

## 참깨 내탈립성의 원인과 검정 방법

김동휘\*† · 강철환\* · 박장환\* · 채영암\*\* · 성낙술\*

\*작물과학원, \*\*서울대학교

## Grain Shattering Resistance and Its Screening Method of Sesame

Dong-Hwi Kim\*†, Chul-Whan Kang\*, Chang-Hwan Park\*, Young-Am Chae\*\*, and Nak-Sul Seong\*

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

\*\*Department of Agronomy, Seoul National Univ., Seoul 151-742, Korea

**ABSTRACT :** The existing shattering-resistant sesames had low adaptability and yield potential in Korean environment. Great improvements have been made in these shattering-resistant sesames. We take an optimistic view of success for development of shattering-resistant sesames with high yield potential and superior agronomic characters. This study was carried out to investigate cause of shattering resistance and testing method of effective shattering habit. Shattering-resistant sesames had some specific tissue structures. Shattering resistance of placenta adhesion (PA) sesames was caused by strong seed holding of placenta in capsule, and that of seamless (SL) sesames was caused by nonexistence of seam in capsule. Shattering resistance of indehiscent (ID) sesames resulted because they had thicker mesocarp barrier at the zone of dehiscence compared with that of normal varieties. SL, ID and PA sesames had some variation plants who had high shattering rate. This was judged that evolution direction of these sesames means direction that shattering habit increase. Effective drying method in order to measure shattering resistance was drying condition over 20 days in natural temperature (20°C) and 10 days in drying oven (40°C).

**Keywords:** sesame, cause of shattering resistance, test of shattering habit

참깨는 재배기간이 비교적 짧은 작물로 100~120일 정도의 생육기간을 필요로 한다. 생육과 개화가 연속적으로 이루어지는 무한개화의 특성을 지니며 꼬투리의 성숙과 함께 종자는 탈립이 이루어진다. 이 탈립성은 수확 및 운반 등의 제 작업 과정에서 수량손실의 원인이 되며, 또한 기계 수확 등에 장애요인이 되고 있다

참깨재배는 대부분 인력에 의존하고 있으며, 미국과 베네주

엘라 일부 지역에서 기계화가 진행되고 있을 뿐이다(Ashri, 1998). 현재 국내에서는 비닐피복 및 파종의 기계화재배가 실용화되고 있는 실정이나, 중간관리 및 수확작업은 전적으로 인력에 의존하고 있는데 이 중 수확작업은 내탈립성 품종만 개발·보급된다면 기계화가 가능할 것으로 기대된다

이와 같은 이유로 여러 연구자들은 참깨 기계수확을 가능케 하는 내탈립성 참깨에 오래전부터 주목하여 왔는데, 참깨의 indehiscent(非開裂 or 難開裂)형 돌연변이가 Langham에 의해 1942년 베네주엘라에서 처음 발견되어, 이에 대한 특성평가 및 유전연구가 시작되었으며, 1986년에는 seamless(꼬투리에 접합 부위가 없는)형까지 발견되었으나, 이들 자원들은 재배종으로 직접 이용하기에는 많은 열악한 형질들을 보유하고 있으며, 육종에 의해 만족할만한 개량도 이루어지지 못했다. 그러나 1980년대부터 미국의 참깨회사 Sesaco에서 기존의 내탈립성 참깨와는 다른 탈립 저항성을 가진 참깨들을 개발하게 되었다. 이들 참깨는 기계수확시 완벽한 내탈립성을 나타내지는 않지만, 기존 참깨 품종보다는 비교적 강한 탈립 저항성을 나타내어 Sesaco에서는 이들 품종 수확에 기계를 이용하고 있다. 한국에서는 1980년대 후반부터 이들 유전자원을 도입하여 개량을 거듭한 끝에 탈립 저항성이 크고, 수량성도 기존 품종에 뒤지지 않는 내탈립성 참깨를 개발하기에 이르렀다.

