

栽植密度에 따른 油菜의 生育, 青刈收量 및 粗成分 變化

趙南棋* · 劉哲受* · 姜榮吉* · 宋昌吉* · 趙英一**

Effects of Planting Density on Growth, Forage Yield and Chemical Composition of Rape

Cho, Nam-Ki* · Yu, Chul-Su* · Kang, Young-Kil* · Song, Chang-Khil* ·
Cho, Young-Il**

ABSTRACT

Four cultivars of rape were grown at 5 planting densities in Cheju volcanic soil to investigate the effects of planting density on major agronomic characters of forage rape. Hallayuchae flowered earliest (180 days) while Sparta latest(191 days). Days to flowering was reduced as planting density was decreased. The average plant height of Sparta was 162.2cm and that of Ramon and Youngsanyuchae was 158.4 and 138.6cm, respectively. In 10×10cm planting density plot, plant height was 152.5cm and it was gradually decreased as planting density was decreased. The number of branches, stem diameter, leaf length and leaf width of Ramon was greatest, while those of Hallayuchae were least. These variables were increased as planting density was decreased. Fresh forage yield (5,719kg/10a) and dry matter yield (1,229kg/10a) for 10×10cm planting density plot, were greatest, but those were gradually decreased as planting density was decreased and those for 30×30cm planting density plot were 4,232kg/10a and 906kg/10a respectively. Crude protein yield and total digestible nutrient (TDN) per 10a was positively correlated with

*제주대학교 농과대학 농학과

**서울대학교 농업생명과학대학

fresh forage yield and dry matter yield. Sparta produced the greatest fresh forage, and Hallayuchae produced the smallest. Sparta had the highest SPAD reading value, and Hallayuchae had the lowest. SPAD reading was reduced in proportion to increased planting density. Sparta had greater crude protein yield, and crude fat, nitrogen free extract (NFE) and TDN contents and Youngsanyuchae and Hallayuchae had lower contents while Youngsanyuchae and Hallayuchae had greater crude fiber and crude ash contents and Sparta had lower contents. Crude protein yield, and crude fat, NFE and TDN contents were decreased as planting density was decreased, while crude fiber and crude ash contents were increased as planting density was decreased.

緒 言

유채(*Brassica napus* L.)의 재식밀도는 각 개체의 생육영역을 한정하는 커다란 요소가 되고 있다. 파종량이 적고 재식 개체수가 적을 경우에는 유채가 이용 못하는 공간이 많을 뿐만 아니라 개체당 비료 공급량이 많아지게 되어 성숙기가 늦어지고 병해, 상해 등을 받기 쉬우므로 수량과 품질이 저하되고, 이와는 반대로 파종량이 너무 많고 밀식인 경우에는 개체수가 많아져서 밀생하게 되면 통풍과 통광이 불량하여 분지수 등이 감소될 뿐만 아니라 작물이 연약해지기 때문에 도복하기 쉽고 병충해발생 등을 유발하여 예수량 및 건물수량도 감소하게 된다(池 등, 1979).

權 등(1990)에 의하면 유채는 파종밀도가 적을수록 총분지수, 엽수 등은 감소되는 경향이었으나, 청예수량은 증가되었다고 하였으며, 權(1988)은 50×10cm 재식구에서 유채의 건물수량이 가장 많았다고 하였다.

Toxopeus와 Boonman(1983)은 유채는 밀식에서 초장도 길어졌고, 청예수량

도 많아졌다고 하였으며, 權 등(1990)은 청예용 유채의 엽수, 엽장, 경직경, 분지수 등의 형질은 밀실할수록 왜소하였으나, 청예수량은 오히려 많아졌다고 하였고, 安 등(1989)에 의하면 재식밀도에 관계없이 유채의 추대기는 파종기가 늦을수록 늦어지는 경향이었으나, 건물수량은 파종량이 많아질수록 많아졌다고 하였다.

유채의 재식밀도에 따른 생육과 수량성에 미치는 주요 요인은 재배 지역의 토양, 기상 등의 환경조건(Venini와 Axamit, 1984)과 재배양식(安 등, 1993)과 관리 방법 등에 따라 크게 다르다는 보고는 여러 연구자들에 의하여 이미 보고된 바 있으나(Sheldrick와 Lavender, 1981), 제주도에서는 재식밀도 차이에 따른 청예용 유채의 수량성향상에 관한 연구가 충분하지 않은 실정이다.

따라서 본 연구는 제주도에서 재식밀도에 따른 청예용 유채의 생육반응, 수량 및 조성분 변화를 조사하였던바 그 결과를 발표하는 바이다.

材料 및 方法

본 시험은 1996년 10월부터 1997년 5월까지 제주도 제주시 아라 1동 1번지 제주대학교 농과대학 부속농장에서 실시하였으며, Ramon, Sparta, 한라유채 및 영산유채 등 4개 품종을 공시하여 수행하였다.

