



꽃가루만으로 싹 틔운다

글_ 박방주 중앙일보 과학전문기자 bpark@joongang.co.kr

암술 없이 꽃가루만으로 싹을 틔워 식물로 키울 수 있을까. 목원대 생물학과 김문자 교수팀은 꽃가루만으로 싹을 대량으로 틔워 식물로 키울 수 있는 기술을 최근 개발했다. 이같은 기술은 신품종 작물의 초단계 개발, 순종 식물 배양 등 식물 생명공학에 새로운 전기를 마련하는데 크게 기여하게 됐다. 연구비는 과학재단에서 받았다.

25만 개 꽃가루 100개 이상 배아로 성장

꽃가루는 정상 식물에 비해 염색체가 절반밖에 없다. 염색체는 쌍을 이루고 있는데 쌍이 없이 한 쪽만 있는 것이다. 자연 상태에서는 꽃가루가 암술과 수정하지 않거나 동물의 정자에 해당하는 꽃가루만으로는 절대 싹이 트지 않는다. 자연 상태에서 나비나 벌이 묻혀가는 것은 꽃가루다. 이 꽃가루를 암술에 묻히면 수정 작업이 시작되는 것이다.

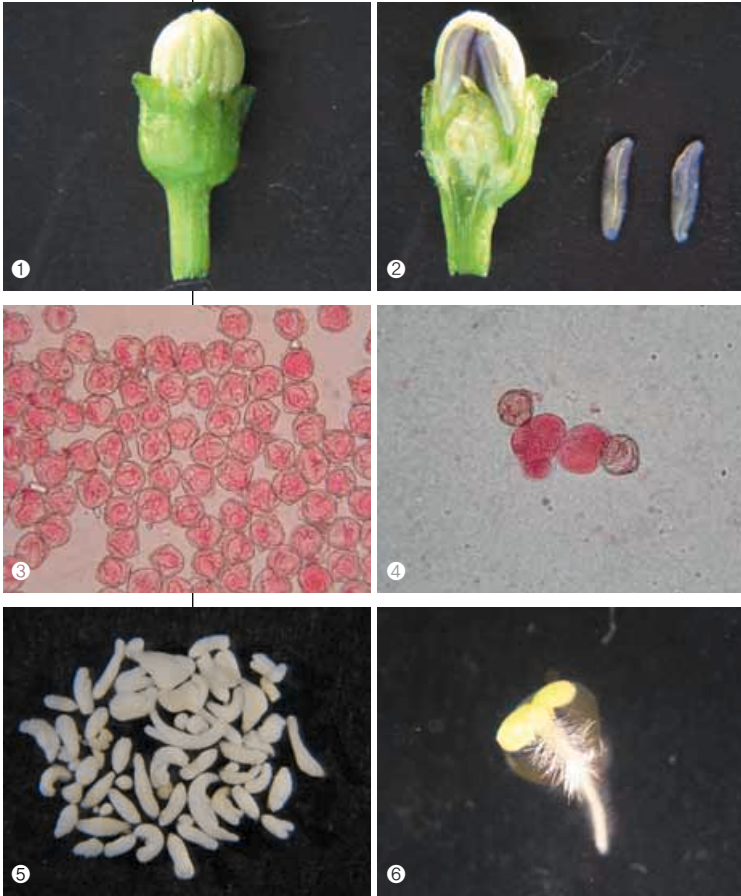
김 교수팀은 국산 고추의 꽃가루를 받아 시험관에서 온도와 영양분을 맞춰 배양했다. 그 결과 25만개의 꽃가루 중 100개 이상이 배아(胚芽)로 성장했으

며, 그 중 10개에서 싹이 났다고 밝혔다. 이같이 대량으로 배아를 만들고 싹을 틔운 것은 김 교수팀이 세계에서 처음이다. 지금까지 외국에서 꽃가루를 배양한 적은 있지만 25만개 중 겨우 한두 개만의 배아를 만들어내는 데 그쳤다.

꽃가루만으로 키운 고추는 일반 고추와 외형은 똑같다. 잎과 줄기가 있다. 그러나 꽃과 열매가 맺히지 않는 것이 다르다. 겉으로만 같을 뿐 식물로서 제 기능을 하지 못하는 것이다. 유전학적으로 검사하면 유전자가 자연 상태의 고추에 비해 절반밖에 되지 않는다. 이는 정자만을 가지고 동물을 복제한 것과 비슷하다. 그러나 동물은 식물과 달리 정자만으로는 복제하지 못한다. 서울대 황우석 교수가 복제하는 것은 핵을 빼낸 동물의 난자에 몸에서 떼어낸 세포를 집어 넣어 성체로 키우는 것이다.

