

켄터키블루그래스와 토끼풀의 파종방법 및 혼파비율에 따른 종자발아 반응*

박선영** · 이선영*** · 윤용한**** · 주진희*****

Germination Responses to Mixtures Seeding Rate and Sowing Method of Kentucky Bluegrass and White Clover

Park, Sun-Yeong · Lee, Sun-Yeong · Yoon, Yong-Han · Ju, Jin-Hee

This study was conducted to evaluate the appropriate sowing method and mixture seeding rate on germination of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.) and white clover (*Trifolium repens* L.). The experimental design includes two sowing methods and six mixed seeding per each method: BT₁:BP₀ (broadcast seeding; B, *Trifolium repens*; T, *Poa pratensis*; P), BT₁:BP₂, BT₁:BP₃, BT₃:BT₁, BT₂:BP₁, BT₀:BP₁ and ST₁:SP₀ (spot seeding; S), ST₁:SP₂, ST₁:SP₃, ST₃:ST₁, ST₂:SP₁, ST₀:SP₁. The germination was the highest for both species when the seeding rate was higher than other species. In overall, the germination of white clover was higher and faster than Kentucky bluegrass. Two plots, BT₂:BP₁, ST₁:ST₂, were retained the balanced proportion of the germination rate. Therefore, It was suggested, for maintaining the balanced field, it is better to seed white clover twice Kentucky bluegrass on broadcast seeding and Kentucky bluegrass twice white clover on spot seeding. In regard of sowing method, broadcast seeding is better than spot seeding in terms of increasing the germination. It is necessary to supplement the result for real application by long-term monitoring.

Key words : cool-season grass, low-maintenance, *Poa pratensis*, *Trifolium repens*

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

** 제1저자, 건국대학교 녹색기술융합학과 박사

*** 건국대학교 녹색기술융합학과 박사과정

**** 건국대학교 녹색기술융합학과 교수

***** Corresponding author, 건국대학교 녹색기술융합학과 부교수(jjhkkc@kku.ac.kr)

I. 서 론

켄터키블루그래스(*Poa pratensis* L.)는 한지형 잔디(cool-season grass)로, 들잔디에 비해 연중 녹색유지기간이 3~4개월 정도 길고 잔디사용 기간도 그만큼 더 오래 사용할 수 있다는 장점이 있다. 또한 시각적 잔디 품질이 우수하고, 종자 파종이 가능해 국내에서 많이 재배되고 있는 잔디류 중 하나이다(Kim et al., 2007). 하지만, 난지형 잔디(warm-season grass)에 비해 내서성 및 내건성이 약해 여름 고온 및 건조기에 생육이 저하되고 초중에 따라서 하고현상에 의한 피해가 나타나는 단점이 있다(Kim and Nam, 2005). 더욱이 이러한 잔디종을 단파할 경우 잔디의 시각적인 질이 저하될 수 있으며 잠재적인 토양퇴화 및 환경문제가 야기될 수 있다(Xie et al., 2020). 이러한 한지형 잔디종 특히 단파로 인한 한계점을 극복하기 위해 적어도 다른 두 종과 혼합하여 파종 및 식재하는 등의 연구가 선행되어 왔다. Park (2003)은 5종의 난지형 잔디에 한지형 잔디인 켄터키블루그래스, 툴페스큐(*Tall fescue; Festuca arundinacea*)의 종자를 덧파종 하여 혼식한 5년 후 평가에서 들잔디, 세인트어거스틴그래스(*St. Augustine grass; Stenotaphrum secundatum*), 버뮤다그래스(*Bermudagrass; Cyndon spp*)와의 혼식구에서 한지형잔디와 난지형잔디가 비교적 안정된 비율을 유지하는 것으로 밝혔다. Lee et al. (2004)은 켄터키블루그래스 단용 및 퍼레니얼라이그래스(*Perennial Ryegrass; Lolium perenne*)와의 혼용에 따른 시각적 품질과 색상을 비교하여 켄터키블루그래스 단용보다 혼용하는 것이 생육에 있어 더 우수한 것으로 판단했다. 실제 하고 현상 피해를 최소화하려면 켄터키블루그래스 위주로 하면서 페레니얼라이그래스 혼합율은 20% 이내로 유지하는 것이 바람직한 것으로 보고되었다(Kim and Nam, 2005). 이렇듯, 서로 다른 종의 혼파는 식물 다양성을 향상시켜 줄 뿐만 아니라 효율적인 물, 토양, 빛 등의 사용과 관련한 다양한 생태환경기능을 유지 시켜준다(Wahbi et al., 2016). 그러므로 혼합 파종하는 방법은 잔디종 단파와 관련된 문제를 친환경적으로 해결하는 방법 중 하나가 될 수 있다.