파종기는 1996년 10월 17일에 재식 밀도를 10×10, 15×15, 20×20, 25×25, 30×30cm의 5개 수준으로 하여, 2~3점씩 점파하였고, 유묘가 정착한 후에 1본씩 남기고 솜음을 하였다. 시험구당 면적은 3.31㎡로 하였으며, 시험구 배치는 주당분수를 주구로, 재식밀도를 세구로 한 분할구배치법 3반복으로 하였다. 기타 시험구 관리는 농촌진흥청 작물관리 기준에 준하였다. 시비량은 10a당 질소 20kg, 인산 20kg, 칼리 15kg에 해당하는 양을 질소는 요소, 인산은 용성인비, 칼리는 염화가리로 사용하였는데, 인산과 칼리는 전량을 밑거름으로 하였고, 질소는 전술한 양의 50%를 밑거름으로, 나머지 50%는 파종 후 60일에 추비로 사용하였으며, 각 형질 조사는 1997년 4월 17일에 각 구별로 무작위로 10개체씩 선정하여 三井(1988)의 청예사료작물 조사 기준에 준하여 개화기까지의 일수, 엽록소, 초장, 경직경, 분지수, 엽수, 엽장, 엽폭, 10a당 청예수량, 10a당 건물수량 등을 조사하였다. 엽록소 측정은 엽록소계(SPAD-502, Soil-Plant Analysis Development : SPAD, Section, Minolta

Camera Co., Osaka, Japan)를 이용하여 엽 중간의 엽연 사이를 측정하였다.

초장은 지표면 최장의 길이를 측정하였으며, 엽장과 엽폭은 10본의 최장엽을 측정하였다. 그리고 10a당 청예수량은 각 구별로 생육이 균형된 1㎡를 선정하여 토양 표면에서 2cm 높이로 예취한 다음 10a당 청예수량으로 환산하였으며, 10a당 건물수량은 각 구에서 생초 600g 정도의 시료를 채취하여 80℃ 건조기에서 72시간 건조시킨 후 10a당 건물수량으로 환산하였다.

조단백질(CP), 조지방(EE), 조섬유(CF), 조회분(CA), 가용무질소물(NFE) 등의 일반 조성분은 80℃ 통풍 건조기에서 48시간 건조시킨 후 분쇄하여 2mm 체를 통과시킨 시료를 이용하여 농진청 축산연(1996) 표준사료성분 분석법에 준하여 분석하였으며, 가소화양분총량(TDN)은 Wardeh(1981)가 제시한 수식에 의하여 산출하였다.

$$TDN(\%) = -17.265 + 1.212CP(\%) + 2.464EE(\%) + 0.835NFE(\%) + 0.448CF(\%)$$

시험포장의 토양은 암갈색 화산회토였으며, 화학적 성질은 pH 5.9, 치환성 칼륨 1.3me/100g, 치환성 마그네슘 1.2me/100g, 유기물함량 9.0%, 인산함량은 54.2ppm이었다.

시험기간에 있어서의 기상요소는 다음과 같다.

Table 1. Meteorological data in the investigated area.

Year	Month	Air temperature (°C)			Humidity (%)	Precipitation (mm)
		Max.	Min.	Mean		
1996	Oct.	20.7	11.9	15.9	80.8	103.0
	Nov.	14.9	7.3	11.1	77.5	104.0
	Dec.	11.3	2.8	6.8	74.5	61.4
1997	Jan.	6.1	-0.2	2.9	74.5	44.5
	Feb.	9.1	0.9	4.7	71.7	16.5
	Mar.	12.4	3.7	8.0	73.5	63.0
	Apr.	18.0	7.7	13.0	72.3	151.0
	May	24.1	13.2	18.4	74.0	88.4

結果

1) 生育反應

가) 開花期까지의 日數 및 葉綠素 測定值

유채의 개화기까지의 일수 및 엽록소 측정치의 변화는 표 2과 같다.

품종별 유채의 평균 개화일수는 한라유채가 180일로 가장 빨랐으며, 영산유채와 Ramon이 각각 189, 189일로 중간이었고, Sparta가 191일로 가장 늦게 개화하였다. 개화기까지의 일수는 재식 밀도가 넓어짐에 따라 빨라지는 경향이었는데, 10×10cm 재식구에서 개화기까

지의 일수는 품종 평균 189일이었으나, 재식밀도가 적어짐에 따라 개화기까지의 일수가 감소하여 30×30cm 재식구에서는 186일로 개화기까지의 일수는 약 3일간 단축되었다.

품종별 평균 엽록소 측정치는 Sparta가 44.0로 비교적 높은 편이었으며, Ramon, 영산유채는 각각 43.2, 43.5로 중간이었고, 한라유채의 엽록소 측정치는 42.9로 가장 낮은 편이었다.

유채의 엽록소 측정치는 10×10cm 재식구에서 45.5로 높은 편이었으나, 그 이상의 재식구에서는 점차적으로 낮아졌고, 30×30cm 재식구에서는 41.6으로 매우 낮았다.

Table 2. Number of days flowering and SPAD reading values of four rape cultivars grown at five planting densities.

Planting density	Number of days to flowering					SPAD reading values				
	Ramon	Sparta	Halla	Youngsan	Mean	Ramon	Sparta	Halla	Youngsan	Mean
10×10(289†)	190	193	184	190	189	45.7	45.9	45.8	44.6	45.5
15×15(121†)	190	192	182	190	189	44.4	44.0	45.3	44.4	44.5
20×20(64†)	190	191	181	189	188	44.1	43.7	42.8	43.0	43.4
25×25(36†)	189	191	180	188	187	41.0	43.6	40.4	43.4	42.1
30×30(25†)	188	192	177	188	186	41.0	43.0	40.0	42.3	41.6
Mean	189	192	181	189	188	43.2	44.0	42.9	43.5	43.4
LSD(5%)	(1) 0.6	(2) 0.5	(3) 1.1	(4) 1.1		(1) 0.3	(2) 0.1	(3) 0.3	(4) 0.4	
Coefficients of regression equations relating planting density (No. of plants per 3.3m ²)										
Intercept	188.54	191.09	178.33	188.32	185.48	41.31	42.86	37.03	42.68	40.25
Linear	NS	NS	0.018*	0.0066*	0.029*	NS	0.0091**	0.081*	NS	0.041*
Quadratic	NS	NS	NS	NS	-5.4E-05*	NS	NS	-0.00016*	NS	-8E-05*
r ² or R ²	0.47	0.58	0.79	0.80	0.98	0.70	0.97	0.99	0.67	0.99

† : Number of plants per 3.3m².

