

저장탄수화물과 질소의 월동성과 재생활력에 대한 이용성  
IV. 추파 유채(*Brassica napus* L.)의 파종시기가 월동중 저장유기물함량 및  
수량에 미치는 영향

김태환\* · 김기원\*\* · 정우진 · 전해열\*\*\* · 김병호

Partitioning of Carbon and Nitrogen Reserves during Winter  
Adaptation and Spring Regrowth

IV. Effects of seeding date on the content of organic reserves on the  
wintering period and forage yield in rape(*Brassica napus* L.)

Tae Hwan Kim, Ki Won Kim, Woo Jin Chung, Hae Yeal Jean, and Byung Ho Kim

Summary

The objective of this study is to obtain the basic data for investigating the effects of organic reserves on winter survival or regrowth yield. Forage rape (*Brassica napus* L.) was sown at 10 days interval from Sep. 1 to Nov. 1. Field-grown plants were sampled on the before wintering (Dec. 4) and on the wintering period (Jan. 16) to analyze the nitrogen and non-structural carbohydrate reserves. The rate of winter survival and regrowth yield were also measured in the spring of next year.

On the before wintering, the dry matter yields from the plots sown on Sep. 1, Sep. 11 and Sep. 21 were 860, 596 and 260 kg/10a, respectively. No. harvest was carried out on the plots sown after Oct. 1 because the growth state was not enough to cut. Both of nitrogen and starch contents per plant significantly increased as the seeding date was later. On the wintering period, the contents of nitrogen reserves in roots were 176.8, 120.1, 71.7, 84.0, 72.1, 45.3 and 33.3 mg/plant, those of starch reserves were 199.0, 55.8, 21.8, 92.6, 86.5, 36.4 and 29.0 mg/plant, respectively, in the plots sown on Sep. 1, Sep. 11, Sep. 21, Oct. 1, Oct. 11, Oct. 21 and Nov. 1. The rates of winter survival were 40, 36, 33, 85, 87, 59 and 49% and regrowth yields were 161, 86, 65, 520, 451, 121 and 33 kgD.M/10a, respectively, in each plots.

These results clearly showed that seeding date has a close influence on the level of organic reserves and forage yield, and that the possibility of continuous utilization on the before and after wintering is extremely limited by seeding date.

---

\*이 논문은 1994년도 한국학술진흥재단의 지방대육성과제 연구비에 의하여 연구되었음

경상대학교 농과대학 낙농학과(Dept. of Dairy Sci., College of Agri., Gyeongsang National Univ., Chinju 660-701, Korea)

\*경상대학교 농과대학 축산진흥연구소(Inst. Develop. of Livestock Prod., College of Agri., Gyeongsang National Univ., Chinju 660-701, Korea)

\*\*진주산업대학교 낙농자원학과(Dept. of Dairy Resources, Chinju National Univ, Chinju 660-280, Korea)

\*\*\*밀양 산업대학교 축산학과(Dept. of Animal Science, Miryang National Univ., 627-130 Miryang, Korea)

## I. 서 론

조사료 생산기반이 약하고 도입사료의 의존도가 점차 증가되고 있는 현 실정에서 담리작 조사료와 청예사료작물의 이용확대 및 이용효율을 증대시키는 것은 조사료의 자급도를 향상시키기 위한 방안으로써 중요성이 강조되어진다. 이러한 관점에서 사초용 유채(*Brassica napus* L.)는 수도조기재배, 옥수수 및 콩과작물의 후작으로 재배하는 작부체계에 적합한 청예작물로서 유용하게 재배되고 있다. 우리나라 중부지방에서 유채의 재배상황은 단경기 작물로서 이른 가을 파종하여 월동전에 예취하여 1회 이용으로 그치고 있으나, 平石(1956) 및 김과 한(1984)은 월동후 녹사료가 부족한 이른 봄에 청예사료로서 효율적으로 이용할 수 있다고 하였다. Kalmbacher 등(1982)은 추파한 유채의 예취이용시기나 추파시기의 적절한 조절에 의해 월동후 총수량의 증가를 얻을 수 있었다고 보고하므로써, 월동작물인 유채를 추파하여 늦 가을이나 이른 겨울에 예취이용하고 이듬해 봄 재생수량에 대한 연속적 이용에 대한 가능성을 제시하였다. 이러한 가능성은 유채와 같이 월년생으로 생육기간이 제한된 사료작물의 생초공급기간을 늘이고, 생산성을 재고하는데 매우 중요한 의미가 있을 것으로 사료된다. 따라서 사초용 유채의 월동성 및 이듬해 봄 재생활력에 영향을 미치는 내적, 외적 요인에 대한 생리학적 규명이 절실히 요구되나, 대부분의 연구가 청예사료원으로서의 생산성 및 사료적 가치에 대한 평가에 중점을 두고 있는 실정이다.