토끼풀(*Trifolium repens*)은 열, 추위, 산 그리고 건조 등에 내성이 있어 여러 환경에 적응력이 뛰어나며(Liu et al., 2021) 콩과식물로 작물과 화분식물과 혼작 시 병충해를 저감시킴과 동시에 대기 중에 있는 질소를 고정하기 때문에 토양의 비옥도까지 증진시킬 수 있는 장점도 있다(Jo, 2009). 또한, 월동 후에는 초기 생육이 빨라 잡초발생을 억제시키는 효과가 뛰어나 제초제의 사용량을 줄일 수 있으며 토양에 환원 시 분해속도가 빨라 혼식한 식물체에 질소를 비롯한 무기양분을 적절하게 제공할 수 있어(Lee, 2007), 친환경 유지관리분야에 활용이 가능한 것으로 기대되고 있다. 하지만, 토끼풀은 잔디와 같은 다년생으로서 포복경으로 번식하고 일단 발생하면 잔비발에서 방제가 곤란한 잡초로 분류되어(Choi et al., 2012) 제초의 대상이 된 것이 사실이다.

산파는 토양표면에 흩뿌리는 방식이며(Ambrose and Wilson, 2003) 점파는 일정한 간격을 둔 지점에 소량의 종자를 땅 밑에 심는 방식이다(Cole et al., 2011). 산파의 경우 상대적으로 경제적이나 종자건조 또는 포식자에 의해 종자가 유실되는 문제가 발생할 수 있으며(Larson et al., 2011), 점파의 경우 산파와 같은 문제는 없으나 시간과 노동력이 상대적으로

많이 소요되어 작은 단위의 농가에서만 주로 사용되었다(Souza and Engel, 2018). 이처럼 파종방법별 장단점이 분명하여 종자의 특성 및 종류에 따라 다른 파종방법이 적용되어왔다. 그러나 두 종의 종자를 혼합하여 파종할 경우 적절한 파종방법에 대한 논의가 부족한 실정이며 특히, 식물생육의 경우 파종비율 또는 파종방법에 따라 크게 영향을 받을 수 있어 (Mengie et al., 2021), 혼합하여 식재되는 식물종에 따른 적절한 파종방법에 대한 규명이 필요하다.

따라서 본 연구는 켄터키블루그래스와 토끼풀을 파종방식과 비율을 다르게 하여 혼파할 때 종자별 발아율을 살펴봄으로써 녹화에 있어 경제적인 켄터키블루그래스와 질소고정으로 토양의 비옥도를 증진시킬 수 있는 토끼풀의 순기능이 효과적으로 발휘될 수 있는 적절한 파종비율 및 방법을 규명함으로써 친환경 유지관리 활용할 수 있는 기초자료를 얻기 위해 수행하였다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

본 연구는 충청북도 충주시 소재 대학교 캠퍼스 내 온실에서 2018년 8월부터 10월까지 진행하였으며, 내부의 평균온도는 29.7°C, 평균습도는 56.5%였으며, 조도는 오전 12시에 1,231 lux로 가장 높았고 오후 8시에 90.6 lux로 가장 낮았으며 평균 783.2 lux였다. 토양재료로는 피트모스, 펄라이트, 습윤재 및 어린묘 재배에 적합한 비료가 균형있게 함유되어 있어 종자의 흡수력과 배수력이 균일하게 작용해 생육을 균일하게 할 수 있는 인공배양토 (Sunshine mix #1 and #5, Sungro corp., Canada)를 사용하였다. 실험에 사용된 종자는 각 토끼풀(*Trifolium repens* L.), 켄터키블루그래스(*Poa pratensis* L.)로 토끼풀은 1 g당 150±10립, 켄터키블루그래스는 1 g당 3000±100립으로 순도 80%의 종자를 사용하였다.

2. 연구방법

실험구는 가로 50 cm 세로 35 cm 높이 8.5 cm의 삼목상자에 조성하였다. 삼목상자의 바닥면은 토양의 유실을 방지하기 위해 부직포를 깔 후 인공배합토를 토심 5 cm로 포설하였다(Fig. 1). 산파(broadcast seeding, B)와 점파(spot seeding, S)로 토끼풀과 켄터키블루그래스 간 종자비율(1:0, 1:2, 1:3, 3:1, 2:1, 0:1)을 기준으로 산파한 처리구(BT₁:BP₀, BT₁:BP₂, BT₁:BP₃, BT₃:BP₁, BT₂:BP₁, BT₀:BP₁), 점파한 처리구(ST₁:SP₀, ST₁:SP₂, ST₁:SP₃, ST₃:SP₁, ST₂:SP₁, ST₀:SP₁)로 구분하였다. 파종방법 별 6개의 처리구를 3반복하여 총 36개의 실험구를 조성하였다. 조성된 실험구의 관수는 매주 2-3회 두상관수로 실시하였다. 발아가 일정부분 진행된 일주일 후부터 매주 2회씩 지속적으로 모니터링 하였으며 종자의 발아 여부는

