

Research Article

## 중부지방에서 봄 파종시기가 알팔파의 건물 생산량과 사료가치에 미치는 영향

정승민, 오미래, 이배훈, 이기원, 박형수\*  
농촌진흥청 국립축산과학원 초지사료과

## Effects of Spring Seeding Dates on Dry Matter Yield and Feed Value of Alfalfa in the Central Area of South Korea

Seung Min Jeong, Mirae Oh, Bae Hun Lee, Ki-Won Lee and Hyung Soo Park\*

Grassland & Forages Division, National Institute of Animal Science, Cheonan 330-801, Republic of Korea

### ABSTRACT

This study was conducted to determine the optimal spring seeding dates for alfalfa yield and feed value. The experiment was conducted annually for three years (2021~2023) at the field in the Department of Animal Resources Development, NIAS, located in Cheonan. The treatments involved six seeding dates ranging from February 24 to April 14, with 10days intervals. Alfalfa was harvested four times a year at the early flowering stage. Dry matter yield showed a tendency to decrease with delayed the seeding date. However, depending on the climatide condisions in the seeding year, the dry matter yield on March 14 or 24 was comparable to that on February 24. Annual dry matter yield varied, influenced by the daylight conditions each year. The average feed value did not significantly differ within in the same year with delayed seeding dates ( $p>0.05$ ). Therefore, the most stable period for alfalfa spring seeding in the central area of South Korea is considered to be from February 24 to April 4, with February 24 indentified as the optimal date.

(Key words: Alfalfa, Spring seeding, Dry matter yield)

### I. 서론

알팔파는 높은 사료가치와 비타민 및 미네랄을 함유하고 있어 전 세계적으로 가장 많이 재배되는 축산업의 필수적인 다년생 조 사료이다. 알팔파는 국내에 소개되어 시범재배된 기록이 있으나 (Kim, 1995), 낮은 산성토양 및 비옥도로 인해 국내 재배가 어려웠다. 이러한 알팔파 재배의 어려움은 필수적인 조사료임에도 불구하고 전량 수입에 의존하게 만들었으며, 2020년 알팔파의 국내 수입량은 191천 톤에 달하였다(MAFRA, 2021). 그러나, 농민들의 꾸준한 개간으로 인해 토양환경이 개선되어 알팔파의 재배 가능성이 대두되었고, 국내 알팔파 품종개발 연구 등으로 인해 국내 재배가 점차 확대될 것으로 예상된다(Kim et al., 2021; Lee et al., 2022). 알팔파의 생육은 수분, 온도(Vough and Marten, 1971) 그리고 빛(Baldissera et al., 2014; Feng et al., 2019) 등 다양한 환경요인에 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Christian, 1977). 기후와 토양환경에 따라 재배되는 품종과 파종시기는 다양하나, 주

로 늦여름과 가을에 파종이 이루어지며 지역의 기온조건에 따라 봄 파종이 이루어지기도 한다(Justes et al., 2002; Nutt et al., 2021). 미국 중서부지역과 일부 유럽지역에서는 봄 파종이 제안 되는데, 이는 초기 수분과 잡초와의 경합을 줄이는 것이 알팔파의 초기 정착률을 결정하는 주요 조건이기 때문이다(Undersander et al., 2011). 알팔파의 파종시기에 대한 많은 연구들은 파종시기에 따른 잡초와의 경합관계에 대한 결과를 보고하였으며(Martin et al., 1983; Moyer et al., 1995), 제초제 사용이 어려운 경우 혼작을 권장한다(Sheaffer et al., 2014). 미국 북부지역의 경우 가을의 낮은 기온으로 인한 겨울 잡초와의 경합으로 스탠드 형성에 불리할 수 있으며(Ott et al., 1989), 미국 남서부 지역에서는 봄 파종 재배에서 잡초와 경합이 높다고 보고되었다(Lauriault et al., 2020). 일반적으로, 알팔파의 늦여름이나 가을파종은 봄파종에 비해 생산량이 높은 것으로 알려져 있으며, 이는 첫 수확까지 생육 기간이 길기 때문이다(Hall et al., 1995). 또한, 봄 파종은 첫 2회 수확이 불리한 것으로 보고되고 있으나(Mueller and Chamblee,

\*Corresponding author: Hyung Soo Park, Grassland & Forages Division, National Institute of Animal Science, Cheonan 330-801, Republic of Korea, Tel: +82-41-580-6751, E-mail: anpark69@korea.kr

1984), 스탠드의 전체 이용연한을 고려하면 늦여름과 가을파종에 비해 생산성이 더 높을 수 있다고 보고된 바 있다(Lauriault et al., 2020). 따라서 본 연구는 국내에서 알팔파의 파종시기에 따른 생산성과 사료가치의 변화를 검토하여 국내에서 적정 봄 파종시기를 구명하기 위해 수행되었다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 시험설계

본 실험은 충청남도 천안시 국립축산과학원 자원개발부 시험포장에서 2021년 2월부터 2023년 12월까지 수행되었다. 알팔파 품종은 ‘SW5615 (Dormancy 5)’이었고, 2 × 3 (6 m<sup>2</sup>) 면적의 시험구에 20 kg/ha를 기준으로 파종하였으며, 잡초 방제를 위한 토양제초제(S-metolachlor 유제)를 살포하였다. 비료로 석회와 붕소는 각각 300 kg/ha와 20 kg/ha, N-P-K는 100-300-300 kg/ha 기준으로 시비하였으며, 질소는 파종시 전량 기비, P와 K는 수확시기별로 나누어 사용하였다. 파종시기는 SD1 (2월 24일), SD2 (3월 4일), SD3 (3월 14일), SD4 (3월 24일), SD5 (4월 4일) 그리고 SD6 (4월 14일)을 기준으로 2021년부터 2023년까지 매년 파종하였으며 초장과 원물 및 건물 생산성을 조사하였다. 시험은 난괴법을 이용하여 파종시기에 따라 파종연도마다 3반복 설계하여 수행하였다.

