

북한 씨감자 생산에서의 병해충 발생 (2001-2005)

함 영 일*

고령지농업연구소, 월드비전

Potato Pests Observed in Seed Potatoes, North Korea during 2001 to 2005

Young-II Hahm*

National Institute of Highland Agriculture, Pyongchang, Gangwon 232-950, Korea & World Vision,
24-2 Yoidodong, Youngdeungpogu, Seoul 150-877, Korea

(Received on December 12, 2005)

During visiting North Korea from 2001 to 2005, I have had a few chances to observe and discuss several North Korean scientists for the seed production program and also, the occurrence of potato pests. Healthy seed production, especially in the early generations, e.g. the production of virus-free starting materials as well as *in vitro* pre-basic seeds (G0) by hydroponics and basic seeds under netted houses according to her new national seed potato program of Academy of Agricultural Science, Pyongyang, North Korea, has been done well so far. Some major pests occurred, however, in the early generations such as pre-basic seed (G0) in greenhouse, basic seed (G1) in screenhouse, foundation seed-I (G2) and even ware potatoes in the fields are *Phytophthora infestans*, *Spongospora subterranea*, *Ralstonia solanacearum*, *Pythium* spp. and some viruses such as *Potato virus X*, *Potato virus Y*, *Potato leafroll virus*, and also larger potato ladybeetle, greenhouse whitefly and potato tuber moth. Therefore, the success of healthy seed production in North Korea will be thoroughly depended on the pest control and the multiplication of virus-free seed stocks in the isolated areas, especially where no infected potatoes are grown.

Keywords : North Korea, *Phytophthora infestans*, Seed production

2001년부터 2005년까지 필자는 세계적인 구호 단체인 월드비전의 요청에 의해 10여 차례 방북하여 북한의 농업과학원의 감자분야 관계자와 북한의 씨감자 생산에 관한 모든 것, 즉 생산 체계 개선, 무병 씨감자 증식, 검정과 검사, 병해충 방제 등을 토론한 바 있다. 당시 북한은 만성적 식량난을 해결하는 방안을 옥수수에서 감자로 무게 중심을 막 옮기던 때였다.

이미 북한은 이를 위해 감자 산업에서 제일 중요한 무바이러스 씨감자생산을 위해 전문가를 독일, 화란, 국제감자연구소(CIP) 등 선진국에 파견하여 씨감자 생산체계와 시설들을 둘러보았으나 북한은 그들이 처해 있는 여러 가지 여건상 남측이 개발한 양액(수경)생산 체계가 가장 적당하다고 판단되어 도입을 결정하고 월드비전에 협

력을 요청하여 양액재배에 필요한 여러 가지 시설들을 건설하고 필요한 기자재를 설치하기에 이르렀다(Table 1). 아울러 원활한 무병 씨감자 생산을 위해 각종병해의 검정과 검사가 필수적이므로 씨감자 생산 분야와 함께 이들 분야의 기술 전수가 절실한 실정임을 파악하였다 (Pissetskaya, 2003; Shepard와 Clafin, 1975).

따라서 이 기간 동안 매년 1~3회씩 방북하여 씨감자 생산 기술, 특히 병해충 분야의 기술을 전수, 협력하고 있는데 그동안 양액 재배, 망실 재배, 포장 재배 등 관찰로 제한된 부분에서의 병해충 동정(한국식물병리학회, 2004), 발생 상황, 문제점과 이에 따른 급후의 대책 등을 알아봄으로서 조기에 북한의 무병 씨감자 생산 목표를 달성케 하여 식량 생산에 조그마한 도움이 되었으면 한다.

*Corresponding author
Phone) +82-33-330-7802, Fax) +82-33-330-7715
E-mail) yih0512@rda.go.kr or yih0512430@yahoo.com

씨감자 상위 단계 생산에서의 병해충 발생

1) 북한의 무병 씨감자 생산 체계 및 증식 단계
가) 기존체계
원원종(G0)→원종(G1)→1급종자(G2)→2급종자(G3)→
3급종자(G4)→4급종자(G5)→일반감자

나) 현재 및 금후 계획 체계
원종(G0)→1급종자(G1)→2급종자(G2)→3-4급종자(G3,
G4)→일반 감자

2) 북한의 양액재배에 의한 씨감자 원종(G0) 생산(Table 1)

Table 1. Present status of potato hydroponics for production of virus-free minitubers in North Korea, 2004

Institute (Location)	Acreage (ha)	No. of minitubers
AAS ^a , Pyongyang	1.0	5.0 millions
Daehongdan BSAAS ^b , Ryanggangdo	0.23	0.6 million
Jongju BIAAS, Pyongbukdo	0.33	1.7 millions
Baechun BIAAS, Hwanghaenamdo	0.33	1.7 millions
Hamhung BIAAS, Hamnamdo	0.33	1.7 millions
Total	2.22	10.7 millions

^aAAS: Academy of Agricultural Science, DPRK.

