

飼料作物 生理

李 浩 鎮

Physiology of Forage Crops

Ho Jin Lee

요 약

사료작물 低温發芽性은 수수 × 수단그라스잡종들이 좋았고 옥수수와 수단그라스는 비교적 저조하였고 PGE에 종자침치처리가 이탈리아라이그라스의 저온발아에 효과적이었다. 간척지의 수수과종시 염해 방지에는 모래를 파종 후 피복하여 除鹽효과를 얻을 수 있었다.

수수류의 토양수분조건에 대한 광합성연구는 포장용수량의 60~80%의 조건에서 광합성이 가장 왕성하였고 건물수량도 동일한 결과를 나타내었다. 옥수수의 광이용과 초형과의 관계연구는 이삭상부 엽각의 직립화는 밀식조건에서 광이용성이 증가되었고 건물 및 종실수량에서 증수가 있었다. 또 밀식화에 따라 직립화 경향이 현저하였으며 옥수수의 다수성초형의 육성이 요청되었다.

질소시비에 대한 청예류의 생장반응 연구들은 수단그라스에서 10a당 40kg까지는 건물수량생산을 증가시켰으나 80kg/10a 사용시는 질산태질소함량이 중독위험치를 초과하였다. 이러한 질산태질소의 중독위험은 6엽기까지 존재하였고 청산중독의 위험농도는 4엽기 이전까지, 또 18/8℃의 저온조건에서 나타났다. 옥수수의 적정재식밀도는 10a당 16,600본까지 밀식할수록 증가되었으나 가소화수량과 종실수량은 5,500본과 10kg/10a에서 최고치를 나타내었고 질소 추비 효과는 대관령 같은 고산지대에서는 나타나지 않았다. 맥류의 總體사료 이용성은 호밀, 밀, 보리 順으로 저하하였고 파종시기가 빠를수록 월동성이 향상되었으며 수확적기는 출수후 24일경이었다. 호밀의 청예이용에는 월동후 2회예취와 12cm 높이가 건물수량과 TDN 수량을 높힐 수 있었다.

수수 × 수단잡종의 출수기 이전 예취는 고사경비율을 줄일 수 있었고 년 2회 예취와 예취높이 10cm가 가장 좋았다. 유채는 생육기간이 길어질수록 수량은 증가하였고 소화율의 감소도 현저하지 않았다.

1. 머리말

사료작물의 생리, 대사적 연구는 재배와 생산에 선행되는 기초적 연구이지만, 우리나라의 이 분야의 연구는 응용과 적용면이 강조되었다. 연구자들도 한가지 주제에 집중적이고 지속적 연구보다 단편적이고 여러 분야에 걸쳐 연구하는 경향이 많다. 따라서 생리분야의 연구내용들도 수분대사, 영양생리, 광합성대사 같은 기초연구는 적은 반면 시비, 조성과 관리적 연구가 주가 된다.

2. 발아 및 조성

사료작물의 종자들은 발아력이 저조하여 포장조성에 어려움이 가져오기 쉽다. 포장 출현이 낮은 이유에는 발아율이 나쁜 경우와 발아세가 약한 경우로 구별된다.

목초종자들은 휴면성이 있어 이삭에서 탈립한 후 화분과 종자들은 3~7개월의 휴면에 돌입하였다가 발아력을 회복하는 초종들이 많으며 두과 목초들은 경질종자로서 종피의 투수성이 회복되어야 발아할 수 있다.

