韓草誌(J. Korean Grassl. Sci.) 15(4) : 238 ~ 244, 1995

저장탄수화물과 질소의 월동성과 재생활력에 대한 이용성
Ⅲ. 추파 유채(*Brassica napus* L.)의 예취시기가 월동중 저장 유기물함량 및 수량에 미치는 영향

김태환* · 김기원** · 정우진 · 전해열*** · 김병호

Partitioning of Carbon and Nitrogen Reserves during Winter Adaptation and Spring Regrowth
Ⅲ. Effects of cutting 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 survial or regrowth yield. Forage rape(*Brassica napus* L.) was sown on Sep. 1, 1994. Experimental plots were divided into three replicates under 6 different cutting dates(10 days interval from Oct. 15 to Dec. 4). Field-grown palnts were sampled on the each cutting date 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, dry matter yields were 152, 274, 500, 718, 776 and 981 kg/10a, respectively, from the cutting date on Oct. 15, Oct. 25, Nov. 4, Nov. 14, Nov. 24, and Dec. 4. Crude protein yield significantly increased as cutting date was later until Nov. 14, thereafter a significant increase did not occured. Nitrogen and starch contents per plant significnatly increased as the cutting date was later. The increasing rate of starch was greatly higher than that of nitrogen. On the wintering period, nitrogen reserves in roots were 85.3, 68.8, 47.6, 28.3, 44.3, and 55.3 mg/plant, and starch reserve were 111.3, 75.3, 39.3, 19.6, 26.4 and 34.6 mg/plant, respectively, in the plots cut on Oct. 15, Oct. 25, Nov. 4, Nov. 14, Nov. 24, and Dec. 4. It showed that carbohydrate reserves were much highly utilized than nitrogen reserves during wintering period. The rates of winter survival were 91, 83, 46, 22, 35 and 43% and regrowth yields were 692, 545, 316, 84, 127 and 140 kgD.M/10a, respectively, in each plots. The highly significant correlation ($p<0.01$) between the level of organic reserves and the rate of winter survival or regrowth yield were obtained.

"이 논문은 1994년도 한국학술진흥재단의 지방대 육성과제 연구비에 의하여 연구되었음"

경상대학교 농과대학(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(Dept. of Dairy Resources, Chinju National Univ, Chinju 660-280, Korea)

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

Ⅰ. 서 론

미곡위주의 작부체계하에서 사료작물의 재배면적이 극히 제한을 받고 도입사료의 의존도가 점차 증가되고 있어 자급사료의 확보가 심각해지고 있는 현 실정에서 답리작조사료와 청예사료작물의 이용확대 및 이용효율을 증대시키는 것은 조사료의 자급도를 향상시키기 위한 방안으로써 중요성이 강조되어진다. 사초용 유채(*Brassica napus* L.)는 수도조기재배, 옥수수 및 콩과 작물의 후작으로 재배하는 작부체계에 적합한 청예작물로서 토지이용도를 높이고, 다른 목초나 야초의 생육이 정지되고 품질이 저하되는 늦가을에 우수한 청초생산원으로써 유용하게 재배되고 있다. 이러한 관점에서 청예작물로서의 작물학적 가치를 평가하기 위해 사초용 유채 품종들간의 생산성 및 사료가치에 비교 평가(김 등, 1986; 안 등, 1989), 도입사초용 유채품종의 제형질간의 상관계수, 경로계수 및 유전력(이 등, 1977), 영양함량 및 소화율(안 등, 1989), 재식밀도에 따른 수량 및 영양소함량(조 및 김, 1988; 안 및 권, 1989)등의 폭 넓은 연구결과가 보고되었다.

