

白菜, 무우 및 屬間雜種(aRF<sub>1</sub>)에 對한 發生學的 研究

韓 昶 烈

(全北大學校 農科大學 遺傳 育種學教室)

(1963. 1. 9 受型)

ABSTRACT

HARN, Changyawl (Coll. of Agr., Chonpuk National Univ.) Development of sporangia and gametophytes of the *Brassica pekinensis*, *Raphanus sativus* and their intergeneric hybrid (aRF<sub>1</sub>). Kor. Jour. Bot. VI(1): 1—7, 1963.

Two individuals of intergeneric hybrids in the crossing of *Brassica pekinensis* ♀ × *Raphanus sativus* ♂ were obtained, and among the three kinds of plants, *Brassica*, *Raphanus*, and F<sub>1</sub>, comparison on the mega- and microsporogenesis, megagametophyte formation, and morphological changes in the developing sporangia, etc., were made.

Differences between *Brassica* and *Raphanus* were observed in the shape of mega- and microsporangia, their changes in development, and the formation of megagametophyte.

Sporangia of the F<sub>1</sub> plants, until pre-meiotic stage, show intermediate, maternal, paternal, or vigorous inclination, and the difference of these characteristics when compared with those of the parent is slight.

Meiotic irregularity resulted from the intergeneric hybridity of F<sub>1</sub> plant gives rise to the abnormal mega- and microspore and accompanied abortive female and male gametophytes, bringing about the remarkable differences from its parent in the morphological changes of the developing mega- and microsporangia.

緒 言

*Brassica* 屬에 僞受精을 誘起시키기 爲하여 *Raphanus* 屬의 花粉을 授粉시키는 것은 應用分野에서 흔히 利用되고 있는데, 이런 境遇 *Brassica* 와 *Raphanus* 間에 親和性이 있어 交雜이 되는 수가 間或 있다.

*Brassica* 의 各種과 *Raphanus sativus* 와의 屬間交雜은 Karpechenko 以來 많은 研究가 되어 왔는데, 實地 應用面보다는 細胞遺傳學的인 面이 大部分이다.<sup>(1. 2. 3. 4. 5.)</sup> 著者는 *Brassica pekinensis* × *Raphanus sativus* 에 있어서 白菜와 무우의 Genome 의 親和性, F<sub>1</sub> 의 稔性, 其他에 對하여 報告한바 있는데, 本實驗은 더 나아가서 大孢子囊, 孢子形成, 配偶體形成 등이 배추, 무우, F<sub>1</sub> 의 3者 間에 어느程度 差가 있으며 또 屬間雜種個體에 이따나는 減數分裂異常이 大小孢子囊의 發達에 어떠한 影響을 주는가를 究明키 爲하여 實施하였다.

材料 및 方法

*Brassica pekinensis* 는 靑邦苦根自殖系, *Raphanus sativus* 는 蔚山在來 自殖系를 使用하였고, 이들은

모두 서울園藝試驗場에서 分讓받았다.

1961年 4月 배추靑邦苦根♀×무우 蔚山在來♂를 實施하여 300餘授粉에서 18粒의 種子를 採取하여 1962年 2月 21일부터 3月 14日 까지 22日間 低温處理後 溫室播種床에 심어 屬間雜種 2個體를 얻었다. 이와 同時에 兩親도 同一條件下에 栽植하여 F<sub>1</sub>과 比較하였다.

大小孢子囊, 孢子形成, 配偶體形成을 調查하기 爲하여 各花合別로 花蕾를 採取하여 Carnoy液을 거쳐 Navashin液에 固定, 常法에 依해 Paraffin 包埋한 것을 7—15 micron으로 連續切片을 만들어 Heidenhain's iron-alum haematoxylin으로 染色하였다.

### 結果 및 考察

**大孢子囊 및 雌性配偶體形成** 白菜, 무우, F<sub>1</sub>에서 모두 原始細胞는 어린 珠心の 表皮直下에 分化되는데 始初에는 그다지 顯著하지 않다. 이 時期에 內珠皮의 原基가 珠心の 輻心 下部에서 生起기 始作하지만 거이 認知하지 못할 程度로 稀微하다(Fig. 1).