장기간의 저온환경에 접하는 월동기간 동안 작물생장 및 식물체내 대사작용의 심각한 변화를 동반하게 된다. 월동기간중 가장 뚜렷한 대사적 변화는 저장조직내의 유기화합물의 축적으로 나타난다. *Medicago sativa*(Boyce와 Volenec, 1992; Kim 등, 1993), *Lolium perenne*(Curry 등, 1988) 및 *Trifolium subterraneum* (Phillips 등, 1983) 등의 사료작물종에서 저장유기물의 분해 및 전이 현상이 광범위하게 보고되었다. 월동기간중 축적된 유기화합물은 저온에 대한 저항성(cyprotection)을 높이는데 이용되며 (Mackenzie 등, 1988), 이른 봄 작물의 성장이 재개됨에 따라 저장유기물은 급격히 분해되면서 생장재개에 필요한 영양소 및 에너지 공급원으로서 이용되어

진다(Cooper와 watson, 1968; Volence 등 1991). 이러한 결과들은 월동기간중의 유기화합물의 저장수준이 월동중과 월동후 재생수량에 밀접한 영향을 미치게 됨을 간접적으로 제시한다.

월동기간중의 저장기관내 영양원 및 에너지원의 축적정도는 월동전의 관리 및 이용방법에 따라 직접적인 영향을 받게 된다. 월동작물의 경우 생육임계온도 이하로 내려가는 월동기까지 필요한 저장유기물을 확보하기 위한 생육기간이 요구되므로 파종기에 제한을 받게 된다. Cook와 Evans (1978)은 파종밀도가 높을수록 식물개체간의 광, 수분 및 비료성분에 대한 경합이 높기 때문에 개체당 저장유기물의 합성이 감소된다고 하였다. Youngner(1979) 및 Hodgkinson(1973)은 예취높이를 너무 낮게 하거나 빈번한 예취에 의해 뿌리성장이 억제되고 고사율이 증가한다고 하였다. 이러한 현상은 잎과 줄기의 성장에 필요한 amino acid 및 carboxylic acid의 공급원인 저장유기물의 과도한 분해 및 이용후 낮은 재합성에 의한 것으로 추측된다(Gordon과 Kessler, 1990). 본 시험의 제 III보에서 월동전 예취시기는 월동중의 저장 질소 및 전분의 함량에 유의적인 영향을 미치게 되며, 월동중의 저장유기물과 월동을 혹은 이듬해 재생수량간에 각각 고도의 정의 상관관계가 인정되었다. 추파후 월동전에 예취이용할 경우 예취시기가 늦을수록 유리하나, 월동후 이른 봄에 이용하기 위해서는 11월 중순이전에 예취한 후 월동시키는 것이 유리한 것으로 나타났다.

본 보에서는 1) 월동전 생육 및 수량에 미치는 영향 2) 월동기간중의 저장유기물함량의 변화 3) 파종시기에 따른 월동을 및 수량을 각각 규명함으로써, 남부지방에서 추파유채의 월동전 및 월동후의 연속적 이용에 의한 생산성 및 이용효율을 증진시킬 수 있는 가능성을 검토하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 시험기간 및 공시품종

본 시험은 1994년 9월부터 1995년 5월까지 진주 산업대학교 사료작물포장에서 수행하였다. 본 시험에 앞서 실시한 사초용 유채(*Brassica napus* L.) 7품종

(Akela, 청풍, Debra, Emerald, English Giant, Germany, Swiss)에 대한 생육조사의 결과에 따라 만생종이며 엽면적이 넓고 지상부위 청예수량 및 사료적 가치가 높았던 청풍을 공시품종으로 하였다.