한편, 김 과 한(1984)은 우리나라 남부지역에서 추파한 만생종의 경우 89~96%의 높은 월동율을 보고하였으며, 월동후 녹사료가 부족한 4월 중·하순에 예취이용하는 것이 효율적이라고 제시하였다. Kalmbacher 등(1982)은 추파한 유채의 예취이용시기나 추파시기의 적절한 조절에 의해 월동후 총 수량의 증가를 얻을 수 있었다고 하므로서, 월동작물인 유채를 추파하여 늦가을이나 이른 겨울에 예취이용하고 이듬해 봄 재생수량에 대한 연속적 이용에 대한 가능성을 제시하였다. 이러한 가능성은 유채와 같이 월년생으로 생육기간이 제한된 사료작물의 효율적 이용이나 생산성을 제고하는데 매우 중요한 의미가 있을 것으로 사료된다. 유채의 월동후 재생수량은 월동중의 식물체내 대사와 밀접한 관계가 있으므로 이 기간동안의 질소 및 탄수화물의 내부적 대사의 심도있는 이해가 요구된다. 월동기와 같이 장기간의 저온 조건하에서 무기태 질소의 흡수력 감소 및 탄수화물 합성경로의 활력감소(Clarkson과 Warner, 1979; Bravo와 Ubibe, 1981; Macduff 등, 1987; Volenec 등, 1991)에 의해 외부로부터 질소 및 탄수화물 공급이 심각하게 제한을 받게 되므로, 이 기간동안 식물체내 축적된 저장유기물의 분해 및 전이현상이 대사적으로 중요성을 가지게 된다. 월동기간중의 저장기관내 영양원 및 에너지원의 축적정도는 월동전의 관리(파종밀도, 파종시기 및 시비관리 등) 및 이용방법(예취빈도, 예취시기 및 예취높이 등)에 따라 직접적인 영향을 받게 될 것으로 사료된다. 이러한 관점에서 월동중의 저장질소 및 탄수화물이 월동율과 재생활력에 대한 이용성 및 각 저장유기물 수준과의 상관관계를 규명함으로써, 월동후 경제성이 있는 재생수량을 확보할 수 있는 관리 및 이용방법을 확립하는 기초적인 자료를 얻을 수 있을 것으로 사료되어 진다.

따라서 본 시험은 포장조건하에서 추파한 유채의 예취시기에 따른 1) 월동중 뿌리내 유기물의 저장질소 및 탄수화물 함량의 변화를 살펴보고 2) 저장유기물의 수준이 이듬해 봄의 월동율 및 재생수량에 미치는 영향을 규명 함으로써, 남부지방에서 추파유채의 월동전 및 월동후의 연속적 이용에 의한 생산성 및 이용효율을 증진시킬 수 있는 가능성을 검토하고자 하였다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 시험시간 및 공시품종

본 시험은 1994년 9월부터 1995년 5월까지 진주산업대학교 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. 파종은 9월 1일에 개체간 25cm 간격으로 점파하였다. 시비량은 N-P_2O_5-K_2O = 10-8-8kg/10a으로 질소는 1/3을 기비로 파종시에 주고 2/3는 해빙기인 2월 하순에 추비로 사용하였고, 퇴비는 1,000kg/10a를 전량기비로 시용하였다. 실험전 포장의 토양조건은 Table 1에 나타낸 바와 같다. 기타 재배관리는 일반관행법에 준하였다.

Table 1. Soil properties of the experimental field

pH (H_2O, 1:5)	Total nitrogen(%)	Organic matter(%)	Avail. P_2O_5 (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

예취시기를 10월 15일부터 12월 4일까지 10일 간격으로 6차례 달리하였다. 각 예취일에 지표면으로부터 6cm 높이에서 예취하여 청예 및 건물수량을 측정하고, 저장 유기물 함량의 분석을 위한 뿌리시료를 채취하였다. 대조구는 월동전 예취를 실시하지 않고 월동에 들어갔다. 전 시험구 공히 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 헹군 다음 수분을 제거한 후 개체당 중량을 측정한 후 deep frizer에서 보관하였다.

3. 분석방법

Total N의 측정은 건물시료 200mg을 3% salicylic acid에 의해 NO_3^-를 환원시킨 후 Kjeldahl mineralization시키고, conway dish에서 microdiffusion 후에 수거된 NH_4Cl를 ammonia color reagent와 발색반응 시킨 후 410nm에서 ammonium 함량에 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 준비하였다. Mannitol(1mg/ml)를 internal standard로 하여 20㎕의 시료를 HPLC (Pharmacia, LKB, LCC2252)에서 Carbohydrate Analysis Column (Waters associates)를 통하여 80% acetonitrile(flow rate, 2ml/min)를 용매로 하여 단당류와 이당류를 분리하였다.

