報告한 바 있다.

油粕의 營養價에 影響을 미치는 아미노산 組成은 表 14에서 보는 바와 같다. 필수아미노산중 leucine, lysine, arginine 順으로 含量이 높으며, methionine은 glucosinolate 生成과 密接한 關係가 있는 것으로 報告^{37,84)} 되어 있다. 非必須 아미노산에서는 glutamic acid가 18g 程度로 가장 높고 aspartic acid, proline 順으로 그 含量이 높았다. 油菜의 아미노산에 관한 國內外 研究가 매우 未洽한 實情이므로 앞으로 아미노산에 관한 研究가 遂行

되어야 할 것으로 생각된다.

5. 脂肪酸 및 Glucosinolate의 合成에 관한 研究

脂肪酸의 生合成 過程은 一般的으로 短鎖脂肪酸에서 長鎖化의 方向으로 合成된다는데 一致하고 있다. 油菜脂肪酸의 生合成^{2,11,22)} 系에는 그림 2 와 같이 스테아린酸으로부터 二重結合數를 增加하는 合成系와 長鎖化로 合成되는 經路가 있는데 油菜에서는 특히 後者가 잘 發達되어 있으며 에루진酸과 에이코젠酸은 올레인酸의 카르복실基端에 있는 아세테이트分子가 附加되어서 長鎖脂肪酸으로 合成되어 간다는 것을 C¹⁴를 표시한 放射性醋酸소-다의 追跡으로 確認하였다. 이같은 事實은 그 후에도 再證明^{13,26,27)} 되었고 不飽和脂肪酸의 에루진酸含量이 變化하여도 飽和脂肪酸의 生體內 合成機構는 二重結合을 가진 不飽和脂肪酸의 合成機構와는 別途의 遺傳的 支配를 받는 것으로 보고 있다.

한편, Glucosinolate의 生合成에 대해서는 그림 3에서와 같다. Glucosinolate 그 自體는 無毒하나 油菜粕內的 myrosinase 라는 酵素의 作用에 의하여 加水分解되어 Glucose와 Glucose 以外の 成分인 Aglucon으로 變하고 Aglucon은 Sulfate와 揮發性인 Isothiocyanate로 된다. 여기에서 鐵이

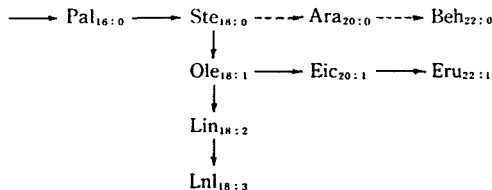


Fig. 2. Biosynthesis of fatty acids in rapeseed.

Table 14. Comparison of amino acid composition in rapeseed

| Amino acid | Range (g/16gN) | Amino acid | Range (g/16gN) |
|------------------|----------------|----------------------|----------------|
| <i>Essential</i> | | <i>Non-essential</i> | |
| Arginine | 5.5-5.8 | Alanine | 4.2- 4.4 |
| Cystine | 2.1-2.2 | Aspartic acid | 6.6- 7.0 |
| Histidine | 2.6-2.7 | Glutamic acid | 17.7-18.0 |
| Isoleucine | 3.7-3.8 | Glycine | 4.8- 5.0 |
| Leucine | 6.2-6.8 | Proline | 6.0- 6.2 |
| Lysine | 5.6-6.2 | Serine | 4.2- 4.4 |
| Methionine | 1.7-1.9 | Tyrosine | 2.3- 2.4 |
| Phenylalanine | 3.7-3.9 | | |
| Threonine | 4.1-4.4 | | |
| Tryptophan | 1.1-1.2 | | |
| Valine | 4.6-4.9 | | |

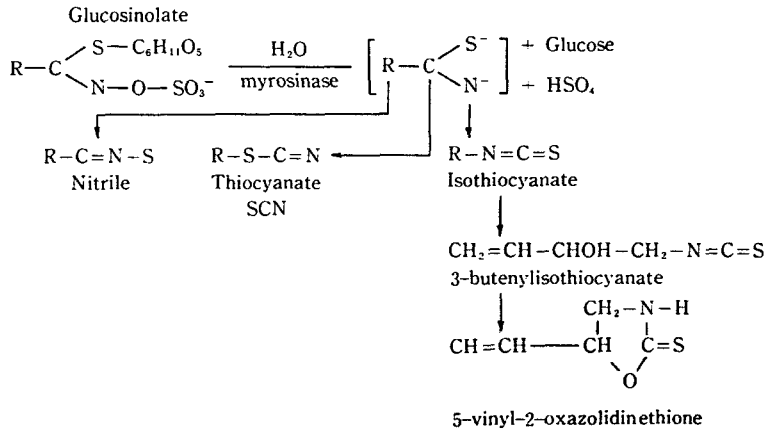


Fig. 3. Enzymatic hydrolysis of glucosinolates.

은의 缺乏이나 弱酸性일 境遇 Nitrile, Sulphur 로 되며 5-vinyl-2-oxazolidinethione 은 不揮發性 이나 化學的 構造가 Isothiocyanate 와 비슷한 것 으로 보아 生合成的으로도 聯關性이 있는 것으로 推定되고 있다.

6. 기름 및 油粕成分에 대한 大量檢定法 確立
 油菜 脂肪酸組成을 改良하는데 가장 能率的인 方法은 分離世代를 包含한 莫大한 育種材料를 迅速, 正確하게 大量 檢定할 수 있는 技術을 確立하는 것이다. 따라서, 캐나다의 Downey 와 Harvey²¹⁾ 가 開發한 半粒法과 西獨의 Thies 등의 paper chromatography 에 의한 大量檢定法 및 筆者가 提示한 summer 型을 越冬圃場에서 早期 淘汰하는 方法 등이 提案되었으나 어느 것이나 實際 育種을 進行하는 데 長短點이 있으므로 더욱 能率的인 技術發展이 要求되어 이른바 Q. C. T (Quarter Cotyledon Technique) 法이라는 技術을 開發하였다. 이 方法은 筆者^{57, 58)} 등이 油菜 種子組織과 發芽組織의 脂肪酸組成 差異를 調査한 研究에서 種子時代의 子葉이나 發芽直後의 子葉組織 脂肪酸組成(특히 無에루진酸 品種)間에는 差異가 없다는 것이 밝혀졌으므로 F₁ 自殖種子(F₂ 個體)의 暗發芽組織中 展開된 子葉의 1/4을 切取하여 paper chromatography 로 脂肪酸를 檢定하여 에루진酸 含有個體는 淘汰하고 無에루진산 個體를 繼續養成 選抜하는 方法으로 脂肪酸 大量檢定과 F₂ 圃場栽培를 室內에서 크게 줄일 수 있는 分析技術이다.