## 2. 파종 및 포장관리

시험구는 1구의 면적을 1.0×1.0m로 하여 3반복으로 완전 임의 배치하였다. 7 처리의 파종시기에 따

라 9월 1일부터 11월 1일까지 10일 간격의 각 파종일에 개체간의 거리를 사방 25cm 간격으로 점파하였다. 시비량은 10a 당  $N/P_2O_5/K_2O=10/8/8kg$ 으로 질소는 1/3을 기비로 파종시에 주고 2/3는 해빙기인 2월 하순에 추비로 사용하였고, 퇴비는 1,000kg/10a을 전량기비로 사용하였다 실험전 포장의 토양조건은 Table 1에 나타낸 바와 같다. 기타 재배관리는 일반관행법에 준하였다.

Table 1. Soil properties of the experimental field

pH (H <sub>2</sub> O, 1:5)	Total nitrogen(%)	Organic matter(%)	Avail. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Exchangeable cation(me/100g)				Texture
				K	Ca	Mg	Na	
6.3	0.2	3.30	568	0.64	6.3	1.8	0.31	Loam

월동전 (12월 4일)에 지표면으로 부터 6cm 높이에서 예취하여 청예 및 건물수량을 측정하고, 저장 유기물 함량의 분석을 위한 뿌리시료를 채취하였다. 월동중 (1월 16일)에는 분석용 뿌리시료만 채취하였다. 월동후 이른봄 각 시험구의 월동전 개체수에 대한 생존개체에 대한 비율로 월동율을 구하고 재생기간중 생육특성을 10일 간격으로 조사하였다. 4월 5일에 전 시험구를 일괄예취하여 재생수량을 각각 측정하였다. 저장 유기물 함량의 분석을 위해 채취한 뿌리시료는 흙을 제거한 후 증류수로 행군 다음 수분을 제거한 후 개체당 중량을 측정후 deep frizer에서 보관하였다.

## 3. 분석방법

Total N의 측정은 건물시료 200mg을 3% salicylic acid에 의해 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>를 환원시킨 후 Kjeldahl mineralization시키고, Conway dish에서 microdiffusion 후에 수거된 NH<sub>4</sub>Cl을 ammonia color reagent와 발색반응 시킨후 410nm에서 ammonium 함량을 측정하였다.

가용성당의 분석은 -20℃에서 보관중이던 시료를 상온에서 해빙시킨 다음, 2.5g의 시료를 ethanol 80% (V/V)에 추출하여, ethanol 액상추출물을 전 처리과정을 거쳐 0.45nm Acrodisc를 이용하여 여과한 다음 eppendorf tube에 수거하여 HPLC 분석용 시료를 준비

하였다. mannitol(1mg/1ml)을 internal standard로 하여 20μl의 시료를 HPLC(Pharmacia, LKB, LCC2252)에서 Carbohydrate Analysis Column(Waters associates)를 통하여 80% Acetonitrile(flow rate, 2ml/min)을 용매로 하여 단당류와 이당류를 분리하였다.

전분함량의 분석은 건물시료(200mg)의 ethanol 추출후 여과잔여물을 8 N HCl을 포함한 20ml의 dimethylsulfoxide에 의해 전분을 용해시킨 후, 준비된 시료를 Test-Combination KIT(Boehinger Mannheim GmbH, 1987)를 이용해 일련의 효소적 방법에 의해 전분함량을 측정하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 월동전 생육 및 Biomass

파종일을 9월 1일부터 11월 1일까지 10일 간격으로 파종하여 월동전(12월 4일)에 예취하였을 때 건물 및 조단백질 수량을 Fig. 1에 나타내었다.