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

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 월동전 생육 및 Biomass

9월 1일 파종하여 예취시기를 10월 15일부터 12월 4일까지 10일 간격으로 달리하였을 때 건물 및 조단백질 수량은 Fig. 1에 나타낸 바와 같다. 10a당 건물수량은 10월 15일, 10월 25일, 11월 4일, 11월 14일, 11월 24일 및 12월 4일 예취구에서 152, 274, 500, 718, 776 및 981kg으로 예취시기가 늦어질수록 유의적인 증가를 보였다. 10a당 청예수량은 10월 15일 예취구의 1,490에서 12월 4일 예취구의 8,367kg의 범위에서 예취시기가 늦어질수록 증가하였다. 조단백질 생산수량은 10월 15일, 10월 25일, 11월 4일, 11월 14

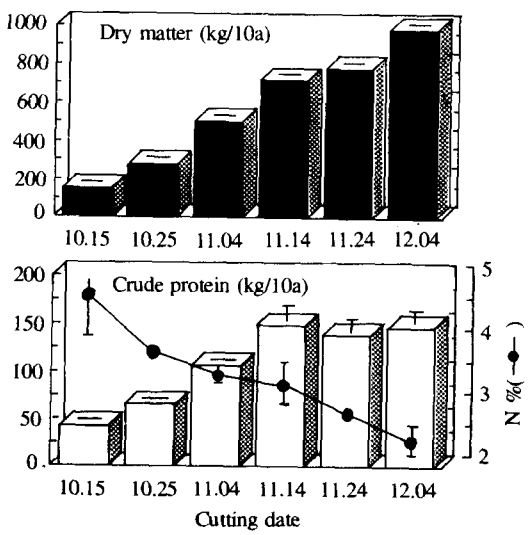

Fig. 1. Dry matter and crude protein yield affected by cutting date on the before wintering. Each value is the mean ± S.E. for n = 3.

일, 11월 24일 및 12월 4일 예취구에서 10a당 42.2, 65.3, 106.7, 147.6, 137.9 및 147.1kg으로 11월 14일 예취구까지는 예취시기가 늦어짐에 따라 거의 직선적인 경향으로 증가하다가, 11월 14일 이후 예취구(11월 14일~12월 4일)간에는 유의적인 차이가 없이 비슷한 수준을 보였다. 잎내의 질소함량은 10월 15일 예취구의 4.7%에서 12월 4일 예취구의 2.4%로 예취시기가 늦어질수록 지속적으로 감소하였다.

이러한 결과들로 부터 남부지방에서 9월 상순 파종하여 11월 중순이후에 예취할 경우 청예수량의 완만한 증가가 있을지라도 잎/줄기 + 엽병 비율의 증가에 따른 영양소 함량의 감소경향이 동반되기 때문에 추파유채의 월동전 예취적기는 11월 중순경으로 사료된다.

2. 월동중 뿌리내 저장유기물의 함량변화

월동전 예취시기를 달리했을 때 월동전 및 월동중 뿌리내 질소함량의 변화는 Fig. 2와 같다. 월동전 질소함량은 10월 15일, 10월 25일, 11월 4일, 11월 14일, 11월 24일 및 12월 4일 예취구에서 개체당 10.0, 31.3, 43.1, 48.2, 59.7 및 74.1mg으로 예취시기가 늦어질수록 유의적인 증가를 하였다. 각 시험구의 월동중(1월 16일) 뿌리내 질소함량은 10월 15일, 10월 25일, 11월 4일, 11월 14일, 11월 24일 및 12월 4일 예취구에서 개체당 85.3, 68.8, 47.6, 28.3, 44.3 및 55.3mg으로 11월 14일 예취구까지는 월동전 예취시기가 늦어질수록 유의적인 감소를 하다가, 이후 예취구(11월 14일~12월 4일)에서는 예취시기가 늦어질수록 증가하였다.