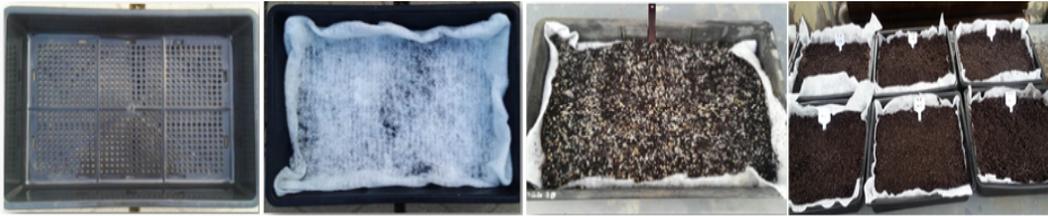


Fig. 1. The experimental installation conducted inside of the greenhouse in 2018.

녹색 싹이 보이는 것을 기준으로 조사하였다. 발아율(PG: Percent of Germination)은 파종한 종자수에 대해 조사 시점별 발아한 종자수를 백분율로 계산하였다.

각 처리구별 수집된 데이터는 SigmaPlot 12.3(Systat, San Jose, CA, USA)를 이용하여 그래프화 하였다. 파종방법별 종자비율에 따른 켄터키블루그래스와 토끼풀의 발아율 간 상관관계 파악을 위해 SPSS(SPSS Inc., ver.18.0 K, USA)를 이용하여 Pearson 상관성 분석을 실시하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 산과

산과 시 파종비율에 따른 토끼풀의 발아율은 켄터키블루그래스보다 높은 비율로 파종한 $BT_3:BP_1$, $BT_1:BP_0$, $BT_2:BP_1$ 처리구가 나머지 처리구에 비해 전반적으로 높은 발아율을 보였다. 특히, $BT_3:BT_1$, $BT_1:BP_0$ 처리구와 같이 토끼풀 단일 또는 높은 비율의 파종 처리구에서 파종 86일 경과 후 200% 이상의 높은 발아율을 가지는 것으로 나타났다(Fig. 2). 켄터키블루그래스의 경우 토끼풀과 마찬가지로 단일 파종된 처리구를 비롯한 비율이 높은 처리구에서 상대적으로 높은 발아율을 보였으나 토끼풀의 발아율과 비교하였을 때 상대적으로 낮은 것으로 조사되었다. $BT_2:BP_1$ 처리구에서 켄터키블루그래스와 토끼풀의 종자 발아율이 비슷한 수치를 보여 두 종이 비교적 유사한 발아율을 가지는 것으로 나타났다(Fig. 3). 토끼풀은 높은 질소고정 효율로 토양을 비옥하게 하는 천연 비료의 역할을 할 수 있으나 알레로파시 효과(allelopathy effect)를 통해 단순 잡초제거 이외에 다른 식물성장 억제에 영향을 줄 수 있다(McKenna et al., 2018). 기존 연구결과(Lee et al., 2001)에 따르면 토끼풀을 잎, 줄기, 뿌리, 꽃으로 나누어 추출한 추출물을 잔디종자에 투여한 결과, 잔디종자의 상대 발아율이 상당부분 억제되었으며 75%의 고농도 추출물을 처리한 경우 전 실험구에서 발아가 되지 않은 것으로 보아 토끼풀의 높은 종자비율이 켄터키블루그래스의 발아억제에 영향을 미친 것으로 사료된다. 따라서 두 종을 산과방법으로 혼파할 시 토끼풀의 종자비율이 켄터키블루그래스의 두 배 이상이 넘지 않도록 조절하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

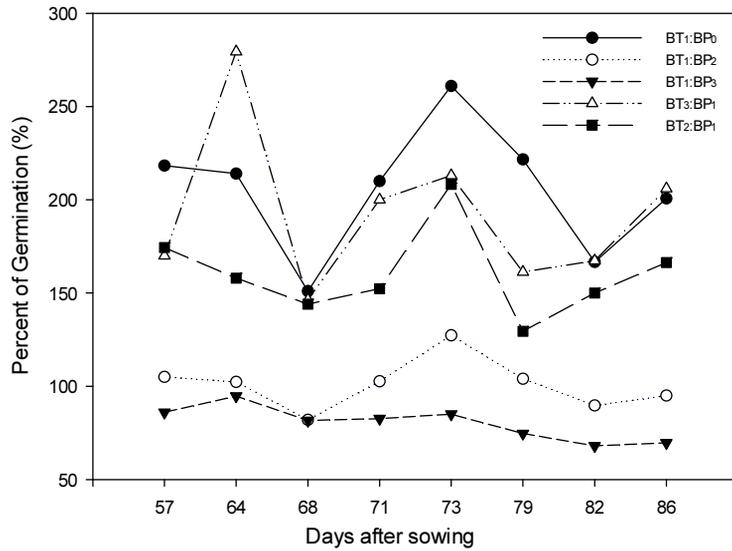


Fig. 2. Change in the percent of germination of *Trifolium repens* by seeding rate on broadcast seeding.