비교적 종자의 크기가 대립들인 경지사료작물들의 경우는 수확한지 1~2년 된 종자들은 실험실내의 적은 발아조건에서는 90% 이상을 상회하는 것이

일반적이지만 포장의 저온, 또는 변온조건에서 발아력은 급격히 감소된다. 한(1985) 등은 옥수수, 수수, 수수 × 수단교잡종의 저온발아 능력을 조사하였을 때 10/5℃의 저온에서 수수 × 수단교잡종이 80% 이상의 발아율을 보였으나 수수는 69%, 옥수수는 43%, 수단그라스는 25%로서 현저한 발아능력 차이를 보였다. 아울러 발아소요일수에서도 수수의 경우 12일이 소요되는 등 저온조건은 발아지연 효과가 컸다. 경지사료작물들의 이른 봄이나 늦가을 파종의 한계를 밝히기 위하여서는 포장출현율을 조사하여야 하고 유묘의 생육을 추적하여야 하나 발아상의 조사로서는 파종한계를 밝히기에는 미흡하고 아울러 품종별 저온적응성 조사가 요청된다. 한(1985) 등은 이들 경지사료작물의 유묘들의 생육에 미치는 토양온도를 검토하고 옥수수가 수수보다 22.3도 토양조건에서 생육저하가 적었고 30.5도의 고온조건에서 수수의 생육속진이 보다 현저하였음을 보고하였다.

목초종자들의 포장출현율 향상을 위하여는 재배적지도의 하나가 종자처리인데 포장출현 조사를 실험실적으로 추정하려는 模擬 실험조건으로 고분자물질인 Poly Ethylene Glycol(PGE)을 사용하려는 연구가 시도되었고(윤, 1990) 100g의 증류수에 30g PGE의 농도에서 발아시험하는 것이 건조토양조건 발아와 유사한 것으로 결론지었다. 한편 PGR을 종자에 침지처리하여 삼투조절제로서 효과를 얻으려는 연구가 있는데 허(1990)에 따르면 20% 농도로서 이탈리아 라이그라스 종자침지처리는 10도 저온에서 발아 촉진 효과가 있었으며 20도의 상온에서는 도리어 억제되었다.

겉뿌림 초지조성시 목초종자에 증량제를 처리하여 종자무게를 증가시킴으로서 발아와 활착을 향상시키려는 실험이 있었으나(이, 1990) 실험실조건에서 연탄재, 우분, 계분 등의 오차드그라스 종자피복은 활착율 향상의 효과가 인정되지 못하였다.

간척지에 수수의 파종은 염해로 인하여 발아와 생육이 부진한데 김(1988) 등은 파종 후 모래피복은 除鹽효과가 크게 있었고 수수의 초장과 건물수량 역시 증가되었음을 보고하였다.

3. 광합성과 물질생산

사료작물의 생산은 근본적으로 광합성에 의한

탄소동화작용의 산물이며 영양생장에 따른 지상부 생체량에 해당된다. 한지형사료작물들은 광합성유형으로 C3 타입이나 난지형인 하계청예작물들은 대부분이 C4형에 속하여 고온 강광 조건에서 왕성한 생육을 나타내고 건물수량 생산이 매우 높다. 세계적으로 C4 광합성에 관한 많은 연구들이 사료작물에서 이루어졌으나 우리나라에서 광합성관련연구는 매우 제한된 수에 지나지 못하였다. 한(1986) 등의 수수류에 대한 토양수분 부족이 광합성과 기공저항에 미치는 영향을 조사하였던 바 포장용수량의 60~80% 토양수분 조건이 100%나 40%에 비하여 광합성이 높았고 기공저항도 저하되었다. 결과적으로 건물수량은 역시 수분과다나 부족조건이 적습에 비하여 감소되었다. 수수의 광합성은 증산, 엽온, 기온과 정의 상관율, 기공저항과는 부의 상관을 나타내었다. 아울러 광합성과 증산은 日中 변화가 뚜렷하였고 오후 2시에 최대치를 보였으나 오후 4시 이후 급격한 감소를 나타냈으나 기공저항은 일중변화가 명확치 않아 재검토가 필요하다. 이(1981) 등의 맥류작물의 기공저항의 일중변화는 광도에 따른 민감한 반응임을 밝혔고 오후 3시 이후부터의 기공저항의 증대현상은 체내의 수분부족으로 추론하였다.

초종에 따라 일사광도의 강약은 광합성에 영향하고 결과적으로 작물생육과 건물생산에 차이가 나타내게 된다. 혼파초지 조성시 상부에 위치하는 초종은 강한 일사광에 노출되는 반면 하부의 초종들은 차광으로 약광조건에서 생육하여야 한다. 최(1987)의 혼파조합들의 차광연구 결과는 *Lotus나 Trifolium*들이 화본과초종들보다 약광에서 생육저하가 심화되었음을 보고하였다. 오차드그라스와 라디노클로버의 혼파초지에서 일광부족보다는 지하부의 양수분 결합이 클로버의 초기경합력 약화에 근본원인이었음을 보고한 바 있다(이, 1984).