현재 국내외적으로 내탈립성 참깨 육성 및 이에 관한 연구는 그 예도 많지 않으며, 가장 중요한 부분으로 생각되는 탈립성과 관련된 그 구체적인 기작이라든지 탈립성 검정 방법 등에 관해 명확한 원인 및 방법이 밝혀져 있지는 않다. 따라서, 본 연구에서는 내탈립성 참깨들의 탈립 저항성의 원인과 검정방법을 구명한 그 결과를 보고하고자 한다.

### 재료 및 방법

#### 시험재료

꼬투리(capsule) 내에 태좌가 종실에 강한 접착력을 갖고 있어 내탈립성을 지니는 태좌접착형(placenta adhesion)인 수원

†Corresponding author: (Phone) +82-31-290-6814 (E-mail) kimdh@rda.go.kr <Received September 13, 2004>

177호(목포9호/SC645)와 수원195호(S8826//수원129호/동기S-1//SB764), 꼬투리 내에 중과피(mesocarp)의 두께가 두꺼워 내탈립성을 지니는 indehiscent(非開裂 or 難開裂)형인 SIG960320-5-1-1(수원128호/AG26-1//수원128호/AG26-3//S7448), 꼬투리에 접합부위(seam)가 없어 내탈립성을 지니는 seamless(접합부위가 없는)형인 SIG91044-1-1-1(고달/dt45//Seamless)와 기존에 널리 재배되어지고 있는 양백개와 안산개를 공시하여 시험을 수행하였다

**내탈립성의 원인**

태좌접착(placenta adhesion)형 참깨의 조사는 등숙기에 참깨 꼬투리(capsule)를 채취하여 증으로 절단한 후 종자를 태좌부위로부터 탈락시켰다 탈락된 부위의 부착면인 종자와 태좌부위를 촬영에 알맞도록 적당한 크기로 자른 후 3% glutaraldehyde 용액에 담가 4°C에서 24시간 동안 1차 고정시킨 다음 Milonig's phosphate buffer(0.2 M, pH 7.4)로 30분씩 3회에 걸쳐 세척을 하였다 그 후 1% osmium tetroxide 용액에서 2시간 동안 2차 고정시킨 다음 증류수로 30분씩 3회 세척을 한 후 ethyl alcohol과 amyl acetate를 이용하여 탈수 과정을 거쳤다. 그 후 amyl acetate를 완전히 제거하고 critical point dryer에서 건조시킨 다음 gold coating을 하여 주사전자현미경(Leo 440)으로 촬영을 하였다 기타 재료의 조사는 참깨의 꼬투리를 종 또는 횡으로 잘라 해부현미경과 육안으로 관찰하였다.

**탈립성 검정**

탈립성 조사는 개체별로 하였고, 조사하고자 하는 부위의 채취시기는 최하위 꼬투리의 개열 직전으로 하였다. 채취부위는 최하위삭보다 윗부분의 꼬투리가 균일하게 착생한 부분 30cm를 절단하여 탈립성을 비교하였다 건조방법은 절단한 부위를 세운 상태로 망사자루에 넣은 다음 상온(건조기간동안 평균온도 20°C가 유지되는 비가림이 가능한 하우스 내)과 40°C에서 10~35일 건조시켰다. 측정방법은 건조 완료 후 참깨 꼬투리가 달린 줄기 단편을 상하를 뒤집는 동작을 3회 반복한 후 탈락한 종자와 잔존종자의 비율을 측정하였다

