

천궁의 종자불임에 관한 발생학적 특성

박충헌*† · 이만상** · 남궁승박*** · 유홍섭* · 박희운*

*작물과학원, **원광대학교 식물자원과학부, ***국립식물검역소 제주지소

Embryological Characteristics on Seed Sterility of *Ligusticum chuanxiong* Hoit.

Chung Heon Park*†, Man Sang Lee**, Seung Bak Namkoong***,
Hong Seob Yu*, and Hee Woon Park*

*National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea.

**Division of Plant Resources Science, WonKwang Univ., Iksan 570-749, Korea.

***Jeju Regional Office, National Plant Quarantine Service, MAF, Jeju 690-170, Korea.

ABSTRACT : *Ligusticum chuanxiong* is receiving much attentions as one of the important medicinal crops with the increasement of the crude drug demands. This study was conducted to obtain the basic informations of breeding of *Ligusticum chuanxiong*. Embryological characteristics were examined to elucidate the process of male and female gametophytic development and fertilization. Meiosis and nucleus division of megaspore and microspore were proceeded normally. With regard to the formation of female gametophyte, only a half of female gametophyte developed to normal egg apparatus. While another 50% showed abnormal egg apparatus with poly-nuclei or non-nuclei ovule. The pollens developed from the microspore were formed more than 90 % of normal pollen. It was difficult to observe fertilization because ovule tissue was very compact and cell was extremely tiny, but could be easely observed proembryo and embryo formation. Only 30 percent developed into proembryo and subsequently into embryo, and the others were degenerated.

Key words : *Ligusticum chuanxiong*, female gametophyte, egg apparatus, embryo

서 언

천궁은 중국이 원산이지만 국내에서도 오랜 재배기록을 가지고 있으며, 일천궁은 영양, 봉화 및 울릉도 등에서, 토천궁은 여름철 기온이 서늘한 평창, 정선, 태백 및 인제 등의 산간고냉지에 주로 재배되고 있다. 천궁은 종자를 맺지 않아 주로 종근이나 뇌두로 번식하며, 농가에서 *Cnidium officinale*을 일천궁이라 하고 *Ligusticum chuanxiong*를 토천궁이라 칭한다.

결실율이 낮거나 불임이 발생하는 식물들은 대부분 대·

소포자 형성과정, 수정현상 및 종자형성 과정에서 그 원인을 찾을 수 있는데, Asoke & Timothy (1969)는 *Penistum flaccidum*의 대·소포자낭의 변화를 관찰하였으며, 종자 결실이 안되는 개나리는 대포자 모세포의 감수분열이상으로 배낭이 대부분 퇴화되어 배낭이 없는 중심조직만 생기고 정상 난세포나 난핵이 있는 것은 극히 적고, 화분은 2핵성으로 화주내 불화합성을 나타낸다고 하였다. 또한, 재배 무궁화와 하와이 무궁화에 대한 발생학적 조사에서 *Hibiscus syriacus*의 대포자 모세포는 정상적인 핵분열을 하여 난장치를 형성하지만 *Hibiscus rosasinensis*는 감수

† Corresponding author: (Phone) +82-31-290-6852 (E-mail) park0ch@rda.go.kr

Received December 15, 2003 / Accepted April 19, 2004

분열 이상으로 비정상적인 핵분열이 일어나 난장치를 형성하지 못하고 대부분 이상배낭을 형성한다고 보고하였다 (Lee & Chung, 1984)

불임현상을 구명하기 위한 많은 연구들이 보고되었는데, Chauhan & Singh (1966)는 소맥에서, Dubey & Singh (1995)는 *Linum usitatissimum* L.에서 각각 웅성불임 계통은 가임계에 비하여 웅단조직이 소실되지 않고 이상비대함으로써 소포자로의 양분전류가 일어나지 않아 웅성불임이 나타난다고 보고하였다. 또한, 석산의 불임원인은 염색체수가 $2n=33$ 으로 3배체이기 때문에 감수분열 이상으로 정상 화분립과 정상 배낭이 극히 적기 때문이라고 하였다 (Lee *et al.*, 1985). 본 연구는 영양번식을 하는 천궁의 종자불임 현상을 구명하고자 대·소포자 모세포의 발달과정과 수정현상을 조사하여 육종의 기초자료로 활용하고자 얻은 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