白菜나 F<sub>1</sub>의 藥에서는 이때 減數分裂 前期의 崩壞期에 이르르고 있는데 무우에서는 벌써 大部分 四分子期가 되어 있다.

原始細胞는 그後 並側面으로 分裂하여 初生珠壁細胞와 初生胞原細胞로 되는데 이때가 되면 內外珠皮는 珠心の 輻心 下部에서 顯著하게 나타난다. 大體로 白菜에 있어서는 內外珠皮의 發生位置가 珠心の 輻心 下部이고, 무우에서는 白菜보다는 좀 上部, F<sub>1</sub>은 中間程度인 것 같다. 그리고 胞原細胞 時代에 있어서 珠皮의 發育은 F<sub>1</sub>이 白菜, 무우 보다 좀 빠른 傾向이 있다(Fig. 2).

이 時期의 藥은 白菜, F<sub>1</sub>은 四分子期이고 무우에서는 벌써 小孢子形成이 끝나 있다. 그後 初生胞原細胞는 漸漸 더 커져서 顯著하고 濃染되는데, 이 細胞는 그後 더 發育하여 大孢子母細胞가 된다(Fig. 3). 이 時期가 되면 白菜나 F<sub>1</sub>에서도 小孢子가 四分子의 母細胞膜에서 分離되어 나온다. 大孢子母細胞에서 減數分裂 直後에 이르기 까지 內外珠皮는 急激히 伸長을 하여 減數分裂이 끝날 때에는 內外珠皮가 다 完全히 珠心을 덮고 珠皮는 더욱 伸長하여 긴 珠孔을 形成한다. 白菜의 內外珠皮는 各各 2—3層이고, 內珠皮는 外珠皮에 比해 濃染되어 內外珠皮의 區別이 容易한데 이런 染色度의 差異는 胚囊이 完成될때 까지 繼續된다. 內外珠皮의 染色度의 差異는 F<sub>1</sub>도 白菜와 同一하지만 무우는 差가 거이 없다. 減數分裂後, 合點側의 大孢子가 커서 胚囊을 形成하고 珠孔側의 3個의 大孢子는 衰萎崩壞한다(Fig. 4). 胚囊形成大孢子는 1核時期에 合點側에 空胞가 生길 적이 많은데, 空胞의 發生部位는 반드시 一定한 것이 아니고 珠孔側에 생기는 수도 있다.

大孢子的 核이 分裂하여 2核胚囊期가 되면 白菜나 무우의 珠心은 珠心基부와 胚囊과의 사이가 灣曲하고 길게 伸長을 한다.

內外珠皮는 白菜, 무우에서 모두 珠心頂端을 넘어서 길게 伸長을 하는데 이때 白菜의 內珠皮는 如前히 2—3層으로 濃染 되고 外珠皮는 3—4層으로 淡染된다. F<sub>1</sub>은 大孢子母細胞의 減數分裂異常으로 完全한 大孢子가 形成안되고 이에 따라 胚囊이 形成 안되므로 珠心の 變化가 白菜, 무우에 比해서 大端히 적다. 白菜, 무우의 2核期胚囊의 初生珠孔側核과 初生合點側核과의 사이에는 크고 明確한 空胞가 생긴다(Fig. 5).

2核胚囊期의 內珠皮의 基부의 細胞層은 白菜, 무우에서 모두 2—4層으로 되어 있다. F<sub>1</sub>에서 間或 大孢子가 分裂하여 2核期胚囊이 形成되는 수가 있는데, 그것이 消滅되거나, 또는 完全한 胚囊을 形成하지도 않고 그 狀態로 開花直前까지 繼續하는 경우가 있다. 이런 때에 內珠皮基부는 繼續 發達을 하여서 8—9層으로 되어 F<sub>1</sub>은 마치 2核胚囊期에 內珠皮基부가 白菜, 무우에 比해 異常 膨大된 것 같은 現象을 나타내는 수가 있다.