한편, 몇 가지 品種을 對象으로 定性分析法인 Tes-tape 法⁷⁰⁾ 과 定量分析法^{96, 98, 99)} 으로 油粕을 檢定

Table 15. Glucose test paper analysis and glucosinolate content of commercial rapeseed cultivars

| Cultivars | Tes-Tape rating | | Glucosinolate content ²⁾ |
|-----------|-----------------------|-------|-------------------------------------|
| | Average ¹⁾ | Range | |
| Midas | 7.3 | 6-8 | 17.9 |
| Turret | 7.0 | 5-8 | 16.8 |
| Target | 6.9 | 5-8 | 16.8 |
| Zephyr | 7.2 | 6-8 | 16.6 |
| Tanka | 5.5 | 4-7 | 15.8 |
| Golden | 6.9 | 6-8 | 15.8 |
| Nugget | 4.5 | 4-6 | 11.5 |
| Oro | 6.2 | 5-7 | 10.9 |
| Bronowski | 1.2 | 1-2 | 1.3 |
| Tower | 1.4 | 1-2 | 0.9 |

¹⁾ Average of 10 determinations rated on the 0-9 rating scale, 0 representing no color change. 2, 4, 6 and 8 corresponding to the color standards on the Tes-tape package.

²⁾ Average of five determinations by the thiourea method expressed as mg equivalents of 3-butenylisothiocyanate per gram of oil-free meal.

하여 比較한 結果 表 15 에서와 같이 큰 差異가 없었다. 따라서, 많은 個體를 分析할 境遇 1次로 Tes-tape 法으로 定性分析한 다음 選抜個體에 대하여 2次로 定量分析法을 利用한다면 分析所要時間과 經費를 줄일 수 있을 것이다.

7. 良質品種 育成現況

良質油·無毒粕 品種育成에 대한 現況을 國內外 別로 比較해 보면 表 16 에서와 같다. 國內의 品種 改良 成果는 1代雜種인 淸豐油菜를 비롯하여 모두 5品種이고 國外는 西獨에서 8品種으로 가장 많고

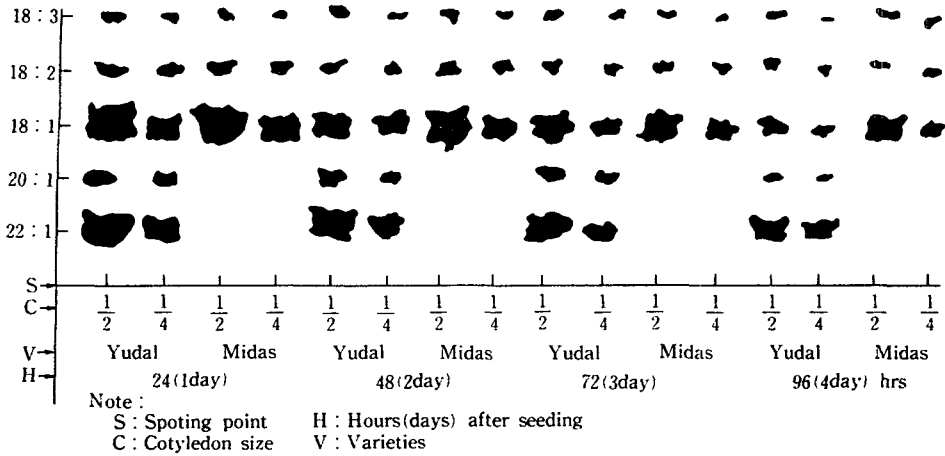


Fig. 4. Comparison between half cotyledon bands and quarter cotyledon bands of fatty acids under hours after seeding in the paperchromatogram

Table 16. Comparison of variety improvement for quality between domestic and foreign countries

| Domestic varieties | Country name | No. of improved variety |
|--------------------|--------------|-------------------------|
| Youngsanyuchae | Canada | 6 |
| Nachanyuchae | W. Germany | 8 |
| Hallayuchae | Sweden | 3 |
| Cheongpungyuchae | Australia | 1 |
| Dangyo 19 | France | 1 |
| Total 5 | | 19 |

캐나다가 6 품종을育成하였다. 특히 캐나다는 良質油·無毒粕 品種에 “Canola”라는 商品名을 붙여 油菜 全栽培 面積의 80%에 이 品種을 栽培하고 있다.

國內에서 새로 育成된 品種들에 대한 品質特性을 보면 表 17에서와 같이 기름含量은 43.3~45.0% 이고 蛋白質含量은 24% 内外로 나타났다. 脂肪酸 組成에 있어서 良質인 올레인酸과 리놀酸 合計가

83% 이상 높은 反面 不良脂肪酸인 에루진酸은 전혀 含有되어 있지 않았다. 油粕에 있어서도 有害成分인 Glucosinolate가 國際許容基準量인 粕 1g 當 3mg에 훨씬 未達되고 있어 高蛋白 飼料로 利用上에 問題가 없다고 하겠다.

8. 突然變異誘發에 의한 低리놀렌酸 品種改良

油菜 脂肪酸中 二重結合이 3個나 들어 있어서 不飽和度가 매우 높은 脂肪酸인 리놀렌酸의 含量은 10% 内外이다. 이것은 기름의 安定性, 즉 酸敗의 原因이 될 뿐만 아니라 生선비린내 같은 냄새를 내므로 이와같은 리놀렌산含量을 줄이는 것이 油質向上에 도움이 된다고 한다. 그러나, 油菜에는 低리놀렌산의 遺傳資源이 없어서 低리놀렌산 品種育成은 突然變異誘發을 통해 리놀酸에서 리놀렌酸으로 合成되는 經路가 遮斷된 變異系統을 찾을 수밖에 없다.