옥수수의 재식밀도에 따라 초형변화를 조사하였을 때 직립화 경향이 뚜렷하였고 방위별 배치는 남북향 선상에 배열되는 경향이 있었다. 이삭 상부 엽각을 직립화시키는 인위적 초형조작처리는 건물중과 종실수량에서 증가효과가 인정되었고 특히 밀식조건에서 각각 29%, 5%씩 증수되었다(이, 1987). 따라서 옥수수, 수수 등 사료작물의 초형을 수광성이 양호한理想形化 연구와 育種에의 적용을 검토할 필요가 있다.

4. 영양생리 및 시비

질소시비는 화분과 청예작물의 생장을 촉진하므로 예취 후 또는 월동 후 재생을 촉진하기 위하여 추비를 하는 것이 관행이다. 서(1983) 등은 수단그라스 잡종에 질소시비량을 10kg, 20kg으로 달리하였으나 새로운 분얼발생에 별 영향을 주지 않았고 고사율은 질소시비가 높은 처리에서 증가하였는데 특히 강우 조건이 저장탄수화물 소모를 증가시켜 고사율을 높인 것으로 보고하였다. 윤(1982)의 수단그라스에 대한 질소 시용은 연간 40kg/10a까지도 엽면적지수를 증가시켰고 건물수량을 높힐 수 있었다. 반면 체내 NO₃-N의 농도는 80kg/10a에서 급격히 높아져 중독위험치인 1500ppm을 초과하였다. 오차드그라스의 질소반응은 조성 1년차는 20kg, 2년차에는 40kg에서 최고수량에 도달하였고 NO₃-N 농도는 80kg 수준에서 위험치를 상회하였다(윤, 1981).

수수와 수단그라스에서 청산중독을 유발하는 HCN 농도는 약 1000ppm이 한계치인데 2엽기에서 한계치를 초과하였으나 4엽기 이후는 안전농도 상태를 유지하였고 18/8℃의 저온조건에서 HCN의 축적이 심하였다. 그러나 NO₃-N 농도는 6엽기까지 1000ppm 이상을 유지하였다가 8엽기에서 그 이하로 떨어졌다(김, 1986).

청예옥수수 수의 질소시비반응은 강(1986) 등의 연구에서 건물수량은 10a당 16,600본까지 밀식할수록 증가하였으나 가스화 건물수량과 종실수량은 5,550본의 재식과 질소 10kg 시용에서 최대치를 보였다. 이(1980) 등은 사일리지용으로 7,000본에서 최고수량을 얻었고 그 이상에서는 품질이 저하하였고 종실용으로는 5,000본이 적정이었음을 보고한 바 있다. 대관령 고냉지에서 옥수수 추비시용시기를 4엽기에서 10엽기까지 각각 달리하였으나 건물수량에 대한 차이는 인정되지 않았는데 서늘한 기상조건에서는 질소 15kg 추비 효과가 발현되지 못한 것으로 보인다(한, 1990).

오스트리아 혼파초지에서 질소추비의 경제성을 분석한 조(1990) 등의 연구는 무기태 질소 kg 시용당 0.8~1.6kg/10a의 건물수량증가를 나타낼 때를 경제적 한계로 설정하였다. 이에 부합되는 경제적 시비한계는 년 3회 예취시는 24~30kg/10a/year, 5회 예취시는 36~46kg/10a/year으로 분석되었고 매 예취후 추비량은 3회에서는 4.2~5.6kg, 5회에서는 3.8~

4.7kg으로 3차 회기곡선식을 통하여 추정하였다.

추파맥류의 청예이용을 위한 파종한계기에 관한 연구는 보리는 10월말, 호밀은 11월초까지 파종하여야 했고, 파종시기가 빠를수록 월동성이 향상되었다(김, 1977). 또 2회 예취와 12cm 높이 예취가 건물수량과 TDN 수량에서 가장 많았다(최, 1985). 맥류의 청예이용성에 관한 연구는 호밀, 밀, 보리 순으로 수량성이 낮아졌고 수확적기는 출수 후 24일경이 적기였다(연, 1991).