開花直前의 8核胚囊期의 珠皮는 白菜에서는 亦是 內珠皮가 2-3層이고 濃染되고, 外珠皮는 3-4層으로 淡染되어 內外珠皮의 區別이 容易하다. F<sub>1</sub>도 區別이 容易한데 外珠皮는 4層으로 될적이 많다. 무우에서는 內外珠皮의 區別이 좀 困難하다. 珠皮伸長은 白菜, 무우에서는 珠心 頂端을 훨씬 넘어 길게 伸長하여 子房壁까지 이르고 있는데 F<sub>1</sub>은 그런 境遇가 거의 드물다. 開花直前의 F<sub>1</sub>의 胚珠의 形態는 마치 白菜, 무우의 胚囊形成初期의 胚珠와 같다.

白菜, 무우, F<sub>1</sub>에서 다 珠皮 特히 內珠皮의 基部가 漸漸 膨大되어 開花期에 이르면 甚히 肥大濃染되는데 白菜는 8-10層, F<sub>1</sub>은 9-13層, 무우는 5-8層으로 各各 差가 있다. 珠心은 基部가 灣曲하고 一層 더 길게 伸長하는데 伸長度는 무우가 가장 甚하고 白菜는 좀 덜하다. F<sub>1</sub>은 胚囊發達程度에 左右되는데 大部分의 境遇 胚囊이 發達않되어 珠心의 灣曲伸長이 그리 甚하지 않다.

開花直前의 胚囊內에서는 8核이 各各 卵裝置, 極核, 反足細胞를 形成하여 成熟胚囊을 組織하는데 胚囊中央部에 位置한 極核은 白菜, 무우에서 다 開花直前까지 融合되지 않고 있다. 胚囊은 大部分 큰 空胞로 占有되어 있고 細胞質은 卵裝置, 極核, 反足細胞 周邊과 胚囊周圍에만 있고, 極核, 卵裝置 및 胚囊周邊은 가는 細胞質絲에 依해 連結되어 있다.

白菜, 무우 다 成熟胚囊은 길게 伸長한 珠心의 尖端部에 位置하고 胚囊과 珠心基部와의 사이에는 긴 珠心組織이 있기때문에 胚囊이 마치 珠心尖端에서 벗어나 珠皮의 尖端部에 둘러 쌓여 있는 것 같은 感을 준다. F<sub>1</sub>은 胚囊이 發達않기 때문에 珠心의 模樣이 훨씬 달라진다.

胚囊이 成熟함에 따라 珠心尖端의 組織 및 珠心表皮의 大部分은 消化吸收되어 白菜, 무우의 成熟胚囊에서는 珠心尖端에 거의 珠心組織 및 表皮가 안남아 있어 一層 더 裸出된 胚囊이 길고 灣曲한 珠心を 벗어나 珠皮에 쌓인듯 하게 보인다(Fig. 6).

F<sub>1</sub>은 胚囊이 大部分의 境遇 發達되지 않아 珠心頂端 및 珠心表皮組織이 大部分 殘存하는 수가 많다.

F<sub>1</sub>은 減數分裂異常으로 正常大孢子形成이 잘 안되고 따라서 胚囊形成이 안되기 때문에 珠心의 形態도 白菜, 무우와는 달라진다(Fig. 7). 珠心基部가 어느程度 灣曲되고 길어지지만 白菜, 무우 같이 甚하지 않다. 그리고 開花直前의 珠心에는 尖端附近에 衰萎된 大孢子 或은 萎縮胚囊의 痕跡이 있고, 또는 開花 直前까지도 衰退안된 一核 或은 二核期의 不完全胚囊等이 나타날 때가 있다(Fig. 7, 8).