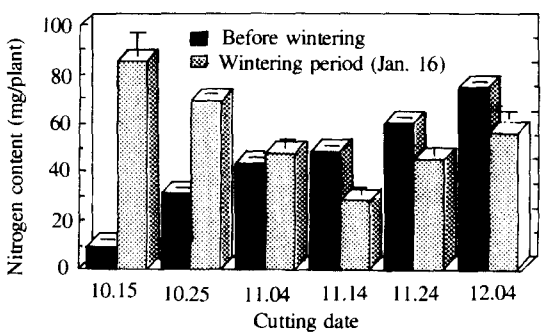

Fig. 2. Total nitrogen content in roots affected by cutting date on the before wintering and on the wintering period. Each value is the mean ± S.E. for n = 3.

월동전과 월동중의 뿌리내 질소함량을 비교하면 11월 상순까지의 예취구(10월 15일, 10월 25일 및 11월 4일)에서는 월동중의 질소함량은 월동전의 함량의 각각 853, 219 및 110%로 뿌리내 질소의 함량이 증가하였으며, 그 증가비율은 예취시기가 빠를수록 높았다. 반면, 11월 중순이후의 예취구(11월 14일, 11월 24일 및 12월 4일)에서는 월동중의 질소함량은 월동전 함량의 각각 58, 74 및 75%로 월동전 예취후 월동중(1월 16일) 기간동안 질소함량의 감소를 보여주었다. 따라서 11월 상순까지의 예취구의 경우 기온이 작물성장의 임계온도 이하로 내려가는 월동기까지 재생을 할 수 있는 생육일수를 확보할 수 있기 때문에 뿌리조직내 질소의 재축적이 일어나는 반면, 11월 중순 이후의 예취구의 경우 예취후 초기재생기 동안 저장질소가 이용되고 재생에 의한 저장질소의 재축적이 일어나기 전에 저온 생육환경에 접하게 되므로서 월동전 질소함량의 감소로 나타난 것으로 사료된다.

Ourry 등 (1989)은 페레니얼 라이그라스의 예취후 재생초기 6일동안 뿌리나 그루터기내의 저장질소는 재생에 필요한 질소공급원으로 이용되며, 저장조직내의 질소함량이 예취전 수준으로 재축적되는 데는 약 3주가 걸린다고 하였다. Kim 등(1991; 1993)은 알팔파의 예취후 초기 10일 동안 뿌리조직내의 질소함량이 감소되며, 예취전의 저장질소의 수준으로 회복되는 데는 약 24일 정도의 재생기간이 요구된다고 하였다.

월동전 및 월동중 뿌리내 전분함량의 변화는 Fig. 3과 같다. 월동전 전분함량은 10월 15일, 10월 25일, 11월 4일, 11월 14일, 11월 24일 및 12월 4일 예취구에서 개체당 25.7, 73.5, 172.9, 248.5, 474.7 및 778.3mg으로 예취시기가 늦어질수록 유의적으로 증가하였다. 각 시험구의 월동중(1월 16일) 전분함량은 개체당 111.3, 75.3, 39.3, 19.6, 26.4 및 34.6mg이었다. 각 예취시기구에서 월동전과 월동후 전분함량을 비교하면 월동전 예취시가 가장 빨랐던 10월 15일 예취구의 경우 월동전 함량에 비해 약 4.3배 증가한 반면 10월 하순 이후의 예취구들에서는 월동전 함량에 비해 감소하였다.

이러한 월동기간중 개체당 감소된 전분함량은 월

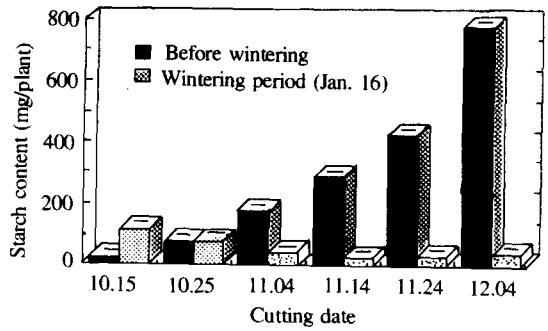

Fig. 3. Starch content in roots affected by cutting date on the before wintering and on the wintering period. Each value is the mean ± S.E. for n = 3.

동전 축적된 전분함량이 높을수록(예취시기가 늦을수록) 높았다. 이러한 뿌리조직내의 전분의 축적과 분해에 대한 대사적 현상은 몇종의 다년생사료작물에서 폭 넓게 보고되고 있다.