시험재료는 작물과학원 약용작물 시험포장에서 채배한 토천궁을 사용하였다. 자웅배우체 형성에 관한 발생학적 특성을 알아보고자 시료의 채취는 개화전 약 10일경부터 어린 화뢰를 개화하여 지방비대후 협실 소실시까지 3일간격으로 단계적으로 채취하였고, 수정현상을 관찰하고자 교배후 시간별로 각각 15개씩의 소화경을 채취하였다. 실험방법은 Lee *et al.* (1999)의 방법에 따라 Carnoy 용액에서 24시간 고정 후 무수 에칠알콜을 처리한 탈수처리와 파라핀용매로써 xylene을 이용한 조직침투 과정을 거쳐 paraffin에 포매하여 마이크로톰을 사용하여 8~12 μ m의 연속절편을 만들어 Heidenhain's haematoxylin으로 염색하여 광학현미경으로 검경하였다 (Lee *et al.*, 1999).

결과 및 고찰

토천궁의 화기는 완전화임에도 불구하고 자연상태에서 결실이 전혀 이루어지지 않아 전적으로 영양번식에 의존하므로, 종자번식의 가능성을 검토하고자, 자웅배우체의 형성과정과 인공수분을 실시하여 초기 수정현상을 조사하였다.

1. 大胞子の 형성과 발달

始原細胞가 분열하여 初生主壁細胞와 初生胞原細胞로 발달하는 과정은 모든 피자식물에서와 같은 경향으로 이루어져 初生胞原細胞는 胞原細胞가 되는데 초기 시점에는 거의 정상적으로 진행된다 (Fig. 1) 그 후 胞原細胞는 분열하여 사분자기가 되는데 (Fig. 2), 지방의 組織細胞가

작은 편이어서 관찰하기가 어렵다. 珠孔側 3개의 세포는 퇴화되고 합점측 1개가 발육하여 2핵배낭 (Fig. 3), 4핵배낭, 8핵배낭으로 발달하여 卵裝置를 형성하는데, 토천궁에서는 약 50% 정도가 정상적으로 분열이 진행되어 난장치에 도달하였다 (Fig. 4, 5). 그러나 나머지 50% 정도는 多核 또는 無核배낭을 형성하는 것도 관찰되었다 (Fig. 6). 토천궁은 胞原細胞의 形成도 극히 저조하고 減數分裂을 하는 꽃은 거의 없기 때문에 성숙배낭에서 난장치를 형성하는 꽃은 찾아볼 수 없고 간혹 난핵 또는 극핵만 형성되는 것이 관찰되었다.

2. 小胞子の 형성과 발달

小胞子 母細胞는 대부분이 정상적으로 減數分裂을 진행하여 소포자를 형성하는데 이때 絨緞組織, 中層, 內被 및 表皮 등 4층이 뚜렷하게 구분되어 관찰된다 (Fig. 7, 8). 소포자의 발달이 진행됨에 따라 웅단조직이 파괴되기 시작하고 표피조직과 중층 역시 붕괴되기 시작하는데 전반적으로 다른 피자식물들과 큰 차이를 보이지는 않는다 (Fig. 9). 소포자가 성장하여 발달함에 따라 웅단조직이나 표피는 더욱 더 붕괴가 진행되고 (Fig. 10, 11), 小胞子는 다시 분열하여 영양핵과 생식핵으로 나누어지는데 이때 부터가 花粉粒이다 (Fig. 12, 13). 토천궁의 화분립은 장타원형이고 발아공이 중간에 위치하고 있으며 이때는 내피만 남고 웅단조직, 中層 및 表皮는 전부 소멸되어 있었다. 이러한 천궁 화분의 외부 형태적인 특성은 같은 산형과 식물인 당귀 화분의 형태적 특성과 유사함을 알 수 있었고 이는 산형과식물 화분의 특성으로 생각되었다. 토천궁에서는 소포자모세포가 감수분열을 하면서 거의가 퇴화되고 일부만 존재하였다.

