

## 켄터키블루그래스와 토끼풀 간 혼합파종 비율에 따른 초기 생육 특성 \*

주진희<sup>1)</sup> · 박선영<sup>2)</sup> · 이선영<sup>3)</sup> · 윤용한<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 건국대학교 녹색기술융합학과 교수 · <sup>2)</sup> 건국대학교 대학원 녹색기술융합학과 박사 ·

<sup>3)</sup> 건국대학교 대학원 녹색기술융합학과 학생

## Characteristics of Initial Growth on Kentucky bluegrass (*Poa pratensis*) and white clover (*Trifolium repens*) by Mixed Sowing Rates

Ju, Jin-Hee<sup>1)</sup> · Park, Sun-Yeong<sup>2)</sup> · Lee, Sun-Yeong<sup>3)</sup> and Yoon, Yong-Han<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Dept. of Green Technology Convergence, College of Science Technology, Konkuk University, Professor,

<sup>2)</sup> Dept. of Green Technology Convergence, College of Science Technology,  
Graduate School of Konkuk University, Doctoral Degree,

<sup>3)</sup> Dept. of Green Technology Convergence, College of Science Technology,  
Graduate School of Konkuk University, Student.

### ABSTRACT

This study has been conducted to investigate the appropriate mixed sowing rates with white clover (*Trifolium repens*) and Kentucky bluegrass (*Poa pratensis*) by evaluating initial growth. Six different mixed sowing rates (CT, Control *Trifolium repens*, CP, Control *Poa pratensis*, T1P3, *Trifolium repens* 1 : *Poa pratensis* 3; T1P2, *Trifolium repens* 1 : *Poa pratensis* 2; T1P1, *Trifolium repens* 1 : *Poa pratensis* 1; T2P1, *Trifolium repens* 2 : *Poa pratensis* 1; T3P1, *Trifolium repens* 3 : *Poa pratensis* 1) with three repetitions were implemented in greenhouse experiment plastic pots (50.5 length × 35.0 width × 8.5 cm height). Plant height, leaf length, leaf width, number of leaves, root length, fresh weight, and dry weight were measured after a week from the germination for three months. Initial growth of Kentucky bluegrass significantly increased as mixed sowing rates with increasing, while that of white clover kept relatively decreasing than that in Control. Initial growth strongly affected sowing

\* 본 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2021R1F1A1063456)

**First author** : Ju, Jin-Hee, Dept. of Green Technology Convergence, College of Science Technology, Konkuk University, Professor, 268 Chungwondaero, Chungju-si, Chungcheongbuk-do, 27478, Korea,  
Tel : +82-43-3541, E-mail : jhkkc@kku.ac.kr

**Corresponding author** : Yoon, Yong-Han, Dept. of Green Technology Convergence, College of Science Technology, Konkuk University, Professor, 268 Chungwondaero, Chungju-si, Chungcheongbuk-do, 27478, Korea,  
Tel : +82-43-3538, E-mail : yonghan7204@kku.ac.kr

**Received** : 3 March, 2022. **Revised** : 18 April, 2022. **Accepted** : 16 April, 2022.

mixed rates by Kentucky bluegrass and not by white clover in this experiment, indicating that grasses played a dominant role during initial growth period. However, seeding rates with white clover will be dependent on the use of a turf and the desired green cover. There remains a need to further study of the mechanisms and dynamics of legume and grass competition to underpin sustainable management practices.

**Key Words** : *Grass-legume mixture, Turfgrass, Nitrogen fixation, Sustainable management*

## I. 서론

한지형 잔디는 국내에서 연중 녹색 유지기간이 3-4개월 정도 길기 때문에 그만큼 더 오래 사용할 수 있는 장점이 있다. 켄터키블루그래스(*Poa pratensis*)는 지하경형 잔디(rhizomatous-type, R-type)로 잔디밀도와 회복력이 높아 축구장에 가장 많이 사용되고 있으나(Kim and Kim, 2020), 조성 속도가 느리기 때문에 파종 후 발아 및 초기 생육이 중요하다(Kim, 2015). 또한 전형적인 한지형 잔디로 여름철 고온에 대한 스트레스에서 벗어나기 위한 일환으로 하계휴면(summer dormancy) 상태로 들어가는데, 이는 켄터키블루그래스가 가지는 고유의 장점을 잃게 할 수 있어 보완이 필요하다(Bushman et al., 2021).