BT₁:BP₀ (*Trifolium repens* 1 : *Poa pratensis* 0), BT₁:BP₂ (*Trifolium repens* 1 : *Poa pratensis* 2), BT₁:BP₃ (*Trifolium repens* 1 : *Poa pratensis* 3), BT₃:BT₁ (*Trifolium repens* 3 : *Poa pratensis* 1), BT₂:BP₁ (*Trifolium repens* 2 : *Poa pratensis* 1).

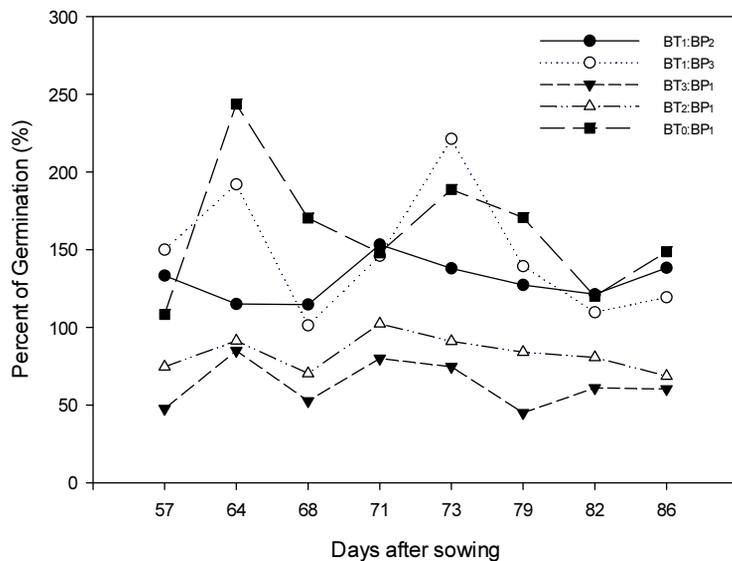


Fig. 3. Change in the percent of germination of *Poa pratensis* L. by seeding rate on broadcast seeding.

BT₁:BP₂ (*Trifolium repens* 1 : *Poa pratensis* 2), BT₁:BP₃ (*Trifolium repens* 1 : *Poa pratensis* 3), BT₃:BT₁ (*Trifolium repens* 3 : *Poa pratensis* 1), BT₂:BP₁ (*Trifolium repens* 2 : *Poa pratensis* 1), BT₀:BP₁ (*Trifolium repens* 0 : *Poa pratensis* 1).

2. 점파

점파 시 토끼풀과 켄터키블루그래스의 종자비율을 다르게 했을 때 토끼풀의 발아율은 파종 후 57일이 지난 시점에서 ST₃:SP₁, ST₂:SP₁ 처리구에서 높았으며 켄터키블루그래스보다 종자비율이 낮은 나머지 처리구에서 차이가 미미했다. 이후 경과기간에 따라 발아율이 변동되었으며 86일 경과 후 처리구간 차이가 감소하였으며 상대적으로 단파보다는 혼파한 처리구에서 높은 것으로 나타났다(Fig. 4). 토끼풀을 각 단파, 퍼레니얼라이그래스(*Lolium perenne* L.)와 0.4:0.6 비율로 혼파 시 토끼풀의 생산량을 비교한 연구(Heshmati et al., 2020)에 따르면 토끼풀이 퍼레니얼라이그래스보다 종자비율이 낮았음에도 불구하고 단파한 처리구에 비해 생산량 측면에서 유리한 것으로 나타나 본 연구의 결과와 상응하는 결과로 볼 수 있다.

