

안(全)하(高)고 호(效)율(率)적(的)인

고구마 저장 대책

고려대학교농과대학
교수 김 용 철

고구마의 단위면적당 생산열량은 쌀의2.4배나 됨으로 우리나라와 같이 농지면적이 좁은 곳에서는 적극 생산이 장려되어야 할것이다. 그러나 저장과 수송문제가 곡물에 비하여 불리하며 고구마 생산에 애로가 되고있다. 저장에는 주로 생고구마로써 굴저장이나 움저장을 하여왔지만 이와 병행하여 집단재배지에서 공동으로 기계화에 의한 절간(切干) 제조와 건조를 실시하고 가공식품과 알콜, 당원료로써 저장 및 수송에 편리하도록 할 필요도 있다.

효율적인 고구마 저장조건

첫째조건은 저장온도로써 적온은 13°C이고 저장가능온도의 범위는 10~18°C이다. 9°C이하가되면 병해에

대한 저항성이 약화되고 저장중 부패병에 걸리는 소지를 이루고 18°C 이상되면 저장중 썩이 날 우려가 있다. 저장방법의 주요점은 저장적온 유지에 있고, 고구마자체의 호흡열을 이용함과 동시에 외기온도(外氣溫度)의 영향을 차단하기 위한 피복방법등으로 적온을 유지하고 있다. 저장장소로서는 외기의 영향이 적은 지하의 굴이나 움이 많이 이용되고 있다. 고구마 자체의 호흡열이 적온 유지에 중요하기때문에 대량저장일수록 유리하며 가능하면 고구마산지에서 공동으로 대량저장방식을 취하는것이 고구마의 효율적 저장을 위하여 좋은 방법이 될수 있다.

사실 고구마의 동결온도는 아주알고 -1.3°C이지만 부패는 이보다 훨씬

선 높은 온도에서 시작되고 부패가 일어나기전 먼저 내부변색, 식이저하등 생리적변화가 일어난다. 부패병에는 두가지가 있고 하나는 발에서 발생한 흑반병(黑斑病)의 병균이 성한 고구마에 묻어 저장고에 들어오는 수가 많다. 이때 고구마가 병해로 저항력이 상실될때 부패병을 일으키게 된다.

두번째는 연부병과 같은형이고 원래 저장고안에 병균이 존재하나 고구마가 병해로 균에 대한 감수성이 증가할때 바로부패병을 일으키게 된다. 전자는 발에서부터 방제하여야 하고 후자는 저장전 저장고를 청결하게 하고 필요에 따라 포르마린가스, 유산동액(硫酸銅液)등으로 소독한다. 무엇보다도 저장온도를 알맞게 하여 병해를 입지않도록 한다. 저장전에도 서리의 해(霜害)등으로 땅속에서 병해를 이미 입는수가 있으므로 주의하여야 한다.

세번째는 저장습도이다. 고구마 수분함량은 60~70%정도로써 저장고내가 너무 습하거나 건조하여도 썩기쉽다. 즉 습하면 고구마 껍질에 수분이 맺혀 열의 전도가 나빠져 썩기 쉽고 너무 건조하여도 껍질이 굳어져서 생리적저항력상실로 썩기쉽기때문에 알맞는 습도 80~90%를 유지시켜줄 필요가 있다.

수확후 저장고에서 호흡에 의한 발열로 높은 온도나 높은 습도를 유지하면 상처를 입는 고구마도 상처내부에 콜크화한 새로운 세포 즉, 위상조직(Wound Preiderm)이 생기고 상처가 치유(Hedling)하게된다. 수확후의 건조와 저온 조건하에서는 상처가 치유되지않고 썩기쉬우며 인공적으로 최적의 온도와 습도를 주어 상처치유를 촉진하는 방법을「큐어링」(Curing)이라고 한다. 美國등지에서 널리 실시되고 있는 방법이다.

효율적인 고구마 저장방법

저장방법으로 3가지가 생각될 수 있다. 하나는 고구마저장조건으로써 중요한 적온유지를 위하여 온도유지에 유리한 지하고나 굴을 이용하고 고구마자체의 호흡열(呼吸熱)과 피복(被覆)에 의한 보온(保溫) 방법을 사용하는 방법이다. 종전 주로 사용한 방법이고 앞으로도 생고구마를 저장하는데 자연온도만을 이용하는 가장 경제적방법이 된다. 또 하나는 미국등지에서 주로 사용하는 큐어링(Curing) 및 인공가열(人工加熱) 저장법이다. 이는 특히 대량저장과 저장의 안정성증대에 유리하다. 특히 자동온도조절기이용으로 쉽게 적온유지가 가능하고 자연온도에 의한

저장에서의 저장중 감모율(減耗率) 즉 부패 증량감소등에 의한 손실이 20% 이상 되지만 미국등지의 가열 저장에서는 5%이내로 하고있다.

