

고랭지에서 제초제 조합에 의한 사일리지용 옥수수의 생육특성, 건물수량, 사료가치 및 잡초방제에 미치는 영향

이종경 · 박형수 · 정종원 · 나기준 · 김영근 · 서 성 · 성경일* · 정재록** · 조규석**

Effect of Herbicide Combination on Agronomic Characteristics, Dry matter Yield, Nutritive Value and Weed Control of Silage Corn in Alpine Area

J. K. Lee, H. S. Park, J. W. Chung, K. J. Na, Y. G. Kim, S. Seo, K. I. Sung*,
J. R. Jung** and K. S. Cho

ABSTRACT

This study was conducted to select the optimum herbicide combination on agronomic characteristics, dry matter yield, nutritive values and weed control of the silage corn at Daekwanryong branch (altitude 800m a.s.l.) of National Livestock Research Institute from 2001 to 2002. The treatments consisted of control, metolachlor, thiobencarb+linuron, pendimethalin, pendimethalin+linuron, propisochlor, nicosulfuron, propisochlor+nicosulfuron, and non treatment. The plant height and ear height of corn were no significant different among herbicide combination. However, the highest dry matter(DM) and ear rate of silage corn were observed with nicosulfuron treatment; 31.4% and 52.7%, respectively. Also, Dry matter yield of silage corn was the highest of 16,503kg/ha with propisochlor+nicosulfuron(P<0.05). The control of annual weeds was the greatest of 96.4% in the plots of propisochlor+nicosulfuron application. These results indicate that propisochlor+nicosulfuron treatment would be the optimum combination for dry matter yield, weed control and nutritive value of silage corn in alpine area.

(Key words : Alpine, Silage corn, Herbicide, Dry matter yield, Weed control)

I. 서 론

고능력우 사양을 위한 사일리지용 옥수수의 중요성이 부각됨에 따라 그 재배면적은 날로 증가 추세에 있다. 재배면적이 증가하면서 외국으로부터 종자수입이 늘어남에 따라 이들과 함께 많은 잡초 종자들이 유입되어 조사료포장의 생산성을 저하시키고 있는 실정이다. 외래 잡초는 조사료 생산성과 품질을 저하시키고 가축에 대한 기호성이 낮아 양질 조사료 생산에

많은 어려움을 초래하고 있다. 사일리지용 옥수수 재배시 포장에서 발생하여 옥수수의 생육과 수량을 감소시키고 사일리지의 품질을 저하시키는 등 잡초들에 의한 피해가 많이 보고되고 있다(서 등, 1999a; 서 등, 1999b; 축시, 1994; 정 등, 1998). 옥수수 포장에서의 잡초방제 효과는 옥수수가 어릴때 제초제를 살포해주는 것이 효과적으로(박 등, 1997; 임, 1997), 옥수수 3~4엽기 처리가 추천된다고 하였으며(Hall 등 1992; 강 등 1998), 옥수수가 14엽기

축산기술연구소(National Livestock Research Institute, RDA, Pyeongchang 232-952, Korea).

* 강원대학교(Kangwon National Univ. Chuncheon 200-701, Korea).

** 공주대학교(Kongju National Univ. Yesan 340-702, Korea).

이상 생육하게 되면 잡초에 의한 생산성 저하 영향은 받지 않는다고 하였다(Hall 등, 1992). 지금까지는 수원을 위주로 한 중북부지방에서 발생하는 잡초에 대한 방제 시험이 대부분이었고 대관령과 같은 고랭지에서 시험한 사례는 거의 없는 실정이다. 따라서 고랭지대에서 사일리지용 옥수수 재배시 잡초방제에 효과적이고 안전한 제초제를 선별하고 제초에 대한 노동력 절감과 동시에 조사료 생산성을 향상시키기 위하여 본 시험을 수행하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 사일리지용 옥수수 포장에서 일년생 잡초 방제 기술을 구명하기 위하여 제초제 조합 7처리를 포함하여 총 9처리로 하였다(Table 1). 구당면적은 12m²로 하였으며 난괴법 3반복으로 축산기술연구소 대관령지소(표고 800 m)에서 수행하였다. 토양 처리 제초제는 옥수수 파종 후 3일 이내에 ha당 3,000ml를 살포하였고 경엽 처리 제초제는 옥수수 3~5엽기에 ha당 1,000ml를 처리하였으며, 파종방법은 휴폭을 70cm, 주간을 20cm로 하여 점파하였고 두 개씩을 파종한 다음 옥수수가 정착된 후 생육이 불량한 개체를 제거하여 1개체를 남겼다.