토끼풀(*Trifolium repens*)은 콩과식물로 공기 중 질소고정으로 척박한 토양을 비옥하게 해주며, 질소는 17개의 필수영양소 중 잔디의 색과 질을 향상 및 유지에 도움을 주는 가장 중요한 영양소이다(Lee et al., 2010). 따라서 콩과식물을 잔디와 함께 식재하는 것으로써 단일식재하는 것에 비해 생육을 향상 시킬 수 있다(Lüscher et al., 2014; Ojeda et al., 2018). 토끼풀의 특성상 초기 생육이 현저히 늦어 월동 전 충분한 지상부 및 지하부의 생육이 이루어지지 않을 경우 월동 시 고사할 경우가 있으며, 월동 후에도 재생이 느려 파종 이후 초기 생육의 특성 파악이 필요하다(Lee et al., 2009). 또한 토끼풀은 잔디의 성장을 방해하는 유해잡초로 취급되어(Green et al., 2019) 다른 식물체와 혼파할 경우 우점종

이 되지 않도록 관리가 필요하다. 따라서 효과적인 관리를 위해 조성단계에서 적절한 파종비율을 규명하는 것에 대한 필요성을 가진다.

이러한 관점에서 토끼풀과 잔디의 혼파에 관한 연구는 지속되어 왔는데 Heshmati et al.(2020)은 토끼풀과 퍼래니얼 라이그래스(*Lolium perenne* L.), 치커리(*Cichorium intybus* L.)와 각각 혼파과종과 단일과종 간의 생육 특성을 규명하고자 하였으며, Zarza et al.(2020)은 붉은토끼풀(*Trifolium pratense*)과 큰이삭풀(*Bromus catharticus*)을 혼파하였을 때 붉은토끼풀의 밀도와 연중생산량의 관계성을 파악하여 생산량 증대를 위한 모델을 제안하고자 하였다. 하지만, 이러한 연구들은 대부분 가축사료의 총 생산량 증대에 역점을 두고 있어, 녹화공간에 적용하기에는 한계를 가진다.

따라서 본 연구는 켄터키블루그래스와 토끼풀의 혼파과종비율에 따른 초기생육 특성을 비교 고찰함으로써 적정과종 비율을 규명하여 지속가능한 관리방안 마련을 위한 기초자료로 삼고자 한다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 토양 및 식물재료

토양재료는 피트모스, 펄라이트 등이 포함되었으며 통기성과 배수성이 우수하여 다양한 식재지에 적용이 가능한 인공배양토(Sunshine mix #1 and #5, Sungro corp., Canada)를 사용하였다.

식물재료로는 식생 적용을 위한 품종으로서 생육지수가 양호하며, 초기성장속도가 빠를 뿐 아니라 과종시기의 폭이 넓어 비탈녹화용으로 많이 사용되는 켄터키블루그래스(*Poa pratensis*)와 주요 다년생 콩과식물로 높은 생산성과 생육지수를 가지며 질소고정을 할 수 있는(Nichols et al., 2015) 토끼풀(*Trifolium repens*)을 선정하였다. 실험을 위해 토끼풀은 1 g 당 150±10 립, 켄터키블루그래스는 1 g 당 3000 ±100 립의 순도 80% 종자를 사용하였다.