3. 受精現象

토천궁은 수정이 잘되는 식물임에도 불구하고 배낭조직이 치밀하고 세포가 작아서 수정현상은 관찰하기가 매우 어려웠다. 그러나 원배 형성이나 배의 관찰은 용이하였다 (Fig. 14, 15, 16). 원배 형성 또는 발육하는 것은 전체 관찰 배낭중 30% 정도이고 나머지는 퇴화되어 있었다 배유핵은 타조직에 비하여 뚜렷하게 핵이 크게 (Fig. 17) 발육하며 배유핵들은 분열하여 15~16개의 과립상태로 (Fig. 18) 되는 것이 특징이다. 토천궁은 大小胞子 減數分裂도 정상적으로 진행되고 卵裝置도 비교적 잘 형성되며 花粉은 正當적으로 形成되는데 타식물과 비슷한 경향을 보였다.

적 요

토천궁은 개화는 되지만 종자 결실이 이루어지지 않아

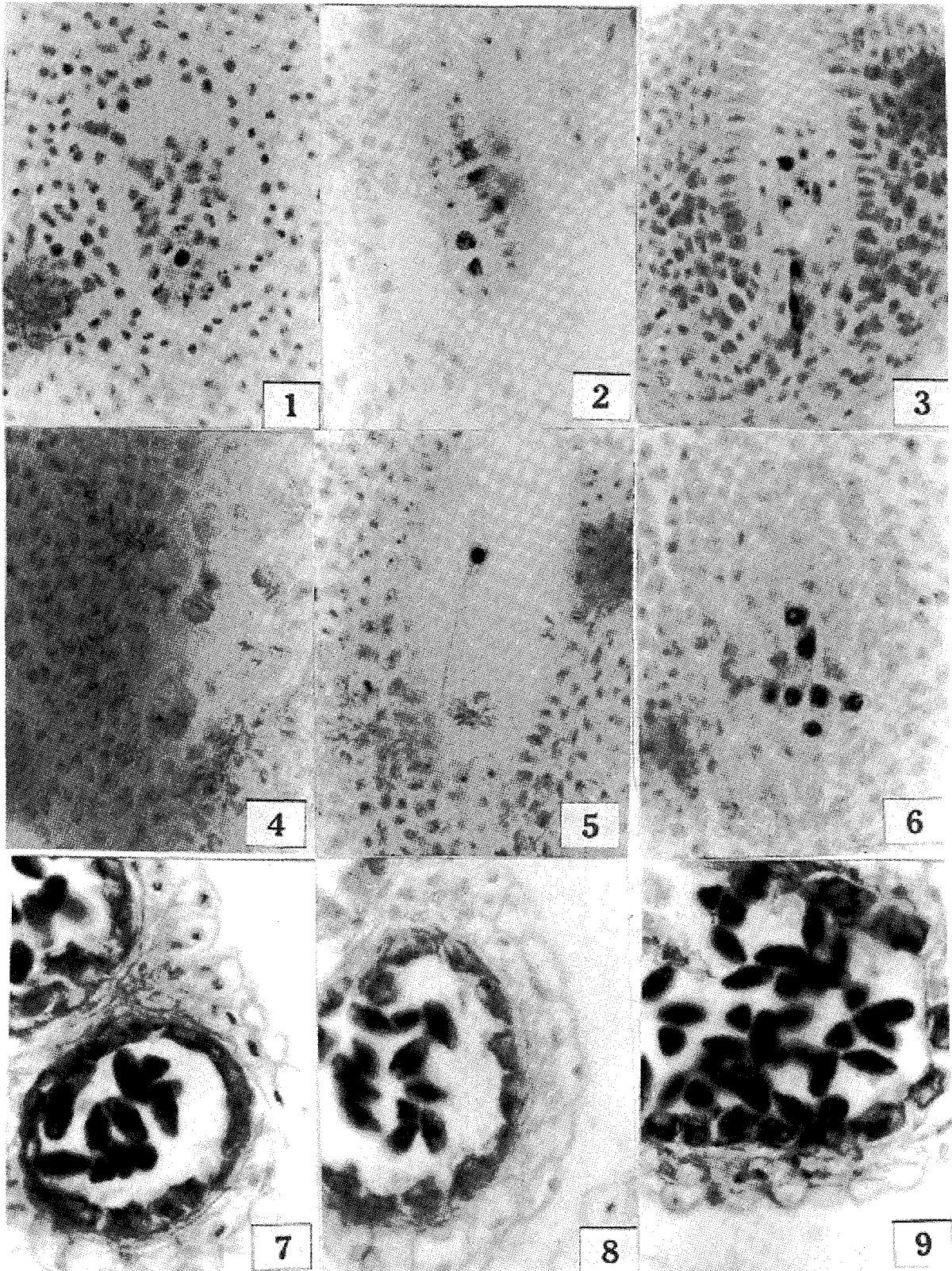


Fig. 1. Megaspore and microspore development of *Ligusticum chuanxiong*. 1) Primary sporogenous cell; 2) Tetrads stage; 3) Two-nucleate embryo sac; 4, 5) Matured embryo sac and/or egg apparatus; 6) Abnormal embryo sac; 7, 8, 9) Tapetum tissue and microspore.