10a당 건물수량은 9월 1일, 9월 11일 및 9월 21일 파종구에서 각각 860, 390 및 260kg으로 파종시기가 늦어질수록 유의적인 감소를 보였다. 10월 1일 이후의 파종구에서는 생육이 부진하여 예취할 만큼의 충분한 수량을 확보하지 못해 월동전 예취없이 월동시켰다. 10a당 청예수량은 9월 1일, 9월 11일 및 9월 21

일 파종구에서 각각 9,916, 5,767 및 2,733kg 이었고, 조단백질 수량은 10a당 각각 192.5, 122.6 및 58.2kg으로 파종시기가 늦어짐에 따라 뚜렷한 감소를 보였다. 파종일이 가장 빨랐던 9월 1일 파종구에 비해 파종이 10일 늦어짐에 따라 청예, 건물 및 조단백질 수량은 각각 62, 55 및 55%가 감소하고, 파종이 20일 늦어짐에 따라 각각 72, 70 및 70%가 감소함을 보여준다. 잎내의 질소함량은 3.5에서 3.6% 범위로 파종시

기의 조만에 따른 유의적인 차이가 없었다.

이러한 결과들로 부터 남부지방에서 옥수수나 콩과 작물의 후작으로 유채를 파종하여 월동전 예취 이용하고자 할 때는 파종시기를 가급적 앞당겨야 될 것으로 사료되며, 월동전 예취시 어느정도 경제성이 있는 수량을 확보하기 위해서는 적어도 9월 하순까지는 파종을 하여야 될 것으로 사료된다.

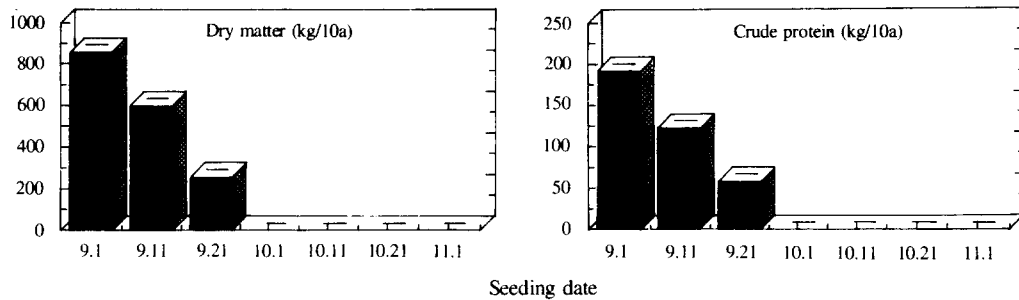


Fig. 1. Dry matter and crude protein yield affected by seeding date on the before wintaring (Dec. 4). The plots sown after Oct. 1 were not harvested. Each value is the mean  $\pm$  S.E. for n=3

## 2. 월동중 뿌리내 저장유기물의 함량 변화

월동전 파종시기를 달리했을 때 월동전 및 월동중 뿌리내 질소함량의 변화는 Fig. 2에 나타난 바와 같다. 월동전 질소함량은 9월 1일, 9월 11일 및 9월 21일 파종구에서 식물체 개체당 각각 89.2, 76.9 및 64.8mg으로 파종시기가 늦어질수록 유의적으로 감소하였다. 각 시험구의 월동중(1월 16일) 뿌리내 질소함량은 9월 1일, 9월 11일, 9월 21일, 10월 1일, 10월 11일, 10월 21일 및 11월 1일 파종구에서 개체당 각각 176.8, 120.1, 71.7, 84.0, 72.1, 45.3 및 33.3mg 이었다.

월동전 1회 예취를 실시한 시험구에서 월동전과 월동중의 개체당 뿌리내 질소함량 비교하면 파종시기가 이룰수록 월동기간중 뿌리내 질소 축적이 높았다. 9월 1일, 9월 11일 및 9월 21일 파종구에서 각각 월동전 함량에 비해 98, 56 및 11% 증가하였다. 각 파종시기구의 월동중의 뿌리내 질소함량을 비교하면 월동전의 예취이용과 관계없이 파종시기가 늦을수록 월동전 저장질소의 축적이 낮았다. 즉 10월 이후의

파종은 예취없이 월동에 들어 가더라도 뿌리내 질소의 축적량은 낮았는데, 이는 이들 파종구에서 월동전 낮은 성장율과 관련이 있는 것으로 사료된다. 따라서 10월 상순이후의 파종은 정착 및 초기성장이 낮으며 작물성장의 임계온도 이하로 내려가는 월동기까지