신품종 개발기간 획기적 단축·효율 뛰어나

김 교수팀이 이처럼 염색체가 정상 고추에 비해 절반밖에 없는 반쪽 고추를 개발하는 데 성공한 것은



① 고추의 꽃봉오리 ② 화분이 들어 있는 약 ③ 나출 세포자 ④ 화분을 배양한 1주 후 ⑤ 배양 4주 후 발아된 화분 배 ⑥ 발아된 배

식물 생명공학에 엄청난 변화를 가져올 것으로 기대된다.

우선 신품종 작물의 개발에 획기적인 전환점이 될 것으로 기대된다. 신품종 개발기간을 획기적으로 줄일 수 있을 뿐 아니라 효율도 수십~수백 배 높일 수 있다. 예를 들어 가뭄에 강한 신품종을 개발한다고 치자. 그러면 신품종 작물에 가뭄에 강한 유전자 등 필요한 유전자를 집어넣고 약물 처리를 하면 그 해에 새로운 품종을 만들 수 있는 것이다. 이를 검증한다고 해도 한 두세대만 자연 상태에서 키워보면 신품종이 자연에 제대로 적응하는지, 가뭄에 강한 유전자가 제대로 기능을 하는지를 알아볼 수 있다.

그러나 전통 육종은 엄청나게 긴 시일이 필요하다. 벼를 예로 들어보자. 좋은 품종끼리 교배해 새 품종을 만드는데 10년 정도 걸린다. 여러 품종을 교배시켜야 하고, 그 품종의 특성을 검증하는 데만도 자연

에서 키워봐야 한다. 한 세대만 키우려 해도 우리나라에서는 1년이 걸린다. 이 때문에 원하는 품종을 만들려면 그렇게 오랜 시일이 걸리는 것이다. 유전자 조작으로 만드는 기존 방법의 경우도 수만 개의 세포로 이뤄진 작물의 세포 덩어리에 유전자를 집어넣기 때문에 그 세포 중 어떤 것은 유전자 조작이 되고, 어떤 것은 유전자 조작이 되지 않을 수 있다. 이 때문에 모든 세포가 유전자 조작이 된 작물을 만들기 어렵다.

‘콜히친’ 처리하면 정상 식물과 같아져

그러나 꽃가루를 이용한 방법은 꽃가루 자체가 한 개의 세포로 이뤄진 것이기 때문에 유전자 조작이 상대적으로 쉽고 정확하게 할 수 있다. 즉, 유전자 조작이 됐거나 안 됐거나 둘 중의 하나일 뿐이다.

이는 분자 수준의 돌연변이 연구를 용이하게 한다. 만약 식물의 세포 덩어리에 유전자조작을 한다면 앞서 설명한 대로 어떤 것은 유전자가 들어가지만 어떤 것은 들어가지 않는 경우가 있다. 일종의 키메라 상태가 되는 것이다. 이는 순수한 식물종을 만들기 어렵게 한다.



효율도 뛰어나다. 지름 6.5cm 크기의 시험관에 25만 개의 꽃가루를 집어넣어 그 중 수백~수만 개의 싹을 틔울 수 있기 때문이다.

유전자가 자연 상태의 고추보다 절반밖에 들어 있지 않다고 해서 걱정할 필요가 없다. 유전자를 두 배로 늘리기 위해서는 ‘콜히친’이라는 약품처리만 간단히 하면 되기 때문이다. 그러면 염색체가 각각 싹을 이루는 완전한 자연 상태의 식물과 똑같이 된다. 즉, 유전자가 반쪽만 있는 상태에서 우수한 품종의 작물을 만든 뒤 약품처리를 해 자연 상태와 같이 유전적으

로도 완전한 식물로 만드는 것이다. 콜히친 약물 처리 기술은 이미 오래 전에 확립된 것으로 식물의 유전자를 자연 상태로 만드는 것이 확립된 상태다.

김 교수팀은 이 기술을 벼와 토마토 등 주요 작물에 적용할 계획이다. 지금까지 꽃가루만으로 배양에 성공한 것은 유채와 벼·밀·보리·담배 등 몇 종류에 불과하다. 김 교수는 “꽃가루는 완전히 성숙하지 않은 것을 사용한다”며 “이를 배양하면 어느 것은 꽃가루가 되고, 어느 것은 염색체를 반쪽만 가진 식물로 자란다”고 말했다.

