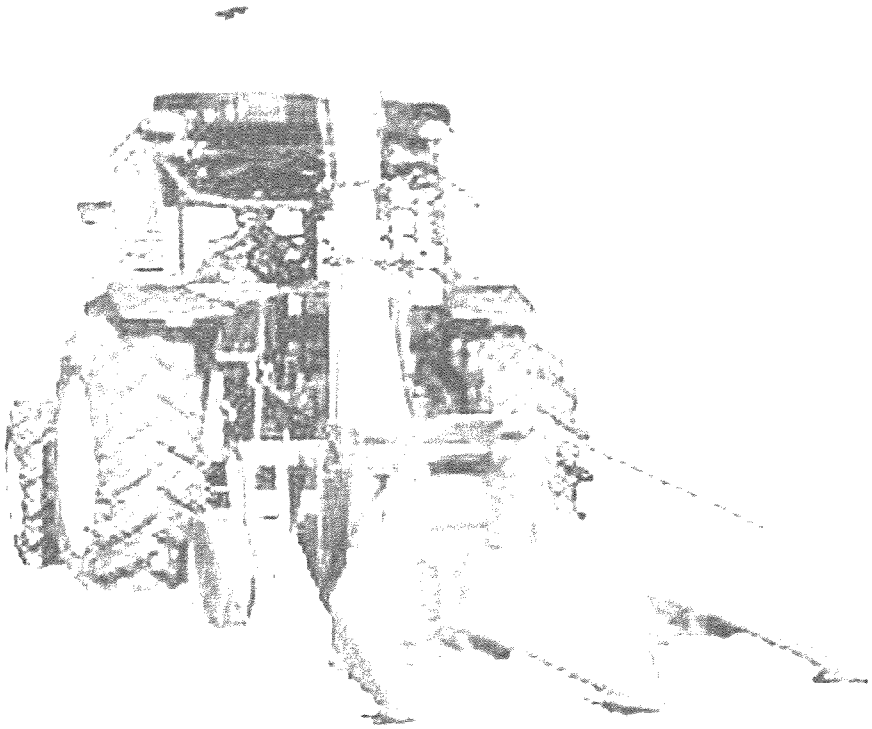
옥수수엔실리지 생산 장비의 이용 및 기술발전 전망



농학박사 **최 광 재**
농업공학연구소 축산기계연구실장

1. 옥수수엔실리지 사료의 매력

우리나라 어느 곳에서나 재배가 가능하고 단위면적당 가소화 양분을 생산하는 면에서 옥수수를 능가할 다른 사료작물은 없다. 옥수수는 당분과 전분 함량이 높고 사일리지를 제조하기 쉽기 때문에 '80년대 까지만 해도 옥수수 엔실리지사료가 주요 조사료로 이용되어 왔으나, 언제부터인가 대부분의 목장에서는 옥수수 엔실리지 보다 아주 간편한 해외 수입건초에 매달리게 되었다.

일본에서 연구된, "조사료의 종류에 따른 우유생산량 비교시험" 에 의하면 목초사일리지, 화본과 건초, 청예목초, 목초큐브 등 여러 종류의 조사료 중에서 옥수수사일리지의 일일 우유생산량(17.7kg/일)이 가장 많았다고 하였다. 또한 소 증체시험의 경우에서도 옥수수사일리지 급이한 경우 인공건초와 함께 0.8~0.9kg/일 로서 목초건초, 목초사일리지 등 다른 종류의 조사료에 비해 높다고 하였다.

그리고 우리나라 농가의 사료작물 재배 경작지가 그다지 넓지 않으며, 전국 어디에서나 가을~봄 기간에 호밀을 재배하고, 호밀 수확 후 5~8월 기간에 옥수수를 재배하기에 적합한 2기작 작부체계에도 적합하므로, 소를 사육하는 농장주는 옥수수엔실리지 사료의 중요성을 간과할 수가 없다. 그러므로 옥수수 사일리지를 손쉽게 만들 수 있게 될 경우 조만간 옥수수 사일리지를 이용하는 조사료 생산체계로 복귀할 수 있을 것이다.

▲ 1조식 옥수수수확기

2. 옥수수 엔실리지 제조의 문제점

'90년대에 들어서면서 농장주의 노령화에 따라, 때로는 농장주의 은퇴에 따라 젊은 세대로 교체되면서, 어렵고 힘든 옥수수재배와 엔실리지 제조의 스트레스로부터 벗어나서 간편한 해외수입 조사료에 눈을 돌리게 되었다.

