

제 13장. 피자식물의 배 발생 (Embryogenesis of Angiosperms)

제 1절. 피자식물의 배 발생과정 (Embryogenesis of Angiosperms)

피자식물에서 수정란(접합자)이 세포분열하면서 발달하여 어린 포자체인 배(embryo)를 형성하는 과정을 배발생(embryogenesis)이라고 한다. 피자식물의 배는 크게 자엽(cotyledon), 상배축(epicotyl) 또는 유경(plumule), 배축(hypocotyl), 유근(radicle)의 4부분으로 구성되어 있다. 이들 배를 구성하는 각 기관들은 다음과 같은 6단계를 거쳐 형성된다.

1. 극성 결정(Polarity determination) = First cell generation

수정란인 접합자가 첫 번째 세포분열이 일어나는 단계이다. 세포분열의 위치는 종에 따라서 일정하게 일어나는데, 거의 대부분의 경우 수정란에 횡단벽(transverse wall)이 생겨서 횡단으로 분열한다. 횡단으로 분열된 수정란에서 위쪽 세포를 정단세포(teminal cell)라 하고 아래쪽 세포를 기저세포(basal cell)라 한다. 이때 정단세포와 기저세포는 특수화되어서 이들이 결코 뒤바뀔 수 없기 때문에 극성이 분명히 존재한다. 종자식물의 경우, 정단세포가 계속 분열하여 궁극적으로는 배(embryo)가 만들어지고, 기저세포는 분열하여 배병(suspensor)이 만들어진다.

2. Second cell generation

수정란의 위쪽 세포인 정단세포(teminal cell)가 종단으로 분열하여 2개의 세포로 된 배 전구체(embryo proper)로 되는 단계이다. 수정란의 아래쪽 세포인 기저세포(basal cell)는 횡단으로 분열하여 2층으로 된다.

3. Third cell generation

2개의 세포로 된 배 전구체(embryo proper)가 계속하여 종단으로 분열하여 4 배구기(tetraembryosphere stage), 즉 배 전구체가 4개의 세포들로 구성되는 단계이다.

4. Fourth cell generation

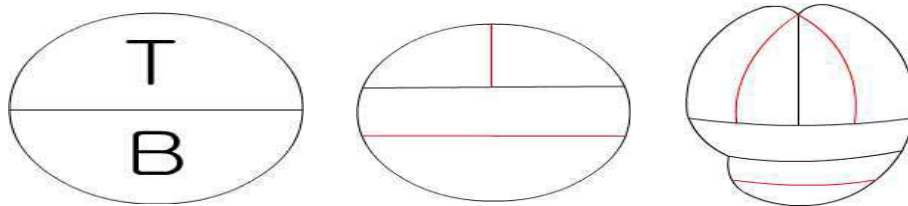
4 배구기가 계속하여 종단으로 분열하여 8 배구기(octoembryosphere stage), 즉 배 전구체가 8개의 세포들로 구성되는 단계이다. 이 단계에서 기저세포들은 배병 전구체(suspensor proper)가 된다.

5. Fiveth cell generation

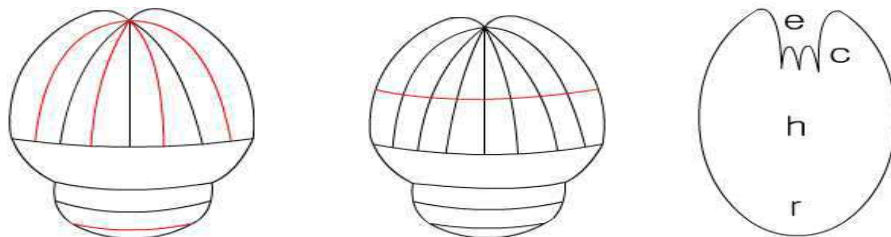
8 배구기가 계속하여 종단으로 분열하여 16 세포기(16 cells stge), 즉 배 전구체가 16개의 세포들로 구성되는 단계이다. 이 16개의 세포들 중에는 세포분열 능력이 있는 정단세포(apical cells) 것과 세포분열 능력이 없는 세포들로 구분된다.

6. Apical cells differentiation(정단세포의 분화)

16 세포기의 배 전구체에서 세포분열 능력이 있는 정단세포가 분화되어 배를 구성하는 각 기관(자엽, 상배축, 배축, 유근)들이 형성된다.



1. First cell generation 2. Second cell generation 3. Third cell generation



4. Fourth cell generation 5. Fiveth cell generation 6. Apical cell differentiation

제 2절. 피자식물 배발생 공식

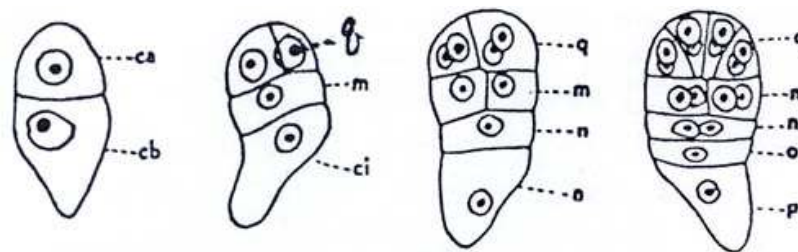
피자식물의 배발생과정을 가능한한 완벽한 방법과 최대한 정확하게 설명하기 위하여는 공식의 적용이 필요하다. 이 공식은 세포들의 분열동안 각각 세포들의 연관관계, 그들의 기원, 수, 위치, 궁극적인 운명, 조직학적 기능 등을 표시해준다. 피자식물 배발생 공식은 프랑스의 식물발생학자인 Soueges에 의해 창안되어서 공식에 적용된 문자는 붙어로 기록되어 있다.