인터뷰 Interview

김문자 목원대 생물학과 교수

고추꽃 개화 기간 짧아 30년 만에 결실

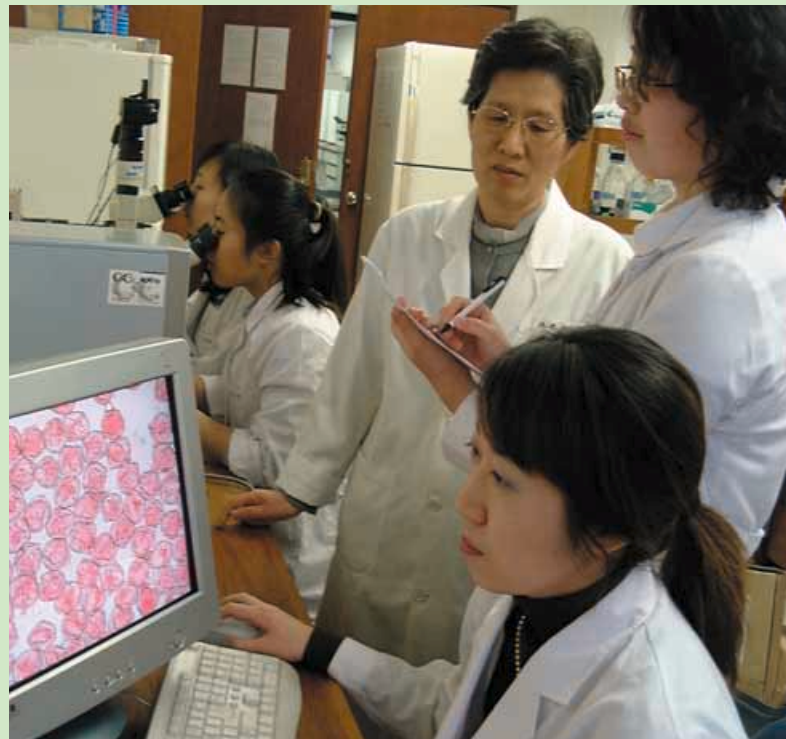
글_ 박방주 중앙일보 과학전문기자 bpark@joongang.co.kr

“1년에 고추의 꽃이 피는 기간은 2~3주에 불과합니다. 그 꽃을 따 연구하고 나면 나머지 기간은 꽃을 구할 수 없어 실험을 중단할 수밖에 없었습니다. 아마도 1년 내내 꽃을 구할 수만 있었다면 꽃가루만으로 싹을 틔운 연구 성과를 5~10년은 앞당겼을 것입니다.”

목원대 생물학과 김문자 교수는 고추 꽃가루만으로 싹을 틔워 식물을 만드는데 성공하기까지의 아쉬움을 이렇게 말했다. 식물 형질전환이나 유전공학 등을 위한 기초적인 연구분야인데도 국내에는 이 일에 평생 매달리고 있는 과학자는 김 교수가 유일하다시피하다. 연구 자체가 너무 어려워 성과를 내기도 쉽지 않은 데다 화려한 조명을 받는 학문도 아니기 때문에 식물학자들이 기피해서다.

실내 성장실 2002년에야 비로소 만들어져

김 교수는 1970년부터 담배를 가지고 연구를 시작했다. 그때 처음 연구한 것이 꽃가루가 들어 있는 담배의 약(葯, 꽃밥)을 배양해 유전자가 반밖에 없는 담배를 만드는데 도전했다. 약 배양



은 꽃가루에 비해 상대적으로 쉬운 연구였다. 담배에 이어 1975년부터 고추를 가지고 실험에 착수했다. 고추의 약 배양에 성공하고, 수없는 시행착오를 거쳐 올해 초 꽃가루만으로도 싹을 틔우는데 성공한 것이다.

김 교수가 유전자가 반쪽인 식물 연구에 빠져들기 시작한 것은 옛 원자력청 산하 방사선농학연구소 한창렬 박사의 지도를 받기 시작한 것이 계기가 됐다. 고려대 원예학과 4학년 때 한 박사의



어떤 환경에서 키운 재료를 사용했나

고추(*Capsicum annuum* L.)의 밀양재래 품종이 사용됐다. 실험 전년도에 거둬들인 종자를 직경 20cm 화분에 파종하여 떡잎이 아

닌 본 잎이 2~3장 나왔을 때 생육정도가 비슷한 어린 묘목들을 선발하여 직경 2cm 화분에 이식했다. 이런 작업을 매주 반복해 연중 재료 채취가 가능하도록 하였다. 유묘 이식시 흙은 시판되고 있는 원예용 상토를 사용했으며, 화분 전용 복합비료인 파워스톤(질소 10%, 인산 5%, 수용성 가리 10%)을 한 화분 당 8g씩 섞어 준비했다. 식물은 광주기가

16/8(명/암)시간이며, 온도가 광상태에서는 24℃, 암상태에서는 20℃인 생장실에서 키웠다. 생장실의 광도는 형광등과 메탈램프를 이용하여 3만 룩스가 되도록 유지하였고, 상대습도는 60%가 되게 하였다. 식물 생장을 위해 물은 2~3일마다, 시비는 유묘 이식 2주 후부터 1주일 간격으로 실시했다. 물을 줄 때마다 적기가 지난 꽃봉오리를 따 버렸으며, 개화 후 4주까지만 재료로 사용하였다.