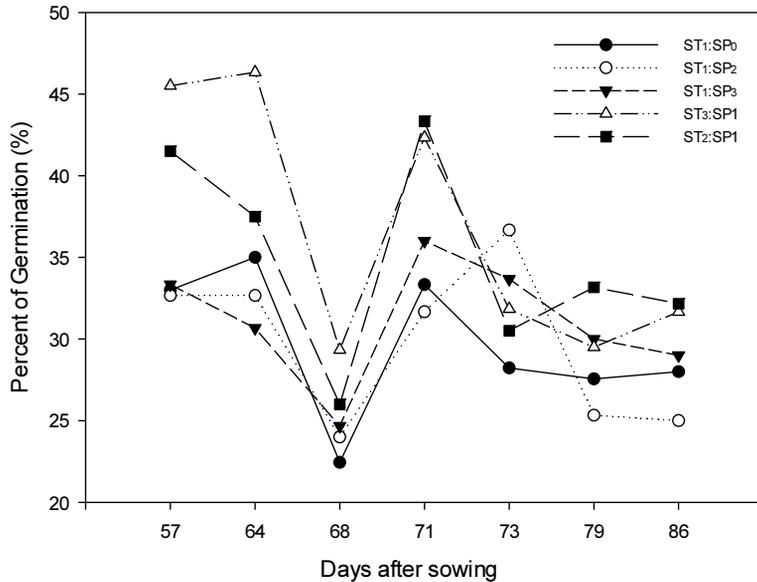


Fig. 4. Change in percent of germination of *Trifolium repens* by seeding rate on spot seeding.

ST₁:SP₀ (*Trifolium repens* 1 : *Poa pratensis* 0), ST₁:SP₂ (*Trifolium repens* 1 : *Poa pratensis* 2), ST₁:SP₃ (*Trifolium repens* 1 : *Poa pratensis* 3), ST₃:SP₁ (*Trifolium repens* 3 : *Poa pratensis* 1), ST₂:SP₁ (*Trifolium repens* 2 : *Poa pratensis* 1).

켄터키블루그래스의 경우 ST₁:SP₃과 같이 종자비율이 현저히 높은 처리구를 제외하고 나머지 처리구에서 눈에 띄는 차이는 없는 것으로 나타났다. 두 가지 종자 모두 파종 비율이 높을수록 종자경쟁에서 우위를 차지하게 되어 발아율이 높게 나타나는 것으로 판단되었지만 켄터키블루그래스의 경우 점파했을 때 파종비율이 1:3 이상의 고비율인 경우를 제외하고 토끼풀과의 종자경쟁에서 경쟁력이 떨어지는 것으로 드러났다(Fig. 5). 켄터키블루그래스는 한지형 잔디 중 발아속도가 가장 느린 것으로 알려져 있다. 한지형 잔디의 발아 실험

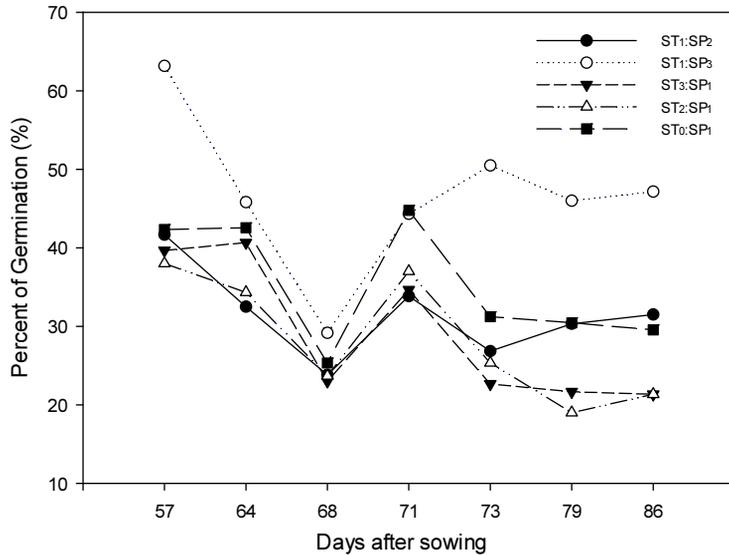


Fig. 5. Change in percent of germination of *Poa pratensis* by seeding rate on spot seeding.

ST₁:SP₂ (*Trifolium repens* 1 : *Poa pratensis* 2), ST₁:SP₃ (*Trifolium repens* 1 : *Poa pratensis* 3), ST₃:ST₁ (*Trifolium repens* 3 : *Poa pratensis* 1), ST₂:SP₁ (*Trifolium repens* 2 : *Poa pratensis* 1), ST₀:SP₁ (*Trifolium repens* 0 : *Poa pratensis* 1).

(Kim and Jung, 2009; Kim, 2014)에서 퍼레니얼 라이그래스의 경우 파종 후 6일만에 75%의 발아율에 도달한 것과 반면에 켄터키블루그래스는 15일이 소요될 정도로 초기 조성 속도가 느리기 때문에(Kim, 2017), 파종비율이 낮을 경우 발아단계에서 혼합하여 파종된 다른 종자와의 경쟁에서 밀리는 것으로 사료된다. 본 실험결과, 켄터키블루그래스의 발아속도가 느려 토끼풀의 종자비율이 높은 경우 토끼풀과의 우점경쟁에서 하위를 차지하나 반대로 종자비율이 3배 이상으로 높은 경우 오히려 토끼풀의 종자발아율이 감소되는 결과를 보였다. 따라서 켄터키블루그래스를 토끼풀과 점파방식으로 혼파할 경우 토끼풀 종자의 두 배 정도의 비율을 유지시켜 주는 것이 한 종이 우점을 차지하지 않고 비교적 균형 잡힌 파종지 조성에 유리할 것으로 판단된다.