**2. 실험구 조성방법**

실험구는 삼목상자(50.0 × 35.0 × 8.5 cm)에 토양의 유실을 방지하기 위해 부직포를 깔 후 인공배합토를 5 cm 높이로 포설하였다. 종자비를 구분에 따라 각 켄터키블루그래스와 토끼풀을 단일과종한 대조구(CP, CT)와 토끼풀과 켄터키블루그래스를 혼합하여 과종한 5가지의 처리구(T1P3, *Trifolium repens* 1 : *Poa pratensis* 3; T1P2, *Trifolium repens* 1 : *Poa pratensis* 2; T1P1, *Trifolium repens* 1 : *Poa pratensis* 1; T2P1, *Trifolium repens* 2 : *Poa pratensis* 1; T3P1, *Trifolium repens* 3 : *Poa pratensis* 1)를 3 반복하여 총 21개의 실험구를 조성하였다 (Figure 1). 종자비율은 각 종자의 수를 기준으로 하였으며 손으로 산파한 후 관수는 매주 2-3회 두상관수로 실시하였다. 실험이 진행된 유리온실의 실험기간 동안 평균 온도 29.7°C, 평균 습도 56.5%, 평균 광도는 783.2 Lux였다.

**3. 측정항목 및 분석방법**

7월에 종자를 과종하였고 발아 이후 약 1주일 이 경과한 시점부터 모니터링하였다. 식물의 구조적 특성에 따라 켄터키블루그래스의 경우 초장, 엽수, 근장, 생체중, 건물중 등을, 토끼풀은 초장, 엽장, 엽폭, 엽수, 근장, 생체중, 건물중 등을 측정하였다. 초장, 엽장, 엽폭, 근장은 30 cm 스테인리스 자(stainless steel ruler, SB, Korea)

Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3
CP	CP	CP
CT	CT	CT
T1P3	T1P3	T1P3
T1P2	T1P2	T1P2
T1P1	T1P1	T1P1
T2P1	T2P1	T2P1
T3P1	T3P1	T3P1

**Figure 1.** Experimental design

CP: Control *Poa pratensis*

CT: Control *Trifolium repens*

T1P3: *Trifolium repens* 1 : *Poa pratensis* 3

T1P2: *Trifolium repens* 1 : *Poa pratensis* 2

T1P1: *Trifolium repens* 1 : *Poa pratensis* 1

T2P1: *Trifolium repens* 2 : *Poa pratensis* 1

T3P1: *Trifolium repens* 3 : *Poa pratensis* 1

로 조사하였으며 엽수는 육안으로 세었고 생체중과 건물중은 전자저울(SF-400C, QUANCHENG, China)을 이용하여 무게를 측정하였다. 측정 데이터에 대한 통계분석은 SPSS version 18.0 (SPSS, IBM inc., Chicago, USA) 프로그램을 이용하여 실시하였다. 과종비율에 따른 처리구별 평균값의 유의성을 검증하기 위해  $p < 0.05$  수준에서 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였고 평균값의 차이 정도를 보기 위해 Duncan의 사후분석을 진행하였다.

**III. 결과 및 고찰**

**1. 켄터키블루그래스의 초기 생육 특성**

토끼풀과 혼합과종에서 과종 비율에 따른 켄터키블루그래스의 초장은 토끼풀과 켄터키블루그래스가 1대3의 비율을 가진 T1P3 처리구에서 7.56 cm로 가장 길었다. 이는 켄터키블루그래스를 단일과종한 대조구보다 높은 수치이며 켄터키블루그래스의 과종 이후 초기생육에 있어 토끼풀과의 혼식이 긍정적 영향을 미친 것으로 사