(1) Between cultivar means.

(2) Between planting density means.

(3) Between planting density means for the same cultivar.

(4) Between cultivar means for the same or different planting density means.

*, ** : Significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

나) 草長 및 莖直徑

유채의 초장 및 경직경의 변화는 표 3에서 보는 바와 같다.

품종별 평균 초장은 Sparta가 162.2cm로 가장 길었고, 그 다음으로 Ramon이 158.4cm이며, 영산유채는 138.6cm로

짧았다.

재식밀도에 따른 유채의 초장은 10×10cm 재식구에서 152.5cm로 가장 긴 편이었고, 15×15cm구에서 51.3cm, 20×20cm구 150.5cm, 25×25cm구 148.3cm, 30×30cm구에서는 147.5cm 순위로 초장은

짧아지는 경향이었는데, 이들 간에는 유의성이 있었다($P < 0.05$).

유채의 경직경은 각 재식구에서 Ramon과 Sparta가 각각 1.9cm로 굵은 편이었으며, 한라유채와 영산유채는 각각 1.8cm로 비교적 가는 편이었다. 유채

의 재식밀도에 따른 경직경은 초장의 변화 상태와 비슷한 경향이었는데, 10×10cm 재식구에서 1.6cm였으나, 재식밀도가 적어짐에 따라 점차적으로 굵어져서 30×30cm 재식구에서는 2.1cm로 매우 굵은 편이었다.

Table 3. Plant height and stem diameter of four rape cultivars grown at five planting densities.

Planting density	Plant height (cm)					Stem diameter (cm)				
	Ramon	Sparta	Halla	Youngsan	Mean	Ramon	Sparta	Halla	Youngsan	Mean
10×10(289 [†])	160	167	140	143	153	1.7	1.7	1.6	1.6	1.7
15×15(121 [†])	160	162	143	140	151	1.8	1.8	1.7	1.7	1.8
20×20(64 [†])	159	162	142	139	151	1.9	1.9	1.8	1.8	1.9
25×25(36 [†])	157	160	140	136	148	2.0	2.0	1.9	1.9	2.0
30×30(25 [†])	156	160	139	135	148	2.1	2.2	2.1	2.0	2.1
Mean	158	162	141	139	150	1.9	1.9	1.8	1.8	1.9
LSD(5%)	(1) 0.4	(2) 0.1	(3) 0.3	(4) 0.5		(1) 0.1	(2) 0.1	(3) NS	(4) NS	
Coefficients of regression equations relating planting density(No. of plants per 3.3m ²)										
Intercept	154.18	159.16	136.82	135.38	148.06	2.05	2.10	2.0	1.95	2.08
Linear	0.062*	0.023**	0.072*	0.025*	NS	-0.0012*	-0.0014*	NS	-0.0012*	-0.0015*
Quadratic	-0.00013	NS	-0.00019*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
r ² or R ²	0.95	0.96	NS	0.86	0.75	0.81	0.71	0.71	0.81	0.92

† : Number of plants per 3.3m².

(1) Between cultivar means.

(2) Between planting density means.

(3) Between planting density means for the same cultivar.

(4) Between cultivar means for the same or different planting density means.

*, ** : Significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

다) 個體當分枝數 및 葉數

유채의 재식밀도에 따른 개체당 분지 수 및 엽수는 표 4에서 보는 바와 같다.

품종간에는 Sparta가 14.0개로 가장 많았고, 한라유채, Ramon, 영산유채는 각각 11.9, 11.4, 11.0개였다. 총분지수는 재식밀도가 적을수록 증가하는 경향을

보였는데, 총분지수는 재식밀도가 가장 적은 30×30cm 재식구에서 12.9개로 많았으며, 10×10cm 재식구에서는 11.3개로 가장 적었다.

엽수는 한라유채가 34.3개로 가장 많았고, 그 다음으로 Sparta가 32.3개였고, Ramon은 30.4개로 가장 적었다. 재식밀

도에 따른 엽수는 30×30cm 재식구에서 33.9개로 비교적 많은 편이었으나, 재식 밀도가 많아짐에 따라 점차적으로 감소

되어 10×10cm 재식구에서는 30.0개로 가장 적었다.

Table 4. The number of branches and leaves of four rape cultivars grown at five planting densities.

Planting density	The number of branches per plant					The number of leaves per plant				
	Ramon	Sparta	Halla	Youngsan	Mean	Ramon	Sparta	Halla	Youngsan	Mean
10×10(285 [†])	10.1	13.9	11.1	10.1	11.3	28.0	29.7	32.1	30.0	30.0
15×15(121 [†])	11.6	13.1	11.6	10.5	11.7	30.0	31.9	34.7	30.8	31.9
20×20(64 [†])	11.8	13.2	11.9	11.0	12.0	30.2	31.9	34.8	31.6	32.1
25×25(36 [†])	11.0	14.8	12.6	11.5	12.5	31.9	33.0	34.9	32.0	33.0
30×30(25 [†])	12.5	14.8	12.1	12.0	12.9	32.0	34.9	35.0	33.8	33.9
Mean	11.4	14.0	11.9	11.0	12.1	30.4	32.3	34.3	31.6	32.2
LSD(5%)	(1) 0.3	(2) 0.1	(3) 0.3	(4) 0.4		(1) 0.3	(2) 0.1	(3) 0.3	(4) 0.4	
Coefficients of regression equations relating planting density(No. of plants per 3.3m ²)										
Intercept	12.19	15.91	12.40	11.74	12.69	32.10	34.11	35.59	32.93	33.68
Linear	NS	NS	-0.0042*	-0.0056*	-0.0047*	-0.013*	-0.014*	-0.0099**	-0.010*	-0.012*
r ²	0.65	0.81	0.79	0.78	0.78	0.89	0.79	0.93	0.69	0.88

† : Number of plants per 3.3m².