**결과 및 고찰**

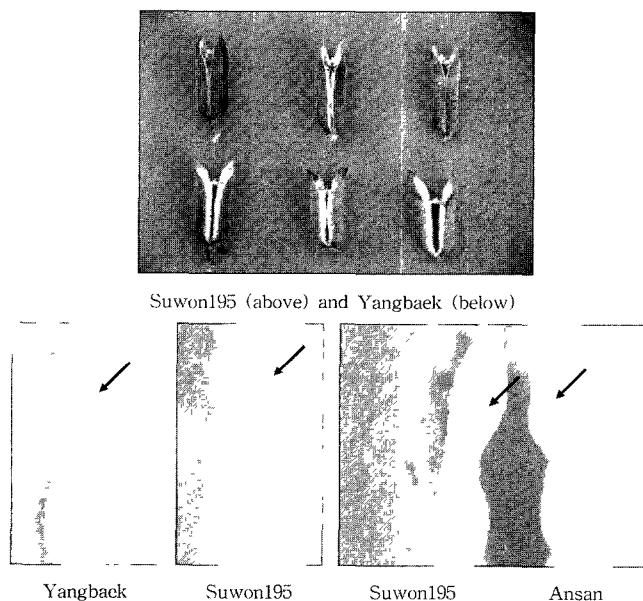
**내탈립성의 원인**

지금까지 발견 또는 육성된 내탈립성 참깨들은 기존의 참깨들보다는 탈립에 대한 저항성이 매우 강하며, 내탈립성을 나타내는 기작에 따라 태좌접착(胎座接着, placenta adhesion), 비개열(非開裂, indehiscent) 및 비개삭(非開朔, seamless)의 3가지 유형으로 분류할 수 있다

그 중 PA (placenta adhesion, 胎座接着)형 참깨들은 기존의 품종과 마찬가지로 수확기에 종자를 보유하고 있는 꼬투리

(capsule)가 벌어지지만 기존의 참깨 품종에 비교하여 종자 탈립의 정도가 현저히 낮다 이러한 원인은 꼬투리 내에 참깨 종자가 부착되어 있는 태좌부분의 접착강도의 차이에서 연유한다고 생각된다. 즉 수확기에 가까워져도 PA형 참깨들은 기존의 탈립성 품종에 비교하여 보다 큰 힘으로 종자를 보유하고 있기 때문이다.

아직까지 PA형 참깨의 종자를 보지(保持)하는 직접적인 힘과 그 원인에 대해서 연구되어진 결과는 없다. 벼에서 탈립성은 이삭의 소지경(小枝梗)과 부호영(副護穎)사이의 이층(離層)의 형성과 관련이 있고, 이층의 유무와 발달 정도에 따라 품종의 탈립성 정도가 달라지는 것으로 알려져 있다(陳日斗 & 井之, 1982). 이삭을 보유하는 힘(抗張強度 또는 引張強度)은 출수 후 일수에 따라 달라지며, 품종에 따라 그 힘에는 차이가 있다고 알려져 있다(伊藤 等, 1968; 五島 等, 1970, Kwon et al., 1982, 1983). 참깨종자를 보지하는 직접적인 힘을 계산해 낼 수 있다면 PA형 참깨의 내탈립성의 원인을 가장 명확하게 밝혀낼 수 있겠지만, 본 연구에서는 그 같은 차이를 밝혀내지는 못했다. 따라서 간접적인 방법으로 그 차이를 밝히고자 하였다. 종자의 탈립율이 낮은 것은 그 힘이 강하다고 가정하고, PA형과 일반 참깨의 태좌와 종자간의 부착되는 부위의 구조적인 차이를 현미경으로 관찰하였다. 먼저 해부 현미경으로 종자가 떨어진 태좌부위를 관찰한 결과 탈립성 참깨(양백, 안산)의 종자가 부착되었던 태좌부분이 PA형(수원 195, 177호)에 비교하여 그 폭이나 깊이가 좁고 얇은 것으로 관찰되어, 종자를 보유하는 힘이 PA형 참깨 보다 약해 탈립에 유리한 구조를 가지는 것으로 생각되었다(Fig. 1, 2). 더 자세한 구조



**Fig. 1.** Sesame capsules (above) at harvest time and placenta (below) at ripening stage. ↑Arrow. Placenta (adhesion part of seed)