료된다. 그러나 토끼풀의 비율이 높은 T2P1, T3P1 처리구에서 상대적으로 낮은 초장을 보여 토끼풀과 혼합과종에서 켄터키블루그래스의 초장 성장을 위해 토끼풀의 비율이 켄터키블루그래스의 비율을 넘지 않도록 해야 하는 것으로 판단된다. 일반적으로 토끼풀의 질소고정으로 인해 잔디의 생육에 있어 긍정적 영향을 줄 수 있는데(Nyfelner et al., 2011) 켄터키블루그래스 유묘 초장생장에 있어 토끼풀의 비율이 켄터키블루그래스의 비율을 상회할 때 오히려 부정적 영향을 가져온 것으로 볼 수 있다. 엽수의 경우 켄터키블루그래스를 단일과종한 대조구에서 평균 285개로 다른 처리구들과 큰 차이를 보이며 가장 많았으며 대조구를 제외하고 T1P2(154개) > T1P3(129개) > T1P1(89개) > T2P1(61개) > T3P1(48개) 순으로 초장과 마찬가지로 토끼풀의 비율이 켄터키블루그래스의 비율을 초과할 때 상대적으로 낮은 수치를 보이는 것으로 나타났다. 켄터키블루그래스의 근장은 8.76 cm로 나타나 가장 길었던 대조구를 제외하고 초장과 비슷한 경향을 보여 T1P3 처리구에서 6.31 cm로 가장 길고 T2P1에서 1.29 cm로 가장 짧았다. 또한, 지상부와 지하부의 생체중과 건물중 모두 토끼풀과 혼합하여 과종한 처리구의 경우 T1P2 > T1P3 > T1P1 > T2P1 > T3P1 순으로 나타나 다른 생육 항목과 비교적 유사한 결과를 보였다(Figure 2).

켄터키블루그래스의 초기 생육은 처리구별 유의미한 차이가 있었으며, 토끼풀과의 혼합과종 시 켄터키블루그래스의 비율이 토끼풀보다 낮을 때 공통적으로 생육이 좋지 않은 경향을 보인 반면, T1P2 처리구에서 비교적 모든 생육항목에서 가장 양호한 수준의 생육을 나타냈다.