셋째는 절간(切干)법 또는 압착(壓搾)법등을 활용한 가공저장법이 있다. 생고구마를 이용할 수는 없지만 식품가공원료나 알콜등 원료로 이용할때 오히려 기계화에 의한 대량저장이 가능할것으로 생각된다. 산지에서 공동으로 기계화에 의하여 6~7mm정도 두께의 절간(切干)을 만들고 열풍건조 등으로 13% 이내로 건조한다음 비닐푸대등 방습소재로 포장한다면 고구마도 곡물과 같이 대량저장과 보관 및 대량수송이 경제적으로 가능하게 될것이다. 고구마를 가공원료로 사용할때 압착건조기등으로 탈수한다음 다시 열풍건조기나 진공건조기를 활용하여 건조한 덩어리 즉 케이크(Cake)로 저장할 수도 있을 것이다.

자연온도에 의한 저장법

저장준비와 예비저장; 저장력이 강한 품종을 선택, 재배하고 서리오기 전에 수확하여 고구마가 냉해(冷害)를 입지않도록 한다. 병이나 벌레의 피해를 방지않도록 미리 방제를 철저히 하고 저장고도 소독을 철저히 하여둔다. 수확한 고구마는 직사광

선이 들지않고 바람이 잘통하는곳에 얇게 펴널어 10~15일정도에 예비저장을 한다. 예비저장 목적은 수확후 급속도로 왕성하여진 호흡열 발산을 안정상태에 이르게하고 고구마에 있는 과잉수분을 발산케하는데 있다.

본저장; 저장고에 고구마를 쌓아 넣게 되면 초기 고구마 자체 호흡열로 온도가 20°C 이상 오른다. 초기의 고온으로 고구마 내부의 과잉수분까지 발산하고 고온 다습으로 상처에도 유상조직(癒傷組織 Wound Preiderm)이 형성된다. 그러나 이때 환기가 제대로 안되어 산소부족과 탄산가스 축적 및 과습으로 고구마 표면이 축진상태에 이르면 부패하기 쉽게 된다. 그러므로 고구마를 저장고에 넣은 직후는 충분한 통기와 환기를 취하도록 하고 고구마의 온도가 차차 내려서 외온(外溫)과 병행하여 움직이게 되고 외온에 의하여 고구마온도가 적온(저장온도) 이하로 내려갈 기미가 있을 때는 즉시 피복으로 보온을 하여야 한다. 피복의 정도는 외온 저하에 따라 점차 증가한다. 그러나 일반 육내저장이나 간단한 움저장에서는 특히 피복에 유의하여야 하나 지하 깊이 설치한 굴저장등에서는 실제 저장초기의 환기조절만 가지고도 적온유지가 가능하다.

굴저장은 가장 널리 이용되어 대량저장에도 유리한 방법이다. 약간 경사지나 지대가 높은곳, 지하수가 얇은곳, 해빛이 잘 쪼이며 북풍이 막힌곳에 설치한다.

경사면에서 원굴을 길게 파고 원굴에서 여러개의 갈래굴을 파되 그 수는 저장할 고구마량에 따라 조절한다. 원굴은 2중문을 달아 보온을 하고 갈래굴을 쌓는 고구마양은 1m³ 당 500kg정도를 쌓되 굴높이의 1/2 ~ 1/3만 쌓는다. 그것은 공기의 환류를 가능하게 함으로써 균일한 온도유지를 유지하고 외부의 냉기(冷氣)가 침입하더라도 이를 완충하는 작용을 한다. 굴은 다른장치를 하지않는한 지표에서 3m 이상 깊이가 되어야 허물어지지 않는다. 경사지아닌 높은 지대에서는 종혈을 수직으로 파고 3m이상되는 깊이 아래에 원굴과 갈래굴을 판다. 종혈위는 피복시설 외에 도르레 시설로 고구마의 상하 운반을 할 수 있게 한다.

지역환경에 따라 움을 파거나 반지하식저장고를 만들어 저장할 수 있다.