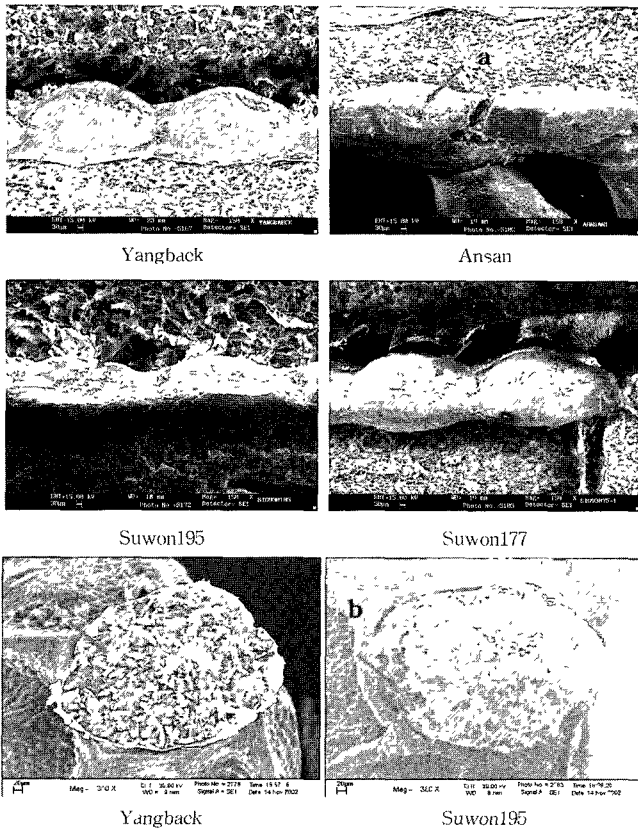


Fig. 2. Placenta and adhesion part of seed of the placenta adhesion sesames †Arrow a · Placenta (adhesion part of seed) and b · Abscission part of seed

를 파악하기 위해 주사전자현미경(Leo 440)을 이용하여 태좌 및 종자의 부착면을 관찰한 결과 그 차이를 더 상세하게 알 수 있었다(Fig. 2) 태좌부위의 종자가 떨어지고 난 자리에 생긴 홈은 그 깊이가 깊고 폭도 넓은 것으로 재차 확인되었다. 이러한 결과를 종합해 봤을 때 기존 참깨 품종(양백깨, 안산깨)들은 태좌부위의 홈이라든지 종자의 부착 부위가 PA형 참깨보다는 종자의 탈립에 쉬운 구조이며, 이것이 일반 참깨와 PA형 참깨의 탈립성 차이를 나타내는 원인으로 판단되었다.

한편, ID(indehiscent, 非開裂)형 참깨의 내탈립성의 원인은 수확기에 꼬투리가 개삭이 되기 어렵기 때문에 나타난 것인데, 그 이유는 종자를 둘러싸고 있는 꼬투리의 중과피(mesocarp) 두께가 일반 참깨에 비교하여 두꺼운데 있다(Table 1, Fig. 3) 양백깨는 그 두께가 최소 0.38에서 최대 1.2mm에 이르며 평균 0.7mm인데 반하여 ID형 참깨는 최소 1.04에서 최대 1.92mm에 이르며 평균은 1.45mm로 2배정도 두껍다(Table 1). 때문에 ID형 참깨는 꼬투리의 개삭이 일반 참깨에 비해 어렵고 개삭이 되더라도 그 정도가 현저히 낮다. 결국 ID형 참깨는 개삭이 상대적으로 어려울 뿐이지 전혀 안되는 형태는 아니며, 시간이 지날수록 꼬투리의 개삭 정도는 넓어진다는 것을 의미한다 이는 ID형 참깨의 탈립성 검정시 건조기간이 길

Table 1. Mesocarp width of capsule of indehiscent sesame.

Variety	Type <sup>1)</sup>	Min	Max	Range	Mean	SD	CV
		(mm)					(%)
Yangbaek	NR	0.38	1.20	0.82	0.70	0.15	21.17
SIG96320-5-1-1	ID	1.04	1.92	0.88	1.45	0.14	9.55

<sup>1)</sup>NR (normal), ID (indehiscent)