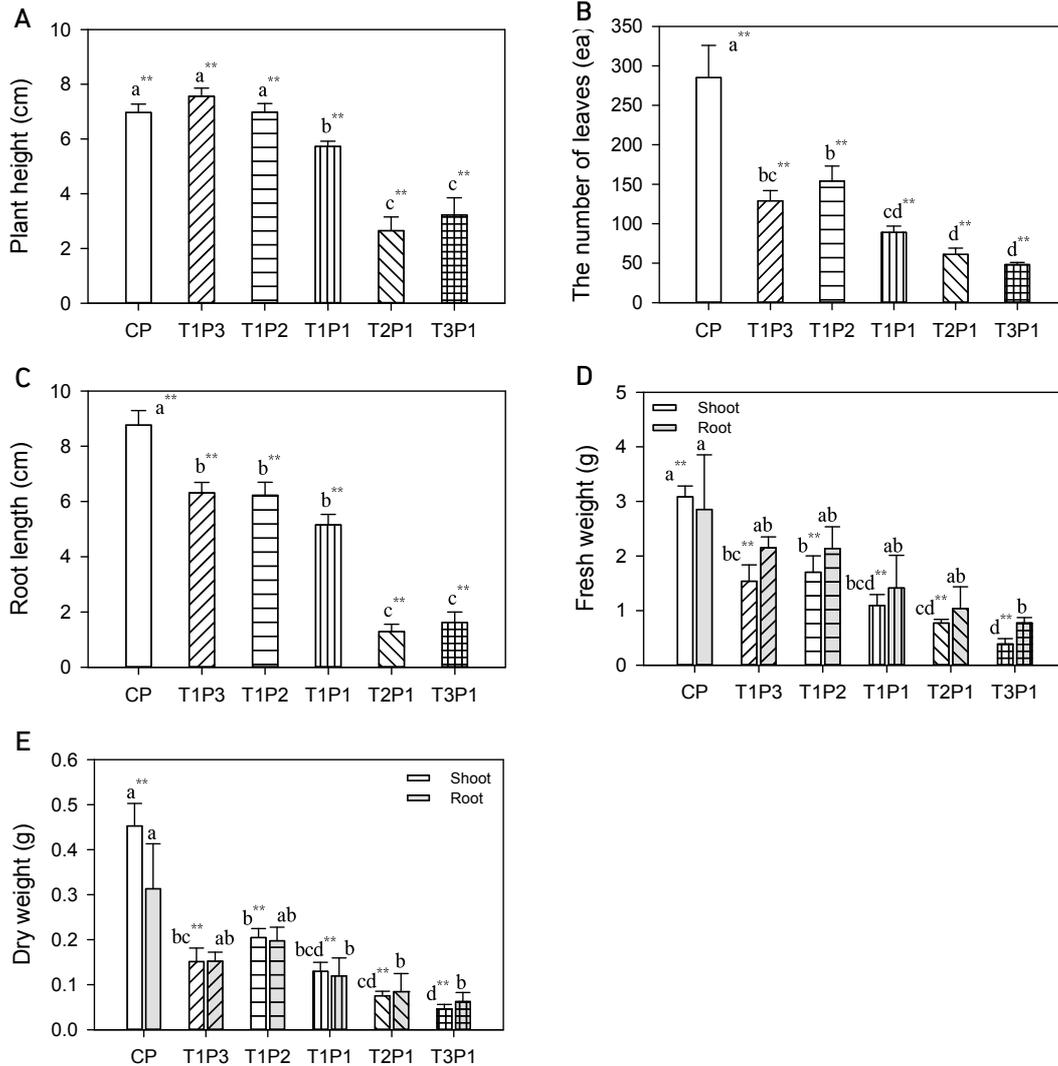
## 2. 토끼풀의 초기 생육 특성

혼합과종비율에 따른 토끼풀의 초기 생육 특성의 경우 생체중과 건물중을 제외한 나머지 생육항목에서 평균값 간의 유의한 차이가 있었다(Figure 3). 토끼풀의 초장은 T1P3 > CT > T1P2

순으로 긴 것으로 나타났으며 토끼풀의 비율이 켄터키블루그래스의 비율에 상대적으로 가장 큰 처리구인 T3P1에서 가장 짧은 것을 확인 할 수 있었다. 엽장과 엽폭은 초장과 마찬가지로 T1P3 처리구에서 가장 컸으며 T3P1 처리구에서 가장 작은 것으로 드러났다. 토끼풀을 켄터키블루그래스와 혼합식재 했을 때 토끼풀의 엽수는 T3P1에서 171개로 처리구 중 가장 많았으며 T2P1에서 97개, T1P1에서 85개, T1P2에서 94개, T1P3에서 57개로 토끼풀의 비율이 높을수록 유의적으로 엽수가 증가하였다. 근장의 경우 엽수를 제외한 나머지 항목과 비슷한 경향을 보였는데 단일처리구를 제외한 혼합과종 처리구에서 T1P3 > T1P2 > T1P1 > T2P1 > T3P1 순으로 토끼풀의 비율이 켄터키블루그래스에 비해 상대적으로 낮을수록 수치가 높아지는 경향을 보였다. 토끼풀이 잔디와 함께 식재되어 있을 때 많은 양의 질소를 공급할 수 있으나(Marshall et al., 2017), 역으로 토끼풀의 생육을 저하시킬 수 있는 것으로 보고되고 있어(Enriquez-Hidalgo et al., 2016), 혼합과종 시 켄터키블루그래스의 종자비율에 따라 토끼풀의 근계에 지대한 영향을 미칠 수 있음을 시사하고 있다. 한편, 토끼풀의 지상부 및 지하부의 생체중과 건물중은 과종비율에 따른 유의한 차이는 보이지 않는 것으로 나타났다. 이는 Heshmati et al.(2020)의 연구결과인 토끼풀을 라이그래스(*Lolium perenne*), 치커리(*Cichorium intybus*)와 혼합하였을 때 건물량(Dry matter)에 있어 토끼풀 단일 과종과 별다른 차이를 보이지 않았던 것과 비교적 일치하는 결과로 볼 수 있다.