白菜, 무우의 胚珠가 다른 植物보다 特異한 것은 珠皮가 特히 길게 伸長하여 閉塞組織의 役割을 하는 點, 珠心基部가 特히 伸長하여 胚囊은 길게 灣曲한 珠心의 頂端에 位置하는 點, 그리고 珠皮基部, 珠心基部가 開花期까지에 甚히 膨大되는 點等이다.

白菜, 무우, F<sub>1</sub>의 差異를 보면 白菜와 무우間에는 一部 器官의 伸長度, 珠皮層의 差, 內外珠皮의 染色度의 差, 分化의 速度等에 若干의 差가 있는것 같으나 成體植物의 差에 比하면 極히 僅少하다.

F<sub>1</sub>은 減數分裂前에는 배추와 무우에 比하여 큰 差는 없고 一部 白菜 닮은 것, 兩親의 中間인듯 한 것 或은 Heterosis 現象 같은 點等도 보이나 極히 僅少의 차이기 때문에 確實치 않다. 減數分裂後에는 F<sub>1</sub>이 屬間雜種으로 異常分裂을 하여 正常大孢子가 안생기고 따라서 正常胚囊이 發達하지 못하기 때문에 胚珠發育에 甚한 異常을 招來한다.

以上の 結果를 要約해서 表示하면 다음과 같다.

Table 1. Megasporangium and Megagametophyte

	B	B×R	R
Initial of integumental protuberance	Lower part of nucellus	Intermediate	Higher than in B
Rapidity of integumental development at archesporial cell stage	Normal	A little rapid	Normal

Difference of stain-taking ability between the two integuments shortly before blooming state	Inner integument-dark stained, outer integument-light stained	Same as B	No difference
No. of cell layer in the basal part of inner integument at the 2-nucleate embryo sac state	2-4	8-9*	2-4
No. of cell layer at the base of inner integument shortly before blooming	8-10	9-13	5-8
Mature embryo sac	Well-developed	Degenerated	Well-developed
Length of nucellus shortly before blooming	Intermediate	Short	Long
Form of ovule shortly before blooming	Integuments elongated beyond the apex of nucellus	Retains the form of young stage	Integuments, longer than in B
Nucellar apex and epidermis	Disorganized and disappeared	Still present	Disorganized and disappeared

\* At flowering stage binucleate embryo sacs are frequently observed.

**小孢子囊의 변화** 白菜, 무우, F<sub>1</sub> 에서 모두 胞原細胞가 多數增殖은 되었지만 아직 小孢子母細胞로 分化가 生起기 前에는 藥壁組織에 內被, 中層, 絨氈組織의 分化가 뚜렷하지를 않다(Fig. 9).

小孢子母細胞組織이 緻密하게 形成될 두렵에는 內被, 中層, 絨氈組織이 分化된다. 中層은 白菜에서는 2層, 間或 1層, F<sub>1</sub> 및 무우에서는 1層 間或 2層이다. 絨氈組織은 濃染, 小孢子母細胞組織은 淡染된다. 白菜, 무우, F<sub>1</sub> 모두 減數分裂始作前 부터 벌써 絨氈細胞는 2核으로 되기 始作하고 減數分裂中期 以前에 거이 다 絨氈細胞는 2核으로 된다. 그리고 絨氈細胞에는 多數의 空胞가 生起는데, 이 空胞는 主로 小孢子母細胞를 向한 側에 生킨다. 空胞는 무우가 배추나 F<sub>1</sub> 보다 크고 數도 많은 便이다. 小孢子母細胞의 分裂이 進行되여 中期가 되면 中層은 배추, 무우에서는 거이 消失되고 殘留한 것도 壓縮된다. F<sub>1</sub> 은 中層의 崩壞가 이보다 더 빨라서 減數分裂前期의 崩壞期에 消失되는 것이 많다. 中期에는 白菜, 무우, F<sub>1</sub> 다 絨氈細胞의 空胞가 가장 顯著하게 된다. 中期가 지나면 空胞가 다시 不分明하여지고, 仁, 核의 染色度도 稀微해지며 細胞가 相互分離되기 始作하는데, 萬一 이런 徵兆를 絨氈組織의 崩壞始作이라 하면 F<sub>1</sub> 이 崩壞가 빠르고 무우와 白菜는 좀 늦어서 四分子期부터 始作한다고 할 수 있다. 表皮는 白菜, 무우에서는 四分子期가 되면 느러나고, 壓縮되고, 相互分離되는데(Fig. 10), F<sub>1</sub> 은 이보다 좀 빨라서 減數分裂中期에 始作된다. 表皮의 이런 徵兆를 表皮衰退始作이라 하면 表皮衰退는 F<sub>1</sub> 이 兩親보다 빠르다 하겠다.