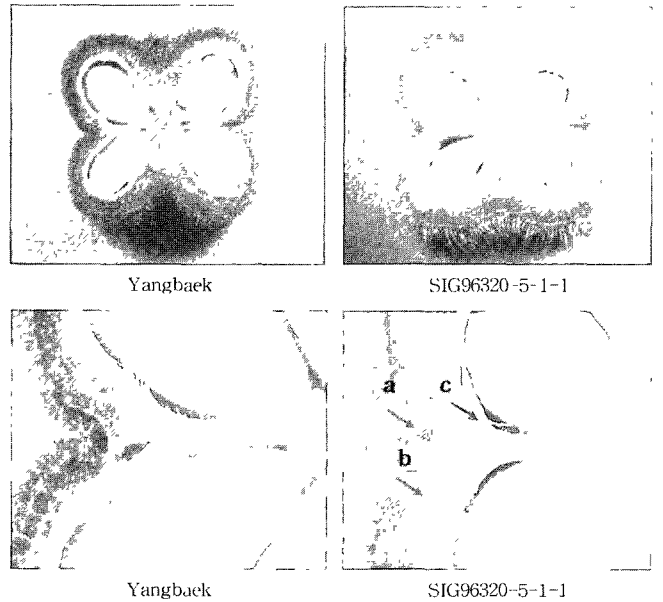


Fig. 3. Tranverse section of Yangbaek and Indehiscent (SIG96320-5-1-1) sesame capsules. †Arrow: a (exocarp), b (mesocarp), c (endocarp).

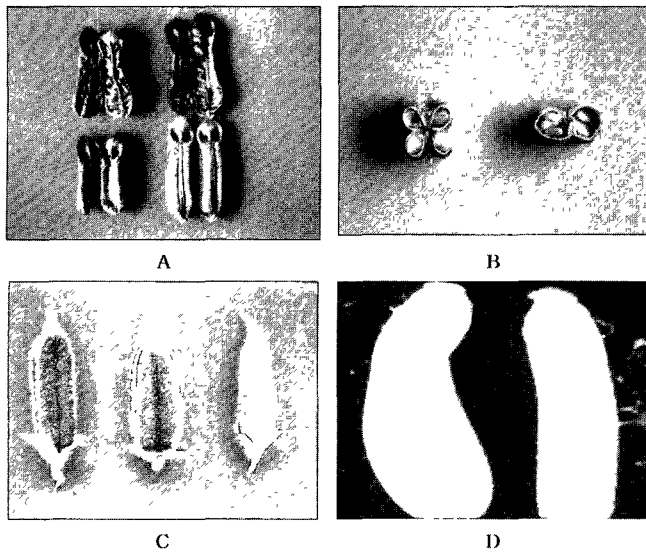
수록 탈립율이 증가하는 것을 보아도 알 수 있었다(성적은 제시되지 않음). ID형 참깨는 글자 그대로 해석하면 비개열(非開裂) 참깨란 뜻이 되지만, 정확히 정의하자면 난개열(難開裂) 참깨라는 표현이 더 타당할 것으로 생각된다.

이 ID형 참깨는 종자를 둘러싸고 있는 중과피(mesocarp) 두께가 두껍기 때문에 종자 또는 꼬투리의 비율이 일반 참깨와는 다르다. 이것은 ID형 참깨의 수량구성 요소에까지도 영향을 미친다. 양백깨의 경우는 꼬투리 전체 무게에서 종자가 차지하는 비율이 58% 정도인데, ID형 참깨는 42% 정도에 불과하다(Table 2) 이것은 꼬투리(capsule) 내에서 종자가 차지하는 공간에까지 영향을 미쳐 식당립수의 감소를 가져오기 때문에 나타난 결과로 생각된다. 이와 같은 결과는 궁극적으로 ID

Table 2. The proportion of seed to capsule of indehiscent sesame.