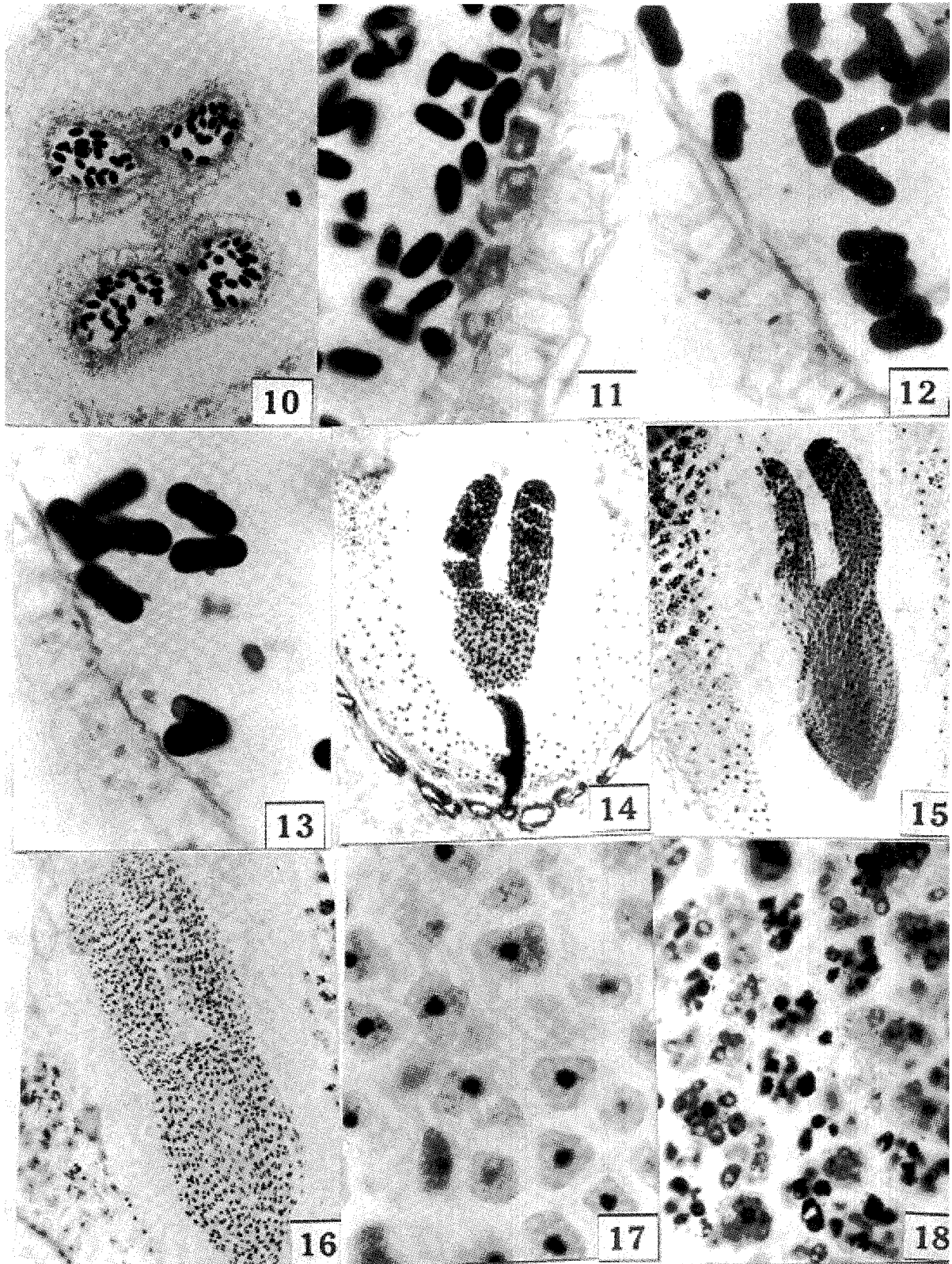


Fig. 2. Microspore, pollen development and fertilization of *Ligusticum*. 10, 11) Developed microspores; 12, 13) Matured pollens just before flowering; 14, 15, 16) Embryo and endosperm; 17) Endosperm; 18) Division of endosperm.

주로 종근이나 뇌두에 의해 변식하므로 변식율이 매우 저조한 특성이 있다. 따라서 이의 원인을 구명하고자 자웅배우체 형성과정과 자가수분을 통한 수정현상을 보기 위하여 조사하였던 바 그 결과는 다음과 같다.

토천궁은 대소포자에서 감수분열이 정상적으로 이루어지고 배낭형성에서 난장치는 50% 정도가 정상적으로 이루어지고, 화분형성에서는 90%이상이 잘 이루어졌다. 토천궁의 배낭은 주심조직의 세포가 작아 모든 기관분열에서 관찰하기가 어려웠고 특히 토천궁은 배낭 형성체가 난장치로 발달되는 꽃은 거의 없었으며 화분립은 일부가 형성되었다.

LITERATURE CITED

- Asoke KC, Timothy DH (1969) Microsporogenesis and embryogenesis in *Pennisetum flacidum* Griseb. *Crop Sci.* 9:219-222.
- Chauhan SVS, Singh SP (1966) Pollen abortion in male-sterile hexaploid wheat having *Aegilops ovata* L. cytoplasm. *Crop Sci.* 6:532-535.
- Dubey DK, Singh SP (1995) Mechanism of pollen abortion in three male sterile lines of flax (*Linum usitatissimum* L.). *Crop Sci.* 5:121-124.
- 韓昶烈 (1984) 植物育種의 基礎研究. 農村振興廳研究書 (10):245-356.
- Kazuhiko H., Nishioka I, Iwasa S (1970) Studies on the sterility of *Cnidium officinale*. *Syoyakugaku Zasshi* 24(2):81-87.