### 2. 초장 및 건물 생산량

파종시기에 따른 초장과 건물 생산량을 조사하기 위해 매년 파종 후 연 4회 파종시기별로 개화초기(개화 10%)에 도달할 때 초장을 측정한 후 수확하였다. 생초수량은 시험구별로 예측하여 ha당 수량으로 환산하였으며 건물수량은 각 처리구별로 약 300~500 g의 시료를 취하여 생초수량을 칭량하고, 68℃의 열풍순환 건조기에서 72시간 이상 건조 후 건물함량을 산출한 다음 ha당 수량으로 환산하였다.

### 3. 사료가치 분석

채취된 시료는 사료가치 분석을 위해 68℃의 열풍건조기에서 72시간 건조 후 분쇄하여 1 mm screen을 통과시켰다. 모든 사료

가치 분석은 AOAC법(1990)에 의해 분석하였다. 조단백질(CP) 함량은 원소분석기(Vario MAX cube; Elementar, Langensfeld, Germany)를 사용하여 Dumas의 방법(AAAS, 1884)에 따라 측정하였다. 중성세제불용성섬유(NDF), 산성세제불용성섬유(ADF)는 Goering 및 Van Soest (1970)에 의해 Ankom200 fiber analyzer (Ankom Technology, Macedon, NY, USA)를 이용하여 분석하였다. 상대적 사료가치(RFV)는  $RFV = (120/NDF (\%) \times (88.9 - 0.779 \times ADF (\%)/1.29))$  (Moore and Undersander, 2002)의 공식에 의해 계산되었다.

### 4. 통계 처리

통계처리는 PROC ANOVA SAS program (v. 9.4 program, 2013)을 이용하여 Tukey test ( $p < 0.05$ )로 파종시기에 따른 유의성 검정을 실시하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 평균기온과 강수량

본 시험 연도별 평균기온과 강수량 및 기후평년값은 Fig. 1과 같다. 연중 월별 평균기온은 평년과 유사하였다. 알팔파가 생장하는 3월~10월 사이의 평균기온은 2021년에 8.0~26.2℃, 2022년에 6.9~25.8℃, 2023년은 8.6~26.2℃로 기후평년값인 5.6~25.2℃보다 높게 나타났다(KMA, 2023). 알팔파는 30℃ 이상 및 10℃ 이하에서 생육이 감소하는 것으로 보고되었으나, 5℃ 이상에서 재배가 가능하고 적정 생육온도는 25℃인 것으로 보고되고 있다(FAO land and water, 2023). 본 연구기간동안 3월 평균기온은 5℃ 이상으로 파종 후 발아와 출현이 가능하였다. 일반적인 알팔파 재배의 적정 연간 강수량은 600~1200 mm로 보고되고 있으며(FAO, 2023), 본 시험의 2021~2023년 연간 강수량은 1,059, 1,081 그리고 1,502 mm로 생장에 필요한 강수량은 충족된 것으로 사료된다. 3월부터 10월까지의 강수량은 매년 일정하지 않았으며, 2023년 장마기간인 7월에 574.9 mm의 장기간 강우로 인해 모든 시험구의 알팔파가 침수 고사하였다. 각 연도별 가장 많은 강수량은 2021년 9월에 250.8 mm, 2022년 8월에 366.6 mm

Table 1. Average cloudiness and daylight in each year

	2021	2022	2023
Year Cloudiness	5.15	5.00	4.91
Growing cloudiness	5.66	5.46	5.36
Year total daylight, hr	2177.3	2320.6	2134.1
Growing total daylight, hr	1484.4	1554.9	1593.5

Year, period from January to December; Growing, the primary growth period from March to October.

로 나타났다. 평균 강수일은 각각 119, 104, 106일로, 기후평년값인 106.3일보다 높았으며, 3~10월의 강수일은 89, 73, 76일로 평년 기후값은 74일과 다소 차이를 보였다.

시험 연도별 전운량과 일조량은 Table 1과 같다. 2021년의 연평균 전운량이 가장 높았으며(5.15 vs. 5.00 vs. 4.91), 생장기간인 3~10월의 평균 전운량 또한 가장 높았다(5.66 vs. 5.46 vs. 5.36). 연평균 일조량은 2022년이 가장 높았으나(2177.3 vs. 2320.6 vs. 2134.1 hr), 3~10월의 평균 일조량은 2023년이 가장 높았다(1484.4 vs. 1554.9 vs. 1593.5).