Variety	Type <sup>1)</sup>	Dry weight (g/capsule)		S/(S+C) (%)
		Seed(S)	Capsule(C)	
Yangbaek	NR	0.17	0.12	58.4
SIG96320-5-1-1	ID	0.14	0.18	41.7

<sup>1)</sup>NR (normal), ID (indehiscent)



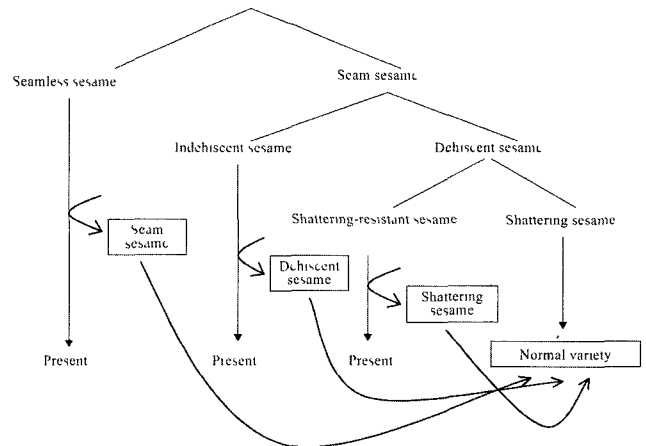
**Fig. 4.** Shape of capsule and seed of seamless (SIG91044-1-1-1) sesame A: Longitudinal section of capsules (☞ Seamless, Seamless, Seamless, Yangbaeck (from the upper part of right to counter-clock wise)); B: Tranverse section of capsules (☞ Seamless (left), Yangbaeck (right)); C: Yangbaeck, Indehiscent, Seamless (from left to right); D: Seamless seed (left), Yangbaeck seed (right).

형 참깨가 일반 참깨에 비하여 낮은 수량성을 나타내는 요인의 하나이기도 하다

참깨의 꼬투리(capsule)는 등숙기를 지나 수확기가 되면 벌어지게 되는데, 갈라지는 부위를 seam이라고 한다. SL (seamless, 非開朔)형 참깨의 내탈립성은 일반 참깨가 가지고 있는 이 부분이 존재하지 않아 나타나는데, 이것으로 인하여 SL형 참깨는 원칙적으로 개삭이 불가능하다(Fig. 4A, B, C) 사실 비개열(非開裂, indehiscent)이라는 용어는 ID형 참깨에 보다는 이 SL형 참깨에 쓰여져야 올바른 표현으로 생각된다 SL형 참깨는 seam이 없기 때문에 그것과 연결된 격벽(septum)도 존재하지 않아 일반 참깨와 달리 2실 4방의 형태를 갖지 못한다. 격벽이 존재하지 않기 때문에 실의 구분이 없고 방의 구분도 모호하다 따라서 일반 참깨가 4개의 방에서 종자가 4열로 차곡차곡 차 있는데 반하여 SL형 참깨는 꼬투리 내에서 완전한 4열을 이루지 못한다 열전체가 합쳐지기도 하고 부분적으로 합쳐지기도 하며, 꼬투리내의 공간 또한 일반 참깨에 비하여 좁기 때문에(꼬투리의 기부는 일반 참깨

와 비슷하나 상부로 갈수록 그 폭이 더욱 좁아지는 형태를 취함) 꼬투리당 종자 수는 일반 참깨에 비하여 현저히 적다(Fig. 4, Table 3) 또한 꼬투리내 공간이 좁기 때문에 종자의 대부분은 구부러진 모습을 띠고 있다(Fig 4D). SL형 참깨는 개삭이 불가능한 참깨이지만 약간의 종자 탈립은 발견된다. 이것은 seam 부분에서 발생하는 변이에 의해서 일어나는데, seam이 부분적으로 약간 발생되기도 하고, 때에 따라서 한쪽 면 전체에 발생하기도 한다(Fig 4A). 이것은 종자의 탈립을 발생시키는데, SL형 참깨가 자연 상태에서 생존에 유리한 탈립의 방향으로 발전해왔기 때문에 일어난 변이로 생각된다