그後 小孢子形成이 되면 배추, 무우, F<sub>1</sub> 다 表皮는 더욱 平壓 分離되고, 中層은 거이 消失되며, 絨氈細胞는 核이 不分明, 空胞는 보이지 않고 染度가 極히 낮아진다. 그 反面 內被만은 더 發達한다. 白菜에서는 胚珠의 2核胚囊期에 藥의 表皮는 거이 消滅되고, 內被는 더욱 커지고 鮮明해지며 絨氈細胞는 1層 더 稀微해 진다. F<sub>1</sub> 에서는 減數分裂異常으로 四分子에 異常이 生킨 것이 多數이다. 그리고 이런 四分子들이 開花前까지도 그 狀態로 存續되는 수가 흔히 있다.

表皮와 絨氈組織은 배추, 무우에서는 그後 더 消滅되여 開花直前의 배추에서는 表皮와 絨氈組織은 完全히 없어지고 內被만이 充分히 發達을 하여 成熟한 花粉은 內被만에 依해서 쌓여 있다(Fig. 11, 12.).

무우도 開花直前이 되면 表皮 및 絨氈組織이 完全히 없어지지만 白菜에 比해서 무우에서는 絨氈組織이 若干 殘存하는 수가 있는데, 이런 것은 그 個體의 藥의 成熟度의 差에 基因될지도 모른다. 무

우도 開花直前에는 充分히 發達한 內被에 依해서 花粉이 쌓여 있다. 白菜, 무우, 모두 開花期에는 內被의 細胞가 훨씬 커진다.

F<sub>1</sub>의 花粉은 不稔이고 大部分이 空虛, 微小, 巨大花粉이고 正常花粉은 極히 적고 不規則하다. 表皮는 開花期가 가까워 옴에 따라 漸次 衰退되어 가지만 開花直前에도 大部分이 殘存하고 消滅된 것은 極히 드물다. 絨氈組織은 成熟藥에서는 多少 形態가 縮少는 되었지만 그냥 殘存濃染된 것이 大部分이고(Fig. 13) 絨氈組織이 完全消滅된 것은 極히 稀少하다. F<sub>1</sub>의 內被는 細胞의 크기도 白菜, 무우에 比해 적고 全體의 發育이 좋질 못하다.

大體로 白菜와 무우 間에 小孢子囊의 形態, 組織 및 發育過程에 있어서 差異는 있지만 差가 僅少해서 識別이 容易치 않다. F<sub>1</sub>의 小孢子囊의 形態나 發育途中의 變化는 배추, 무우의 中間이 되는 것, Heterosis 現象 같은 것 또는 兩親의 어느 쪽을 닮은것等 區區하다. 그러나 減數分裂以後에는 F<sub>1</sub>은 異常分裂 때문에 正常小孢子 및 正常花粉이 거의 안생기는 故로 表皮, 內被, 絨氈組織의 變化에 있어서 白菜, 무우와 큰 差가 생긴다. 이상의 結果를 要約하면 다음 表와 같다.