*Medicago sative*의 뿌리조직내 250g/kg DM의 높은 전분축적이 일어나면(Habben과 Volenec, 1990), 축적된 전분은 월동중이나 이듬해 봄에 분해되어 월동기간중 저온환경에 대한 내성이나 이른 봄 작물성장의 재개의 필요한 에너지공급원으로써 중요성을 가지는 것으로 받아들여지고 있다(Cooper와 Watson, 1968; Mackenzie 등, 1988). 예취후 뿌리조직내 축적된 전분의 약 70%정도가 감소하며(Frankhauser 등, 1989), 이러한 전분함량의 감소는 뿌리의 호흡과 재생조직의 성장에 주로 이용된다.

3. 월동율 및 재생수량

월동전 예취시기에 따른 월동중의 뿌리내 저장유기물(질소 및 전분)의 수준과 월동율 또는 이듬해 봄 재생수량간의 상관관계는 Fig. 4에 나타낸 바와 같다.

월동중 개체당 질소 및 전분함량과 월동율 간에는 1%수준의 유의적 정의 상관관계가 인정되었으며, 뿌리내 저장 전분함량과 월동율간의 상관계수가 저장질소함량과의 그것보다 더 높게 나타났다. 이러한 결과는 월동전부터 월동기간중 저장전분의 감소량이, 저장질소의 감소량보다 훨씬 높았던 현상과 밀접한 관련이 있는 것으로 사료되며 저온생육조건이 장기간 계속되는 월동기동안에는 질소의 이용성보다 저

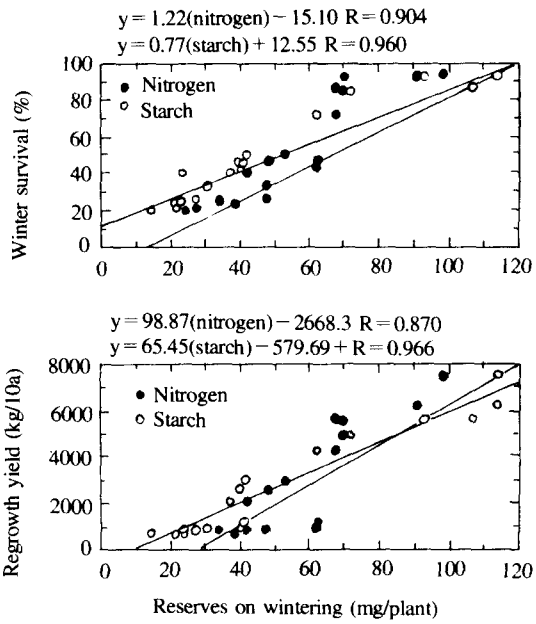

Fig. 4. Correlations between nitrogen or starch content in roots on the wintering period and the rate of winter survival or regrowth yield.

장 탄수화물의 이용성이 높음을 보여준다. 이러한 저장 탄수화물의 높은 감소는 저온환경에서의 내성(cyroprotection)에 요구되는 에너지공급원으로서의 이용성과 관련이 있는 것으로 사료된다. 월동중 개체당 질소 및 전분함량과 재생수량 간의 상관관계 역시 1% 수준의 유의성이 인정되었다. 이러한 결과들은 이듬해 봄 재생수량이 10a당 4,000kg정도 이상을 얻기 위해서는 월동중 개체당 저장질소 및 저장전분이 개체당 60mg이상을 확보되어야 함을 보여준다.

예취시기에 따른 월동전 및 월동후의 건물 및 조단백질 수량은 Fig. 5에 나타내었다. 10월 15일, 10월 25일, 11월 4일, 11월 14일, 11월 24일 및 12월 4일 예취구에서 이듬해 봄 월동율은 각각 91, 83, 46, 22, 35 및 43%이었다. 월동후 재생수량은 10a당 각각 692, 545, 316, 84, 127 및 140 kgDM이었다. 총 수량(월동전 + 재생수량)은 10a당 각각 844, 819, 816, 802, 903 및 1,121 kgDM으로, 총 수량에 대한 재생수량의 생산비율은 각각 82, 66, 39, 10, 14 및 13%이었다. 월동전 예취를 하지 않은 대조구는 771kg으로 월동전 한번 예취하였던 시험구의 총 청예수량보다 상대적으