## IV. 결 론

본 연구는 켄터키블루그래스와 토끼풀을 혼합하여 과종하였을 때 켄터키블루그래스의 생육을 촉진하면서 토끼풀이 우점하는 것을 막는 적정 과종비율을 규명하고자 실시하였으며 결

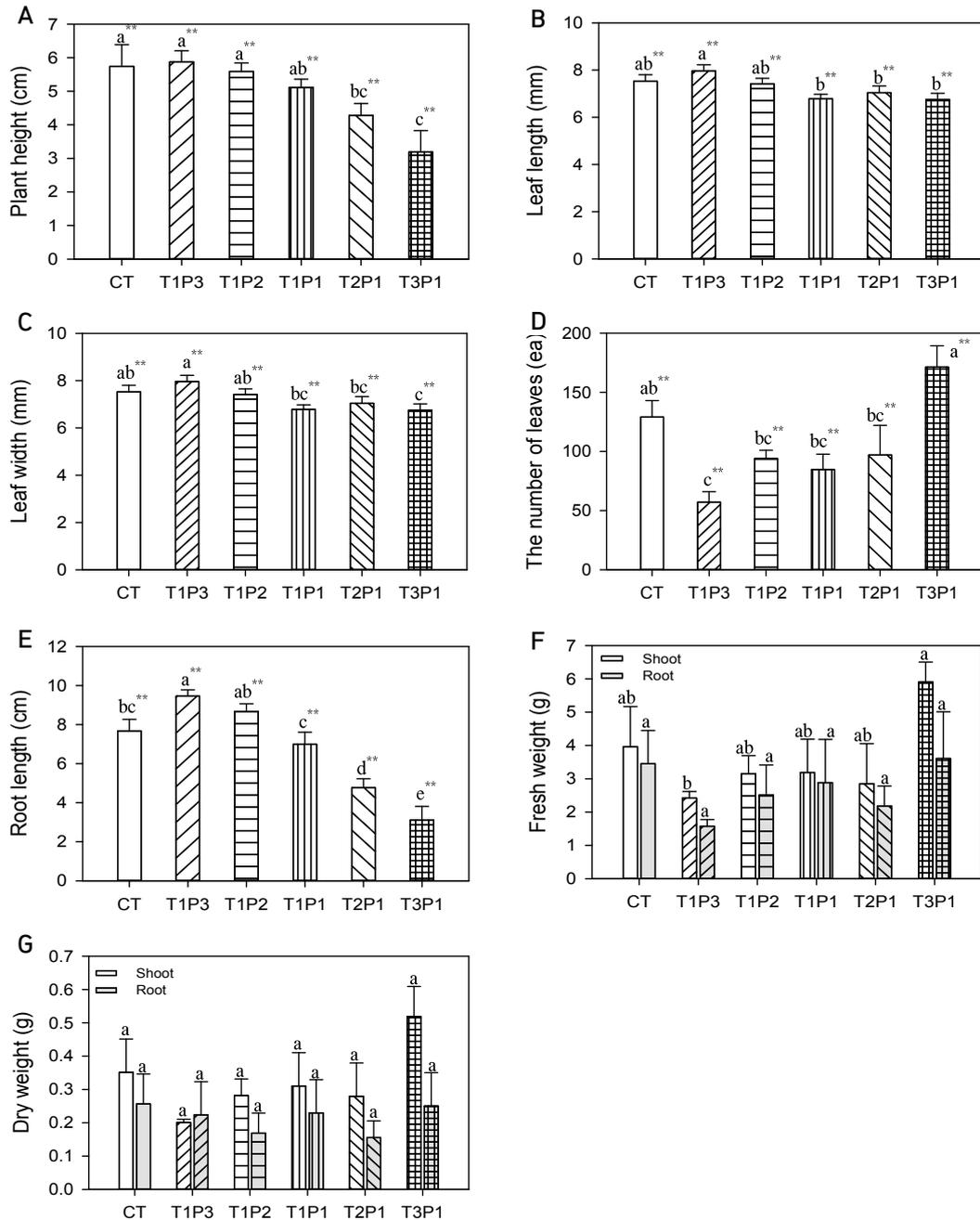


**Figure 2.** Comparison on the plant height (A), the number of leaves (B), root length (C), fresh weight (D), and dry weight (E) of *Poa pratensis* by mixed sowing rate. The vertical bars indicate standard errors of the mean. Different letters indicate significant differences at  $p < 0.05$  using Duncan's test. CP, Control *Poa pratensis*; T1P3, *Trifolium repens* 1 : *Poa pratensis* 3; T1P2, *Trifolium repens* 1 : *Poa pratensis* 2; T1P1, *Trifolium repens* 1 : *Poa pratensis* 1; T2P1, *Trifolium repens* 2 : *Poa pratensis* 1; T3P1, *Trifolium repens* 3 : *Poa pratensis* 1

과는 다음과 같다.

켄터키블루그래스의 초장은 T1P3, T1P2에서 다른 처리구에 비해 상대적으로 컸으며 이는 단일파종한 처리구보다 큰 것으로 나타났다. 엽수와 근장의 경우 단일 파종한 처리구에서 가장 많고 긴 것으로 보여졌으나 혼합파종한 처리구

중에는 T1P2처리구에서 공통적으로 높은 수치를 보였다. 생체중과 건물중도 이와 비슷한 경향을 보였다. 토끼풀의 경우 엽수를 제외한 초장, 엽장, 엽폭, 근장 등의 생육항목에서 모두 켄터키블루그래스의 비율이 높은 T1P3, T1P2 처리구에서 생육이 양호한 것으로 나타났으며 생