筆者⁶⁰⁾ 등은 이미 에루진酸과 구루코지노레이트

Table 17. Improvement of rapeseed quality in Korea

| Variety | Released year | Yield | Oil content | Protein content | Fatty acids(%) ²⁾ | | | | Glucosinolate(mg/g) ¹⁾ | | | |
|------------------------------------|---------------|-------|-------------|-----------------|------------------------------|------|------|------|-----------------------------------|------|------|-------|
| | | | | | 18:1 | 18:2 | 18:3 | 22:1 | BI | PI | OZT | Total |
| | | kg/ha | % | % | | | | | | | | |
| Youngsan-yuchae | 1980 | 2,889 | 43.9 | 24.5 | 66.0 | 17.1 | 9.2 | 0.0 | 0.06 | 0.03 | 0.0 | 0.42 |
| Naehanyuchae | 1980 | 2,752 | 43.3 | 23.9 | 58.7 | 22.7 | 11.8 | 0.0 | 0.28 | 0.17 | 0.58 | 1.03 |
| Hallayuchae | 1985 | 2,550 | 44.5 | 24.1 | 64.8 | 18.9 | 9.7 | 0.0 | 0.45 | 0.30 | 0.76 | 1.51 |
| Mokpo-MS | 1980 | - | 43.5 | 24.3 | 65.1 | 26.5 | 4.8 | 0.0 | 0.25 | 0.01 | 0.75 | 1.01 |
| Cheongpung-yuchae(F ₁) | 1983 | 4,120 | 45.0 | 24.2 | 63.9 | 19.2 | 11.3 | 0.0 | 0.20 | 0.55 | 0.50 | 1.25 |

¹⁾ BI : 3-butenylisothiocyanate, PI : 4-pentenylisothiocyanate, OZT : 5-vinyl-2-oxazolidinethione.

²⁾ 18 : 1 : Oleic acid 18 : 2 : Linoleic acid 18 : 3 : Linolenic acid 22 : 1 : Erucic acid

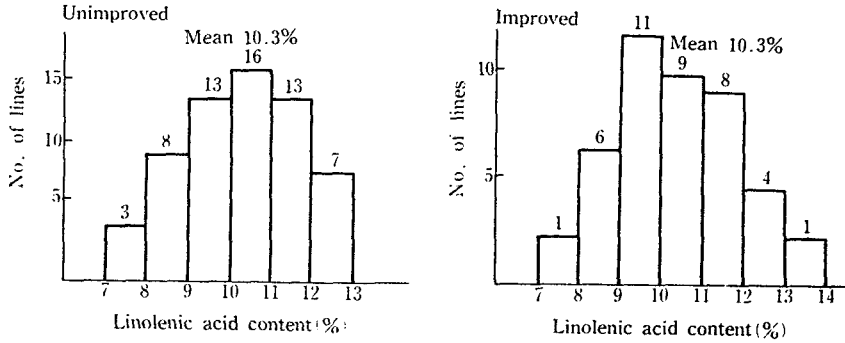


Fig. 5. Distribution of improved and unimproved rapeseed cultivars in linolenic acid content.

Table 18. Fatty acid composition of low linolenic acid lines

| M. Var. | Lines | Fatty acid composition(%) | | | | | | |
|----------|----------|---------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | | Lnl.* | Pal. | Ste. | Ole. | Lin. | Eic. | Eru. |
| Naehan | Na-MB-24 | 6.1 | 3.1 | 0.9 | 65.8 | 22.9 | 1.2 | 0 |
| | Na-MB-29 | 6.4 | 3.4 | 0.9 | 67.2 | 20.7 | 1.4 | 0 |
| Yeongsan | Ye-MB-14 | 1.5 | 2.9 | 1.2 | 72.9 | 21.5 | 0 | 0 |
| | Ye-MB-50 | 1.8 | 2.7 | 1.0 | 71.9 | 22.9 | 0 | 0 |
| Mokpo 59 | Mo-MB-17 | 2.0 | 3.1 | 1.0 | 59.2 | 28.6 | 6.1 | 0 |
| | Mo-MB-43 | 5.2 | 2.2 | 1.1 | 55.6 | 29.9 | 6.0 | 0 |

* Linolenic acid

가 改良된 品種인 榮山油菜, 耐寒油菜, 木浦 59號에 감마線 30kr 을 照射하여 總 621 個體의 M₂ 集團을 養成, 個體別로 리놀렌酸含量을 調査하였다. 먼저 에루진酸 등 成分改良이 되지 않은 油菜品種 60 品種과 成分이 改良된 40 品種에 대해 脂肪酸分析을 實施, 리놀렌酸含量을 調査하였던 바 그림 5에서와 같이 成分改良 與否에 關係없이 最低 7%에서 最高 13~14%까지 含有되어 있으며 平均 10.3%의 含有率을 보였다. M₂ 3 個 集團에서 個體別로 리놀렌酸含量을 調査한 結果는 表 18에서와 같이 榮山油菜와 木浦 59號의 突然變異 集團에서 리놀렌酸含量이 1.5~2.0% 밖에 含有되어 있지 않은 系統이 選拔되었다. 榮山油菜에서 由來된 Ye-MB-14와 Ye-MB-50 系統은 리놀렌酸含量이 不 過 1.5%, 1.8% 밖에 들어 있지 않으면서 不良脂肪酸인 에이코젠酸과 에루진酸이 전혀 含有되어 있지 않았으며 良質脂肪酸인 올레인酸과 리놀酸含量도 94.4%, 94.8%로 매우 優秀한 品質特性을 보여 주었다.