## 2. 알팔파의 초장과 건물 생산량

알팔파의 초장은 Fig. 2와 같으며 2021년과 2022년의 파종시기에 따른 초장의 차이에 패턴은 보이지 않았다. 2021년은 1차 수확에서 초장이 가장 높았으며, 2022년에는 3차 수확의 초장이 가장 높았다. 반면에, 2023년의 침수 고사를 제외하고 모든 년

도에서 4차 수확의 초장이 가장 낮았다. 2021년에는 1차 수확시기 초장이 가장 높았으며(77.2 vs. 56.4 vs. 56.8 vs. 35.7 cm) 2022년에는 3차 수확시기 초장이 가장 높았다(61.7 vs 65.2 vs. 71.8 vs. 38.4). 수확시기에 따른 초장의 차이는 있었으나, 파종시기에 따른 차이는 2021년의 1차 수확, 2022년의 3차 수확, 2023년의 2차 수확에서만 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 알팔파의 2021년 1차 수확은 다른 년도에 비해 최소 3~9일가량 늦었으며, 2022년의 2~3차 수확의 간격은 평균 33.3일로 2021년의 29.5일에 비해 4일 가량 더 소요되었기 때문에 사료된다.

3년간 재배된 알팔파의 수확시기와 건물 생산량은 Table 2와 같다. 1차 수확은 SD1은 3개월, SD6은 2개월 이후인 6월 전후로부터 시작되어 3차 수확까지 대략 25일에서 한달 간격으로 개화 초기에 도달하였다. 2021년 재배된 알팔파는 1차 수확시기의 건물 생산량이 높았으며(3,670 vs. 2,681 vs. 2,950 vs. 1,207 kg/ha), 2~4차 수확으로 넘어갈수록 건물 생산량이 감소되었다. 또한, 파

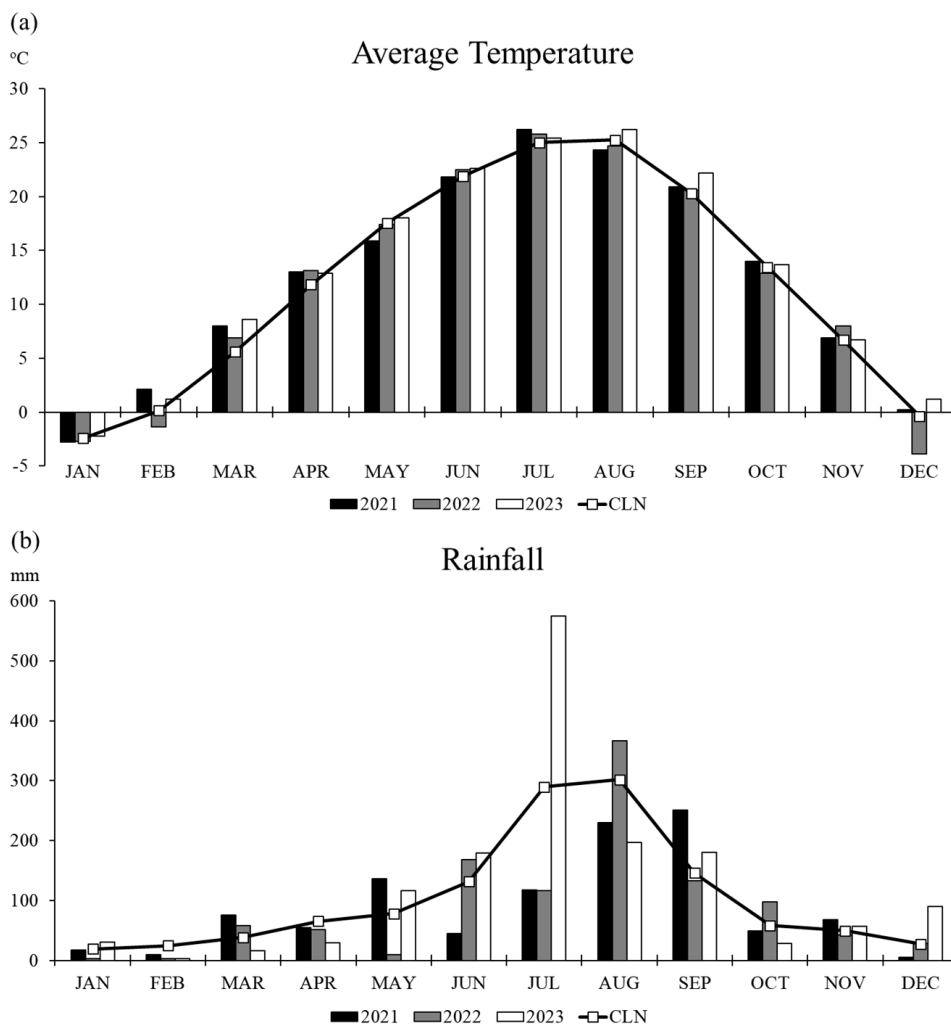


Fig. 1. Average monthly temperature (a) and precipitation (b) at experimental sites for 2021 to 2023. CLN, climate normal.

Table 2. Effects of spring seeding dates on alfalfa dry matter yield for 3 years in the central area of Korea