- (1) Between cultivar means.
- (2) Between planting density means.
- (3) Between planting density means for the same cultivar.
- (4) Between cultivar means for the same or different planting density means.

*, ** : Significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

라) 葉長 및 葉幅

유채의 재식밀도에 따른 엽장 및 엽폭의 변화는 표 5에서 보는 바와 같다.

품종별 엽장은 Ramon이 35.8cm로 가장 길었고, 한라유채와 영산유채는 각각 33.5cm로 짧았다. 엽장은 30×30cm 재식구에서 35.9cm로 가장 길었으며, 재식밀

도가 많아짐에 따라 점차적으로 작아지는 경향이었는데, 10×10cm 재식구에서 32.1cm로 가장 짧았다.

재식밀도에 따른 엽폭의 변화는 엽장의 변화와 비슷한 경향이였다. 품종별 엽폭은 Ramon이 17.0cm로 넓었고, 영산유채가 13.5cm로 가장 좁은 편이였다.

Table 5. Leaf length and leaf width of four rape cultivars grown at five planting densities.

Planting density	Leaf length (cm)					Leaf width (cm)				
	Ramon	Sparta	Halla	Youngsan	Mean	Ramon	Sparta	Halla	Youngsan	Mean
10×10(289†)	34.6	32.6	29.6	31.5	32.1	16.1	12.1	14.4	11.9	13.6
15×15(121†)	35.2	33.8	31.2	32.4	33.2	16.3	13.3	14.6	13.0	14.3
20×20(64†)	36.0	33.9	34.7	33.3	34.5	17.0	14.3	14.8	13.8	15.0
25×25(36†)	36.4	34.9	35.5	34.6	35.4	17.7	15.1	14.9	14.0	15.4
30×30(25†)	37.0	34.8	36.4	35.5	35.7	17.9	16.3	15.1	14.6	16.0
Mean	35.8	34.0	33.5	33.5	34.2	17.0	14.2	14.8	13.5	14.9
LSD(5%)	(1) 0.3	(2) 0.1	(3) 0.3	(4) 0.4		(1) 0.3	(2) 0.1	(3) 0.3	(4) 0.4	
Coefficients of regression equations relating planting density(No. of plants per 3.3m ²)										
Intercept	36.79	34.96	36.43	36.73	37.06	18.74	15.82	15.03	14.56	16.59
Linear	-0.0073*	-0.0074*	-0.023*	-0.044*	-0.036**	-0.024**	-0.012*	-0.0021*	-0.0085**	-0.022*
Quadratic	NS	NS	NS	8.4E-05	6.3E-05	4.8E-05*	NS	NS	NS	NS
r ² or R ²	0.84	0.90	0.86	0.97	0.99	0.99	0.83	0.85	0.94	0.98

† : Number of plants per 3.3m².

- (1) Between cultivar means.
- (2) Between planting density means.
- (3) Between planting density means for the same cultivar.
- (4) Between cultivar means for the same or different planting density means.

*, ** : Significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

2) 收量性 變化

가) 靑刈 및 乾物收量

재식밀도에 따른 유채의 청예 및 건물수량 변화는 표 6에서 보는 바와 같다.

재식밀도에 따른 품종별 평균 10a당 청예수량은 Sparta가 6,579kg으로 가장 높은 수량을 보였고, 그 다음으로 Ramon(4,942kg), 영산유채(4,317kg)의 순위였고, 한라유채가 4,099kg으로 가장

낮았다. 10a당 유채의 청예수량은 10×10cm 재식구에서 5,719kg으로 가장 높은 수량을 보였는데, 재식밀도가 적어질수록 점차로 감소되어 30×30cm 재식구에서 4,232kg으로 가장 낮은 수량을 보였고, 이들 간에는 유의한 차가 인정되었다(P<0.05).

품종별 10a당 건물수량은 Sparta가 1,370kg으로 가장 많았으며, 그 다음으로 Ramon이 1,052kg이었고, 한라유채가 877kg이었다. 10a당 유채의 건물수량은

전술한 10a당 청예수량의 변화와 유사한 경향을 보였다. 즉, 10×10cm 재식구에서 1,229kg으로 가장 많았고, 30×30

cm 재식구에서는 906kg으로 가장 낮았었는데, 이들 간에는 유의차가 있었다 (P<0.05).

Table 6. Fresh forage (FF) yield and dry matter (DM) yield of four rape cultivars grown at five planting densities.