^bBIAAS: Branch Institute of Academy of Agricultural Science.

3) 연도별 씨감자 재배지의 병해충 발생

2001년. 처음으로 평양의 농업과학원 원종 생산 시설(양액재배 온실)에서 10여 품종의 씨감자(G0)를 관찰하였는데 감자 식물체 생육과 재배 관리 상태는 생각 보다 양호하여 비교적 균일하고 왕성한 생육 상태를 보였다. 그러나 ‘사동울’, ‘풍산2호’, ‘올감자6호’ 등의 품종에서 모자이크 증상의 바이러스[주로 *Potato virus X*(PVX) 나 *Potato virus Y*(PVY)]의 이병주가 관찰되었으며, 양액재배 식물의 뿌리 부패를 관찰하였는데 줄기부식균병(*Pythium myriotylum*)으로 동정할 수 있었다. 또한 조직배양묘를 순화, 증식하는 육묘장에서 유식물의 일부 잎에서 온실가루이(*Trialeurodes vaporariorum*) 등의 해충이 발견 되어 소각 처분토록 하였다.

또한 평양 농업과학원내의 양액 하우스(G0), 망실(G1), 포장(G2)에서 씨감자를 재배한 후 수확한 감자의 바이러스 감염율을 비교 시험하여 Table 2와 같은 결과를 얻었는데 망실재배라도 관리가 잘되지 않으면 바이러스 감염이 심할 수가 있으며, 또한 노지 포장에서의 씨감자 재배

는 매우 높은 이병율을 보여 평양 인근에서의 씨감자 생산은 거의 불가능함을 잘 보여주는 결과라고 할 수 있다 (Shepard와 Clafin, 1975).

Table 2. Reinfection rate of potato viruses in the progeny test of different seed generations in Pyongyang, North Korea, 2001

Generation ^a	Pre-basic seed (G0)	Basic seed (G1)	Foundation seed (G2)
Infection rate (%) ^b	0	12.5	35.0

^aPre-basic seed; minitubers produced in hydroponic culture.

Basic seed; seed tubers produced from minitubers under net house cultivation.

Foundation seed; seed tubers produced from basic seed in field cultivation.

^bInfection rate (%) was calculated with two replications from the progeny test plot (20 tubers per a replication) by visual inspection.

2003년. 2003년에는 평양 농업과학원과 평안남도 정주에 위치한 농업과학원 정주 분원의 감자연구소의 양액 시설을 관찰하는 기회를 가졌다. 수확기에 달한 양액 재배와 망실의 씨감자를 육안 검정한 결과 ‘라야’ 품종에서 PVY에 의한 모자이크 증상이 눈에 띄었으며, 망실의 씨감자의 괴경에서는 가루더메이병(*Spongospora subterranea*) 이 관찰되었으며, 또한 총체벌레(*Thrips* sp.), 온실가루이(*T. vaporariorum*), 응애 등의 해충을 관찰할 수 있었다 (Table 4).

2004년. 평양 농업과학원의 양액 재배 식물에서 품종의 혼합과 줄기와 뿌리 부패를 일으키는 줄기부식균병(*Pythium* spp.)의 발생으로 방제 대책을 논의하였다. 또한 양액 식물의 일부에서 온실가루이가 관찰되어 약제 살포의 방제법을 제시하였다(Table 4).

한편 평양 인근 석정리에 10 ha 규모의 씨감자 재배 협동농장을 방문하여 생육 상황과 바이러스 이병정도를 관찰하였는데 관수시설이 잘되어 ‘라야’ 품종의 1급종자를 사용한 씨감자의 바이러스 이병율은 3% 내외로 생육이 양호하여 30 MT 내외의 수량을 기대케 하였다. 그러나 3급종자를 파종한 대부분의 씨감자 포장의 바이러스 이병율은 25% 내외로 상당히 높은 편이었으며, 상당한 수량감소가 예상되었다.

2005년. 한해의 방북으로는 가장 많은 3번의 기회를 가졌는데 6월과 7월의 양강도의 농업과학원 대흥단 분원과 10월의 황해남도의 배천 분원(Table 1) 등을 방문하였다. 평양 농업과학원의 양액 재배(원종 생산 공장) 식물의 관찰에서 ‘장진6호’는 모자이크 증상과 품종 혼입이 발견되었다. 증상을 보인 몇 주를 농업과학원 실험실에서 혈청 검사를 한 결과 PVX, PVM과 PVY로 동정되어 육

안 검사의 정확성을 다시 한번 입증하는 계기가 되었다. 또한 망실재배(1급종자)에서 뿌리에 흑 증상이 발견되어 북측 연구원은 선충 피해라고 주장하였으나 필자는 ‘가루더태이병’의 가능성을 제기하였으며, 결국 가루더태이병균(*S. subterranea*)으로 동정되었다(Table 4).