Table 2. Developmental changes of Microsporangium

	B	B×R	R
Beginning of epidermal disorganization	Tetrad	Metaphase	Tetrad
No. of middle layer	2, rarely 1	1, rarely 2	1, rarely 2
Time of middle layer disorganization	Meiosis	Earlier than B,R	Meiosis
Time of tapetal cell vacuolation	Meiosis	Meiosis	Meiosis
Size of tapetal cell vacuole	Small	Small	Large and conspicuous
Beginning of tapetal cell disorganization	Tetrad	Metaphase	Tetrad
Tapetal cell at mature anther stage	None	Still present, rarely none	Mostly none
Epidermis shortly before blooming	None	Mostly present	None
Endothecium shortly before blooming	Well-developed; cell large	Poor-development; cell small	Well-developed; cell large

배추에 무우를 屬間交雜하면 雜種個體의 大小孢子囊의 形態, 發育途中의 變化 및 生理的反應等에는 Heterosis 現象인듯 한것 兩親의 中間, 또는 傾母, 傾父의 特徵이 나타나서 白菜, 무우, F<sub>1</sub> 間에 差異는 있지만 成體間의 差異에 比해 極히 權少하기 때문에 識別이 困難하다. 그러나 減數分裂後에는 F<sub>1</sub>이 減數分裂異常으로 말미아마 完全한 大小孢子가 안생기고 따라서 完全한 雌雄配偶體形成이 안되기 때문에 그것이 自然 大小孢子囊의 形態, 發育上의 變化에 큰 影響을 끼치게 된다.

摘 要

白菜, 靑邦苦根을 母本, 무우 蔚山在來를 父本으로 屬間交雜을 하여 2個體의 雜種을 얻어 兩親植物과 F<sub>1</sub> 間에 大小孢子形成 雌性配偶體形成, 大小孢子囊의 差異 및 大小孢子囊發育途中에 이러나는 變化等을 比較하였다.

(1) 白菜, 무우 間에 大小孢子囊의 形態, 發育時의 變化, 雌性配偶體形成에 있어서 差는 있으나

成體의 차이가 현하지 않다.

(2)  $F_1$ 은 減數分裂前까지의 大小孢子囊의 形態 및 發育은 大體로 兩親의 中間 或은 兩親의 어느 것 닮은點 또는 Heterosis 現象을 이루는 것 등이 있지만 兩親과 큰 差異는 없다.

(3)  $F_1$ 이 屬間雜種이기 때문에 減數分裂異常에 의한 大小孢子形成 異常 및 雌雄配偶體形成不能으로 自然大小孢子囊의 形態 및 發育에 異常이 생기어 兩親에 비해 甚한 差가 생긴다.

### 文 獻

1. 水島宇三郎 1952. アブラナ類の核遺傳學的研究. 東京. 技報堂.
2. Nagaharu, U., T. Nagamatu and U. Midusima 1937. A Report on Meiosis in the two hybrids, *Brassica alda* ♀ × *B. oleracea* L. ♂ and *Eruca sativa* Lam. ♀ × *B. oleracea* L. ♂. Cytologia, Fujii jubilee 8. 437—441.
3. Nagaharu, U. 1935. Genome-analysis in *Brassica* with special reference to experimental formation of *B. napus* and peculiar mode of fertilization. Jap. Jour. Bot. 7. No. 3—4.
4. Nagaharu, U., U. Midusima and K. Saito, 1937. On diploid and Triploid *Brassica-Raphanus* hybrids. Cytologia, 8:319—326.
5. 韓昶烈, 李炳基 1962. 배추 靑邦苦根 × 무우 蔚山在來의 屬間雜種에 對한 細胞遺傳學의 研究. 식물학회지 Vol. V, No. 3. 21—24.