시비량은 질소, 인산 및 칼리를 ha당 각각 200, 150 및 150kg으로 파종시 인산과 가리는 전량 사용하였으며, 질소비료는 파종시와 옥수수 잎이 7~8매 나왔을 때 각각 1/2로 나누어 분시하였다.

또한 파종하기 전 토양의 비옥도를 증가시키기 위하여 완숙퇴비 30톤을 골고루 살포하였다. 옥수수의 생육조사는 수확시 초장, 간장, 착수고 및 엽수를 조사하였는데 초장은 지면에서 최상단 선단까지의 길이를, 간장은 지면에서 응수목까지의 길이를 조사하였으며, 착수고는 지면에서 최상단 이삭이 달린 기부까지의 길이를 엽수는 1주당 엽의 수를 조사하였다. 수량조사는 각 수확날짜에 맞추어 실시하였는데 구당 4줄 중 2줄을 수확하여 총 생체중으로 하였으며 이삭의 포엽을 제거한 무게를 이삭 생체중으로 하여 각각 3개체 이상을 골라 72℃의 순환식 송풍건조기(dry oven) 내에서 72시간 이상 충분히 건조시킨 후 건물수량을 계산하였고, 그 시료를 Wiley mill로 분쇄하여 ADF와 NDF 함량은 Goering 및 Van Soest법(1970)에 따랐으며, AOAC법(1984)으로 조단백질 함량을 조사하였다. Table 2는 시험포장의 토양특성을 나타내고 있다. 시험전 토양은 유기물 함량과 인산 함량이 양호한 중성토양이었다.

Table 1. Experimental design

Treatment	Application time	Application area
T1: Control(Alar+Simazine)	Within 3 days after planting	Soil
T2: Metolachlor	"	"
T3: Thiobencarb+Linuron	"	"
T4: Pendimethalin	"	"
T5: Pendimethalin+Linuron	"	"
T6: Propisochlor	"	"
T7: Nicosulfuron	3-5 leaf stage	Leaf
T8: Propisochlor+Nicosulfuron	T6+T7*	Soil + Leaf
T9: Non treatment	-	-

* 1st application : Within 3 days after planting
2nd application : 3~5 leaf stage of growth

Table 2. Characteristics of soil before experiment

pH (1:5)	EC (uS/cm)	O.M (%)	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	NH ₄ ⁺ -N (mg/kg)	NO ₃ ⁻ -N (mg/kg)	Ex.cation(cmol ⁺ /kg)		
						Ca	Mg	K
6.15	344	6.66	623	62.3	16.5	3.67	2.21	7.52

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 옥수수의 생육특성

제초제의 조합에 따른 사일리지용 옥수수의 생육특성을 살펴보면 표 3과 같다. 옥수수 수확시에 측정한 제초제 처리별 초장은 T8 (Propisochlor+Nicosulfuron) 처리구에서 평균 270cm로 가장 높았고 T1(Control) 처리구에서 236cm로 가장 낮게 나타났다(표 3). 나머지 처리구에서는 평균 240cm 이상으로 거의 비슷한 경향을 보였다. 이는 수원지방의 옥수수 포장에서의 어저귀 방제 효과 구명에 관한 연구와 비슷한 결과를 보였다(서 등, 1999). 사일리지용 옥수수의 착수고는 T4(Pendimethalin) 처리구에 평균 110cm로 가장 낮게 나타났고 나머지 처리구에서는 큰 차이를 보이지 않았다.