Planting density	Fresh forage yield (kg/10a)					Dry matter yield (kg/10a)				
	Ramon	Sparta	Halla	Youngsan	Mean	Ramon	Sparta	Halla	Youngsan	Mean
10×10(289 [†])	5,900	7,208	4,702	5,102	5,728	1,223	1,537	1,109	1,146	1,231
15×15(121 [†])	5,027	6,607	4,143	4,427	4,916	1,079	1,255	870	944	1,037
20×20(64 [†])	4,647	5,497	3,823	4,087	4,514	982	1,118	829	864	948
25×25(36 [†])	4,321	5,207	3,603	3,807	4,109	930	1,401	766	812	887
30×30(25 [†])	4,192	4,707	3,494	3,664	4,014	908	993	745	791	859
Mean	4,817	5,845	3,953	4,217	4,656	1,024	1,261	864	911	992
LSD(5%)	(1) 126.5	(2) 63.7	(3) 142.5	(4) 174.7		(1) 23.9	(2) 27.2	(3) 60.8	(4) 57.5	
Coefficients of regression equations relating planting density(No. of plants per 3.3m ²)										
Intercept	4329.93	5959.59	3558.09	3844.84	4423.21	863.05	1223.25	755.86	806.54	931.50
Linear	4.72**	NS	4.17*	3.64*	4.32*	2.28**	1.13*	0.93*	0.97**	0.97*
Quadratic	NS	NS	NS	NS	NS	-0.0038**	NS	NS	NS	NS
r ² or R ²	0.94	0.62	0.81	0.84	0.81	0.99	0.77	0.85	0.94	0.88

† : Number of plants per 3.3m².

- (1) Between cultivar means.
- (2) Between planting density means.
- (3) Between planting density means for the same cultivar.
- (4) Between cultivar means for the same or different planting density means.

*, ** : Significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

나) 粗蛋白質 및 TDN收量

유채의 조단백질 수량 및 TDN수량 변화는 표 7에서 보는 바와 같다.

품종별 단백질 수량은 Sparta가 130kg으로 가장 높았고, 한라유채가 75kg으로 가장 낮았다. Ramon이 단백질 수량도 비교적 높은 편이었으나, 전술한 Sparta의 단백질 수량에 비하면 낮은 편이었다. 10a당 단백질수량은 재식

밀도가 적어짐에 따라 점차적으로 낮아지는 경향이였다. 10×10cm 재식구에서 단백질 수량은 129kg으로 매우 높았으나, 재식밀도가 적어짐에 따라 점차적으로 낮아져서 30×30cm 재식구에서는 75kg으로 매우 낮은 편이었다. TDN수량(kg/10a)도 전술한 단백질 수량변화와 비슷한 경향이였는데, 10×10cm 재식구에서 679kg 이었으나 재식밀도가 적

어짐에 따라 점차적으로 낮아져서 30×30cm 재식구에서 가소화 양분총수량은 429kg으로 매우 낮은 수량성을 보였다. 품종에 따른 가소화 양분 총수량은

Sparta가 657kg으로 가장 무거웠으며, 그 다음은 Ramon 541kg이였고, 한라유채가 434kg으로 매우 적은 편이었다.

Table 7. Crude protein yield and total digestible nutrient (TDN) yield of four rape cultivars grown at five planting densities.

Planting density	Crude protein yield (kg/10a)					TDN yield (kg/10a)				
	Ramon	Sparta	Halla	Youngsan	Mean	Ramon	Sparta	Halla	Youngsan	Mean
10×10(289†)	132	182	97	104	129	673	891	544	609	679
15×15(121†)	115	144	80	84	106	587	719	457	492	564
20×20(64†)	99	122	73	74	92	516	610	429	438	498
25×25(36†)	86	104	64	65	80	477	551	377	399	451
30×30(25†)	80	96	60	63	75	460	515	362	380	429
Mean	102	130	75	78	96	541	657	434	464	524
LSD(5%)	(1) 2.5	(2) 2.9	(3) 6.5	(4) 6.1		(1) 14.9	(2) 14.9	(3) 33.3	(4) 32.2	
Coefficients of regression equations relating planting density(No. of plants per 3.3m ²)										
Intercept	85.50	120.64	61.74	63.94	82.97	416.87	640.06	370.89	390.82	470.00
Linear	0.15*	0.22*	0.12*	0.12**	0.15*	1.73**	0.89*	0.61*	0.64**	0.69*
Quadratic	NS	NS	NS	NS	NS	-0.0030**	NS	NS	NS	NS
r ² or R ²	0.83	0.80	0.86	0.92	0.85	0.99	0.80	0.83	0.92	0.86

† : Number of plants per 3.3m².

(1) Between cultivar means.

(2) Between planting density means.

(3) Between planting density means for the same cultivar.

(4) Between cultivar means for the same or different planting density means.

*, ** : Significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

3) 粗成分 變化

가) 粗蛋白質 및 粗脂肪含量

재식밀도에 따른 유채의 조단백질 및 조지방함량의 변화는 표 8에서 보는 바와 같다. 품종에 따른 조단백질함량은 Sparta가 10.8%로 높았으며, 영산유채가 8.5%로 가장 낮은 편이었다. 조단백질함량은 10×10cm 재식구에서 10.3%였으나 재식밀도가 적어짐에 따라 점차

감소되어 30×30cm 재식구에서 8.6%로 가장 낮게 나타났다. 조지방함량은 조단백질함량과 유사한 경향을 보였다. 즉, 10×10cm 재식구에서 4.2%로 가장 높게 나타났으며, 30×30cm 재식구에서 2.8%로 가장 낮게 나타났다. 품종에 따른 조지방함량은 Sparta가 4.1%로 가장 높게 나타났고, 영산유채는 3.0%로 가장 낮았다.

Table 8. Crude protein and ether extract content of four rape cultivars grown at five planting densities.