그리고 요즈음은 젖소나 한우의 경우, 어느 농장엘 가나 흰색의 필름으로 말아놓은 원형베일 랩-사일리지 뭉치를 산더미처럼 쌓아놓은 풍경을 보게 되는데, 볏짚, 보릿짚이 가장 많고, 호밀, 총체보리, 수단그라스 사일리지가 일부 이용되고 있다. 이와 같이 원형베일로 말아서 랩-사일리지를 만들게 되면서부터, 옥수수 사일리지 대용으로 옥수수와 수확량이 비슷하며 원형베일 랩-사일리지가 가능한 수단그라스 사일리지 이용으로 점차 변화해 왔다.

그동안 옥수수 엔실리지의 생산이 급격히 감소한 이유는, 사일로에서 사일리지 채취-급이의 번거로움 등 어려움도 있지만, 무엇보다도 개별농가의 소 사육규모가 크게 증가하였으나 농업노동력은 오히려 감소해왔으며, 옥수수 엔실리지 생산에 적합한 장비의 개발 보급이 뒤따르지 못하였기 때문이다.

즉 옥수수를 재배하기 위하여는, 봄부터 경작지에 밑거름 시비, 경운-정지작업, 파종, 진압, 제초제 살포의 작업이 단계적으로 이루어져야 한다. 옥수

수 재배 중에도 추비의 시비, 병충해 방제가 이루어져야 하며, 옥수수의 수확시기인 8월 경 황숙기에 옥수수수확기로 수확해서 트레일러로 운반하여, 사일로에 넣고 진압하여 엔실리지를 만들게 된다.

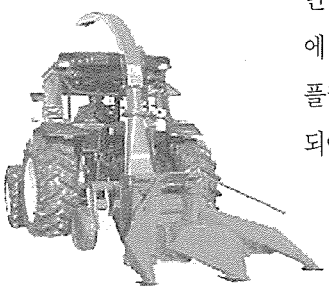
이와 같이 옥수수를 재배하기 위하여 과중한 작업노력과 경비가 요구되고, 수확작업과 엔실리지 제조를 동시에 해야 하므로 이웃 농가와 공동작업이 필요하며, 특히 옥수수 수확작업 적기는 10일 내외이나, 이 시기는 여름철의 빈번한 강우가 예상되는 시기이다. 수확 시기에 비가 오면 지면이 마를 때 까지 기다려서 옥수수 수확작업에 임해야 하는데, 만약 연속해서 강우가 있을 경우 수확시기를 놓치게 되거나, 강우로 인하여 작물이 도복되면 옥수수가 부패하여 엔실리지 제조가 곤란하다.

3. 옥수수 수확기

가. 종류 및 특징

사료용 옥수수의 잎과 옥수수자루가 부착된 줄기를 예취-절단-취상하여 이송하는 기계로서 부착방법에 따라 트랙터 부착형, 전용기형 및 유니트형 등이 있다. 트랙터 부착형에는 측방부착형과 후방부착형 및 겸용형이 있다. 트랙터의 뒤쪽을 향하여 부착하는 후방부착형은 갓 돌림 예취작업 없이 바로 옥수수를 수확할 수 있다.

▲ 트랙터 측방부착 1조


▲ 트랙터 후방부착 2조

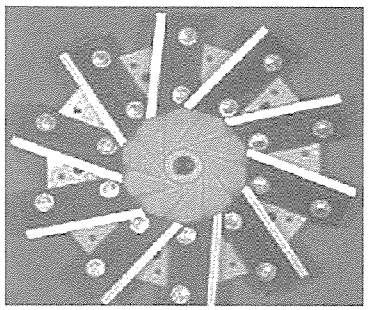
▲ 유니트형 옥수수수확기

▲ 로타리형 옥수수수확기

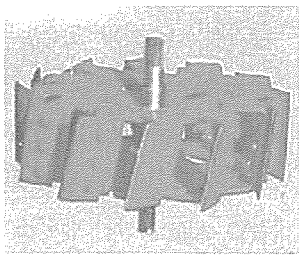
옥수수수확기의 크기에 따라, 트랙터 부착형은 1~2조, 자주식은 3~4조, 로타리식의 경우 예취폭은 약 3m로 4조를 수확할 수 있다.