3. 혼합 파종 시 켄터키블루그래스와 토끼풀 발아율 간 상관성

켄터키블루그래스와 토끼풀을 혼합하여 파종했을 때 처리구별 발아율 간의 상관성을 분석한 결과는 다음과 같다(Table 1과 Table 2). 두 종을 혼합하여 산파할 경우 모든 처리구에서 발아율 간 $P < 0.01$ 수준의 정의 상관관계를 가지는 것으로 나타났다. 점파할 경우 ST₃:SP₁ 처리구에서 유의수준 $P < 0.05$ 의 부의 상관관계를 보였는데 이는 두 종을 점파할 때 토끼풀이 켄터키블루그래스의 3배정도의 종자비율로 파종될 때 발아율의 감소에 영향을 미치는 것으로 나타났다. ST₃:SP₁ 처리구를 제외하고 나머지 처리구에서 발아율 간 유의

Table 1. Pearson correlation on percent of germination of *Trifolium repens* by mixed seeding

		BT ₁ :BP ₂	BT ₁ :BP ₃	BT ₃ :BP ₁	BT ₂ :BP ₁
BT ₁ :BP ₂	Pearson correlation	.934**	-	-	-
	Sig. (2-tailed)	.000	-	-	-
BT ₁ :BP ₃	Pearson correlation	-	.836**	-	-
	Sig. (2-tailed)	-	.005	-	-
BT ₃ :BP ₁	Pearson correlation	-	-	.977**	-
	Sig. (2-tailed)	-	-	.000	-
BT ₂ :BP ₁	Pearson correlation	-	-	-	.767**
	Sig. (2-tailed)	-	-	-	.016

** indicates $P < 0.01$, * indicates $P < 0.05$

BT₁:BP₀ (*Trifolium repens* 1 : *Poa pratensis* 0), BT₁:BP₂ (*Trifolium repens* 1 : *Poa pratensis* 2), BT₁:BP₃ (*Trifolium repens* 1 : *Poa pratensis* 3), BT₃:BT₁ (*Trifolium repens* 3 : *Poa pratensis* 1), BT₂:BP₁ (*Trifolium repens* 2 : *Poa pratensis* 1), BT₀:BP₁ (*Trifolium repens* 0 : *Poa pratensis* 1)

Table 2. Pearson correlation on percent of germination of *Poa pratensis* L. by mixed seeding

		ST ₁ :SP ₂	ST ₁ :SP ₃	ST ₃ :SP ₁	ST ₂ :SP ₁
ST ₁ :SP ₂	Pearson correlation	.455	-	-	-
	Sig. (2-tailed)	.365	-	-	-
ST ₁ :SP ₃	Pearson correlation	-	-.295	-	-
	Sig. (2-tailed)	-	.570	-	-
ST ₃ :SP ₁	Pearson correlation	-	-	-.843*	-
	Sig. (2-tailed)	-	-	.035	-
ST ₂ :SP ₁	Pearson correlation	-	-	-	.460
	Sig. (2-tailed)	-	-	-	.359

** indicates $P < 0.01$, * indicates $P < 0.05$

ST₁:SP₀ (*Trifolium repens* 1 : *Poa pratensis* 0), ST₁:SP₂ (*Trifolium repens* 1 : *Poa pratensis* 2), ST₁:SP₃ (*Trifolium repens* 1 : *Poa pratensis* 3), ST₃:ST₁ (*Trifolium repens* 3 : *Poa pratensis* 1), ST₂:SP₁ (*Trifolium repens* 2 : *Poa pratensis* 1), ST₀:SP₁ (*Trifolium repens* 0 : *Poa pratensis* 1).

미한 상관관계를 가지지 않는 것으로 분석되었다. 파종방법에 따라 기장과 조의 생육 및 수량을 분석한 연구결과에 따르면(Jung et al., 2018) 기장과 조 모두 수량에서 점파에 비해 산파할 경우 증수된다고 했으며, 산파하여 재배할 경우 노동효율 및 수량증대에 유리한 것으로 밝혔다. 또한 손가락조(*Finger millet*; *Eleusine corocana* L. Gaertn)를 산파재배할 경우

점파재배한 것보다 이삭수, 이삭무게, 수량 등에서 더 우세한 것으로 나타났다(Shinggu and Gani, 2012). 이와 마찬가지로 토끼풀과 켄터키블루그래스를 혼합하여 파종할 때 파종방법에 있어서는 점파보다 산파하는 것이 두 종의 발아율 증가에 미치는 영향이 큰 것으로 판단된다.