9. 黃色 薄皮 高含油 油菜品種 改良

油菜의 기름含量은 大部分 42~45% 程度이며 最高含量이 50%를 넘지 못하고 있다. 油菜는 기름

을 主産物로 하는 作物이므로 收油量을 높이는 것이 매우 重要하다. 따라서, 實際로 高含油 品種 養成에 많은 努力을 試圖하였으나 그 어느나라에서도 크게 發展시키지 못한 實情이다. 油菜는 種皮가 두꺼워 含油率이 참깨나 땅콩에 비해 낮기 때문에 種皮를 薄皮로 改良한다면 50% 以上 含油率을 提高시킬 수 있는 것이다. 또한 現在 油菜品種의 黑色 種皮는 기름抽出時 溶劑에 이 검은 色素가 녹아 내려 기름 色澤이 바람직하지 못하므로 黃橙色으로 改良할 必要가 있다. 그러나, 油菜로 불리는 *B. napus*는 大部分 黑色 種皮이므로 品種間에서 黃色 種皮 因子를 導入하기는 어려운 實情이다. 이같은 理由에서 筆者⁶⁾ 등은 種皮가 얇고 黃色인 芥子를 利用하여 黃色·薄皮인 油菜品種을 育成코자 그 可能性을 檢討하기 위해 無에루진酸 油菜品種과 榮山浦黃芥子를 供試, 種皮率과 脂肪酸組成을 調査하였던 바 表 19에서 보는 바와 같이 油菜의 種皮率은 16.4% 인데 反해 榮山浦黃芥子는 12.3%로 4% 以上 芥子 種皮率이 낮음을 알게 되었다. 그러나, 芥子는 不良脂肪酸인 에이코젠酸과 에루진酸이 57%나 들어 있어서 成分이 改良된 油菜와의 交雜을 통해 油菜에 芥子の 薄皮黃色 因子만을 導入하는 研究를 1982년부터 試圖하였다. 그 結果 F₂ 分離世代에

Table 19. The characteristics of seed coat color and fatty acid composition of parental cultivars

| Species | Varieties | Seed coat ratio(%) | Seed coat color | Fatty acid(%) | | | | | |
|--------------------------------------|---------------------|--------------------|-----------------|---------------|------|------|------|------|------|
| | | | | Pal. | Ste. | Ole. | Lin. | Eic. | Eru. |
| Rapeseed (<i>B. napus</i>) | Mokpo-79 | 16.2 | Black | 3.9 | 1.3 | 60.6 | 10.6 | 1.7 | 0.0 |
| | Mokpo-80 | 16.8 | Black | 3.6 | 0.4 | 63.7 | 9.8 | 1.0 | 0.0 |
| | Mokpo-81 | 16.3 | Black | 3.3 | 1.1 | 65.1 | 9.0 | 0.7 | 0.0 |
| | Mokpo-82 | 16.4 | Black | 3.9 | 1.1 | 63.3 | 11.2 | 0.0 | 0.0 |
| | Mean | 16.4 | Black | 3.7 | 1.0 | 63.2 | 10.2 | 0.9 | 0.0 |
| Mustard seed (<i>B. juncea</i>) | Youngsanpo Local | 12.3 | Yellow | 2.5 | 0.8 | 16.4 | 9.5 | 10.0 | 47.2 |

서의 종피색 遺傳樣相은 表 20 과 같이 黑色(9) : 濃褐色(3) : 淡褐色(3) : 黃色(1)로 分離하여 黃色種피色은 2雙의 劣性遺傳子에 의해 支配되는 것으로 생각되어졌다.

한편, 에루진酸含量이 47%나 되고 種皮色이 黃色인 芥子와 에루진酸含量이 전혀 없는 黑色種皮油菜와의 種間交雜 F₂ 分離世代에서 油菜型의 黃色種皮 個體만을 一次 選拔하여 가스크로마토그래피로 에루진酸을 비롯한 脂肪酸組成을 分析한 結果 表 21 과 같이 에루진酸含量은 0~50%의 넓은 範圍로 分布하고 있었으며 油菜型 黃色種皮 個體 總 610 個體中 40 個體가 低에루진酸으로 發現되어 1/16 로 分離, 結局 2雙의 劣性遺傳子가 關與하는 것으로 認定되었다. 그리고, 榮山浦黃芥子에 無에루진酸

油菜 育成系統인 木浦 79號, 木浦 80號, 木浦 81號, 木浦 82號를 交配한 4 組合에서 油菜型으로 에루진酸 生成이 遮斷되면서 種皮色이 黃色으로 發現되는 8 系統을 選拔할 수 있었다.

10. 油菜品質研究에 대한 問題點 및 方向

우리나라에서 油菜育種이 始作된 以來 20年이 지나는 동안 油菜 成分改良 育種을 거쳐 1代雜種 開發에 이르기까지 不過 3~4名의 研究員에 의해 크나 큰 品質改良 成果를 擧揚했다고 할 수 있다. 앞으로 品質에 대한 더욱 次元 높은 研究를 發展시키기 위해서는 油菜研究 人力의 大幅的인 增員과 함께 研究 저변확대라는 측면에서 他 研究機關에서도

Table 20. Segregation ratio of seed coat color in F₂ generation

| Cross | Seed coat color | Obs. no. of plants | Theo no. of plants | Values for fit to 9:3:3:1 | | Ratio tested |
|--|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------------|-----------|--------------|
| | | | | x ² | P | |
| Youngsanpo (Yellow) × Mokpo-79 (Black) | Black | 1520 | 1670 | 2.29 | 0.25-0.50 | 9:3:3:1 |
| | Dark brown | 630 | 555 | | | |
| | Light brown | 655 | 555 | | | |
| | Yellow | 160 | 185 | | | |
| | Total | 2965 | 2965 | | | |
| Youngsanpo (Yellow) × Mokpo-80 (Black) | Black | 1540 | 1610 | 1.43 | 0.25-0.50 | 9:3:3:1 |
| | Dark brown | 565 | 535 | | | |
| | Light brown | 570 | 535 | | | |
| | Yellow | 185 | 180 | | | |
| | Total | 2860 | 2860 | | | |
| Youngsanpo (Yellow) × Mokpo-81 (Black) | Black | 800 | 820 | 0.44 | 0.90-0.95 | 9:3:3:1 |
| | Dark brown | 275 | 270 | | | |
| | Light brown | 290 | 270 | | | |
| | Yellow | 85 | 90 | | | |
| | Total | 1450 | 1450 | | | |
| Youngsanpo (Yellow) × Mokpo-82 (Black) | Black | 1180 | 1370 | 12.19 | 0.25-0.50 | 9:3:3:1 |
| | Dark brown | 550 | 455 | | | |
| | Light brown | 525 | 455 | | | |
| | Yellow | 180 | 155 | | | |
| | Total | 2435 | 2455 | | | |