예취부는 옥수수줄기를 자를 수 있도록 안내하여 끌어들이는 장치와 끌어들인 옥수수 줄기를 베는 예취 날이 있다. 끌어드림 장치로는 러그체인 식, 러그벨트 식, 오거식, 드럼식 등이 있으며, 예취날은 회전날(로타리드럼, 로타리디스크) 식과 왕복날 식이 있다. 옥수수줄기와 잎을 잘게 절단하는 세 절단날과 절단된 옥수수줄기를 불어 올려 운반 장치에 담는 부로워가 있는데, 세 절단날은 실린더형과 플라이휠형이 있으며 부로워와 절단날이 같이 부착되어있는 것과 분리되어있는 것이 있다. 실린더형은 직경 600~830㎜, 폭 300~650㎜, 분당회전수 800~1,100rpm 정도이다. 절단 날의 형태는 직선형과 나선형이 있으며, 배열은 1열형과 1열에 3~4매로 된 분할형이 있다. 옥수수

수확기의 소요동력은 주로 세 절단에 소모되므로 절단 날의 상태를 점검하여 정상으로 정비해야 한다.


▲ 플라이휠 형 세 절단 날

세 절단 날은 텅스텐 등의 내마모성 재질을 사용하여 제작되었지만, 절단커터와 받침 날의 간격이 커 지고, 세 절단 날이 무뎌지게 되면 절단상태가 나쁘고 소요동력이 크게 증가하며 작업능률도 떨어지게 되므로 점검, 정비해야 한다.


▲ 실린더 형 세 절단 날

옥수수수확기 내부에 쇠붙이가 들어갈 경우, 세 절단 날이 손상되며, 가축이 쇠붙이를 먹게 되면 소가 자라지 않거나 질병이 발생할 우려가 있으므로 이를 방지하기 위하여 쇠붙이를 감지하여 공급롤러를 멈추도록 되어있다.

표 1. 옥수수수확기의 적용마력 (FERABOLI기종의 예)

작업폭	적용마력	칼날 수	P.T.O	중량
1조	55ps	8개	540rpm	620kg
2조	85	8(10)	540	975
3조	100	8(10)	540/1000	1116

배출관은 유압모터 또는 유압실린더가 설치되어 있어 트랙터에 탑승한 채로 토출구의 방향을 원격조정하며 작업할 수 있다. 잘게 잘려진 옥수수 줄기는 배출관을 통하여 강한 바람으로 이송되게 하여 트레일러에 적재할 수 있으며, 끝 부분에 안내판이 붙어 있어 옥수수 줄기의 배출거리를 조절할 수가 있다.

나. 트랙터에 장착 및 분리

트랙터와 연결프레임 장착은, 트랙터와 수확기 본체를 연결해주는 연결프레임을 3점 링크에 장착하고, 연결프레임의 연결파이프 전방이 수평보다 약간 아래로 향하게 한다. 높이는 3단계의 조절구멍이 있으므로 핀을 뽑아 조절한다.

연결 프레임과 수확기 본체의 장착방법은, 수확기본체의 후방으로부터 연결파이프 높이를 유압으로 수확기 본체의 연결파이프 높이에 맞추면서 트랙터를 전진한다. 연결파이프가 완전히 삽입되면 자동으로 잠금장치가 작동하여 부착된다. 콘트롤박스의 전원커넥터를 트랙터 배터리에 연결하고, 유니버설조인트를 수확기본체와 트랙터에 연결한다.

수확기의 분리방법은, 기어박스에서 유니버셜 조인트를 분리하고 전원커넥터를 분리한다. 트랙터의 유압레버를 아래로 하여 유압을 프리로 한 후 연결파이프 후부의 레버를 밀면 가이드 핀이 빠져 연결

▲ 이동시 후방에 장착

파이프가 밑으로 떨어진다.

수확기의 이동방법은, 연결후레임 후부에 있는 견인후크에 수확기 연결파이프에 붙어있는 고리를 연결하여 견인한다. 배출관 콘트롤장치의 연결핀을 뽑고 배출관을 앞으로 접는다. 수확기를 견인할 때에는 천천히 주행하여 수확기가 전복되지 않도록 해야 한다.

다. 옥수수 수확작업

옥수수수확기를 이용하여 수확한 옥수수를 별도의 트레일러에 적재하여 운반하거나, 한 대의 트랙터로 수확하면서 견인하고 있는 트레일러에 적재할 수도 있다. 사일리지 조제를 위해 옥수수를 수확할 때 적당한 절단 길이로 조절하여야 하며, 옥수수 수확시기가 적기보다 지연되어 수분함량이 낮을 경우에는 진압이 어려우므로 더 짧게 절단해야 한다.