	1 <sup>st</sup> harvest		2 <sup>nd</sup> harvest		3 <sup>rd</sup> harvest		4 <sup>th</sup> harvest		Total
	Harvest date (m.d)	DMY (kg/ha)	Harvest date (m.d)	DMY (kg/ha)	Harvest date (m.d)	DMY (kg/ha)	Harvest date (m.d)	DMY (kg/ha)	DMY (kg/ha)
2021									
SD1	6.02	5,211.0 <sup>a</sup>	6.29	2,528.0 <sup>b</sup>	7.27	2,166.4 <sup>b</sup>	11.04	2,769.0 <sup>a</sup>	12,674.5 <sup>a</sup>
SD2	6.07	4,213.8 <sup>b</sup>	7.05	1,804.0 <sup>c</sup>	8.03	2,229.0 <sup>b</sup>	11.04	2,095.7 <sup>a</sup>	10,342.5 <sup>b</sup>
SD3	6.09	4,389.6 <sup>b</sup>	7.15	3,433.9 <sup>a</sup>	8.20	3,616.4 <sup>a</sup>	11.04	414.7 <sup>c</sup>	11,854.6 <sup>ab</sup>
SD4	6.11	3,151.3 <sup>c</sup>	7.15	3,576.4 <sup>a</sup>	8.20	3,684.4 <sup>a</sup>	11.04	816.0 <sup>b</sup>	11,228.0 <sup>b</sup>
SD5	6.14	2,536.2 <sup>c</sup>	7.27	2,834.7 <sup>b</sup>	8.20	3,632.4 <sup>a</sup>	11.04	500.3 <sup>c</sup>	95,03.7 <sup>c</sup>
SD6	6.25	2,516.7 <sup>c</sup>	7.27	1,908.3 <sup>c</sup>	8.20	2,370.3 <sup>b</sup>	11.04	647.7 <sup>b</sup>	7,443.0 <sup>d</sup>
Average	-	3,669.8	-	2,680.9	-	2,949.8	-	1,207.2	10,507.7
2022									
SD1	5.31	4,982.9 <sup>a</sup>	6.27	4,417.0 <sup>b</sup>	8.04	5,507.4 <sup>a</sup>	10.26	2,227.8	17,135.1 <sup>a</sup>
SD2	5.31	3,836.5 <sup>b</sup>	6.27	3,978.2 <sup>bc</sup>	8.04	5,404.6 <sup>a</sup>	10.26	2,391.1	15,610.4 <sup>b</sup>
SD3	6.03	3,618.7 <sup>b</sup>	6.27	3,414.1 <sup>c</sup>	8.04	5,331.6 <sup>a</sup>	10.26	2,354.2	14,718.7 <sup>b</sup>
SD4	6.09	4,333.1 <sup>a</sup>	7.07	5,619.2 <sup>a</sup>	8.04	4,124.7 <sup>b</sup>	10.26	2,325.5	16,402.4 <sup>a</sup>
SD5	6.09	3,776.8 <sup>b</sup>	7.07	5,390.1 <sup>a</sup>	8.04	3,875.1 <sup>c</sup>	10.26	2,226.4	15,268.4 <sup>b</sup>
SD6	6.16	2,728.7 <sup>c</sup>	7.11	3,615.3 <sup>c</sup>	8.04	2,536.1 <sup>d</sup>	10.26	1,999.7	10,879.9 <sup>c</sup>
Average	-	3,879.5	-	4,405.7	-	4,463.2	-	2,254.1	15,002.5
2023									
SD1	5.25	3,529.9 <sup>c</sup>	6.27	4,043.4 <sup>c</sup>	7.31	2,376.5	-	-	9,948.8 <sup>b</sup>
SD2	6.01	3,475.0 <sup>c</sup>	6.27	2,918.4 <sup>d</sup>	7.31	2,570.0	-	-	8,963.4 <sup>c</sup>
SD3	6.01	3,520.3 <sup>c</sup>	7.02	4,906.5 <sup>c</sup>	-	-	-	-	8,426.9 <sup>c</sup>
SD4	6.07	5,234.9 <sup>a</sup>	7.12	6,673.5 <sup>ab</sup>	-	-	-	-	11,908.4 <sup>a</sup>
SD5	6.07	4,563.1 <sup>b</sup>	7.12	7,471.4 <sup>a</sup>	-	-	-	-	12,034.4 <sup>a</sup>
SD6	6.13	3,190.9 <sup>c</sup>	7.12	6,335.3 <sup>b</sup>	-	-	-	-	9,526.2 <sup>bc</sup>
Average	-	3,919.0	-	5,391.4	-	-	-	-	9,310.4
Total 3 year average DMY(kg/ha)									
SD1	4,574.6		3,662.8		3,836.9		2,498.4		14,572.7
SD2	3,841.7		2,900.2		3,816.8		2,243.4		12,802.2
SD3	3,842.9		3,918.2		4,474.0		1,384.5		13,619.5
SD4	4,239.7		5,289.7		3,904.5		1,570.7		15,004.7
SD5	3,625.4		5,232.0		3,753.8		1,363.4		13,974.6
SD6	2,812.1		3,953.0		2,453.2		1,323.7		10,542.0
Average	3,822.7		4,159.3		3,706.5		1,730.7		13,419.3

m, month; d, day; SD1, sowing date at February 24; SD2, sowing date at March 4; SD3, sowing date at March 14; SD4 sowing date at March 24; SD5, sowing date at April 4, SD6, sowing date at April 14; DMY, dry matter yield; <sup>a-d</sup>means significant difference in the same column.