- Kitagawa I, Fukuda Y, Taniyama T, Yoshikawa M (1995) Chemical studies on crude drug processing X. On the constituents of *Rehmanniae radices* originating in China, Korea and Japan. *Yakugaku Zasshi* 115(12):992-1003.
- Lee MS (1972) Studies on gametophytae formation of *Paeonia japonica* Myabe. *Hort. Sci.* 12:61-64.
- Lee MS, Chung JC (1984) Fundamental studies for the breeding of *Hibiscus syriacus* L. II. Embryological studies on the *H. syriacus* L. and *H. rosa-sinensis* L. Thesis of Agricultural College. WonKwang University, Vol 7 :107-119.
- Lee MS, Lee JI, Kweon BS (1981) Studies on the heterosis breeding in rape using cytoplasmic genetic male sterile lines. Memorial thesis of Dr. Lee J H 29-37.
- Lee MS, Park EH, Kim JS, Park YJ (1985) Studies on the ecological and embryological characteristics and propagation of *Lycoris radiata* Herb. Thesis of Agricultural College, WonKwang University, Vol 8 :279-361.
- Lee MS, Park Y, Kang DK (1985) Embryological studies on male sterile lines in carrots. Thesis of Agricultural College, WonKwang University, Vol 8 :29-42.
- Lee MS, Park CH, Lee KS (1999) Embryological characteristics and cross compatibility in Peony. *Korean J. Breed.* 31(3) :225-231.
- Webster OJ, Singh SP (1964) Breeding behavior and histological structure of a non-dehiscent anther in *Sorghum vulgare* Pers. *Crop Sci.* 4:656-658.