2. 사일리지용 옥수수의 수량

제초제의 조합에 따른 사일리지용 옥수수의 2년간 건물율과 암이삭 비율을 살펴보면 표 4와 같다. 수확시 사일리지용 옥수수 전식물체의 건물 함량을 보면 경엽처리 제초제 T7 (Nicosulfuron)에서 평균 31.4%로 가장 높았고 경엽과 토양처리 제초제 T8 (Propisochlor+Nicosulfuron) 처리구에서 평균 28.5%로 가장 낮게 나타났으며 28.5~31.4% 범위였다. 사료가치를 결정하는 요소인 암이삭 비율 또한 T7 (Nicosulfuron) 처리구에서 평균 52.7%로 가장 높게 나타났고 나머지 처리구에서는 47.2~51.8%로 대부분 양호하게 나타났다.

표 5는 제초제 조합에 따른 사일리지용 옥수수의 건물수량과 TDN 수량을 나타낸 것으로 건물수량은 T8(Propisochlor+Nicosulfuron) 처리구에서 16,503kg/ha으로 가장 높게 나타났으며 T1(Control) 처리구에서 11,999kg/ha로 가장 낮게 나타났다(P<0.05). 본 시험의 결과는 강 등 (1998)이 보고한 15,726~16,055kg/ha에 비해서

Table 3. Growth characteristics of silage corn to which herbicide combinations are applied in Daekwanryong

Treatments	Plant height(cm)			Ear height(cm)		
	2001	2002	Avg.	2001	2002	Avg.
T1	240	231	236	106	122	114
T2	242	246	244	107	122	114
T3	239	243	241	106	122	114
T4	241	240	241	108	113	110
T5	244	249	247	110	121	116
T6	244	251	248	110	117	113
T7	243	270	257	105	124	115
T8	245	294	270	106	124	115
T9	242	237	240	109	118	113

Table 4. Dry matter and ear rate of silage corn by herbicide combination in Daekwanryong

Treatments	Dry matter(%)			Ear rate(%)		
	2001	2002	Avg.	2001	2002	Avg.
T1	28.0 ^{ab}	32.5 ^a	30.3	45.9 ^a	50.7 ^{ab}	48.3
T2	28.6 ^{ab}	32.9 ^a	30.8	52.9 ^a	50.6 ^{ab}	51.8
T3	28.3 ^{ab}	31.3 ^a	29.8	43.8 ^a	50.6 ^{ab}	47.2
T4	27.8 ^{ab}	34.0 ^a	30.9	47.4 ^a	52.1 ^a	49.8
T5	27.2 ^{ab}	32.7 ^a	30.0	47.5 ^a	51.7 ^a	49.6
T6	30.1 ^a	30.6 ^a	30.4	49.3 ^a	51.7 ^a	50.5
T7	28.9 ^{ab}	33.9 ^a	31.4	54.8 ^a	50.5 ^{ab}	52.7
T8	24.9 ^b	32.1 ^a	28.5	47.2 ^a	48.2 ^b	47.7
T9	26.0 ^{ab}	33.1 ^a	29.6	48.1 ^a	47.3 ^b	47.7

^{ab} Means within the same letter are significantly different(P<0.05).

Table 5. Dry matter yield and TDN yield of silage corn by herbicide combination in Daekwanryong

Treatments	Dry matter yield(kg/ha)			TDN yield(kg/ha)		
	2001	2002	Avg.	2001	2002	Avg.
T1	15,487 ^a	8,512 ^c	11,999	11,257 ^{ab}	6,076 ^d	8,667
T2	13,766 ^b	13,873 ^{abc}	13,820	9,750 ^b	9,908 ^{abc}	9,829
T3	15,066 ^{ab}	15,004 ^{ab}	15,035	11,048 ^{ab}	10,726 ^{ab}	10,887
T4	14,698 ^{ab}	14,640 ^{abc}	14,669	10,641 ^{ab}	10,412 ^{ab}	10,527
T5	14,161 ^b	15,541 ^{ab}	14,851	10,241 ^{ab}	11,068 ^{ab}	10,655
T6	15,103 ^{ab}	16,539 ^a	15,821	10,838 ^{ab}	11,768 ^{ab}	11,303
T7	16,734 ^a	12,663 ^{abc}	14,698	11,903 ^b	9,054 ^{bcd}	10,479
T8	14,889 ^{ab}	18,116 ^{abc}	16,503	10,820 ^{ab}	13,061 ^a	11,941
T9	13,907 ^b	9,671 ^{bc}	11,789	10,029 ^{ab}	6,985 ^{cd}	8,507