종시기가 늦어짐에 따라 감소하는 경향을 보였으며, 연중건물 생산량은 SD1과 3에서 SD5와 6에 비해 높은 건물 생산량을 보였다( $p<0.05$ ). 2022년(3,879 vs. 4,405 kg/ha)과 2023년(3,919 vs. 5,391 kg/ha)에서는 1차 수확시기보다 2차 수확시기의 건물 생산량이 높게 나타났다. 2022년 재배된 알팔파의 건물 생산량에서는 파종시기가 늦어짐에 따라 감소하는 경향을 보였으나, 연중건물

생산량은 SD4와 SD1이 가장 높은 건물 생산량을 보였다( $p<0.05$ ). 반면에, 2023년에는 SD4~5가 가장 높은 연중 건물 생산량을 보였다( $p<0.05$ ). SD1~3은 1차 수확 이후 30일 이내에 수확되었으나, 강수 등의 영향으로 수확시기가 상대적으로 늦어진 SD4~5는 1차 수확 35일 이후 수확되어 건물 생산량이 증가되었으나, CP의 감소와 NDF의 증가로 사료가치가 감소되었다. 2021년의

첫 수확은 4회 수확 생산량의 35%, 3회 수확까지 생산량의 40%로 높게 나타났다. 이는 연 3회 수확 시 개화초기에 첫 수확은 전체 수확량의 44%에 해당한다고 보고된 연구(Sheaffer et al., 2000)와 유사하다. 그러나, 2022의 첫 수확은 4회 수확 생산량의 25%, 3회 수확 생산량의 30%로 2021년과 다르게 나타났다. 이는 2021년에 비해 3~9일가량 앞당겨진 개화초기 도달시기의 영향으로 인해 1차 생산량이 감소한 것으로 사료된다.

재배 온도를 고려하였을 때 평균기온이 5℃를 넘어가는 3월의 파종에서(SD2~4) 생산량이 유리할 것으로 판단되었으나, 본 시험에서는 시험 연도에 따라 SD1 혹은 SD4에서 건물 생산량이 높게 나타났다. 이는 초기정착에 필요한 수분의 부족(Undersander et al., 2011), 또는 과도한 수분 스트레스(Vough and Marten, 1971)로 인한 생육 불량으로 사료된다. 2021년 알팔파 파종조건에서 SD5의 파종시기 전후로 37 mm가량의 높은 강수가 있었으며, SD6의 파종시기 이후로 15일간의 무 강수로 인해 초기정착

및 발아율이 감소한 것으로 추정된다. 2022년 알팔파 파종조건에서 하루에 20 mm 이상의 강수는 발생하지 않았으나(0.9~16.9 mm), SD2 파종시기 전후의 11일간의 무 강수와 SD4 파종 이후 17일간의 무 강수로 인해 SD3과 SD5, 6의 초기정착이 불량했을 것으로 추정된다. 2021~2023년의 1차 수확에서 2023년 SD1~3에서의 낮은 건물 생산량(4,605 vs. 4,149 vs. 3,508 kg/ha)은 3월의 급격히 낮은 강수량과 가뭄 스트레스가 초기 정착 불량을 야기하여 낮은 건물 생산량을 보인 것으로 사료된다. 반면에, 2023년 1차수확에서 SD4~6은 높은 건물 생산량(2,735 vs. 3,613 vs. 4,330 kg/ha)을 보였다. 모든 시험년도의 파종시기에서 SD6이 다른 파종시기에 비해 낮게 나타났고( $p < 0.05$ ), 토양 제초제 처리로 인해 잡초 피해는 없었다. Lee et al. (2022)의 연구에 따르면, 본 시험에 이용한 토양제초제인 S-metolachlor은 봄 파종시 50% 이상의 방제율을 보였으며, 손제초와 비슷하다고 보고한 바 있다. 2021~2023년 중 연평균 및 파종시기별 생산량은 2022년이 가

Table 3. Chemical compositions of alfalfa based on different seeding dates

Harvest	CP, % of DM				NDF, % of DM				ADF, % of DM			
	1st	2nd	3rd	4th	1st	2nd	3rd	4th	1st	2nd	3rd	4th
2021												
SD1	19.5	22.2	21.5	23.6	47.7	43.2	40.3	47.1	33.9	28.1	25.6	27.9
SD2	19.7	21.4	22.3	25.2	46.4	41.9	40.4	47.3	33.4	25.9	24.9	27.6
SD3	20.2	21.2	20.1	23.8	47.0	45.9	46.6	39.3	32.1	29.0	30.1	24.2
SD4	20.5	21.2	19.7	25.4	46.8	42.7	46.6	38.1	32.7	26.6	29.9	22.5
SD5	22.4	19.2	19.5	24.4	46.8	45.8	47.2	39.1	31.1	28.0	31.6	25.6
SD6	19.7	19.7	22.2	24.7	47.0	43.7	48.7	37.5	31.4	28.8	31.0	24.8
Average	20.3	20.8	20.9	24.5	47.0	43.9	45.0	41.4	32.4	27.7	28.9	25.4
2022												
SD1	24.7	23.4	19.6	22.8	45.7	46.5	48.7	44.4	24.9	28.7	32.6	27.6
SD2	22.4	24.3	19.2	24.1	43.1	42.4	49.2	43.2	25.8	24.7	31.8	26.1
SD3	22.5	24.2	22.0	23.4	40.8	40.5	44.5	39.8	25.6	25.2	29.1	25.4
SD4	24.6	24.0	21.3	23.4	43.1	46.8	46.3	41.6	28.4	29.3	30.0	26.1
SD5	24.2	22.8	21.7	23.0	41.2	47.9	50.4	42.7	27.2	29.6	32.9	27.8
SD6	22.7	22.6	23.5	22.4	44.4	44.3	46.3	40.6	26.3	28.5	29.5	26.7
Average	23.5	23.6	21.2	23.2	43.0	44.7	47.6	42.0	26.4	27.7	31.0	26.6
2023												
SD1	21.5	23.3	11.5	-	39.7	37.5	56.9	-	26.3	25.9	42.0	-
SD2	22.9	25.5	11.5	-	39.8	37.6	56.3	-	25.9	24.5	40.7	-
SD3	22.0	24.6	-	-	39.6	40.0	-	-	26.8	25.7	-	-
SD4	20.8	17.0	-	-	39.8	54.6	-	-	26.6	30.1	-	-
SD5	21.8	15.0	-	-	41.0	54.5	-	-	28.0	30.3	-	-
SD6	20.0	13.6	-	-	40.2	54.7	-	-	26.9	32.5	-	-
Average	21.5	19.9	-	-	40.0	46.5	-	-	26.7	28.1	-	-

SD1, sowing date at February 24; SD2, sowing date at March 4; SD3, sowing date at March 14; SD4 sowing date at March 24; SD5, sowing date at April 4, SD6, sowing date at April 14; CP, crude protein; NDF, neutral detergent fiber; ADF, acid detergent fiber.