가열(加熱) 및 큐어링저장

가열저장은 저장적온을 쉽게 유지하여 소량저장 대량저장 다같이 저장의 안전성을 높일 수 있다. 부패, 중량감소를 적게하고 저장한 고구마

의 품질을 향상할수 있다. 자동온도조절기 이용으로 기계적으로 적온유지가 가능하며, 저장초기에서 겨울에 이르기까지는 자연온도 및 호흡열을 이용하고 겨울중의 온도부족만 가열로 보급하여 적온을 유지함으로써 경제적으로 실시할 수 있다. 적당한 시기에 어느때나 출하할 수 있다. 이상과 같은 특색을 갖는만큼 우리나라도 앞으로 고구마의 집단재배지에서는 종전의 저장법과 병행하며 가열저장의 시설을 갖추는것이 바람직하다. 가열저장에서는 저장당초에 큐어링 조치를 하게되는데 이는 수확직후의 고구마에 고온과 고습도를 주어 고구마상처에 유상목전조직(癒傷木栓組織)을 빨리 형성하여 부패균의 침입을 막는 원리를 이용한 것이다. 유상조직 즉, Wound Periderm 형성은 온도 31°C, 습도 90~93%이면 2일내에 완성되나 22°C에서 같은 습도일때 4일, 습도가 66% 일때는 온도가 28°C라도 11일이 걸렸으며 90%습도라도 온도가 125°C이면 25일이 걸리었다. 온도가 35°C 정도로 너무 높아도 유상조직 형성은 오히려 지연된다. 흑반병균이 침입한 것도 초기에 「큐어링」을 실시하면 병반부는 목전층에서 벗겨지고 병의 진행이 정지되지만 병반의 깊이가 10mm 이상일때는 정지되지 않

는다.

가열저장의 저장고는 보통 지상식이며 필이 단열재 즉, 왕겨 또는 스티로폼등 보온자재를 벽과 천정중간에 충전하거나 내벽에 붙인다. 가열손실을 적게 하기위한 보온자재 사용정도는 내부벽면이나 천정에 수분의 응축이 생기지 않는 정도로 한다. 왕겨를 사용할때는 큐어링은 24cm, 저장에는 15cm정도의 왕겨벽을 사용한다. 방습(防濕)을 위하여 방습막을 사용하거나 방수제를 벽면에 처리한다. 가열원으로는 석탄, 석유, 온탕보일러, 전열등이 이용될 수 있다. 전열을 이용할때의 설비용량은 고구마 3.75kg당 2.24와트로 대략 계산할 수 있다.

스트립히터(strip-heater) 또는 열선을 상아래와 주벽 밑쪽에 분산배치하고 자동온도조절기에 연결한다. 온수보이라베의 「파이프」로 적절히 분산 배치하여 온도의 균일을 도모하고 화력난로를 분산배치 할때는 저장실내 공기대류(對流)를 촉진하도록 한다. 때에 따라서는 개폐할 수 있는 환기용 벤찌페타를 천정과 벽하부에 설치한다. 고구마는 푸대에 넣어 쌓는것이 편리하고 상면(床面) 30~60cm 위에서 부터 쌓고 주벽(周壁)과의 사이도 약 30cm 정도 공간을 두는것이 온도의 균일한 분

포를 위하여 유리하다.

고구마온도와 실온은 2~3°C차이가 있으므로 실온은 29.5°C(고구마온도 32°C) 실내습도 85%(고구마습도 90%) 정도이면 5~10일사이에 큐어링에 의한 유상조직(Wound Periderm) 형성이 왕성하게 된다. 외피의 광택증가등에 의하여 외관적판정을 할 수 있지만 확실한 것은 박편을 떼어 2~200배의 현미경이나 확대경으로 유상조직형성을 검정한다. 큐어링종료후는 즉시 온도를 내려서 13°C의 저장온도를 유지토록 한다.

큐어링 중에는 습도가 소정의 목표보다 내려가기 쉬움으로 가열전력의 일부로 열탕을 끄리거나 온탕을 분무하는 가습기(加濕器)를 사용하여 습기를 보충할 수 있다.

이상 저장 창고에서의 큐어링 및 가열저장에 대하여 언급하였으나 우리나라도 앞으로 고구마의 양산적 집단재배와 아울러 이러한 현대식 저장법이 검토되어야 할것이다. 근래에 효율적인 각종 건조기, 예를 들어 새로운 열풍 건조기와 아울러 진공탈수건조기, 압착탈수건조기, 고주파건조기등이 개발되고 여러분야에 이용되고 있어 이들을 고구마의 절간등에 의한 가공저장법에 효율적으로 활용할 수 있을 것으로 본다.