^{abcd} Means within the same letter are significantly different(P<0.05).

는 다소 낮은 수준이었으나 본 시험 지역이 상대적으로 생육기간이 짧은 것을 감안하면 양호한 결과를 보였다. TDN 수량은 T8(Propisochlor+Nicosulfuron)처리구에서 11,941kg/ha로 가장 높았고 T9(Non treatment)처리구에서 8,507kg/ha로 가장 낮게 나타났다(P<0.05)

3. 사일리지용 옥수수의 사료가치

제초제의 조합에 따른 사일리지용 옥수수의

사료가치는 표 6에서 보는 바와 같다. 전반적으로 사료가치는 제초제 조합에 따라 큰 차이는 나타나지 않았다. 경엽의 조단백질 함량은 6.28~7.35%, NDF는 60.8~65.6%, ADF는 35.1~38.6%였으며, 암이삭의 조단백질 함량은 6.83~7.79%, NDF는 21.3~28.5%, ADF는 9.3~12.5%로 암이삭의 사료가치가 경엽에 비해 높았다(강 등, 1998). 본 시험의 결과는 서 등(1999)의 결과와 비슷하였으나 암이삭의 조단백질 함량(8.8~9.9%)은 다소 낮게 나타나는 반

Table 6. Crude protein(CP), neutral detergent fiber(NDF) and acid detergent fiber(ADF) content of silage corn stover and ear as affected by combination of herbicide in 2002

Treatments	Stover(% of DM)			Ear(% of DM)		
	CP	NDF	ADF	CP	NDF	ADF
T1	6.28	63.7	35.4	7.25	23.6	10.0
T2	6.39	62.1	36.6	7.32	28.5	12.5
T3	6.73	65.6	38.4	7.37	22.6	10.2
T4	6.32	64.1	38.1	7.21	25.0	11.5
T5	6.65	62.5	36.3	7.16	24.8	10.9
T6	6.75	61.8	36.8	7.40	21.3	9.3
T7	7.18	60.8	35.1	7.76	21.5	10.0
T8	7.35	63.9	38.6	7.79	25.0	10.1
T9	6.59	64.0	38.1	6.83	25.2	11.9

면 ADF 함량(9.0~10.3%)은 높게 나타났다.

4. 옥수수의 잡초방제 효과

제초제의 조합에 따른 사일리지용 옥수수의 잡초방제 효과를 비교해보면 표 7과 같다. T8 (Propisochlor + Nicosulfuron)과 T7(Nicosulfuron) 처리구에서 각각 평균 96.4와 94.8%로 높은 방제효과를 보였고 T1(Control)과 T2(Metolachlor) 처리구에서 66.0과 66.3%로 처리 조합 중 낮은 방제효과를 보였다. 각 잡초별 방제효과를 보

면 처리별로 차이가 있으며 피의 경우 T8 (Propisochlor+Nicosulfuron) 처리구에서 100%로 완전하게 방제가 되었고 T2(Metolachlor) 처리구에서 42.8%로 가장 낮은 방제효과가 나타났다. 명아주의 경우 T8(Propisochlor + Nicosulfuron) 처리구에서 가장 우수했고 T1(Control) 처리구에서는 25.1%로 거의 방제 효과를 기대할 수 없었다. 나머지 여뀌와 닭의 장풀은 모든 처리구에서 각각 83.4%와 93.3% 이상으로 매우 양호한 방제효과를 보였다.