**Figure 3.** Comparison on the plant height (A), leaf length (B), leaf width (C), number of leaves (D), root length (E), fresh weight (F), and dry weight (G) of *Trifolium repens* by mixed sowing rate. The vertical bars indicate standard errors of the mean. Different letters indicate significant differences at  $p < 0.05$  using Duncan's test. CT, Control *Trifolium repens*; T1P3, *Trifolium repens* 1 : *Poa pratensis* 3; T1P2, *Trifolium repens* 1 : *Poa pratensis* 2; T1P1, *Trifolium repens* 1 : *Poa pratensis* 1; T2P1, *Trifolium repens* 2 : *Poa pratensis* 1; T3P1, *Trifolium repens* 3 : *Poa pratensis* 1

체중과 건물중은 처리구별 평균간의 유의한 차이를 보이지 않았다. 켄터키블루그래스의 경우 토끼풀과 혼합하여 파종할 시 토끼풀이 켄터키블루그래스의 비율을 넘지 않도록 조절해야 하며, 켄터키블루그래스가 토끼풀의 2배 정도의 파종량을 가지는 것이 적절한 수준인 것으로 판명되었다. 또한 토끼풀의 경우 켄터키블루그래스의 생육이 가장 양호했던 T1P2처리구에서 생육이 양호했을 뿐만 아니라 엽수가 상대적으로 적은 것으로 나타나 켄터키블루그래스와 토끼풀을 혼합파종할 경우 켄터키블루그래스와 토끼풀의 비율을 2대1 정도로 유지시켜 줄 경우 켄터키블루그래스와 토끼풀의 생육에 긍정적인 영향을 줌과 동시에 토끼풀의 우점을 방지할 수 있는 적정 파종비율로 판단되었다.

본 연구는 켄터키블루그래스와 토끼풀을 혼합파종 할 때 단순 생산성 증대의 측면이 아닌 녹화의 목적으로 국내의 환경조건 및 목적에 적합한 혼합과종 비율을 규명하였으나 연구의 범위가 파종 이후 단기간으로 한정되어 월동 이후 두 식물종의 생육가능성 및 우점치의 변화 등 향후 연구를 통해 밝힐 필요성이 있다.