5. 예취와 재생생리

청예류나 목초류 사료작물들은 잦은 예취를 하게 되고 지상부가 제거된 그루터기는 재생을 개시하게 되지만 재생의 능력은 초종이나 환경조건에 따라 크게 다르다. 재생에 관련된 생리적 특성은 주로 잔존부위에 집적된 저장양분의 함량을 화학분석을 통하여 평가하였으나 재생이 시작될 때 이들 성분의 동원능력 즉, 분해효소의 활성이나 새로운 조직의 합성능력, 재생대사에 관여하는 식물생장조절물질에 대한 연구가 필요하다. 아울러 하부절에 존재하는 눈(潛芽)의 수와 새로운 분얼 발생능력이 중요한 요인으로 고려된다.

서(1983) 등의 수단그라스 잡종의 예취연구에서 저장탄수화물 함량은 예취후 급격한 감소를 보였으나 저장탄수화물 함량이 3~6% 이하로 저하할 때 그루터기의 고사에 직접적인 영향이 있었으며 재생과는 관계가 적은 것으로 평가하였다. 반면 이탈리아 라이그라스의 월동기간중 그루터기의 저장탄수화물 함량과 재생 건물중 증가와 정상상관이 인정되었고 타 성장지수와도 상관이 있었다(안, 1985). 이것은 한지형의 비구조적 탄수화물이 fructosan이지만 난지형의 경우 starch인 점과 재생기간의 온도조건이 차이가 있는 점들이 고려될 수 있으나 난지형 작물의 재생에 저장탄수화물 함량이 관계없지는 좀 더 명확한 검토가 필요하다.

수수 × 수단 교잡종의 예취강도에 따른 재생은 박(1988) 등의 연구에 의하면 출수기 이전 예취는 고사경 발생이 없었으나 잦은 예취나 낮은 예취에서 고사경 비율이 증가하였다. 수량은 연간 2회 예취에서 가장 많았고 예취높이는 10cm 경우가 가장 좋았음을 보고하였다. 유체는 생육기간이 길어질수록

수량은 증가하였고 질산태 질소 함량은 감소하였고
소화율에는 별 영향이 없었다(조, 1988).

인 용 문 헌

1. 강정훈, 이호진, 박병훈. 1986. 한초지 6:44-48
2. 김동암, 김문철, 장윤환. 1977. 한축지 19:25-29.
3. 김정갑, G. Voigtlaender. 1985. 한초지 5:121 - 126.
4. 김정갑, 한민수, 이상범, 한홍진. 1988. 한초지 8:55-60.
5. 박병훈. 1988. 한초지. 8:26-32.
6. 서 성, 김동암. 1983. 한초지 3:58-66.
7. 서 성, 김동암. 1983. 한초지 3:67-76.
8. 안계수. 1985. 한초지 5:13-21.
9. 윤세형. 1990. 한초지 11:70-76.
10. 윤진일, 이호진. 1981. 한작지 26:257-262.
11. 윤진일, 이호진. 1982. 한작지 27:66-71.
12. 연규복, 이춘우, 장영희 등. 1991. 한작지 496-500.
13. 이석순, 배동호. 1980. 농시보고 22(작물):128-133.
14. 이호진, 윤진일, 이광희. 1981. 한작지 26:45-50.
15. 이호진, 강진호. 1984. 한작지 29:298-305.
16. 이호진, 조명재, 이홍식. 1985. 한작지 30:76-83.
17. 이효원, 김훈기, 김창호. 1990. 한초지 10:
18. 조무환, 김동암. 1988. 한초지 8:33-39.
19. 조익환, G. Schechtner. 1990. 한초지 10:102-109.
20. 조익환, G. Schechtner. 1990. 한초지 10:158-163.
21. 최영원, 이호진. 1985. 한작지 30:340-346.
22. 최진용, 홍광표. 1987. 한초지 7:8-17.
23. 한홍진, 양종성, 안수봉. 1985. 한초지 5:152-161.
24. 한홍진, 류종원. 1986. 한초지 6:53-59.
25. 한홍진, 류종원. 1986. 한초지 6:60-64.
26. 허삼남. 1990. 한초지 10:121-128.