현재까지 육성된 내탈립성 참깨들은 기존의 참깨들에 비하여 극히 강한 내탈립성 및 탈립 저항성을 나타내지만, 탈립성이 큰 변이 개체가 발견되기도 한다(Kim *et al.*, 2003). 이 같은 원인에 대한 설명으로서, 모든 참깨를 종자의 탈립성과 관계된 개삭의 유무, 탈립의 정도 및 seam의 유무만 가지고 분류해 보면, 일단 모든 참깨는 크게 꼬투리에 seam이 있는 것과 없는 것으로 크게 구별할 수 있고, seam이 있는 참깨는 개삭이 되는 것과 안 되는 것, 개삭이 되는 참깨는 태좌(placenta)가 종실을 보유할 수 있는 능력이 큰 것과 작은 것으로 분류할 수 있다. 모든 작물은 일단 등숙이 이루어지고 나면 종자가 탈립되는 것이 후대의 번식과 종 자체의 생존에 유리할 것으로 생각된다. 이러한 견지에서 본다면 SL, ID 및 PA형 참깨들은 모두 종자의 탈립이 용이한 쪽으로 진화를 거듭해 왔을 것으로 추측된다(Fig. 5). 그 증거로서 SL 참깨는



**Fig. 5.** Supposed evolution course of shattering-resistant sesames

**Table 3.** Number of seed per capsule and seed shape of seamless sesame

Variety	Type <sup>1)</sup>	No. of seed per capsule						Seed shape
		Min	Max	Range	Mean	SD	CV	
Yangbaeck	NR	42	84	42	65	9.20	14.18	normal
SIG91044-1-1-1	SL	26	67	41	46	10.70	23.03	curvature

<sup>1)</sup> NR (normal), SL (seamless)

집단 내 또는 개체 내에서 seam이 - 꼬투리의 한쪽 면 또는 양쪽 면 모두에서 - 존재하는 변이가 종종 발견되곤 한다(Fig. 4A). 이는 SL형 참깨가 생존에 유리한 방향으로 변이가 진행되어 왔다는 증거가 될 수 있다. 또한 ID 및 PA형 참깨에서는 탈립율이 비교적 높은 개체가 나타나기도 하는데(Kim *et al.*, 2003), 이는 개삭 및 탈립이 쉽게 되는 방향으로 변이가 진행되어 왔으리라 생각되는 증거이다. 결론적으로 이들 내탈립성 참깨들은 현재까지도 그 원형을 유지하면서 SL 참깨는 꼬투리에 seam이 있는 방향으로, ID 참깨는 개삭에 유리한 방향으로, PA형 참깨는 탈립성이 큰 방향으로 끊임없이 진화해 가는 과정 중에 있는 참깨인 것으로 추측된다.

**탈립성 검정 방법**

계통 및 품종 간의 탈립성 차이를 정확히 측정하기 위해서는 자연 상태 또는 수확시의 충격에 의한 탈립 정도를 측정하는 것이 가장 바람직하겠으나, 이 같은 방법들은 실제 적용이 까다롭고 많은 개체를 조사하기도 어렵다 따라서 내탈립성 참깨를 효율적으로 육성하기 위한 수단으로서 보다 간편하며 대량으로 탈립의 난이를 조사하는 방법이 필요하다. 이의 해결을 위해 건조기간은 10~35일로 하고 건조처리는 상온(평균 20°C 유지)과 건조기 내에서 수행하였다. 상온에서 10일간 건조시에는 재료들이 미처 마르지 않아 탈립성 검정을 수행하기 위해서는 상온에서는 최소 15일 이상, 40°C의 건조기 내에서는 10일 이상의 건조가 필요한 것으로 나타났다 내탈립성 계통인 수원195호는 건조기 내에서는 모든 처리에서 탈립율의 차이가 없는 것으로 나타났으며, 상온에서는 15일과 20일 건조에서 탈립율이 낮게 나타났다. 일반 품종인 양백개의 경우 건조기 내에서는 25일에서만 유의성 있는 차이를 보였을 뿐 그 외의 처리에서는 탈립율의 차이가 인정되지 않았다(Table 4).