Table 21. Segregation ratio for erucic acid content(%) in the seeds with yellow seed coat of selected plants of F₂ generation in crosses of zero-erucic acid rape x high erucic mustardseed

| Cross | No. of plants | Observed frequency of individual plants with erucic acid percentage of | | | | | Values for fit to 1:4:6:4:1 | |
|----------------------------|---------------|--|----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------------|-------------|
| | | 0-5.0 | 5.1-20.0 | 20.1-30.0 | 30.1-40.0 | 40.1-50.0 | χ^2 | P |
| Youngsanpo. Lo. x Mokpo-79 | 160 | 10 | 40 | 65 | 35 | 10 | 0.166 | 0.975-0.990 |
| Youngsanpo. Lo. x Mokpo-80 | 185 | 10 | 45 | 70 | 45 | 15 | 0.262 | 0.950-0.970 |
| Youngsanpo. Lo. x Mokpo-81 | 85 | 5 | 20 | 30 | 20 | 10 | 0.052 | 0.990-0.995 |
| Youngsanpo. Lo. x Mokpo-82 | 180 | 15 | 40 | 75 | 40 | 10 | 0.664 | 0.750-0.900 |
| Total | 610 | 40 | 145 | 240 | 140 | 45 | 0.455 | 0.900-0.950 |

油菜品質研究에 積極的으로 參與해야 할 것이다. 또한 지금까지 蓄積된 育種技術을 土臺로 成分改良 黃色薄皮 高含油 및 低리놀렌酸 1代 雜種을 育成하는 것이 가장 큰 育種課題가 되겠으며 그러기 위해서는 雄性不稔系統과 維持系統 및 花粉親系統을 黃色薄皮로 改良하는 努力이 必要할 것이다.

다음으로 油菜粕의 飼料化 研究에서는 당초 油菜粕에는 有害成分인 Glucosinolate가 含有되어 있어 이것을 飼料로 家畜에 給與하면 갑상선 障害를 일으켜 生長이 停止될 뿐만 아니라 家禽類는 産卵率이 急激히 低下하게 되는 등 問題가 되어 왔다. 그러나, 이 有害成分을 育種의으로 制御하는 研究를 着手하여 最近에는 캐나다, 西獨, 스웨덴, 우리나라 등에서 無毒粕 實用品種을 育成하게 되었다. 따라서, 이와같은 無毒粕 品種의 油粕을 가지고 直接 動物에게 飼養試驗하는 研究가 不振하므로, 앞으로 이 方面의 研究가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

특히, 油菜研究 關係者와 油菜油 加工 및 製品分野와의 連係가 未洽하므로 이들간에 密接한 協同關係를 維持하면서 研究가 進行되어야 할 것이다.

現在 기름含量 分析方法으로는 주로 Soxhelt 장치에 의한 溶媒抽出法을 利用하고 있으며, 蛋白質含量은 Kjeldahl法 등 分析所要時間 및 試料가 많이 들고 定性分析法이므로 앞으로 迅速檢定技術이 體系化되어야 할 것이다.

結 論

油菜 品質에 關與하는 形質로는 여러가지가 있으나 기름含量, 脂肪酸組成, 蛋白質含量, 구루코지노레이트含量 등이 主要하다고 할 수 있다. 따라서, 이들 形質에 대한 遺傳樣式, 育種材料의 調査, 分析技術의 確立, 良質系統選抜方法의 確立 및 栽培技

術의 合理化 등은 品質向上에 매우 重要하다고 하겠다. 이와같은 品質에 대한 研究는 1910年 以前부터 착유율 조사 등 單純한 研究가 進行되어 오다가 1950年 以後 研究分野가 多樣하게 分化되어 가스 크로마토그래피에 의한 脂肪酸組成 分析技術이 體系化되어 本格的인 品質改良育種이 始作되었다. 따라서, 國內外에서의 品質에 대한 研究는 脂肪酸組成 改良과 粕의 飼料化를 위한 有害成分 改良育種에 重點을 두어 良質油·無毒粕 實用品種 育成 普及에 成功하였다.

한편, 油菜 品質研究에 대한 問題點과 方向으로서 더욱 次元 높은 研究를 發展시키기 위해서는 研究人力의 增員과 研究 저변을 擴大하여 品質研究에 積極的으로 參與하여야 할 것이다. 지금까지 蓄積된 育種成果를 土臺로 黃色薄皮 高含油 및 低리놀렌酸인 1代雜種을 育成해야 할 것이며, 無毒粕 育成品種을 對象으로 動物 飼養試驗을 實施하여 飼料로 利用될 수 있도록 積極 권장해야 한다. 또한, 油菜油 加工 및 製品分野와의 相互 密接한 連係研究 體系를 確立 維持해야 할 뿐만 아니라 기름含量 및 蛋白質含量 등 迅速檢定技術體系가 確立되어야 할 것이다.

引 用 文 獻

1. Appelquist, L.A. 1963. Quality problems in cruciferous oilcrops-In Recent Breeding Research Svalöf 1946-1961 ed. Akerberg, E. & Hagberg, A.) Rec. Plant Breed. Res. Svalöf: 301-332.
2. _____. 1969. Lipids in cruciferae. IV. Fatty acid patterns in single seeds and seed population of various cruciferae and in