Planting density	Crude protein (%)					Ether extract (%)				
	Ramon	Sparta	Halla	Youngsan	Mean	Ramon	Sparta	Halla	Youngsan	Mean
10×10(289 [†])	10.8	11.8	9.5	9.1	10.3	4.0	5.0	4.1	3.7	4.2
15×15(121 [†])	10.7	11.5	9.2	8.8	10.0	3.8	4.8	3.9	3.5	4.0
20×20(64 [†])	10.0	10.9	8.8	8.5	9.6	3.2	3.9	3.6	3.0	3.4
25×25(36 [†])	9.3	10.0	8.4	8.0	8.9	3.0	3.4	2.9	2.6	3.0
30×30(25 [†])	8.8	9.7	8.0	7.9	8.6	2.9	3.2	2.7	2.4	2.8
Mean	9.9	10.8	8.8	8.5	9.5	3.4	4.1	3.4	3.0	3.5
LSD(5%)	(1) 0.2	(2) 0.1	(3) 0.3	(4) 0.3		(1) 0.2	(2) 0.2	(3) NS	(4) NS	
Coefficients of regression equations relating planting density(No. of plants per 3.3m ²)										
Intercept	7.95	8.82	7.55	7.96	7.97	2.90	2.35	2.12	1.87	2.20
Linear	0.028*	0.027*	0.017*	0.0038*	0.021*	0.0037*	0.023**	0.018*	0.016**	0.017**
Quadratic	-6E-05	5.4E-05	-3.2E-05	NS	-4.1E-05	NS	-4.6E-	-3.8E-05	-3.1E-	-3.4E-
r ² or R ²	0.99	0.98	0.98	0.80	0.97	0.83	0.99	0.95	0.99	0.99

† : Number of plants per 3.3m².

(1) Between cultivar means.

(2) Between planting density means.

(3) Between planting density means for the same cultivar.

(4) Between cultivar means for the same or different planting density means.

*, **: Significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

나) 粗纖維 및 粗灰分

재식밀도에 따른 유채의 조섬유 및 조회분의 함량 변화는 표 9에 나타냈다.

품종 평균 조섬유 함량은 한라유채가 33.6%, 영산유채 33.4%로 두 품종이 비교적 높았고, Sparta가 31.5%로 가장 낮았다. 재식밀도에 따른 조섬유함량은 10×10cm 재식구에서 31.7%였던 것이 재식밀도가 적어짐에 따라 높은 경향을 보였는데, 30×30cm 재식구에서 34.3%

로 가장 높았다.

조회분함량은 조섬유함량과 비슷한 경향이었는데, 재식밀도가 10×10cm 재식구에서 11.8%였던 것이 재식밀도가 적어짐에 따라 높아져 30×30cm구에서 13.2%로 증가하였다. 품종간에는 한라유채와 영산유채가 각각 13.3, 13.0%로 높았고, Sparta는 11.7%로 낮은 편이었다.

Table 9. Crude fiber and crude ash content of four rape cultivars grown at five planting densities.

Planting density	Crude fiber (%)					Crude ash (%)				
	Ramon	Sparta	Halla	Youngsan	Mean	Ramon	Sparta	Halla	Youngsan	Mean
10×10(289†)	31.8	30.1	32.5	32.3	31.7	11.4	11.0	12.7	12.0	11.8
15×15(121†)	32.0	30.0	32.8	32.5	31.8	11.6	11.3	12.9	12.7	12.1
20×20(64†)	33.0	31.9	33.4	33.0	32.8	11.9	11.7	12.9	12.9	12.4
25×25(36†)	33.8	32.2	34.6	34.3	33.7	12.3	12.0	13.8	13.3	12.9
30×30(25†)	34.0	33.5	34.9	34.7	34.3	12.5	12.3	14.0	13.9	13.2
Mean	32.9	31.5	33.6	33.4	32.9	11.9	11.7	13.3	13.0	12.5
LSD(5%)	(1) 0.2	(2) 0.2	(3) 0.3	(4) 0.3		(1) 0.1	(2) 0.2	(3) NS	(4) NS	
Coefficients of regression equations relating planting density(No. of plants per 3.3m ²)										
Intercept	35.09	34.89	35.96	35.77	35.46	12.90	13.74	13.74	13.66	12.99
Linear	-0.030**	-0.048*	-0.032*	NS	-0.036**	-0.013*	NS	NS	-0.0054*	NS
Quadratic	6.0E-05	NS	NS	NS	7.6E-05	2.6E-05*	NS	NS	NS	NS
r ² or R ²	0.99	0.96	0.96	0.94	0.99	0.99	0.55	0.83	0.83	0.72

† : Number of plants per 3.3m².

(1) Between cultivar means.

(2) Between planting density means.

(3) Between planting density means for the same cultivar.

(4) Between cultivar means for the same or different planting density means.

*, ** : Significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

다) NFE 및 TDN含量

Table 10. Nitrogen free extract (NFE) and total digestible nutrient (TDN) content of four rape cultivars grown at five planting densities.