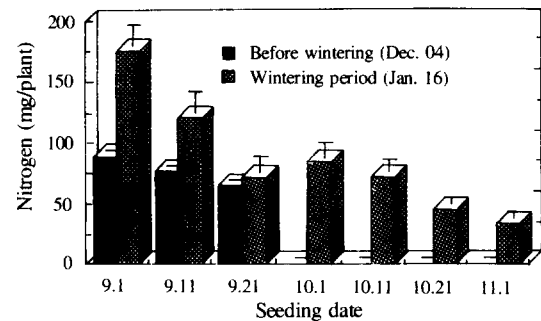


Fig. 2. Total nitrogen content in roots affected by the seeding date on the before wintaring and on the wintaring period. The plots sown after Oct. 1 were not harvested on the before wintaring. Each value is the mean  $\pm$  S.E. for n=3

재생을 할 수 있는 생육일수를 충분히 확보하는데 제한을 받게 됨을 간접적으로 제시한다.

월동전 및 월동중 뿌리내 전분함량의 변화는 Fig. 3과 같다. 월동전 전분함량은 9월 1일, 9월 11일 및 9월 21일 파종구에서 개체당 각각 282.3, 233.5 및 138.8mg으로 파종시기가 늦어질수록 유의적으로 감소하였다. 각 시험구의 월동중(1월 16일) 뿌리내 전분함량은 9월 1일, 9월 11일, 9월 21일, 10월 1일, 10월 11일, 10월 21일 및 11월 1일 파종구에서 개체당 각각 199.0, 55.8, 21.8, 92.6, 86.5, 36.4 및 29.0mg 이었다. 월동전 1회 예취를 실시한 시험구에서 월동전과 월동후 전분함량을 비교하면, 9월 1일, 9월 11일 및 9월 21일 파종구에서 월동전 함량에 비해 30, 76 및 84%가 각각 감소하였다. 예취후 뿌리내 저장전분의 감소비율은 파종시기가 늦을수록, 월동전 저장수준이 낮을수록 감소비율이 높았다. 이러한 결과로 부터 예취 후의 월동기간 동안에는 질소보다 비구조성 탄수화물의 이용성이 높음을 알 수 있다. 이러한 저장전분의 감소는 월동중이나 이듬해 봄에 분해되어 월동기간중 저온환경에 대한 내성이나 이른 봄 작물성장의 재개에 필요한 에너지공급원으로써 이용된다고 추측한 Cooper와 Watson(1968) 및 Mckenzie 등(1988)의 보고와 밀접한 관련이 있는 것으로 사료된다. 한편 월동중의 파종시기에 따른 뿌리내 전분함량을 비교하면 월동전 예취구 및 비예취구 공히 파종시기가 늦을수록 저장전분의 함량이 감소하였다. Frankhauser 등(1989)은 *Medicago sativa*의 예취후 뿌리조직내에 축적된 전분의 약 70% 정도가 감소한다고 하였으며, 이러한 전분함량의 감소는 뿌리의 호흡

과 재생조직의 성장과 밀접한 관계가 있다고 하였다.

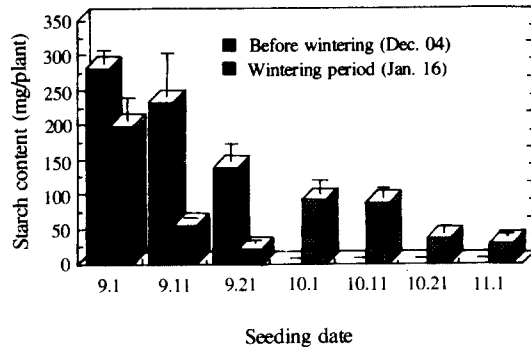


Fig. 3. Starch content in roots affected by seeding date on the before wintaring and on the wintaring period. The plots sown after Oct. 1 were not harvested on the before wintaring. Each value is the mean  $\pm$  S.E. for n=3