- different tissues of *Brassica napus* L. *Hereditas* 61 : 9-44.
3. 方鎮淇·李正日·閔庚洙·金祥坤·盧承杓. 1986. 油菜粕飼料化를 위한 有害成分 (Glucosinolate) 改良育種에 관한 研究. II. 有料用 *Brassica* 屬 作物의 登熟中 有害成分含量變異. 韓育誌 18(4) : 350-357.
 4. _____. 1987. 油菜粕飼料化를 위한 有害成分 (Glucosinolate) 改良育種에 관한 研究. 第3報. 油菜粕中 3-butenyl 및 4-pentenylisothiocyanate 含量의 遺傳. 韓育誌 19 : 172-177.
 5. _____. 盧承杓·李正日·閔庚洙·張永錫·金祥坤. 1987. 油菜粕 飼料化를 위한 有害成分 (Glucosinolate) 改良育種에 관한 研究. 6. 油菜栽培 時期 移動에 따른 油菜粕의 有害成分 含量變異 農試論文集(作物) 29 : 172-176.
 6. _____. 1988. 油菜粕 成分 Glucosinolate 含量의 遺傳 및 環境變異에 관한 研究. 全南大學校 大學院 博士學位 論文 pp.1-59.
 7. Barker, C., and T.P. Hilditch. 1950a. The influence of environment upon the composition of sunflower seed oils. I. Individual varieties of sunflowers grown in different parts of Africa. *J. Sci. Food Agr.* 1 : 118-121.
 8. _____, and _____. 1950b. The influence of environment upon the composition of sunflower seed oils. II. composition of the seed oils of sunflowers grown in English gardens from five specimens of different African sunflower seed. *J. Sci. Food Agr.* 1 : 140-144.
 9. Bell, J.M. 1955. The nutritional value of rapeseed oil meal : A review. *Can. J. Agri. Sci.* 35 : 242-251.
 10. Bhatti, R.S. and F.W. Sosulsk. 1972. Diffusion extraction of rapeseed glucosinolates with ethanolic sodium hydroxide. *JAOCS*, 49 : 346-350.
 11. Brockerhoff, H., and M. Yurkowski. 1966. Stereospecific analyses of several vegetable fats. *J. Lipid Res.* 7 : 62-64.
 12. Butler, E.J., A.W. Pearson and G.R. Fenwick. 1982. Problems which limit the use of rapeseed meal as a protein source in poultry diets. *J. Sci. Food Agri.* 33 : 866-875.
 13. Canvin, D.T. 1965. The effect of temperature on the oil content and fatty acid composition of the oils from several oil seed crops. *Can. J. Bot.* 43 : 63-69.
 14. Clandinin, D.R. 1961. Rapeseed oil meal studies. 4. Effect of sinapin, the bitter substance in rapeseed oil meal, on the growth of chickens. *Poultry Sci.* 40 : 484-487.
 15. Cole, R.A. 1976. Isothiocyanates, nitriles and thiocyanates as products of autolysis of glucosinolates in cruciferae. *Phytochemistry*, 15 : 759-762.
 16. _____. 1979. Use of canonical variate analysis in the differentiation of Swede cultivars by gas-liquid chromatography of volatile hydrolysis products. *J. Sci. Food Agri.* 30 : 669-676.
 17. Craig, B. M. 1956. Comparison of the fatty acid composition of rapeseed and mustard-seed oils. *Can. J. Tech.* 34 : 335-339.
 18. Daun, J. K. 1983. Glucosinolates in canola and rapeseed their importance, composition and analysis. *Can. Grain Commission* : 1-6.
 19. _____. 1986. Glucosinolate levels in Western Canadian rapeseed and canola. *JAOCS*, 63(5) : 639-643.
 20. Daxenbichler, M.E. C.H. VanEtten and F. S. Brown. 1964. Oxazolidinethiones and volatile isothiocyanates in enzymetreated seed meals from 65 species of cruciferae. *Agri. Food Chemi.* 12(2) : 127-130.
 21. Downey, R.K., and B.L. Harvey. 1963. Methods of breeding for oil quality in rape. *Can. J. Plant Sci.* 43 : 271-275.
 22. _____, and B.M. Craig. 1964. Genetic control of fatty acid biosynthesis in rapeseed (*B. napus*). *J. Amer. Oil. Chem. Soc.* 41 : 475-478.
 23. Eapen, K.E., N.W. Tape and P.P.A. Sims. 1969. New process for the production

- of better quality rapeseed oil and meal: II. Detoxification and dehulling of rapeseeds -Feasibility study. *JAOCS*. 46 : 52-55.
24. Fowler, D.B., and R.K. Downey. 1970. Lipid and morphological changes in developing rapeseed. *Can. J. Plant Sci.* 50 : 233-247.
 25. Gross, A.T., and B.R. Stefansson. 1966. Effect of planting date on protein, oil, and fatty acid content of rape seed and turnip rape. *Can. J. Plant Sci.* 46 : 389-395.
 26. Harris, P., and A.T. James. 1969a. The effect of low temperatures on fatty acid biosynthesis in plants. *Biochem. J.* 112 : 325-330.
 27. _____, and _____. 1969b. Effect of low temperature on fatty acid biosynthesis in seeds. *Biochem. Biophys. Acta.* 187 : 13-18.
 28. Harvey, B.L., and R.K. Downey. 1964. The inheritance of erucic acid content in rapeseed (*Brassica napus*). *Can. J. Plant Sci.* 44 : 104-111.
 29. Heaney, R.K. and G.R. Fenwick. 1980. The analysis of glucosinolates in *Brassica* species using gas chromatography. Direct determination of the thiocyanate ion precursors, glucobrassicin and neoglucobrassicin. *J. Sci. Food Agric.* 31 : 593-599.
 30. Hilditch, T.P. 1951. The chemical constitution of natural fats. *Nature* 167 : 298.
 31. Horwitz, B., and G. Winter. 1957. A new safflower oil with low iodine value. *Nature* 179 : 582-583.
 32. Howell, R.W., and J.L. Carter. 1958. Response of oil and other constituents of soybeans to temperature under controlled conditions. *Agron. J.* 50 : 664-667.
 33. Ivanov, S.L. 1912. On the metabolism of ripe, oil bearing seeds with special regard to the process of oil formation. *Beih. Bot. Centralblatt* 27 : 195.
 34. Ivanow, S. 1926. Die evolution des stoffes in der pflanzenwelt und das grundgesetz der biochemie. *Ber. Deutsche Bot. Ges.* 44 : 31-39.
 35. James, A.T., and A.J.P. Martin. 1952. Gas liquid partition chromatography: The separation and micro-estimation of volatile fatty acids from formic acid to dodecanoic acid. *Biochem J.* 50 : 679-690.
 36. Jones, J.D. and I.R. Sibbald. 1979. The true metabolizable energy value for poultry of fractions of rapeseed. (*Brassica napus* CV. Tower) *Poultry Sci.* 58 :
 37. Josefsson, E. 1970. Glucosinolate content and amino acid composition of rapeseed (*Brassica napus*) meal as affected by sulphur and nitrogen nutrition. *J. Sci. Fd. Agric.* 21 : 98-103.
 38. Kartha, A.R.S., and A.S. Sethi. 1963. Biosynthesis of erucic acid in Cruciferae and Tropaeolaceae seed fats. *Indian. J. Agr. Sci.* 33 : 38-43.
 39. 金一海·李正日·權炳善·咸泳秀. 1981. 油菜 良質油 良粕 多收性 新品種 “榮山油菜”. 農試報告, 23(作物) : 183-187.
 40. 北野保樹. 1954. 菜種子實の發育に伴う油分布の組織化學的觀察. 日本作物學會記事. 23 : 77-78.
 41. Kondra, Z. P., and B.R. Stefansson. 1965. Inheritance of erucic acid eicosenoic acid content of rapeseed oil (*Brassica napus*). *Can. J. Genet. Cytol.* 7 : 500-510.
 42. _____ and _____. 1970. Inheritance of the major glucosinolates of rapeseed (*Brassica napus*) meal. *Can. J. Plant Sci.* 50 : 643-647.
 43. _____ and _____. 1970. A maternal effect on the fatty acid composition of rapeseed oil (*Brassica napus*). *Can. J. Plant Sci.* 50 : 345-346.
 44. 權炳善·李正日. 1984. 油菜脂肪酸組成改良育種에 關한 研究. XVI. 油菜施肥水準이 油脂含量 및 脂肪酸 組成에 미치는 影響. 韓作誌 29(2) : 198-202.
 45. Krzymanski, J., and R.K. Downey. 1969. Inheritance of fatty acid composition in winter forms of rapeseed, *Brassica napus*. *Can. Plant Sci.* 49 : 313-319.
 46. 李正日·桂鳳明. 1970. 油菜油의 抽出時間이