Planting density	NFE (%)					TDN (%)				
	Ramon	Sparta	Halla	Youngsan	Mean	Ramon	Sparta	Halla	Youngsan	Mean
10×10(289 [†])	41.9	42.0	41.1	42.9	42.0	55.1	58.0	53.4	53.1	54.9
15×15(121 [†])	41.9	42.5	41.2	42.4	42.0	54.4	57.3	52.6	52.1	54.1
20×20(64 [†])	41.8	41.6	41.2	42.5	41.8	52.6	54.6	51.8	50.8	52.5
25×25(36 [†])	41.6	42.5	40.3	41.7	41.5	51.3	53.0	49.2	49.2	50.7
30×30(25 [†])	41.8	41.3	40.4	41.1	41.2	50.7	51.9	48.6	48.6	49.8
Mean	41.8	42.0	40.8	42.1	41.7	52.8	55.0	51.1	50.8	52.4
LSD(5%)	(1) 0.3	(2) 0.3	(3) 0.6	(4) 0.6		(1) 0.4	(2) 0.3	(3) 0.7	(4) 0.7	
Coefficients of regression equations relating planting density(No. of plants per 3.3m ²)										
Intercept	41.72	41.85	40.56	41.51	40.90	57.58	61.56	56.32	55.88	47.81
Linear	NS	NS	NS	NS	NS	-0.24**	-0.33**	-0.26**	-0.26**	0.062**
Quadratic	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	-0.0001
r ² or R ²	0.40	0.04	0.33	0.62	0.94	0.97	0.97	0.94	0.99	0.99

† : Number of plants per 3.3m².

- (1) Between cultivar means.
- (2) Between planting density means.
- (3) Between planting density means for the same cultivar.
- (4) Between cultivar means for the same or different planting density means.

*, ** : Significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

품종에 따른 가용성 질소물은 Sparta가 42%로 높고, 한라유채가 40.8%로 낮았다. 재식밀도에 따른 가용성 질소물은 10×10cm와 15×15cm 파종구에서 각각 42%였으나, 재식밀도가 적어짐에 따라 점차적으로 낮아져서 30×30cm 재식구에서 가용성 질소물은 41.2%였다.

품종 평균 가스화 양분 총량은 Sparta

가 55%로 높은 편이었으나, 영산유채가 50.8%로 낮았다. TDN 함량도 가용성 질소물의 변화와 비슷한 경향이었는데, 10×10cm 재식구에서 54.9%였던 것이 재식거리가 적어짐에 따라 낮아져서 30×30cm 재식구에서 가스화 양분 총량은 49.8%였다.

考 察

유채는 재식밀도에 따라서 개화기 생육 및 수량성을 제한하는 큰 요인이 되고 있다(Cho 등, 1998; Sheldrick와 Lavendr, 1981).

權 등(1990)에 의하면 유채는 밀식에서 충분지수, 엽수 등의 주요 형질은 왜소하여졌으나 청예수량은 증가되었다고 하였으며, Toxopeus와 Boonman (1983)은 유채는 밀식구에서 초장도 길어졌고, 수량도 많아졌다고 하였고, 權 등(1988)은 유채는 밀식할수록 엽수, 엽장, 경직경 및 분지수 등의 모든 형질은 왜소하여졌으나, 오히려 청예수량은 증가되었다고 보고하였다.

본 연구에서 유채의 초장은 10×10 cm 재식구에서 가장 길었으나, 재식밀도가 적어짐에 따라 점차적으로 감소되었고, 분지수, 경직경, 엽장 및 엽폭 등의 형질은 재식밀도가 적어질수록 우세하게 나타나고 있는데, 이와 같은 결과는 재식밀도가 적어짐에 따라 유채의 충분지수 등의 주요 형질은 우세하여진다는 權 등(1990)과 Toxopeus와 Boonman (1983)의 보고와 일치되는 경향이였다.

개화기까지 일수도 파종량이 많을수록 늦어진다는 조 등(1998), 權 등(1990)의 보고도 있는데, 본 시험에서도 개화기까지 일수는 재식밀도가 좁아짐에 따라 단축되어 Cho 등(1998)과 權 등(1990)의 밀도 저하가 유채의 개화기까지의 일수를 단축시킨다는 보고와 일치하였다.

청예용 유채는 밀식구에서 생육이 왕성하고 수량도 많아졌다는 보고도 많

은데(Toxopeus와 Boonman, 1983; Cho 등, 1998), 본 시험에서는 10×10cm 재식구에서 초장도 길어졌고, 청예수량 및 건물수량도 많았으나 재식밀도가 적어짐에 따라 점차적으로 감소되었다. 이와 같은 변화는 유채는 밀식구에서 초장도 길고, 건물수량도 많아졌다는 Cho 등(1998)과 權 등(1990)의 보고와 같은 경향이였다.

재식밀도에 따른 유채의 품질 변화는 광합성능력 및 수광능력에 변화를 주어 광합성량과 물질생산에 미치는 영향은 매우 크며, 조성분 변화에도 크게 영향을 미치게 된다(奎 등, 1992). Trung과 Yoshida(1985)는 사료작물의 밀도 저하는 줄기의 목질화로 기호성이 떨어지고, 조섬유함량이 증가된다고 하였으며, 奎 등(1992)은 Sorghum-sudangrass hybrid의 재식밀도가 높아짐에 따라 조단백질 등 조성분은 증가된다고 하였다.

또한 Masaoka와 Takano(1980)는 목초류의 밀도 증가는 식물체의 광경합에 따른 노화현상으로 섬유소, 리그닌함량이 높아져 소화율이 저하된다고 보고하였다.

본 시험 결과 조단백질과 조지방함량은 재식밀도가 넓어짐에 따라 감소되는 경향이였으나 조섬유와 조회분함량은 재식밀도가 넓어짐에 따라 오히려 감소되었다. 재식밀도가 좁혀짐에 따라 조단백질 등은 증가되나 조섬유함량은 낮아진다는 Masaoka와 Takano(1980), 奎 등(1992)의 보고와 본 조사 결과와 일치하였다.