남북한의 씨감자 생산의 적지로 우리에게 잘 알려진 개마고원 보다 더 북쪽에 위치한 자강도의 백무고원이 높은 위도와 해발을 고려할 때 더욱 적지라고 생각되었다(Struik와 Wiersema, 1999). 이미 백무고원내의 대홍단군(또는 감자군)에 감자연구소를 설치하여 감자 생산과 연구에 많은 노력을 기울이고 있었다. 따라서 이번의 답사는 매우 의미 있는 일이 아닐 수 없다. 대홍단 양액 온실의 감자를 관찰한 결과 항생제 살포에 의한 약해 증상이 보였는데, 이는 양액 재배 유식물체의 뿌리 부패를 막기 위해 고심한 흔적을 엿볼 수 있었다. 또한 알팔파모자이크병(AMV)과 유사한 증상을 보인 식물체들을 종종 관찰

할 수 있었다(Table 4).

7월 20일의 두번째 대홍단 방문은 감자꽃이 만개한 시기이며 육안 검정의 최적기로 채종포장의 일부를 육안검정 할 기회가 있었다. 그 결과를 Table 3에서 볼 수 있는데 한 가지 놀라운 사실은 무병 씨감자 생산의 기본인 이병주 제거를 하지 않았다는 점이다. 보다 더 건전한 씨감자 생산을 하기 위해서는 당장의 생산량 보다는 질을 중요시하는 씨감자 생산체계(Seed Production Program)의 실행이 시급한 실정(Salazar, 1996)이라고 생각되었다.

대홍단 백산 지역의 방문 포장 씨감자는 대부분 3급종자로 조직배양 후 경삼하여 증식한 씨감자이거나 양액 재배한 씨감자를 2회(2003, 2004) 포장 재배 증식 후 파종된 것이며, 일부 이병율이 낮은 것은 1급종자를 바로 파종한 것으로 추정된다. Table 3에서 나타난 바와 같이 ‘라야’, ‘대홍단2호’, ‘포태9호’는 비교적 낮은 이병율을 보였으며 ‘올감자 2호’와 ‘포태7호’는 높은 이병율을 보였다. 특히, ‘라야’ 품종의 1.7% 이병율은 대단히 낮은 것으로 원인(품종 저항성, 철저한 관리, 1급종자 사용 등) 구명이 요구된다(Salazar, 1996; Struik와 Wiersema, 1999). 왜냐하면 이렇게 낮은 이병율의 씨감자 생산이 바로 현재 어려운 북한의 무병 씨감자 생산에 대한 한가지 해답일 수도 있기 때문이다(Table 3).

세 번째 방문은 10월 하순에 이루어졌는데 황해도 배천의 감자원종 생산공장(양액재배)을 방문한 바 있다. 이곳은 북한의 5곳의 양액재배 시설 중 가장 남쪽에 위치하여 급후 2기작 씨감자 생산을 목표로 하고 있었다. 이곳의 재배 품종은 주로 조생종인 ‘향산’, ‘라야’, ‘장진6호’, ‘열매조생’, ‘올감자7호’ 등이었으며, 일부 품종에 다른 품

Table 3. The percentage of potato virus infection on different cultivars in Baksan, Daehongdan, Ryangang Province, North Korea, 2005

Cultivar	Virus infection rate (%) ^a		
	Mosaic	Leafroll	Total viruses
Potae No. 6	26.7	5.0	31.7
Potae No. 9	10.7	2.7	13.4
Daehongdan No. 2	6.0	1.0	7.0
Olgamja No. 2	36.0	5.7	41.7
Raya	1.7	0	1.7

^aVirus infection rates were calculated from seed potato fields (G2) with three replications (400 plants per a replication) in Daehongdan, North Korea.