이상의 결과들을 종합해 볼 때 40°C가 유지되는 건조기 내

에서는 최소 10일 이상 건조하면 탈립성을 검정하는데 무리가 없는 것으로 판단되었으며, 상온에서는 양백개의 35일 간 건조 처리만 제외하면 20일 간의 건조 전후로 탈립율의 변화가 나타났다. 따라서 본 시험의 결과로 적절한 건조기간 및 방법을 추론해 본다면 40°C의 건조기 내에서는 최소 10일 이상 상온에서는 20일 이상의 건조 처리가 필요한 것으로 판단되었다.

**적 요**

기존의 내탈립성 참깨들은 우리나라 환경에서의 적응성이 떨어지며 수량성도 낮았으나, 지속적인 개량으로 인해 기존품종보다 내탈립성이 뛰어나면서도 수량성 등 제반 형질이 뒤지지 않는 새로운 내탈립성 참깨의 개발을 목전에 두고 있다. 그러나 앞으로도 지속적인 개량이 필요한 이들 내탈립성 참깨의 효율적인 육성 기술은 아직 부족한 실정이다. 따라서 본 시험에서는 이와 관련된 기술로 참깨 종자의 내탈립성을 나타내는 구체적인 기작 및 효율적인 탈립성 검정 방법 등을 밝히고자 수행하였던 결과를 요약하면 다음과 같다 참깨 종자의 내탈립성의 원인을 검토한 결과 PA형의 내탈립성은 꼬투리(capsule) 내 태좌의 종자 보유력이 크기 때문에 나타난 것으로 추정되었으며, ID형은 꼬투리의 중과피(mesocarp) 두께가 일반 참깨보다 두껍기 때문이었으며, SL형은 꼬투리에 seam이 존재하지 않기 때문이었다. 또한 내탈립성 참깨들은 일부의 개체에서 탈립성이 큰 변이가 나타났는데, 이는 이들 참깨들의 진화방향이 탈립성이 큰 방향임을 의미하는 것으로 판단되었다. 탈립성 측정을 위한 적합한 건조 조건은 상온에서는 참깨 수확 후 최소 20일, 40°C의 건조기 내에서는 10일 이상의 건조기간이 필요한 것으로 나타났다.

**인 용 문 헌**

Ashri, A. 1998 Sesame breeding. *Plant Breeding Reviews*. 16 . 179-228.

Kim, D H., C W Kang, K B Shim, C H Park, and S W Lee 2003 Difference of grain shattering among sesame cultivars and characteristics of shattering-resistant sesames *Korean Journal of Crop Science* 48(2, Appl) 96-97

Kwon, Y W, J C Shin, and C J Chung 1982 Differences among major cultivars in tensile strength and shattering of grains during ripening and field loss of grains *Korean J Crop Sci* 27(1) 1-10

Kwon, Y W and J C Shin 1983. Shattering grain loss in relation to the impulse during harvest and year-variation of grain tensile strength in rice *Korean J Crop Sci* 28(4) · 419-424

陣日斗, 井之上準 1982 韓國の日印交雜品種における脱粒性と離層組織の關係. *日作紀* 51(1) 43-50

伊藤建次, 井之上準, 近井謙二 1968 作物における種子の脱落に関する研究. *日作紀* 38 247-252

五島一徳, 井之上準, 伊藤建次 1970. 作物における種子の脱落に関する研究 - 水稻 の穂における穎花の着生位置と脱粒の難易との關係 - *日作紀九州支會報* 33 33-35

**Table 4.** Effects of drying methods on shattering rate (%) of sesame seed.

Drying period (Days)	Drying oven (40°C)		Natural temperature(20°C) <sup>2)</sup>	
	Yangbaek <sup>1)</sup>	Suwon195	Yangbaek	Suwon195
10	71.4	4.6	-	-
15	74.7	3.5	74.6	3.6
20	70.5	3.9	76.3	2.6
25	83.0	5.6	86.5	5.8
30	76.5	3.9	83.4	5.3
35	-	-	73.4	5.5
LSD(5%)	7.97	2.88	6.22	1.95
LSD(1%)	10.61	3.83	8.28	2.60

<sup>1)</sup> Yangbaek (shattering sesame), Suwon195 (shattering-resistant sesame)

<sup>2)</sup> Average temperature during drying period