▲ 옥수수수확 및 트레일러 운반

▲ 수확-운반식 옥수수수확

라. 점검 및 날의 조정

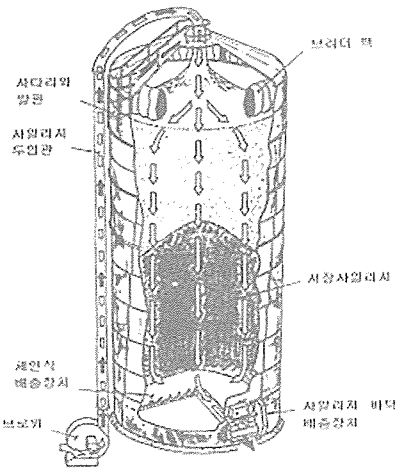
예취날의 받침날과의 간격은 로타리형날은 1.0~1.2㎜로, 왕복형날은 0.1~0.7㎜로 조정한다. 세절단 날과 받침날의 간격은 0.2~0.5㎜로 유지시키는 것이 절단상태가 좋으며, 세절단 날을 연마했을 때는 고정날과의 간격을 측정하여 조절해야 한다.

줄기절단 길이의 조절범위는 4~50㎜정도이며, 공급롤러의 공급 속도와 세절단 날의 회전수를 변경하는 방법과, 세절단 날의 칼날 개수를 변경하는 방법이 있다. 세절단 날의 칼날 개수를 바꿀 경우는 세절단 날의 회전시 밸런스가 유지되어야 한다. 속도 비에 의한 방법은 세절단 날과 공급롤러의 기어 조합이나 스프로켓조합을 바꾸는 방법이 사용되며, 자주식은 운전석에서 몇 단계로 변경할 수 있다.

옥수수수확기 자체에 세절단 날의 연마용 숫돌이 장착되어 있는 것은 연마핸들을 풀고 숫돌 간격 조정핸들을 돌려 칼날에 가볍게 붙인 후 고정하여 연마하여야 하며, 날의 연마가 끝나면 원래 위치에 숫돌을 고정한다. 수확기를 점검할 때나, 자리를 비울 때는 엔진을 정지시키고 트랙터의 브레이크를 걸어 놓는다.

4. 엔실리지의 저장 및 반출장치

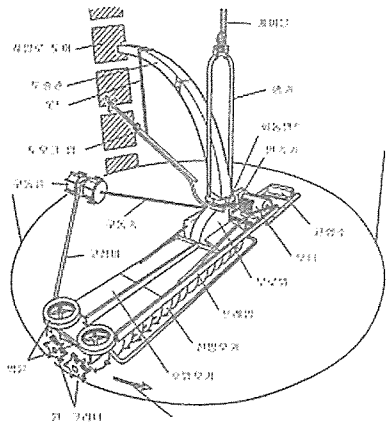
사일로에 투입한 절단 옥수수는 충분히 진압하여 밀도를 높여야 하며, 벙커사일로 등은 벽에 닿는 부위에 부패가 일어나지 않도록 잘 진압해야 한다. 미



▲ 타워사일로의 재료투입 및 하부 반출장치

국의 한 조사연구에 의하면, 사일리지의 저장 손실은 벙커사일로가 15~20% 인데 비해 타워사일로는 2.5~8% 로 낮다고 하였으며, 타워사일로가 품질 좋은 사일리지로 만들 수 있지만 벙커사일로에 비해 시설비가 고가이다.

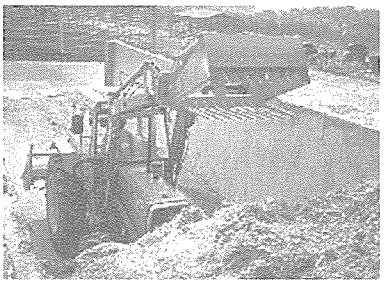
타워사일로에서, 절단옥수수의 투입은 부로워의 강한 바람으로 상부 투입구에 사료를 투입하며, 내부의 배출 분배구를 회전시켜 균일한 밀도로 저장되게 한다. 사일리지 배출장치는 상부 반출장치와 하부 반출장치가 있는데, 상부 반출장치는, 보통 콘크리트사일로에 이용되며, 사일로 중앙에 매달아 트윈오거에 의해 중앙으로 모으고 부로워에 의해 배출창으로 반출시킨다. 이 장치는 나중에 투입된 사일리지가 먼저 반출되는 방식이어서 좋은 방법은 아니지만 기계가격이 하부 반출장치에 비해 낮다.