- 油質에 미치는 影響. 農試研報 13(C) : 89-94.
47. _____. 1971. 油菜種實의 貯藏期間에 따른 油分含量과 油質. 農試研報 14(C) : 71-76.
48. _____. 1973. 開化後 油菜種實의 發育과 油分含量 및 油質의 消長에 關한 研究. 農試研報 15(C) : 111-118.
49. _____. 志賀敏夫. 1974. 油菜의 開化期 低溫이 稔實, 油分含量, 脂肪酸組成에 미치는 影響. 農試研報 16卷(C) : 47-52.
50. _____. _____. 高柳謙治. 1974. 우리나라 食用油脂資源 作物의 油脂含量과 脂肪酸組成에 關한 研究. 農試研報 16卷(C) : 53-62.
51. _____. 高柳謙治 · 志賀敏夫. 1974. ナタネ의 脂肪酸組成 改良育種에 關する 研究. 1報, アシア産ヨロツパ産ナタネ品種의 脂肪酸組成, 日本 農技研報告(D) 25號 : 1-6.
52. _____. 劑藤正志 · 志賀敏夫 · 高柳謙治. 1974. 脂肪酸 ナタネ의 組成改良育種에 關する 研究. II報, 日本品種えの Zero-erucic acid 遺傳子의 導入, 日本 農技研報告(D) 25號 : 17-30.
53. _____. 志賀敏夫 · 高柳謙治. 1975. 油菜의 脂肪酸組成 改良育種에 關한 研究. IV報, 栽培場所를 달리하여 栽培한 油菜油의 脂肪酸組成變化. 韓作誌 19 : 69-77.
54. _____. _____. _____. 1975. 油菜의 脂肪酸組成 改良育種에 關한 研究. V報, 油菜栽培時期 移動에 따른 種實油의 脂肪酸組成變化. 韓作誌 19 : 78-82.
55. _____. 高柳謙治 · 志賀敏夫. 1974. 油菜의 脂肪酸組成 改良育種에 關한 研究. VI報, 油菜 登熟中의 脂肪酸合成에 미치는 O-erucic acid 遺傳子의 作用. 韓國育種學會誌 6(2) : 79-90.
56. _____. 閔庚洙 · 權炳善. 1976. 油菜의 脂肪酸組成改良育種에 關한 研究 VIII報, 十字花科 作物들의 油含量 및 脂肪酸組成의 種屬間 差異. 農試研報 18(C) : 209-217.
57. _____. _____. _____. 1977. 油菜의 脂肪酸組成 改良育種에 關한 研究. IX報, 油菜에 있어서 種子組織과 發芽組織 및 同化組織의 脂肪酸組成變化. 農試研報 19(C) : 69-80.
58. _____. 1977. 油菜의 脂肪酸組成 改良育種에 關한 研究. X報, Paperchromatograph에 의한 油菜 發芽組織의 迅速 脂肪酸 檢定法과 能率的인 早期選拔法. 農試研報 19(C) : 81-89.
59. _____. _____. 1982. 油菜의 脂肪酸組成 改良育種에 關한 研究. XIII報, 油菜 雜種分離 世代에 있어서 Double Zero (無에루진酸, 無구루코지노레이트) 個體分離에 關한 調査. 韓國育種學會誌 14(1) : 19-24.
60. _____. _____. 方鎮淇 · 金祥坤. 1984. 油菜脂肪酸組成 改良育種에 關한 研究. 第XVII報, 油菜 突然變異 誘發에 의한 M₂集團의 脂肪酸組成과 低 Linolenic acid 系統選拔. 韓育誌 16(3) : 294-300.
61. _____. _____. 1984. 油菜 脂肪酸組成 改良育種에 關한 研究. 第XVIII報, 油菜와 芥子의 種間交雜에 따른 薄皮 黃色種皮 形質 및 에루진酸의 遺傳樣式. 韓育誌 16(3) : 301-308.
62. _____. 1975. 油菜의 脂肪酸組成 改良育種에 關한 最近의 國內研究種向과 우리나라 油菜育種의 새로운 方向. 韓國育種學會誌 7(2) : 109-119.
63. _____. 1976. ナタネ (*Brassica napus* L.)의 脂肪酸組成에 關する 育種學的 研究. 東京農大 學位請求論文 1-82.
64. _____. 方鎮淇 · 權炳善 · 閔庚洙. 1984. 油菜粕 飼料化學 爲한 有害成分 (Glucosinolate) 改良育種에 關한 研究. I. 導入地域에 따른 油菜 品種의 Glucosinolate 含量差異. 韓育誌 (2) : 171-179.
65. _____. 權炳善 · 金一海 · 咸泳秀. 1981. 油菜 良質油 良粕 耐寒 多收性 新品種 “耐寒油菜”. 農試報告. 23(作物) : 188-192.
66. _____. _____. 方鎮淇 · 金祥坤 · 金一海 · 咸泳秀. 1984. 雌性 不稔系統 (木浦MS)을 利用한 油菜 1代雜種 “淸豐油菜”. 農試報告. 26-1(作物) : 100-105.
67. Lein, K.A. 1972. Genetische und physiologische untersuchungen zur bildung von