Fig. 1

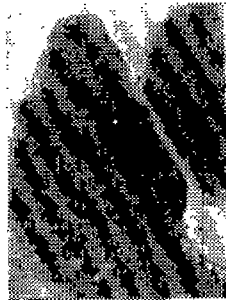


Fig. 2

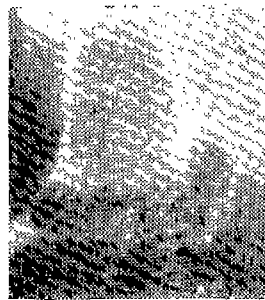


Fig. 3

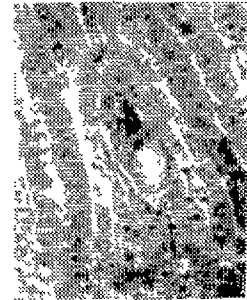


Fig. 4

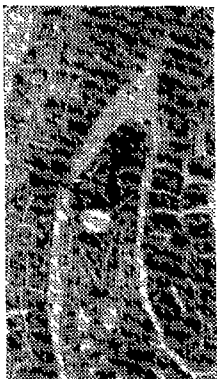


Fig. 5



a



b



c



d

Fig. 6



Fig. 7

Fig. 8

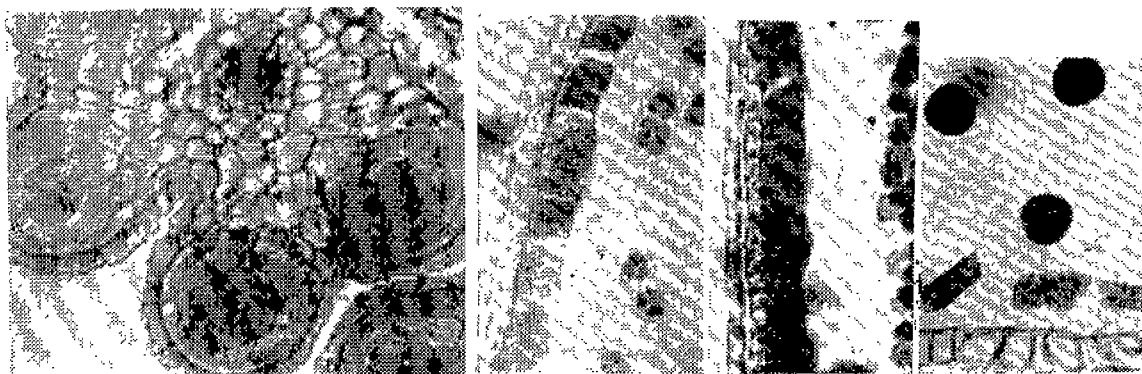


Fig. 9

Fig. 10

Fig. 11

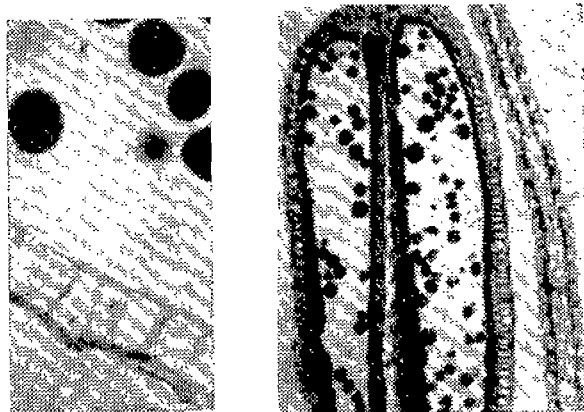


Fig. 12

Fig. 13

寫 眞 說 明

Fig. 1—5. *Brassica*: Fig. 1. Protuberance of integumental outgrowth. Fig. 2. Development of integument.

Fig. 3. Megaspore mother cell. Fig. 4 Enlarging chalazal megaspore. Fig. 5. 2-nucleate embryo sac.

Fig. 6. Mature embryo sac immediately before blooming. a,b,c, *Brassica*; d, long and curved nucellus of *Raphanus*. Fig. 7 Abortive embryo sac and elongated nucellus of F<sub>1</sub> at blooming stage. Fig.8 Abortive embryo sac of F<sub>1</sub> at blooming stage.

Fig. 9 Young anther of *Raphanus*. Fig. 10 Stretched and flattened epidermis of *Brassica*: a.

tetrad stage; b. immediately after microspore formation.

Fig. 11—12 *Brassica*: Fig.11 Disintegration of tapetal cell before blooming stage. Fig. 12 Endothecium at blooming stage. Fig. 13 Tapetal tissue of F<sub>1</sub> at blooming stage.