### 3. 월동율 및 재생수량

파종시기에 따른 수량은 Fig. 4에 나타난 바와 같다. 파종시기에 따른 각 시험구의 월동율은 9월 1일, 9월 11일, 9월 21일, 10월 1일, 10월 11일, 10월 21일 및 11월 1일 파종구에서 각각 40, 36, 33, 85, 87, 59 및 49% 이었다. 월동전 1회 예취한 9월 1일, 9월 11일 및 9월 21일 파종구의 월동율은 평균 36%이었으며, 월동전 예취를 하지 않았던 10월 1일 이후 파종구의 평균 월동율은 70%로 예취구에 비해 유의적

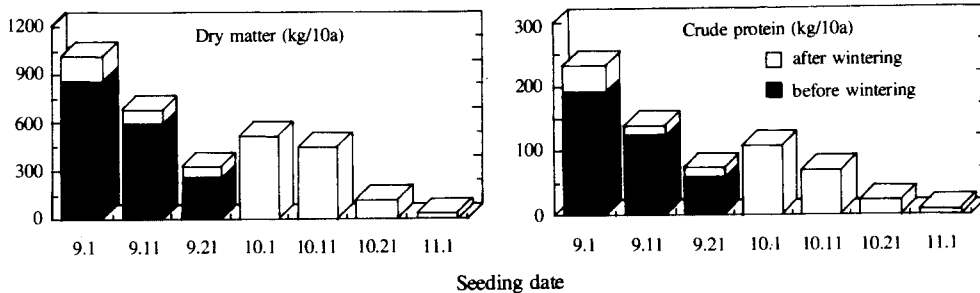


Fig. 4. Total yield of dry matter and crude protein affected by seeding date. The plots sown after Oct. 1 were not harvested on the before wintaring. Each value is the mean for n=3

으로 높았다. 월동중의 개체당 질소 및 전분함량과 관련하여 비교하면 9월 1일 파종구의 경우 월동중의 저장유기물의 수준이 10월 1일 파종구보다 52.5%(질소) 및 53.5%(전분) 높은 수준임에도 불구하고 월동율은 10월 1일 파종구보다 훨씬 낮았다. 이러한 결과는 월동전의 예취가 저장유기물의 대사 및 이용경로에 밀접한 영향을 미치게 됨을 간접적으로 예시한다. 저장유기물의 주요 이용경로는 성장중인 잎과 줄기로의 전이, 잎과 뿌리의 호흡 및 환경 혹은 물리적 스트레스에 대한 내성에 필요한 에너지 공급원으로서 대별할 수 있다. 본 시험의 결과에서 보는바와 같이 예취구의 뿌리내 질소 및 전분의 수준이 높더라도 비예취구의 월동율을 보다 낮은 월동율을 보이는 현상으로부터 예취후 재생시 저장유기물이 저온환경하에서 기본적 생존을 위한 에너지공급원으로서 이용보다는 재생기관의 성장과 호흡에 우선 이용되는 것으로 추측할 수 있다. Smith와 Silva(1969)는 예취후 재생중인 *Medicago sativa*의 뿌리내 저장탄수화물의 약 68%가 재생기관의 성장에 이용되는 반면, 잎과 뿌리의 호흡에 이용되는 저장유기물의 함량은 적다고 하였다. Ta 등(1990)은  $^{15}\text{N}$ 과  $^{14}\text{C}$ 의 재생 24일 동안 저장질소의 25% 및 저장탄수화물의 12%가 재생중인 잎과 줄기로 전이 된다고 하였다. Kim 등(1991; 1993) 및 Oury 등 (1994)은  $^{15}\text{N}$  labeling에 저장질소의 재생활력에 중요한 역할을 하며 재생초기 10일동안 재생중인 잎과 줄기의 성장에 요구되는 질소의 약 2/3가 저장질소의 전이로 부터 공급된다고 하였다.