ca ; terminal cell of the two-celled proembryo(2-세포기 전배의 정단세포)

cb ; basal cell of the two-celled proembryo(2-세포기 전배의 기저세포)

- q* ; two juxtaposed cells, daughters of *ca*(*ca*의 2개 병렬 딸세포)
- m* ; upper daughter cell of *cb*(*cb*의 위쪽 딸세포)
- ci* ; lower daughter cell of *cb*(*cb*의 아래쪽 딸세포)
- n, o, p* ; derivatives of *ci*(*ci*의 유도체들)
- l, l'* ; upper and lower groups in a two-tiered octant proembryo(2층의 8세포기 전배에서 위, 아래쪽 세포들), *q*와 동등한 세포
- pco* ; cotyledonary region proper (자엽이 될 지역 전구체)
- pvt* ; stem apex initials(줄기 정단 시원세포들)
- iep* ; initials of the stem epidermis(줄기 표피의 시원세포들)
- iec'* ; initials of the stem cortex(줄기 피층의 시원세포들)
- phy* ; hypocotyledonary region proper(배축이 될 지역 전구체)
- co* ; root cap(근관)
- s* ; suspensor proper(배병 전구체)
- icc* ; initials of the central cylinder of the stem(줄기 중앙다발(중심주)의 시원세포들)
- iec* ; initials of the central cylinder of the root(뿌리 중앙다발(중심주)의 시원세포들)
- ico* ; initials of the root cap(근관 시원세포들)

실제로 피자식물 배발생 공식을 사용하여 국화과 솜방망이속의 일종인 *Senecio vulgaris*(개쑥갓)에서의 배발생과정을 설명하면 다음과 같다(그림 15-2-1).



<그림 15-2-2. *Senecio vulgaris*(개쑥갓)의 배발생과정. 왼쪽부터 순서대로 First cell generation, Second cell generation, Third cell generation, Fourth cell generation>

I. First cell generation

Proembryo of two cells disposed in two tiers : $ca = pco + pvt$

(전배는 2개의 세포가 2층으로 되어 있음) $cb = phy + icc + iec + co + s$

II. Second cell generation

Proembryo of four cells disposed in three tiers : $q = pco + pvt$
(전배는 4개의 세포가 3층으로 되어 있음) $m = phy + icc$
 $ci = iec + co + s$

III. Third cell generation

Proembryo of eight cells disposed in four tiers : $q = pco + pvt$
(전배는 8개의 세포가 4층으로 되어 있음) $m = phy + icc$
 $n = iec$
 $n' = co + s$

IV. Fourth cell generation

Proembryo of sixteen cells disposed in five tiers : $q = pco + pvt$
(전배는 16개의 세포가 5층으로 되어 있음) $m = phy + icc$
 $n = iec$
 $o = co$
 $p = s$

제 3절. 피자식물 배발생 Type

피자식물의 배발생 형태에는 6개의 기본형이 있고 각 기본형마다 변이형이 여러개 존재하고 있다. 6개 기본형에는 Piperad type(후추형), Onagrad type(바늘꽃형), Asterad type(국화형), Caryophyllad type(석죽형), Solanad type(가지형), Chenopodiad type(명아주형)이 있다.

각 형태를 구별하는 기준은 아래와 같다.

A. 접합자가 직각이나 경사방향의 세포벽으로 분열되어 궁극적으로 종단으로 분열된다 ----- Piperad type(후추형)

B. 접합자가 횡단 세포벽으로 횡단분열된다

I. terminal cell(정단세포)이 2번째 세포분열시 종단 세포벽에 의해 종단으로 분열된다

a. basal cell(기저세포)가 배 형성에 전혀 관여하지 않거나 혹은 오직 조금만 관여한다 ----- Onagrad type(바늘꽃형)

b. terminal cell(정단세포)과 basal cell(기저세포)이 모두 배 형성에 관여한다 ----- Asterad type(국화형)

II. terminal cell(정단세포)이 2번째 세포분열시 횡단 세포벽에 의해 횡단으로 분열된다

a. basal cell(기저세포)가 배 형성에 더 이상 관여하지 않는다

1. basal cell(기저세포)가 더 이상 분열하지 않고 큰 배병세포(suspensor)로 된다(배병이 2개 이상의 세포로 형성되면 이들은 모두 정단세포에서 유도된 것이다) --- Caryophyllad type(석죽형)

2. basal cell(기저세포)가 보통 2개 이상의 세포로 된 배병세포(suspensor)로 된다 ----- Solanad type(가지형)

b. basal cell(기저세포)가 배 형성에 어느 정도 관여한다 -----
Chenopodiad type(명아주형)

6개 기본형에는 각각마다 여러개의 변이형(variation)이 존재하고 있다. Piperad type(후추형)에는 3개의 변이형, Onagrad type(바늘꽃형)에는 14개 변이형, Asterad type(국화형)에는 9개 변이형, Caryophyllad type(석죽형)에는 13개 변이형, Solanad type(가지형)10개의 변이형, Chenopodiad type(명아주형)에는 2개의 변이형이 있다.