장 높게 나타났다(10,507 vs. 15,002 vs. 9,310 kg/ha;  $p < 0.05$ ). 일조시간과 일조량이 현장연구에서 알팔파의 생산량에 미치는 영향에 관한 연구는 미비하지만, Feng et al. (2019)에 의하면 대두 등에서 높은 빛의 강도가 자당 및 전분 생산을 향상시켜 식물 생산량에 영향을 미칠 수 있다고 보고된 바 있으며, Lorenzo et al. (2019)는 그들이 알팔파의 개화시기를 지연시킨다 보고하였다. 따라서, 본 연구에서 2022년에서 가장 높은 건물 생산성을 보인 것은 2023년 파종이 침수 고사하였고, 상대적으로 높은 일조시간과 함께 낮은 적온량(Table 1) 때문으로 사료된다. 이전 선행연구(Jung et al., 2023)에 따르면, 가을 파종시 알팔파의 연중건물 생산량은 파종 시기에 따라 13,884~24,404 kg/ha로 다양하게 나타났는데, 본 시험의 3년 평균 연중건물 생산량은 10,542~15,004 kg/ha로 일부 봄 파종시 늦은 가을 파종과 건물 생산량이 유사하게 나타났다. 모든 처리구의 3년 평균 생산량은 13,419 kg/ha로 나타났다. Kim et al. (2021)의 연구결과인 13,657 kg/ha와도 유사하며 관개조건에서 알팔파의 건물 생산량인 10~20 톤/ha(Moot et al., 2012)의 범위에 포함되었다. 다만, 기존 알팔파 연구와의 생산성 차이는 가을파종의 경우 첫 수확까지 약 8개월의 기간이 존재하며, 파종 이듬해 4회 수확되는 봄 파종과 달리 5회 수확이 가능한 점을 고려해야 한다. 건물 생산량을 고려한 적정 파종시기는 한해 기후 조건에 따라 SD1과 SD4가 유리할 것으로 사료되나, 발아 적정 기온에 도달하면서도 봄 가뭃과 이상 기후의 영향을 적게 받을 SD1이 봄 파종에 가장 유리하며, SD5를 넘겨서는

안될 것으로 사료된다.

### 3. 알팔파의 사료가치

알팔파의 사료가치 평균은 Table 3과 같다. 일반적으로 사료작물은 수확단계가 지연됨에 따라 줄기 비율이 증가하는 것으로 알려져 있다. 특히, 잎 비율은 CP의 차이가 크게 나타나는 요인이거나, NDF와 ADF의 변화에 미치는 영향은 덜한 것으로 보고되어 있다(Sheaffer et al., 2000). 본 연구의 모든 파종시기에서 건물 생산량이 높을수록 NDF와 ADF가 높았으며, CP 함량은 낮게 나타났다. 파종시기별 건물 기준 CP 함량은 19.9~24.5%였으며, 기존에 보고된 알팔파의 CP 함량인 17~26% (Daniel et al., 2007)에 포함되었다. 본 연구는 연중 알팔파의 평균 사료가치의 차이는 없었으며( $p > 0.05$ ), 선행연구(Jung et al., 2023)에서의 알팔파 가을 파종시기에 따른 연중 알팔파의 평균 사료가치의 변화가 없던 것과 같은 결과를 보였다. Sheaffer et al. (2000)의 연구에서 알팔파의 개화초기 첫 수확시 낮은 CP 및 높은 ADF와 NDF함량을 보였으나, 수확 횟수가 아닌 위치와 연도에 일관되게 나타났다고 보고하였다. 따라서, 수확 장소에 따른 환경변이가 수확시기에 따른 영향보다 사료가치에 미치는 영향이 큰 것으로 추정된다. 따라서, 2022년 재배된 알팔파의 3~4차 수확과 2023년 재배된 알팔파의 2차 수확에서 파종시기에 따른 NDF 및 ADF의 함량 변화는 많은 강수량으로 인한 침수피해의 영향으로 사료된다. 알팔파의 파종 및 수확시기에 따른 연중 사료가치의 차이는