파종시기에 따른 각 시험구의 월동후 재생수량은 9월 1일, 9월 11일, 9월 21일, 10월 1일, 10월 11일, 10월 21일 및 11월 1일 파종구에서 각각 161, 86, 65, 520, 451, 121 및 33 kgD.M/10a 이었다. 월동전 1회 예취한 9월 1일, 9월 11일 및 9월 21일의 재생수량은 10a당 평균 104 kgD.M으로 낮았다. 월동전 예취를 하지 않았던 예취구의 경우 10월 중순 이전의 파종구에서는 어느정도 경제성이 있는 수량을 확보하였지만, 이후 파종구의 수량은 급격히 감소하였다. 따라서 재생수량 및 월동율은 파종시기의 조만 뿐만 아니라 월동전의 예취의 유무에 따라 크게 영향을 받을 수 있다. 파종밀도를 달리하고 예취는 동일하게 처리하여 월동전 저장유기물의 함량과 월동율 및 재생수량과의 상관관계는 각각 1% 수준의 유의적 상관관계

가 인정되었으나(제 II 보, Table 4), 본 시험에서는 월동중의 개체당 저장유기물의 절대적 함량과 청예수량간에는 유의적인 상관이 인정되지 않았다. 이러한 결과는 예취후 장기간의 저온조건이 지속되는 월동기간 동안 저장유기물의 이용경로에 변화가 있음을 보여준 것으로 생각된다. 따라서 차후 연구 과제로서 저장유기물의 대사적 경로를 심도있게 규명하기 위해  $^{15}\text{N}$ 과  $^{13}\text{C}$ 의 이중 labelling에 의한 각 대사물질의 이용경로에 질적 및 양적 평가의 필요성이 강조된다. 파종시기에 따른 총 수량(월동전+월동후)은 9월 1일, 9월 11일, 9월 21일, 10월 1일, 10월 11일, 10월 21일 및 11월 1일 파종구에서 각각 1,021, 682, 325, 520, 451, 121 및 33 kgD.M/10a 이었으며, 총 조단백질 생산량은 각각 232, 138, 73, 107, 69, 22 및 9 kg/10a 이었다. 이러한 결과들로부터 남부지방에서 옥수수나 콩과 작물의 후작으로 청예유채를 최대한 당겨서 파종하는 것이 유리할 것으로 사료된다. 월동전 예취이용후 이듬해 봄의 재생수량에 대한 연속적 이용을 위해서는 늦어도 9월 하순전에는 파종을 하여야 하며, 10월 하순이후의 파종은 월동전 수량 뿐만 아니라 재생수량도 매우 낮아, 경제적 수량을 확보할 수 있는 한계 파종일은 10월 중순으로 사료된다.

#### IV. 적 요

월동기간중의 저장유기물함량이 월동율 및 이듬해 봄 재생활력에 미치는 작물학적 중요성을 규명하는데 기본목적을 두고, 사초용유채(*Brassica napus* L.)를 9월 1일부터 11월 1일까지 10일 간격으로 파종일을 달리하여 파종한 후 12월 4일 예취후 월동시켰다. 월동전(12월 4일)과 월동중(1월 16일)의 수량, 뿌리내 전분 및 질소함량을 각각 분석하고, 이듬해 봄의 월동율 및 재생수량을 각각 조사 분석하였다.

월동전의 건물수량은 9월 1일, 9월 15일 및 9월 25일 파종구에서 각각 10a당 860, 596 및 260kg이었으며 이후 파종구에서는 충분한 수량이 확보되지 않아 월동전 수확없이 월동시켰다. 월동전 뿌리내 질소 및 전분함량은 공히 파종일이 늦을수록 유의적으로 감소하였다. 월동중 뿌리내 질소함량은 9월 1일, 9월 11일, 9월 21일, 10월 1일, 10월 11일, 10월 21일 및

11월 1일 파종구에서 개체당 각각 176.8, 120.1, 71.7, 84.0, 72.1 45.3 및 33.3mg 이었고, 전분함량은 각각 199.0, 55.8, 21.8, 92.6, 86.5, 36.4 및 29.0mg 이었다. 각 시험구의 월동율은 40, 36, 33, 85, 87, 59 및 49% 이었고, 월동후 재생수량은 10a당 각각 161, 86, 65, 520, 451, 121 및 33 kgD.M 이었다.

이상의 결과들은 파종시기는 저장유기물의 함량 및 월동전·후의 수량에 영향을 미치는 관리적 요인이며, 추파유체의 월동전 예취이용후 이듬해 봄의 재생수량에 대한 연속 이용의 가능성은 파종시기에 의해 매우 제한을 받음을 잘 보여준다.