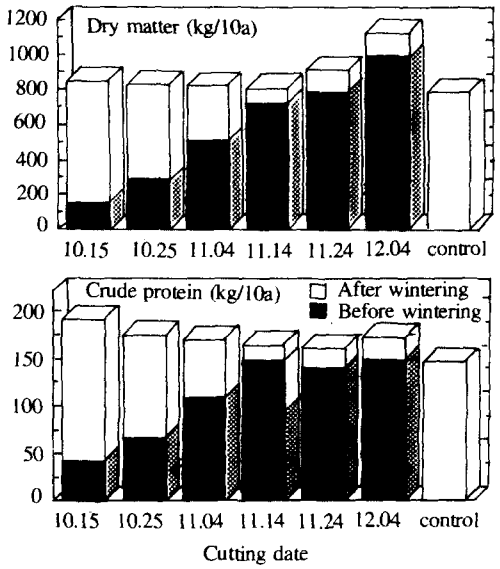

Fig. 5. Total yield of dry matter and crude protein affected by cutting date. Control plot was not harvested on the before wintering. Each value is the mean of three replicates.

로 낮았다. 월동전 예취시기에 따른 월동수 재생수량의 조단백질 생산량 역시 청예수량의 결과와 비슷한 경향을 보였다. 10월 15일, 10월 25일, 11월 4일, 11월 14일, 11월 24일 및 12월 4일 예취구에서 월동후 10a당 조단백질 수량은 각각 150.1, 108.6, 61.6, 16.7, 22.5 및 25.0kg이었다. 총 조단백질 생산량(월동전+월동후)은 각 시험구에서 191.2, 173.9, 168.4, 164.3, 160.4 및 172.08kg이었고, 대조구의 경우 144.7kg이었다. 이러한 결과들은 남부지방에서 추파유채의 월동전 예취이용 후 이듬해 봄의 재생수량에 대한 연속적 이용은 가능하며, 적절한 예취시기의 조절에 의해 건물수량의 경우 4에서 45%까지, 조단백질 수량의 경우 11에서 32%까지의 증수를 얻을 수 있음을 보여준다.

한편, 이용적 측면에서 월동전 수량을 중요시할 경우 예취시기가 늦을수록 유리하나, 월동후 이른 봄 청예원의 확보를 위해서는 11월 중순이전에 예취이용한후 월동시키는 것이 유리할 것으로 사료된다.

Ⅳ. 적 요

월동기간중의 저장 유기물함량이 월동율 및 이듬해 봄 재생활력에 대한 작물학적 중요성을 규명하는데 기본목적을 두고, 사초용유채(*Brassica napus* L.)를 9월 1일에 파종한 후 월동전 예취일을 10월 15일부터 12월 4일까지 10일 간격으로 달리하여 예취후 월동시켰다. 월동전의 각 예취일과 월동중(1월 16일)의 수량, 뿌리내 전분 및 질소함량을 각각 분석하고, 이듬해 봄의 월동율 및 재생수량을 각각 조사 분석하였다.

월동전의 건물수량은 10월 15일, 10월 25일, 11월 4일, 11월 14일, 11월 24일 및 12월 4일 예취구에서 10a당 각각 152, 274, 500, 718, 776 및 981 kg으로 예취일이 늦을수록 유의적으로 증가하였다. 월동전 조단백질 생산량은 11월 4일 예취구까지는 예취시기가 늦을수록 유의적인 증가를 보이다가, 이후 예취구간에는 비슷한 수준을 보였다. 월동전 뿌리내 질소 및 전분함량은 공히 예취일이 늦을수록 유의적으로 증가 하였는데, 전분함량의 증가폭이 질소 보다 월등히 높았다. 월동중의 개체당 저장질소의 함량은 10월 15일, 10월 25일, 11월 4일, 11월 14일, 11월 24일, 및 12월 4일 예취구에서 85.3, 68.8, 47.6, 28.3, 44.3 및 55.3mg 이었고, 저장전분의 함량은 각각 111.3, 75.3, 39.3, 19.6, 26.4 및 34.6mg으로, 추파유채의 예취시기는 월동중 전분 및 질소함량의 수준에 밀접한 영향을 미침을 보여 주었다. 월동율은 각 예취구에서 각각 91, 83, 46, 22, 35 및 43% 이었고, 월동후 재생수량은 10a당 각각 692, 545, 316, 84, 127 및 140kgDM이었다. 월동중 뿌리내 저장 유기물함량과 월동율 혹은 월동후 재생수량간에는 각각 높은 유의적($p<0.01$) 상관관계가 인정 되었다.