Table 7. Herbicide combination effect on weed control(Average of 2001 and 2002)

Treatments	Weed control(%)				
	Common-barnyardgrass	Lambsquarters	Waterpepper	Dayflower	Avg.
T1	53.6	25.1	91.1	95.4	66.3
T2	42.8	41.0	83.4	96.9	66.0
T3	63.1	78.2	89.2	94.6	81.3
T4	65.2	72.0	87.6	94.6	79.9
T5	68.3	75.6	87.6	94.6	81.5
T6	69.0	55.0	93.8	96.9	78.7
T7	98.2	87.6	100	93.3	94.8
T8	100	88.6	100	97.1	96.4
T9	0	0	0	0	0

IV. 요약

본 시험은 사일리지용 옥수수 재배시 일년생 잡초 제거를 위한 최적의 제초제조합을 선발하기 위하여 대조구(알라유제+씨마네수화제(T1)), 메토라크롤유제(T2), 치오벤카브+리누론유제(T3), 펜디유제(T4), 펜디+리누론유제(T5), 프로피소크로르유제(T6), 니코설푸론액상수화제(T7), 프로피소크로르유제+니코설푸론액상수화제(T8), 무처리(T9)의 총 9처리를 난괴법 3반복으로 축산기술연구소 대관령지소(표고 800m)에서 2년간(2001~2002) 수행하였다. 사일리지용 옥수수의 생육특성을 보면 옥수수의 초장과 착수고는 처리에 따라 뚜렷한 차이를 나타내지 않았으며, 건물 함량과 암이삭 비율은 니코설푸론액상수화제(T7) 처리구에서 각각 31.4%와 52.7%로 가장 높게 나타났다. 사일리지용 옥수수의 건물수량을 보면 프로피소크로르유제+니코설푸론액상수화제(T8) 처리구에서 16,503kg/ha으로 가장 높게 나타났다. 각 제초제 조합에 의한 일년생 잡초의 방제율은 프로피소크로르유제+니코설푸론액상수화제(T8) 처리구에서 96.4%로 가장 높게 나타났다.

이상의 결과로 건물수량, 잡초방제 및 사료 가치 등을 고려하여 볼 때 프로피소크로르유제+니코설푸론액상수화제 처리구가 고랭지에서 사일리지용 옥수수 재배시 최적의 제초제 조합으로 생각된다.

V. 인용 문헌

1. A.O.A.C. 1984. Official Methods of Analysis(14th ed.) AOAC. Washington, DC.
2. Goering, H.K., and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agric. Handbook 379, U.S. Gov. print. Office, Washington, DC.
3. Hall, M.R., C.J. Swanton and G.W. Anderson. 1992. The critical period of weed control in grain corn. Weed Sci. 40:441-447.
4. 강우성, 김종근, 정의수, 서 성, 양종성. 1998. 제초제 살포방법이 어저귀 방제 및 옥수수의 생산성에 미치는 영향. 한초지 18(2):107-112.
5. 박근제, 김영진, 김정갑, 서 성. 1997. 조사료 포장의 잡초방제기술. 농촌진흥청 축산기술연구소, pp. 36-37.
6. 서 성, 정의수, 김종근, 강우성, 김원호. 1999a. 사일리지용 옥수수 포장에서 메꽃 방제를 위한 Dicamba 액제 적정 사용수준 구명. 한초지 19(3):259-264.
7. 서 성, 정의수, 김종근, 강우성, 최기준, 임용우. 1999b. 사일리지용 옥수수 포장에서 어저귀 방제를 위한 Dicamba 액제 적정 사용수준 구명. 한초지 19(1):75-80.
8. 임일빈. 1997. 경엽처리 제초제의 올바른 사용방법. 월간 농업경제 3월호. pp. 11-17.
9. 정의수, 김종근, 강우성, 서 성, 김경남. 1998. 제초제 처리방법이 메꽃 방제 및 옥수수의 생산성에 미치는 영향. 한초지 18(3):217-222.
10. 축시. 초지잡초방제 핸드북. 1994. 농촌진흥청 축산시험장. p. 34.