V. 적 요

본 연구는 켄터키블루그래스와 토끼풀을 다른 파종방법 각 산파와 점파로 파종 비율(1:0, 1:2, 1:3, 3:1, 2:1, 0:1)을 다르게 하여 종자별 발아특성을 살펴보았다. 이러한 결과를 토대로 켄터키블루그래스와 토끼풀의 순기능이 효과적으로 발휘될 수 있는 적절한 파종비율 및 방법을 규명함으로써 조성, 유지관리에 활용할 수 있는 기초자료를 얻기 위해 수행되었다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 산파한 경우 토끼풀과 켄터키블루그래스 모두 종자 비율이 상대적으로 클수록 높은 발아율을 보였으며, 토끼풀과 켄터키블루그래스의 비율이 2:1이 되는 처리구에서 두 종의 발아율이 비슷한 수준을 유지하는 것으로 나타났다.

둘째, 점파한 경우 산파시와 마찬가지로 파종비율이 높을수록 종자발아율이 높았으나 반대로 켄터키블루그래스가 토끼풀 비율의 2배 정도로 유지될 때 두 종자의 발아율이 비슷한 것으로 나타났다.

셋째, 파종방법에 있어서는 켄터키블루그래스와 토끼풀을 혼합하여 파종할 경우 점파보다는 산파하는 것이 발아율 증가에 미치는 영향이 큰 것으로 드러났다.

종합적으로 정리하면, 산파와 점파, 모두 종자의 파종비율이 높을수록 높은 발아율을 가지는 것으로 나타났으나 점파 시 켄터키블루그래스:토끼풀(1:2), 산파 시 켄터키블루그래스:토끼풀(1:2)과 같이 적정 비율범위를 벗어날 경우 한 종이 우점하여 나머지 종의 발아를 억제할 가능성이 있는 것으로 드러났다. 따라서 산파 시에는 토끼풀 종자를 켄터키블루그래스 종자의 2배 이상이 되지 않도록 점파 시에는 역으로 켄터키블루그래스 종자가 2배 이상이 되도록 파종하는 것이 바람직한 것으로 판단되었다. 이러한 연구의 결과는 골프장, 공원 등에 있어 켄터키블루그래스와 토끼풀을 활용하여 녹지 조성 및 유지관리에 적용 가능할 것으로 기대된다. 다만, 본 연구는 자연조건이 아닌 온실 안에서 충분한 관수 조건하에서 이루어져 실질적 파종지 적용에 있어서 연구결과와 상이할 가능성이 있어 외부환경에서의 현장적용 검증 단계가 필요하다. 또한, 연구가 단기간에 발아율 대상으로 한정되어 발아 이후의 장기적 생육 모니터링 역시 필요할 것으로 사료된다.

References

1. Ambrose, L. G. and S. D. Wilson. 2003. Emergence of the Introduced Grass *Agropyron cristatum* and the Native Grass *Bouteloua gracilis* in a Mixed-grass Prairie Restoration. *Restor. Ecol.* 11: 110-115.
2. Choi, E. J., B. S. Choi, S. H. Woo, and C. W. Lee. 2012. Effect of Growth Restraint of White Clover (*Trifolium repens*) as affected by Prohexadione-calcium Application. *Weed Turf. Sci.* 32(2): 139-143.
3. Cole, R. J., K. D. Holl, C. L. Keene, and R. A. Zahawi. 2011. Direct Seeding of Late-successional Trees to Restore Tropical Montane Forest. *For. Ecol. Manag.* 261(10): 1590-1597.
4. Jo, I. H. 2009. The Effects of Cattle Slurry Application and Mixed Sowing with Legumes on Productivity and Feed Values of Barley and Rye. *Korean J. Org. Agric.* 17(3): 371-380.
5. Jung, K. Y., Y. D. Choi, H. C. Chun, S. H. Lee, and S. H. Jeon. 2018. Effects of Different Sowing Methods on Growth and Yield of Proso Millet (*Panicum miliaceum* L.) and Foxtail Millet (*Setaria italica* L.). *Korean journal of crop science.* 63(4): 384-389.
6. 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
7. Kim, K. D., H. S. Tae, J. B. Kim, J. I. Jang, and S. B. Oh. 2007. Selection of Kentucky Bluegrass (*Poa pratensis* L.) Cultivar for Golf Courses in Korea. *Journal of the Korean institute of landscape architecture.* 35(1): 88-93.
8. Kim, K. N. 2014. Comparison of Germination Characteristics and Daily Seed Germinating Pattern in 15 New Cultivars of Kentucky bluegrass grown under Alternating Temperature Conditions. *Weed Turf. Sci.* 3(1): 29-40.
9. Kim, K. N. 2017. Comparison of Turfgrass Density, Uniformity and Tiller Characteristic in Mixture of Overseeded Warm-season and Cool-season Grasses. *Weed Turf. Sci.* 6(1): 67-76.
10. Kim, K. N., J. S. Choi, and S. Y. Nam. 2003. Turf Performance of Warm-season Grass and Cool-season Grass grown in Multi-layer System, USGA System and Momo-layer System for Athletic Field. *Hortic. Sci. Technol.* 44: 539-544.
11. Kim, K. N. and S. Y. Nam. 2005. Seasonal Differences in Turf Quality of Kentucky Bluegrass, Perennial Ryegrass, Tall Fescue and Mixtures Grown under a Pure Sand of USGA System. *Kor. Turfgrass Sci.*, 19: 151-160.
12. Kim, K. N. and K. W. Jung. 2009. Germination Characteristics and Daily Seed Germinating