Table 4. The occurrence of potato diseases and insects observed from 2001 to 2005 in North Korea

	Fungus	Bacteria	Virus
Disease	<i>Phytophthora infestans</i>	<i>Erwinia carotovora</i> sbsp. <i>carotovora</i>	Potato virus X
	<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>E. c.</i> sbsp. <i>atroseptica</i>	Potato virus Y
	<i>Fusarium solani</i>	<i>Ralstonia solanacearum</i>	Potato virus M
	<i>Spongopora subterranea</i>	<i>Streptomyces scabies</i>	Potato virus S
	<i>Pythium</i> spp.	<i>Corynebacterium michiganensis</i>	Potato leafroll virus
	<i>Botrytis cinerea</i>	sbsp. <i>sepedonicus</i>	Alfalfa mosaic virus(?)
	<i>Alternaria solani</i>		
	<i>Helminthosporium solani</i>		
	<i>Fusarium</i> spp.		
Insect	Aphid (<i>Myzus persicae</i> , <i>Aphis gossypii</i> , etc.)		
	28-spotted lady beetle (<i>Henosepilachna vigintioctomaculata</i>)		
	Tuber moth (<i>Phthorimaea operculella</i>)		
	Wireworm (<i>Selatosomus puncticollis</i>)		
	White fly (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>)		
	Thrips (<i>Thrips</i> sp.)		
	Leafminer (<i>Liriomyza trifolii</i>)		
Beet armyworm (<i>Spodoptera exigua</i>)			

종이 혼입되어 있었다. 또한 일부 품종에서 바이러스(PVY) 증상이 종종 발견되기도 하였다. 이곳에서도 다른 양액재배와 같이 온실가루이와 시들음 증상을 보이는 줄기기부썩음병(*P. myriotylum*)이 관찰되었다. 또한 담당자에 의하면 양액 재배에서 수확한 씨감자(잔알감자)를 증식하는 1-2급종자 포장에서 풋마름병(*Ralstonia solanacearum*)과 둘레썩음병(*Corynebacterium michiganensis* sbsp. *sepedonicus*)으로 추정되는 토양 전염성이 강한 병해(Table 4)로 인한 생산의 어려움을 호소하였는데 필자는 채종 장소의 이동을 신중하게 권의하였다(Struik와 Wiersema, 1999).

무병 씨감자 생산을 위한 병해충 방제 몇가지 제언

금후 북한의 건전한 씨감자 생산을 위해 지금까지의 경험을 토대로 다음과 같은 몇가지 고려 사항을 제시하고자 한다.

1. 검정과 검사의 강화 : 대상 병해 확대(바이러스, 바이러스, 세균 등), 검정의 정밀도 및 효율 향상(지표식물, 선택배지, 항혈청, PCR 등), 조직배양 강화(Pathogen-free : 불활성제 처리, 전기충격 및 검정), 육안검정(이병주 및 품종 혼합 제거) 능력 향상, 후대검정(동계 검정, 후대 검정) 등.
2. 증식 포장 선정 및 관리 철저 : 격리, 윤작, 진딧물 밀도 조사, 기주 식물(오염 감자 등) 제거 등, 매개충 방제 철저[토양 혼화 살충제(입제), 경엽 고사제 사용 등] 등
3. 새로운 재배적 방제법 도입 : 씨감자 생산포 주위에 경계작물, 유인작물 등 도입으로 바이러스 이병을 경감.
4. 양액 재배에서의 위생 강화 : 시설의 개보수, 소독 철저, 잔알 감자 수확 방법 개선(연속 수확→1회 수확).
5. '06년부터 원종 등 씨감자 생산을 양적 생산에서 질적 생산으로 전환.
6. 상기의 모든 방법의 복합적 이용에 의한 종합 방제

체계 도입 검토 등.

요 약

2001년 이후 2005년까지 북측의 씨감자 생산은 남북 협력으로 순조롭게 진행되어 일부는 이미 3급종자(G3)까지 공급되어 증식되고 있는 실정이다. 특히 씨감자 생산 체계의 상위단계인 조직 배양과 양액씨감자(G0) 생산에서는 성공적이었으며, 다음 단계인 1급(G1)-4급종자(G4)를 어떻게 무병, 격리 조건에서 감염율을 적게 유지, 증식, 관리하느냐에 달려 있다고 해도 과언이 아닐 것이다. 벌써 상위단계 씨감자 생산의 효과가 나타나기 시작하고 있어, 특히 남북한의 지속적인 협력이 절실하다고 할 수 있다.

감사의 글

본 연구는 방북 중에 관찰한 결과를 정리한 것으로 고려령지농업연구소, 월드비전과 북한 농업과학원의 지원에 감사를 표합니다.

참고문헌

- 한국식물병리학회. 2004. 한국식물병목록. 799 pp.
- Pissetskaya, N. F. 2003. Virus-free potato seed starting material. In: Proceedings of the International Scientific Symposium on Potato. Sept. 24-26, 2003. Pyongyang, DPR Korea. pp. 200-203.
- Salazar, L. F. 1996. Potato Viruses and Their Control CIP. Lima, Peru. 214 pp.
- Shepard, J. F. and Claffin, L. E. 1975. Critical analyses of the seed potato certification. *Annu. Rev. of Phytopathol.* 13: 271-293.
- Struik, P. C. and Wiersema, S. G. 1999. Seed Potato Technology. Wageningen Pers. Holland. 383 pp.