Ⅴ. 참 고 문 헌

1. Boehringer Mannheim GmbH. 1987. Methods of biochemical analysis and food analysis. Boehringer Mannheim, Germany, p. 118.
2. Bravo, F.P. and E.G. Ubibe. 1981. Temperature dependence of the concentration kinetics of absorption of phosphate and potassium in corn roots. Plant Physiol. 67:815-819.
3. Clarkson, D.T. and A.J. Warner. 1979. Relationships between root temperature and the transport of

ammonium and nitrate ions by Italian and perennial ryegrass (*Lolium multiflorum and Lolium perenne*). Plant Physiol. 61:815-819.

4. Cooper C.S. and C.A. Watosn. 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.
5. 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.
6. Habben, J.E. and J.J. Volenec. 1990. Starch grain distribution in taproots of defoliated *Medicago sativa* L. Plant Physiol. 94:1056-1061.
7. Kalmbacher, R.S., P.H. Everett, F.G. Martin and G. A. Jung. 1982. The management of *Brassica* for winter forage in the sub-tropics. Grass Forage Sci. 37:217-225.
8. 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.
9. Kim, T.H., A. Ourry, J. Boucaud and G. Lemaire. 1993. Partitioning of nitrogen derived from N_2 fixation and reserves in nodulated *Medicago sativa* L. during regrowth. J. Exp. Bot. 44(260):550-562.
10. Macduff, J.H., M.J. Hopper and A. Wild. 1987. The effects of root temperature on growth and uptake of ammonium and nitrate by Brassica napus L. in flowing solution culture. J. Exp. Bot. 38(186):53-66.
11. 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.
12. Ourry, A., J. Bigot and J. Boucaud. 1989. Protein mobilization from stubble and roots, and proteolytic activities during post-clipping regrowth of perennial ryegrass. J. Plant Physiol. 134:298-303.
13. 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.
14. 金東岩, 成慶一, 曺武煥. 1986. 飼草用油菜와 燕麥, 호밀, 라이그라스, 순무間의 秋季 生産性 比較. 韓畜誌. 28(2):117-120.
15. 金丙鎬, 韓鐘煥. 1984. 靑刈油菜의 品種別 飼料價値에 관한 硏究. Ⅰ. 生育特性 및 收量. 韓畜誌. 26(3):265-268.
16. 安桂洙, 陳日斗, 五斗一郎. 1989. 飼草用油菜(*Brassica napus* Subsp. *oleifera*)의 生産性과 飼料價値에 관한 연구. Ⅲ. 油料用油菜와 飼草用油菜 품종들간에 있어서 生産性과 營養價의 差異. 韓營飼報. 13(1)1-8.
17. 安桂洙, 權炳善. 1989. 飼料用油菜(*Brassica napus* Subsp. *oleifera*)의 生産性과 飼料價値에 관한 硏究. Ⅱ. 三要素施肥水準이 飼料用油菜의 生育特性, 收量 및 飼料價値에 미치는 影響. 韓畜誌. 31(3):192-199.
18. 李正日, 權炳善, 金一海. 1977. 油菜收量에 關與하는 主要 形質間의 相關關係와 經路係數 및 遺傳力 調査. 韓育誌. 9(1):58-64.
19. 曺武煥, 金東岩. 1988. 窒素施肥水準과 添加劑가 飼草用油菜의 飼料價値 및 사일리지 品質에 미치는 影響. Ⅰ. 刈取時期別 및 窒素施肥水準이 收量 및 飼料價値에 미치는 影響. 韓草誌. 8(1):33-39.