## V. 인용 문헌

- Boehringer Mannheim GmbH. 1987. Methods of biochemical analysis and food analysis. Boehringer Mannheim, Germany, p. 118.
- Boyce, J and J.J. Volenec. 1992. Taproot carbohydrate concentrations and stress tolerance of contrasting alfalfa genotypes. *Crop Sci.* 32:757-761.
- Cook, M.G. and L.T. Evans. 1978. Effects of sequential defoliation on luzerne (*Medicago sativa* L.). *Aust. J. Agri. Res.* 28:769-776.
- Cooper, C.S. and C.A. Watson. 1968. Total available carbohydrates in roots of sainfoin (*Onobrychis viciaefolia* Scop). and alfalfa (*Medicago sativa* L.) when grown under several management regimes. *Crop Sci.* 8:83-85.
- Frankhauser, J.J., J.J. Volenec and G.A. Brown. 1989. Composition and structure of starch from taproots of contrasting genotypes of *Medicago sativa* L. *Plant Physiol.* 90:1189-1194.
- Gordon, A.J. and W. Kessler. 1990. Defoliation induced stress in nodules of white clover. *J. Exp. Bot.* 41(231):1255-1262.
- Hodgkinson, K.C. 1973. Establishment and growth of shoots following low and high cutting of luzerne in relation to the pattern of nutrient uptake. *Aust. J. Agri. Res.* 24:497-510.
- A. Jung. 1982. The management of *Brassica* for winter forage in the sub-tropics. *Grass Forage Sci.* 37:217-225.
- Kim, T.H., A. Ourry, J. Boucaud and G. Lemaire. 1991. Changes in source-sink relationship for nitrogen during regrowth of lucerne(*Medicago sativa* L.) following removal of shoots. *Aust. J. Plant Physiol.* 18:593-602.
- Kim, T.H., A. Ourry, J. Boucaud and G. Lemaire. 1993. Partitioning of nitrogen derived from N<sub>2</sub> fixation and reserves in nodulated *Medicago sativa* L. during regrowth. *J. Exp. Bot.* 44(260):550-562.
- MacKenzie, J.S., R. Paquin and S.H. Duke. 1988. Cold and heat tolerance. In: Hanson, A.A., ed. *Alfalfa and alfalfa improvement*. American Society of Agronomy, Madison, WI, pp. 259-302.
- Ourry, A., J. Boucaud and J. Salette. 1988. Nitrogen mobilization from stubble and roots during regrowth of defoliated perennial ryegrass. *J. Exp. Bot.* 39: 803-809.
- Ourry, A., T.H. Kim and J. Boucaud. 1994. Nitrogen reserve mobilization during regrowth of *Medicago sativa* L.: Relationships between availability and regrowth yield. *Plant Physiol.* 105:831-837.
- Philips, D.A.C., D.M. Center and M.B. Jones. 1983. Nitrogen turnover and assimilation during regrowth in *trifolium subterraneum* L. and *Bromus mollis* L. *Plant Physiol.* 71:472-476.
- Smith, D. and J.P. Silva. 1969. Use of carbohydrate and nitrogen root reserves in the regrowth of alfalfa from greenhouse experiments under light and dark conditions. *Crop Sci.* 9:464-467.
- Volenec, J.J., P.J. Boyce and K.L. Hendershot. 1991. Carbohydrate metabolism in taproots of *Medicago sativa* L. during winter adaptation and spring regrowth. *Plant Physiol.* 96:786-793.
- Ta, T.C., F.D.H. Macdowall and M.A. Fairs. 1987. Utilization of carbon from photosynthesis and nodule: CO<sub>2</sub> fixation in the fixation and assimilation

- of nitrogen by alfalfa root nodules. *Can. J. Bot.* 65:2537-2541.
18. Youngner, V.B. 1979. Physiology of defoliation and regrowth. In: Youngner, V.B. and C.M. McKell, ed. *The biology and utilization of grasses*. pp. 292-301.
19. 金丙鎬, 韓鐘煥. 1984. 青刈油菜의 品種別 飼料價値에 관한 研究. I. 生育特性 및 收量. *韓畜誌* 26(3):265-268.
20. 平石勝善. 1956. 秋力ら春にかけての 青刈飼料の栽培. *畜産の研究*. 10(10):1163-1164.