## References

- Bushman, B. S.·M. D. Robbins·K. Thorsted·J. G. Robins·S. E. Warnke·R. Martin and K. Harris-Shultz. 2021. Transcript responses to drought in Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.) germplasm varying in their tolerance to drought stress. *Environmental and Experimental Botany* 190: 104571.
- Enriquez-Hidalgo, D.·T. J. Gilliland and D. Hennessy. 2016. Herbage and nitrogen yields, fixation and transfer by white clover to companion grasses in grazed swards under different rates of nitrogen fertilization. *Grass and Forage Science* 71: 559-574.
- Green, D. S.·B. Boots·J. D. S. Carvalho and T. Starkey. 2019. Cigarette butts have adverse effects on initial growth of perennial ryegrass (gramineae: *Lolium perenne* L.) and white clover (leguminosae: *Trifolium repens* L.). *Ecotoxicology and Environmental Safety* 182: 109418.
- Heshmati, S·B. Tonn and J. Isselstein. 2020. White clover population effects on the productivity and yield stability of mixtures with perennial ryegrass and chicory. *Field Crops Research* 252: 107802.
- Kim K. N. 2015. Comparison of seed germinating vigor, germination speed and germination peak in Kentucky Bluegrass cultivars under different germination conditions. *Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology* 18(3): 23-38. (in Korean with English summary)
- Kim K. N. and S. E. Kim. 2020. Growth characteristics and infiltration rate in Kentucky Bluegrass, perennial ryegrass and tall fescue grown under California soil system in soccer field. *Weed & Turfgrass Science* 9(4): 399-413. (in Korean with English summary)
- Lee, S.K.·D. D. Mimmer and N. E. Christians. 2010. Evaluation of various slow-release nitrogen sources for growth and establishment of *Poa Pratensis* on sand-based systems. *Kor. Turfgrass Sci.* 24(2): 145-148.
- Lee, J. H·S. Sim·C. K. Kang·H. J. Jee·H. B. Lee and B. M. Lee. 2009. Changes of field establishment and growth in cover crops sown at different times. *Journal of Crop Sciences and Biotechnology*. 54(2): 218-224. (in Korean with English summary)
- Luscher, A.·I. Mueller-Harvey·J. F. Soussana·R. M. Rees and J. L. Peyraud. 2014. Potential

- of legume-based grassland-livestock systems in Europe: a review. *Grass and Forage Science* 69: 206-228.
- Marshall, A. H.·R. P. Collins·J. Vale and M. Lowe. 2017. Improved persistence of red clover (*Trifolium pratense* L.) increases the protein supplied by red clover/grass swards grown over four harvest years. *European Journal of Agronomy* 89: 38-45.
- Nichols, S. N.·R. W. Hofmann and W. M. Williams. 2015. Physiological drought resistance and accumulation of leaf phenolics in white clover interspecific hybrids. *Environmental and Experimental Botany* 119: 40-47.
- Nyfeler, D.·O. Huguenin-Elie·M. Suter·E. Frossard and A. Lüscher. 2011. Grass-legume mixtures can yield more nitrogen than legume pure stands due to mutual stimulation of nitrogen uptake from symbiotic and non-symbiotic sources. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 140(1-2): 155-163.
- Ojeda, J. J.·O. P. Caviglia·M. G. Agnusdei and P. M. Errecart. 2018. Forage yield, water and solar radiation-productivities of perennial pastures and annual crops sequences in the south-eastern Pampas of Argentina. *Field Crops Research* 221: 19-31.
- Zarza R.·M. Rebuffo·A. L. Manna and M. Balzarini. 2020. Red clover (*Trifolium pratense* L.) seedling density in mixed pastures as predictor of annual yield. *Field Crops Research* 256: 107925.