- glucosinolaten in rapssamen. Z. Pflanzenzuchtg. 67: 243-256.
68. Lööf, B., and L.A. Appelquist. 1964. Breeding work in rape, turnip rape and white mustard in connection with research on the composition of the fatty acids in their seeds. Z. Pflanzenzuchtg. 52: 113-126.
 69. 松本達郎. 1972. 家禽に對するナタネ粕給與の問題點と解決策. 日本家禽學會誌. 9: 243-253.
 70. McGregor, D.I. and R.K. Downey. 1975. A rapid and simple assay for identifying low glucosinolate rapeseed. Can. J. Plant Sci. 55: 191-196.
 71. Mckillican, M.E. 1965. Lipid changes in maturing oil-bearing plants. IV. Changes in lipid classes in rape and crambe oils. J. Amer. Oil. Chem. Soc. 43: 461-465.
 72. Meghee, J.E., L.D. Kirk. and G.C. Mustakas. 1964. Mustard seed processing: Simple methods for following heat damage to protein meals. JAOCS. 41: 359-362.
 73. Meyer, F., and B. Konrad. 1963. Effect of temperature on the enzymatic synthesis of unsaturated fatty acids in *Toridopsis utilis*. Biochem. Biophys. Acta. 77: 671-673.
 74. Mustakans, G.C., L.D. Kirk., JR. and E. L. Griffin. 1968. Crambe seed processing. Improved feed meal by soda ash treatment. JAOCS. 45-53-57.
 75. 名越徹. 1935. 菜種の改良増殖上における油脂の沃素價の問題. 農業及園藝 10: 2371-2378.
 76. 仲林寛明・大平幸次・藤原彰夫. 1972. アブラナ屬作物の種子に含まれる Isothiocyanate および Oxazolidinethione 含量について. 宇都宮大學農學部「學術報告」. 第8巻 第2號 別刷: 1-7.
 77. Namai, H., T. Kajo, and T. Hosoda. 1972. Interspecific and intervarietal variations in content of oxazolidinethione in seed meals of cruciferous crops. Japan. J. Genetics. 47(5): 319-327.
 78. _____ and T. Hosoda. 1975. Interspecific and intervarietal variations in content of volatile isothiocyanate in seed meals of cruciferous crops. Japan. J. Genetics. 50(1): 43-51.
 79. Neil, J.J. and B. Bible. 1972. Thiocyanate ion (SCN⁻) content of Hypocotyl-root region of *Raphanus sativus* as affected by environment. J. Sci. Fd Agric. 23: 1379-1382.
 80. Olsen, O. and H. Sorensen. 1979. Isolation of glucosinolates and the identification of O-(L-Rhamnopyranosyloxy) benzylglucosinolate from *Reseda odorata*.
 81. _____ and _____. 1980. Sinalbin and other glucosinolates in seeds of double low rape species and *Brassica napus* CV. Bronowski. J. Agric. Food Chem. 28: 43-48.
 82. _____ and _____. 1980. Glucosinolates and amines in *Reseda media*. Phytochemistry. 19: 1783-1787.
 83. _____ and _____. 1981. Recent advances in the analysis of glucosinolates. JAOCS. 857-865.
 84. Robbelen, G. and W. Thies. 1980. Variation in rapeseed glucosinolates and breeding for improved meal quality. *Brassica* crops and wild allies. Jap. Sci. Spc. press. 285-299.
 85. 盧承鈞・方鎮淇・金祥坤・李正日・朴來敬・權炳淳. 1986. 油菜良質多收性新品種“漢學油菜”. 農試論文集(作物) 28(1): 208-211.
 86. Rutkowski, A. 1971. The feed value of rapeseed meal. JAOCS. 48: 863-868.
 87. _____ and M. Zdzislow. 1958. Effect of seed maturity on composition of rapeseed oil. Roczn. Tech. Chem. Zyuen. 3: 123-132.
 88. 志賀徹夫・高柳謙治・李正日・齋藤正志. 1974. 油菜脂肪酸組成改良育種に關する研究 III. ナタネ種子油の脂肪酸相關. 日本育種學雜誌 16(4): 291-297.
 89. Sims, R.P.A. 1964. Changes in the fatty acid composition of the seeds of three oil-bearing species during increasing seed maturity. Can. J. Plant Sci. 44: 217-218.
 90. Smith, D.B., D.G. Persons, and C. Starr. 1985. A simple and rapid method of quantitatively measuring the glucosinolate concentration of rapeseed. J. Agric. Sci.

- Camb, 105 : 597-603.
91. Stansburry, M.F., C.L. Hoffpauir and T. H. Hopper. 1953. Influence of variety and environment of the iodine value of cottonseed oil. J. Amer. Oil Chem. Soc. 30 : 120-123.
 92. Starr, C., J. Suttle., A.G. Morgan. and D.B. Smith. 1985. A comparison of sample preparation and calibration techniques for the estimation of nitrogen, oil and glucosinolate content of rapeseed by near infrared spectroscopy. J. Agric. Sci. Camb. 104 : 317-323.
 93. Stefansson, B.R., and F.W. Hougen 1964. Selection of rape plants (*Brassica napus*) with seed oil practically free from erucic acid. Can. J. Plant Sci. 44 : 359-364.
 94. Subbaram, M.R., and C.G. Youngs. 1966. Determination of the glyceride structure of fats. Glyceride structure of fats with unusual fatty acid compositions J. Amer. Oil Chem. Soc. 44 : 425-428.
 95. Thomas, P.M., and Z.P. Kondra. 1973. Maternal effects on the oleic, linoleic, and linolenic acid content of rapeseed oil Can. J. Plant Sci. 53 : 221-25.
 96. Wetter, L.R. 1957. The estimation of substituted thiooxazolidones in rapeseed meals. Can. J. Biochem. Physiol. 35 : 293-297.
 97. _____ and B.M. Craig. 1959. Varietal and environmental effects on rapeseed I. Isothiocyanate and thiooxazolidone content. Canadian Journal of Plant Science. 39 : 395-399.
 98. _____ and C.G. Youngs. 1975. A thiourea-UV assay for total glucosinolate content in rapeseed meals. JAOCS. 53 : 162-164.
 99. Youngs, C.G. and L.R. Wetter. 1967. Microdetermination of the major individual isothiocyanates and oxazolidnethione in rapeseed. JAOCS. 44 : 551-554.
 100. Zeman, I., and V. Kratochvil. 1967. Changes in the composition of winter rape oil during seed maturation. Biol. Plant. 9 : 1-4.