適 要

본 연구는 제주도에 있어서 재식밀도에 따른 청예유채의 생육·수량 및 조성을 구명하기 위하여 Ramon, Sparta, 한라유채 및 영산유채 등 4품종을 공시하여 1996년 10월부터 1997년 6월까지 수행하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 품종에 따른 각 재식구에서 한라유채가 180일로 가장 빨랐고, Sparta는 191일로 늦은 편이었다. 개화기까지의 일수는 재식밀도가 적어짐에 따라 단축되는 경향이였다.
2. 품종별 평균 초장은 Sparta가 162.2cm로 길었으며, 그 다음으로 Ramon이 158.4cm였고, 영산유채는 138.6cm로 가장 짧았다. 초장은 10×10cm 재식구에서 152.5cm로 길었으나, 재식밀도가 적어짐에 따라 점차적으로 짧아져서 30×30cm 재식구에서는 147.5cm였다.
3. 품종에 따른 형질은 각 재식구에서 Ramon이 우세하였고, 한라유채가 저조하였다. 총분지수, 경직경, 엽장 및 엽폭 등의 형질은 재식밀도가 적어짐에 따라 우세한 경향이였다.
4. 10a당 청예수량과 건물수량은 Sparta가 많았고, 한라유채가 적었다. 10a당 청예수량과 건물수량은 10×10cm 재식구에서 각각 5,719, 1,229kg으로 가장 많았으며, 재식밀도가 적어짐에 따라 점차적으로 감소되어 30×30cm 재식구에서 10a당 청예수량은 4,232kg, 10a당 건물수량은 906kg으로 낮았다. 10a당 단백질 수량 및 가스화 양분 총량도 청예수량 및 건물수량의 변화와 비슷하였다.
5. 품종별 평균 엽록소 측정치는 Sparta(44.0)가 높고, 한라유채(42.9)가 낮았다. 엽록소 측정치는 10×10cm 재식구에서 45.5로 높은 편이었으나, 재식밀도가 적어짐에 따라 점차적으로 낮아져서 30×30cm 재식구에서는 41.6이었다.
6. 품종별 조단백질, 조지방, NFE 및 TDN 함량은 Sparta가 높았고, 영산유채와 한라유채가 낮았으며, 이와는 반대로 조섬유와 조회분함량은 영산유채와 한라유채가 높았고, Sparta가 낮았다. 조단백질, 조지방, NFE 및 TDN 함량은 재식밀도가 적어짐에 따라 점차적으로 감소하였고, 조섬유와 조회분함량은 재식밀도가 넓어짐에 따라 오히려 증가하였다.

引用 文 獻

1. 安桂洙, 權炳善, 盧承均, 五斗一郎. 1989. 飼草用 油菜의 生産性과 粗成分에 關한 研究. I. 南部地域에 適應한 飼草用 油菜의 品種選拔. 韓畜誌 31:179-191.
2. 安桂洙, 權炳善, 林俊澤. 1993. 油菜多肥密植栽培가 生育과 飼草 및 種實收量에 미치는 影響. 順天大 農業科學研究 7:1-7.
3. 池泳鱗, 崔範烈, 金熙泰, 崔鉉玉, 趙載英, 李正行, 朴贊浩, 李殷雄. 1979. 栽培學汎論. 鄉文社. pp.469-490.
4. Cho, N. K., W. J. Jin, and Y. K. Kang. 1988a. Effect of seeding

- rate on growth, yield, and chemical composition of forage rape cultivars. Korean J. Crop Sci. 43(1):54-58.
5. 全炳台, 李相武, 申東殷, 文相鎬, 金雲植. 1992. 播種量과 栽植樣式이 수수-수단그라스系 雜種의 生育特性, 乾物收量 및 飼料價値에 미치는 影響. 韓草誌 12(1):49-58.
 6. 김형기. 1995. 동물사료자원학. 세진사. pp.237-243.
 7. 權炳善. 1988. 油脂資源植物 生態에 關한 研究. I. 良質食用油, 良質飼料粕 油菜 品種의 播種期와 栽植密度가 收量 및 收量構成 形質에 미치는 影響. 順天大 새마을研究論文集. 4:85-92.
 8. 權炳善, 金祥坤, 安桂洙. 1990. 油菜 品種의 播種量 反應. 順天大 農業科學研究. 4:65-71.
 9. Masaoka, Y. K. and N. B. Takano. 1980. Studies on the digestibility of forage crops. I. Effect of planting density on the feeding value of a sorghum-sudangrass hybrid. J. Japan Grassl. Sci. 26(2): 179-184.
 10. 三井計夫. 1988. 飼料作物草地. 養賢堂. pp.514-519.
 11. 농촌진흥청 축산기술연구소. 1996. 표준사료성분 분석법. pp.4-16.
 12. Sheldrick, R. D. and R. H. Lavender. 1981. A comparison of a hybrid stubble turnip(cv. Appin) with other cruciferous catch crops for lamb fattening. 1. Intial evaluation for dry matter yield and forage quality. Grass and Forage Sci. 36:281-289.
 13. Toxopeus, H. and J. G. Boonman. 1983. Forage rape and stubble turnips, oilseed radish and white mustard Zaadbelangen 37:36-39.
 14. Trung, B. C. and S. K. Yoshida. 1985. Influence of planting density on the nitrogen and grain productivity of mungbean. Japan. J. Crop Sci. 54(3):266-272.
 15. Venini, M. and M. Axamit. 1984. The utilization at different harvesting dates of Brassicas as irrigated stubble catch crops. Rostlinna vyrova (1983) 29(8) 885-894. Via Herb. Abst. 54(6) 1691.
 16. Wardeh, M. F. 1981. Models for estimating energy and protein utilization for feed. Ph. D. Diss. Utah State, Logan, USA.