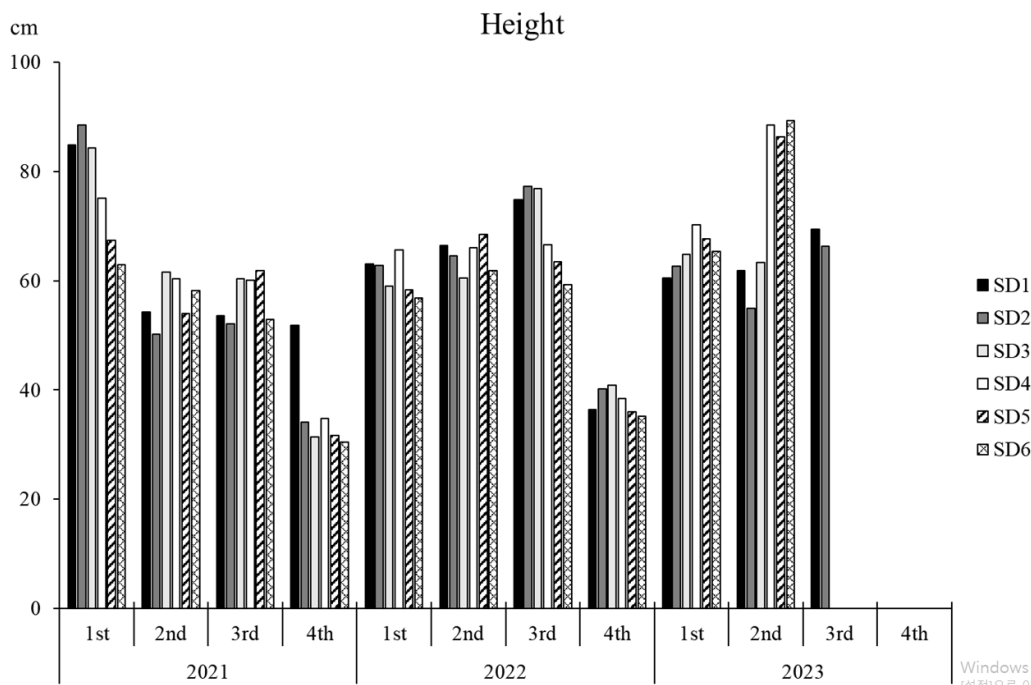


Fig. 2. Average alfalfa height by seeding dates. SD1, sowing date at February 24; SD2, sowing date at March 4; SD3, sowing date at March 14; SD4 sowing date at March 24; SD5, sowing date at April 4, SD6, sowing date at April 14.

없었으며, 일부 강수 및 고온에 의한 여름시기 수확이나 개화초기 도달시간의 차이가 NDF와 ADF의 변화를 야기하는 것으로 확인되었다.

#### IV. 요약

본 연구는 최근 재배 가능성이 대두되고 있는 알팔파의 봄 파종 가능성과 적정 파종시 생육특성 및 사료가치를 비교 분석하기 위하여 수행하였다. 2021년과 2022년 알팔파 봄 파종에서는 2월 24일에 파종하는 것이 가장 건물 생산성 면에서 유리하였고, 2023년 알팔파에서는 3월 24일과 4월 4일 파종이 가장 유리하였다. 반면에, 알팔파 봄 파종은 모든 연도의 4월 14일에서 건물 생산량이 낮게 나타났다. 알팔파의 2월 24일 파종의 건물 생산량은 2021년과 2022년의 3월 4일에서 3월 24일까지의 파종보다 높거나 유사하였다. 이러한 3월 알팔파 파종의 건물 생산량 차이는 봄 가뭄 및 강수량 차이 때문이며, 2월 24일 파종이 3월 파종보다 안정적인 생산이 가능함을 보여준다. 2021년과 2022년 알팔파에서는 파종시기에 따른 생산성의 차이가 크게 나타났으며, 2023년 알팔파에서는 7월 발생한 폭우로 인해 알팔파가 침수 고사하였다. 알팔파 봄 파종의 연평균 건물 생산량은 가을파종 또는 관개조건의 선행연구들에 비해 낮게 나타났다. 알팔파의 연중 사료 가치는 파종시기에 따른 차이를 보이지 않았다. 봄 파종 알팔파의 생산성과 사료가치를 고려 하였을 때, 적정 파종시기를 놓친 늦가을 파종보다 봄 파종이 일부 유리한 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서 알팔파의 봄 파종시기가 지연됨에 따라 건물 생산성이 감소하는 경향을 보이기 때문에 상대적으로 봄 가뭄과 같은 기후 조건에 의한 영향을 적게 받는 2월 24일 파종이 봄 파종에서 가장 유리하며, 4월 4일을 넘기면 생산성이 떨어지는 것으로 나타났다.

#### V. 사사

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(알팔파 안정 재배 및 저장 이용 기술 개발, PJ01593901)과 2024년도 농촌진흥청 국립축산과학원 전문연구원 과정 지원사업에 의해 이루어진 것이다.

#### VI. REFERENCES

AAAS. 1884. American association for the advancement of science. Jean-Baptiste-Andre Dumas. Science. 72:750-752.

AOAC. 1990. Official methods of analysis (15th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C.

Baldissera, T.C., Frak, E., Carvalho, P.C.D.F. and Louam, G. 2014. Plant development controls leaf area expansion in alfalfa plants competing for light. *Annals of Botany*. 113(1):145-157.

Christian, K.R. 1977. Effects of the environment on the growth of alfalfa. *Advances in Agronomy*, 29:183-227.

Daniel, H.P., Peter, R. and Ed, D. 2007. Forage quality and testing. In: G.S. Charles and H.P. Daniel (Eds.), 2008. *Irrigated alfalfa management for mediterranean and desert zones*. University of California. Agriculture and Natural Resources. CA. U.S.A. pp. 241-264.