▲ 타워사일로용 상부 반출장치

사일리지 하부 반출장치는 철제 타워사일로에 주로 채용되며 강판하부의 마루 틈으로 사일리지를 배출시켜 무한회전식 체인부착 날에 의해 절단되어 반출하는 방식이다. 이 장치는 사일리지의 투입순서대로 먼저 투입된 사일리지가 먼저 반출하는 방식이며, 기계가 견고하여 가격은 상부 반출장치에 비해 고가이며, 한 개의 장치로 한개 이상의 사일로에 이용할 수 있다.

한편, 벙커사일로의 엔실리지 채취 작업은 인력으로 포크를 이용하여 하루 급이 할 엔실리지를 떼어내어 급이 할 수 있으나 중노동이다. 벙커사일로용 사일리지 채취기는 본체, 유압실린더, 채취날로 구성되어 있으며 유압실린더가 구비된 포크달린 유압식 집게이다. 엔실리지채취기의 설치는 기존 트랙터 프론트 로더에 버킷대용으로 설치하는 것이



▲ 엔실리지채취기(2001 농공연 개발)

며, 스키드로더에도 설치할 수 있다. 80마력 급 트랙터 부착용 엔실리지채취기의 1회 채취량은 100~200㎏ 정도이며, 유럽에서는 500kg~1,000kg용의 대형도 사용된다.

엔실리지의 채취는 엔실리지의 특성상 스폰지 현상으로 인하여 절단면이 매끄럽게 절단되기는 어려우나, 구조가 간단하며 엔실리지 채취 작업능률이 인력에 비하여 9배 높다.

한편 절단면을 깨끗이 떼어낼 수 있도록 3면에 왕복날식 커터-바가 설치된 커터-바 절단 엔실리지 블럭커터는 벙커사일로의 폭이 9m이상인 대형 사일로에서 절단 사일리지를 블록으로 반듯하게 떼어내는 장비로서 유럽에서 이용되고 있다.

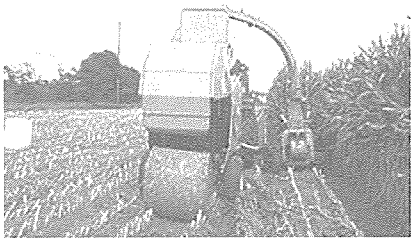
5. 금후의 기술발전 전망

옥수수는 사료작물 중에서 가장 줄기가 굵고 단단하여 목초예취기로 베어서 집초하기 어렵고, 그리고 전용기종인 옥수수수확기가 있으므로 옥수수용 원형베일러가 개발되지 못하였다.

최근, 일본에서 개발된 옥수수수확-랩 사일리지 시스템은 옥수수수확기로 수확한 것을 대형 호퍼로 받아서 원형베일러를 만들어 네트로 싸는 방식이 개발되어 옥수수 원형베일 랩사일리지 제조에 파란 신호등이 켜져 있다.

즉 이 원형베일러의 특징은 기존 베일러에 절단한 옥수수를 받을 수 있도록 호퍼가 부착되어있는 것이 다른 점이라고 볼 수 있다.

이 새로운 원형베일러는 베일크기 85×85cm, 베일 1개 중량 300kg 로서 기존 1.2×1.2m형 표준 원형베일 크기의 절반정도 이며, 견인식 베일작업에 30마력급 트랙터로 이용할 수 있고, 옥수수수확기+원형베일러 동시작업에는 80마력 급 트랙터를 이용할 수 있다.



▲ 옥수수 수확동시 원형베일 작업

최근, 축산관련 신문, 잡지의 광고, 또는 인터넷 홈페이지를 보면 사료작물 생산장비 광고는 원형베일러, 베일래퍼, 베일절단기, 사각베일러, 모어에 집중되어있으며, 옥수수수확기를 광고하는 업체는 2개 회사 정도이다.

또한 국내 유일의 1조식 옥수수수확기 생산업체인 안성공업에서는 수년전 옥수수수확기의 생산을 중단하였다고 한다. 이는 아마도 옥수수수확기의 농가수요가 급감하였기 때문일 것이다.

그러나 앞으로 옥수수수확기의 단점을 보완하여, 우리나라 실정에 맞는 사료용 옥수수수확기를 개발, 보급한다면 랩-사일리지 이용 농장의 상당부분은 옥수수수확-엔실리지 시스템으로 복귀시킬 수 있을 것이다. 이와 같은 제안은 수 많은 농가를 상대로 의견을 청취해 온 TMR사료급이기 생산업체 (주)실티, 신일현 사장의 소신이기도 하다.