- Pattern of 8 New Varieties of Perennial Ryegrass under Alternative Condition required by ISTA. J. Korean Soc. Environ. Eng. 12(3): 72-82.
13. Larson, D. L., J. B. Bright, P. Drobney, J. L. Larson, N. Palaia, P. A. Rabie, S. Vacek, and D. Wells. 2011. Effects of Planting Method and Seed Mix Richness on the Early Stages of Tallgrass Prairie Restoration. Biol. Conserv. 144(12): 3127-3139.
 14. Lee, H. W., D. Y. Jeong and S. R. Shim. 2004. Growth Characteristics of Single-use of Kentucky Bluegrass and Mixed-use with Kentucky Bluegrass and Perennial Ryegrass. Weed Turf. Sci. 18(1): 1-13.
 15. Lee, H. W. 2007. Nitrogen Fixation of Legumes and Transfer to Grasses in Spring Paddy Soil. J. Korean Soc. Grassl. Forage Sci. 27(3): 167-172.
 16. Lee, J. H., I. T. Kim, H. J. Lee, and Y. O. Kim. 2001. Allelopathic Effects of Extracts of *Trifolium repens* on the Seed Germination and Seedling Growth of *Zoysia japonica*. J. Ecol. Environ. 24(3): 125-130.
 17. Lee, J. H., J. H. Kim, G. Y. Shim, and Y. S. Kwak. 2018. First Report of Red Thread of Kentucky Bluegrass (*Poa pratensis* L.) caused by *Laetisaria fuciformis* on Golf Course in Korea. Weed Turf. Sci. 7(3): 269-274.
 18. Liu, C., H. Lin, B. Li, Y. Dong, and E. R. G. Y. Menzembere. 2021. Endophyte *Pseudomonas putida* enhanced *Trifolium repens* L. Growth and Heavy metal uptake: A Promising In-situ Non-soil Cover Phytoremediation Method of Nonferrous Metallic Tailing. Chemosphere. 272(2021): 129816.
 19. McKenna, P., N. Cannon, J. Conway, and J. Dooley. 2018. The Use of Red Clover (*Trifolium pratense*) in Soil Fertility-building: A Review. Field Crops Res. 221: 38-49.
 20. Mengie, Y., A. Assefa, and A. J. Jender. 2021. Sowing Methods and Seeding Rates Effects on Yield and Yield Components of Tef (*Eragrostis tef* [Zucc.] Trotter) at Adet, North West Ethiopia. Heliyon 7: e06519.
 21. Park, B. J. 2003. Ecological Studies on the Warm-season Turfgrass and Cool-season Turfgrass Mixture. J. Korean Env. Res. Tech. 6(5): 21-27.
 22. Shinggu, C. P. and M. Gani. 2012. Effect of Planting Methods, Sowing Dates and Spacing on Weed and the Productivity of Finger Millet (*Eleusine corocana* L. Gaertn) in the Northern Guinea Savanna of Nigeria. J. BioSci. Biotechnol. 1(2): 160-162.
 23. Souza, D. C. d. and V. L. Engel. 2018. Direct Seeding Reduces Costs, but It is not Promising for Restoring Tropical Seasonal Forests, Ecol. Eng. 116: 35-44.
 24. Wahbi, S., Y. Prin, J. Thioulouse, H. Sanguin, E. Baudoin, and T. Maghraoui. 2016. Impact of Wheat/faba bean mixed Cropping or Rotation Systems on Soil Microbial Functionalities.

- Front. Plant Sci. 7: 1364.
25. Xie, F., G. Zhang, Q. Zheng, K. Liu, X. Yin, X. Sun, S. Saud, Z. Shi, R. Yuan, W. Deng, L. Zhang, G. Cui, and Y. Chen. 2020. Beneficial Effects of Mixing Kentucky Bluegrass with Red Fescue via Plant-soil Interactions in Black soil of Northeast China. *Front Microbiol.* 11: 556118.