FAO land and water. 2023. In database and software. crop information of alfalfa. <https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/alfalfa/en> (Cited 2024 February 6)

FAO. 2023. The Ecocrop Database. GAEZ data portal alfalfa. <https://gaez.fao.org/pages/ecocrop-find-plant> (Cited 2024 February 6)

Feng, L., Raza, M.A., Li, Z., Chen, Y., Khalid, M.H.B., Du, J., Liu, W., Wu, X., Song, C., Yu, L., Zhang, Z., Yuan, S., Yang, W. and Yang, F. 2019. The influence of light intensity and leaf movement on photosynthesis characteristics and carbon balance of soybean. *Frontiers in Plant Science*. 9:1952. doi.org/10.3389/fpls.2018.01952.

Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications). US Agricultural Research Service.

Hall, M.H. 1995. Plant vigor and yield of perennial cool-season forage crops when summer planting is delayed. *Journal of Production Agriculture*. 8(2):233-238.

Jung, S.M., Lee, B.H., Lee, K.W., Oh, M. and Park, H.S. 2023. Effects of fall sowing dates on winter survival and dry matter yields of alfalfa in the central area of South Korea. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 43(3):156-161.

Justes, E., Thiebaut, P., Avic, J.C., Lemaire, G., Volenc, J.J. and Ourry, A. 2002. Influence of summer sowing dates, N fertilization and irrigation on autumn VSP accumulation and dynamics of spring regrowth in alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Journal of Experimental Botany*. 53(366):111-121. doi.org/10.1093/jexbot/53.366.111.

Kim, C.J. 1995. Introduction to pasture literature. Hyangmunsa. Seoul. pp. 168-173.

Kim, J.Y., Kim, M.J., Jo, H.W., Lee, B.H., Jo, M.H., Kim, B.W. and Sung, K.I. 2021. Assessment of contribution of climate and soil factors on alfalfa yield by yield prediction model. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 41(1):47-55.

KMA. 2023. KMA weather data service.

Laurialt, L.M., Marsalis, M.A. and Groesbeck, J.D. 2020. Revisiting alfalfa planting dates for the semiarid US Southwest. *Agronomy Journal*. 112(3):2006-2019.

Lee, B.H., Kim, J.H., Lee, K.W., Lee, S.Y., Jung, J.S. and Park, H.S. 2022. Effect of postemergence herbicides on dry matter yield and weed control in spring seeding alfalfa (*Medicago sativa* L.).

## Determinate Optimal Spring Seeding Date of Alfalfa Considered Dry Matter Yield in the Central Area of South Korea

- Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 42(1):10-16.
- Lorenzo, C.D., Alonso Iserte, J., Sanchez Lamas, M., Antonietti, M.S., Garcia Gagliardi, P., Hernando, C.E., Dezar, C.A.A., Vazquez, M., Casal, J.J., Yanovsky, M.J. and Cerdan, P.D. 2019. Shade delays flowering in *Medicago sativa*. *The Plant Journal*. 99(1):7-22. doi.org/10.1111/tpj.14433.
- MAFRA. 2021. Forage supply and demand statistics. Ministry of Agriculture Food and Rural Affairs.
- Martin, N.P., Sheaffer, C.C., Wyse, D.L. and Schriever, D.A. 1983. Herbicide and planting date influence establishment of sod-seeded alfalfa 1. *Agronomy Journal*. 75(6):951-955.
- Moore, J.E. and Undersander, D.J. 2002. Relative forage quality: An alternative to relative feed value and quality index. *Proceedings 13<sup>th</sup> Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium*. pp. 16-29.
- Moot, D.J., Teixeira, E. and Brown, H. 2012. Alfalfa. Food and Agriculture Organisation of the United Nations.
- Moyer, J.R., Cole, D.E., Maurice, D.C. and Darwent, A.L. 1995. Companion crop, herbicide and weed effects on establishment and yields of alfalfa-bromegrass mixture. *Canadian Journal of Plant Science*. 75(1):121-127.
- Mueller, J.P. and Chamblee, D.S. 1984. Sod-seeding of ladino clover and alfalfa as influenced by seed placement, seeding date, and grass suppression 1. *Agronomy Journal*. 76(2):284-289.
- Nutt, B.J., Loi, A., Hackney, B., Yates, R.J., D'Antuono, M., Harrison, R.J. and Howieson, J.G. 2021. "Summer sowing": A successful innovation to increase the adoption of key species of annual forage legumes for agriculture in Mediterranean and temperate environments. *Grass and Forage Science*. 76(1):93-104. doi.org/10.1111/gfs.12516.
- Ott, P.M., Dawson, J.H. and Appleby, A.P. 1989. Volunteer wheat (*Triticum aestivum*) in newly seeded alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Weed Technology*. 3(2):375-380.
- Sheaffer, C.C., Martin, N.P., Lamb, J.F., Cuomo, G.R., Jewett, J.G. and Quering, S.R. 2000. Leaf and stem properties of alfalfa entries. *Agronomy Journal*. 92(4):733-739.
- Sheaffer, C.C., Martinson, K.M., Wyse, D.L. and Moncada, K.M. 2014. Companion crops for organic alfalfa establishment. *Agronomy Journal*. 106(1):309-314.
- Undersander, D., Cosgrove, D., Cullen, E., Grau, C., Rice, M.E., Renz, M., Sheaffer, C., Shewmaker, G. and Sulc, M. (Eds.). 2011. *Alfalfa management guide*. John Wiley and Sons.
- Vough, L.R. and Marten, G.C. 1971. Influence of soil moisture and ambient temperature on yield and quality of alfalfa forage 1. *Agronomy Journal*. 63(1):40-42.

(Received : March 04, 2024 | Revised : March 24, 2024 | Accepted : March 25, 2024)