꽃봉오리는 꽃받침과 꽃잎의 길이가 거의 같은 것을 채취하여 멸균시킨 다음 살균수로 3~4회 씻었다. 따온 꽃봉오리내의 약은 1/4~3/4이 보라색으로 착색되어 있는 것으로 배 발생 유기에 적기로 알려진 후기 1핵성 소포자나 초기 2핵성 화분이 포함되어 있다.

연구소로 찾아가 지도를 받기도 하였다. 김 교수는 이번 연구 성과가 언론에 보도된 것을 한 박사가 봤다면 “공부는 안 하고 만전 피우고 있다”는 식의 핀잔을 할까봐 걱정이라고 했다. 그 만큼 한 박사는 김 교수의 연구 인생에 사표가 되고 있는 듯했다.

“동네 아주머니들이 처음 고추꽃을 팔 때만 나타나는 것을 보고 이상한 눈으로 보더라고요. 그러나 매년 그렇게 다니니까 길에서 만나면 고추꽃 연구는 잘 돼 가느냐고 인사할 정도가 됐습니다.”

김 교수와 대학원생들은 고추꽃이 피는 시기를 놓치지 않고 따는 것이 최대의 과제였다. 교내에 사시사철 고추꽃을 볼 수 있는 실내 생장실이 2002년 만들어지기 전까지는 그랬다.

현재 10평 남짓 되는 생장실에는 고추모가 가득 자라고 있었다. 한 쪽에는 토마토와 벼도 몇 포기 심어져 있었다. 김 교수가 고추와 함께 이들 식물로도 연구분야를 확대하기 위해 심어놓은 것이다.

“대학과 연구소에서 꽃가루 배양에 대한 공동 연구 등을 많이 타진해오고 있습니다. 원하는 사람에게는 모든 기술을 전수할 방침입니다. 그래야 우리 나라 식물 공학의 발전이 빨라질 것 아니겠습니까.”

그 동안 외롭게 연구에 몰두해온 탓인지 김 교수는 연구 성과를 가능하면 널리 보급하고 싶어 했다. 사실 지금까지 몇몇 종묘회사나 대학에서 연구를 했지만 결국 실패했었다. 육종에 이 연구 성과를 활용하면 그 만큼 좋을 수가 없기 때문에 한때 달려들었다가도 성과가 나오지 않자 중도에 포기한 것이다.

국내 신품종 개발 신기원 열릴 것

현재 김 교수는 교내 분자생물학 전문가인 윤미정 교수와 형질 전환 전문가인 미생물학과의 정상호 교수 등 3명과 학제간 공동 연구를 준비하고 있다. 그렇게 하면 시너지 효과를 충분히 낼 수 있을 것으로 보이기 때문이다.

“꽃가루 배양 접시 하나에서 온전한 반수체(유전자가 반인 식물) 식물을 100개 정도 만들어 내는 것을 목표로 하고 있습니다. 지금은 배를 그 수 정도로 만들고 있는 데 온전한 식물로 되는 비율이 너무 적어요.”

김 교수의 앞으로 연구 방향이다. 그는 연구비가 확보되면 3년 정도면 그런 연구성과를 낼 수 있을 것으로 자신했다. 그 뒤에는 좋은 유전자를 넣어 신품종을 만드는 작업에 나설 계획이다. 아마도 그렇게 되면 국내 신품종 개발에는 신기원이 열릴 것으로 보인다.

김 교수의 연구 성과가 대대적으로 보도되자 어떤 사람이 이런 제안을 하기도 했다는 것이다. 산삼 꽃을 가져다주면 그 꽃가루로 산삼을 대량으로 만들 수 있느냐는 것이다. 그럴 듯한 제안이다. 그러나 산삼꽃을 연중 피워 꽃가루를 확보하기 어려워 쉽지 않다는 게 김 교수의 반응이었다.

김 교수도 여느 이공계 대학처럼 대학원생이 많이 들어오지 않아 고민하고 있었다. 김 교수가 받을 수 있는 대학원생은 1년에 한두 명 수준이다. 물론 김 교수 지도를 받은 학생들은 모두 좋은 직장을 잡았다는 것이다. 그러나 이렇게 진학률이 낮아지면 연구 환경이 더욱 나빠질 것이라며 걱정이 많았다. ①