

새포아풀(*Poa annua* L.) 방제를 위한 Bispyribac-sodium과 타약제와의 혼합 상호작용

박남일^{1*} · 이인용² · 박재음² · 김호준¹ · 전재철³ · 小笠原 勝⁴

¹한국잔디연구소, ²농업과학기술원 농업생물부, ³전북대학교 농업생명과학대학, ⁴宇都宮大學 야생식물연구센터

Herbicidal Efficacy of Bispyribac-sodium Combined with Other Herbicides for Annual Bluegrass(*Poa annua* L.) Suppression

Nam-Il Park^{1*}, In-Yong Lee², Jae-Eup Park², Ho-Jun Kim¹,
Jae-Chul Chun³ and Masaru Ogasawara⁴

¹Korea Turfgrass Research Institute, Seongnam, 463-840, Korea

²National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon 441-707, Korea

³College of Agriculture & Life Sciences, Jeonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

⁴Center for Research on Wild Plants, Utsunomiya University, Utsunomiya 321-8505, Japan.

ABSTRACT

Bispyribac-sodium is a new-type herbicide that prevents the occurrence of annual bluegrass by the suppression of anthesis and inflorescence emergence on the bent green. The greenhouse experiment was conducted to investigate interaction effect of the bispyribac-sodium with 21 soil- and foliar-applied herbicides in regards of herbicidal activity of annual bluegrass. The remarkable synergism was not found on the combination of bispyribac-sodium with benfluralin, pendimethalin, oryzalin, siduron, chlorphtalim, isoxaben, bifenox, tenylchlor, indanofan, bentazone, imazosulfuron, imazaquin, halosulfuron-methyl and limsulfuron. However, mixture of bispyribac-sodium with mecoprop, triclopyr, metsulfuron-methyl, cyclosulfamuron, pyrazosulfuron-ethyl and pyributicarb produced greater synergism of herbicidal activity when compared with unmixed, single application. Phytotoxicity was low on bentgrass green and fast recovery

*Corresponding author. Tel : 031-781-6440
E-mail : pni2002@yahoo.co.kr

was observed. In future, it would be strongly necessary to do research to investigate the effect of bispyribac-sodium combination with other herbicides under various environment and management practices on-site bentgrass green.

Key words: annual bluegrass, bispyribac-sodium, combination, synergism

서론

새포아풀(annual bluegrass, *Poa annua* L.)은 *Poa*속 식물에 포함되는 일년생 또는 월년생 화본과 잡초로서 같은 속에 잔디로써 이용되고 있는 Kentucky bluegrass(*Poa pratensis* L.), Rough bluegrass(*Poa trivialis* L.), Canada bluegrass(*Poa compressa* L.) 등이 있다. 새포아풀은 켄터키 블루그래스나 벤틀그래스와 같이 한지형잔디의 환경적응 특성인 내한성, 내습성, 내음성, 내답압성 및 내예취성 등이 우수하여 미국의 Minnesota와 Pennsylvania 대학에서는 육종 개량을 통해 포복성의 새포아풀을 페어웨이나 러프에 잔디로써도 매우 이용가치가 높다 (Vargas와 Turgeon, 2004)고 하였으나, 출수 및 개화기에 백색의 이삭을 형성하게 되면 녹색의 잔디밭 위에 흰색이 부각되어 경관상 좋지 못하며, 그런의 경우 잔디밭 표면에 요철을 생성시켜 불구름 방향에 악영향을 미치며, 고온다습한 조건에 취약하여 하고현상에 약한 등의 단점 때문에 우리나라에서는 잡초로 간주하여 방제의 대상이 되어 있다.

현재까지의 벤틀그린 내의 새포아풀의 방제에 관련된 내용을 보면 새포아풀만을 특이적으로 감염시켜 고사시키는 *Xanthomonas campestris* 병원균을 이용한 방법과 paclobutrazol과 flurprimidol 등의 식물생장 조절제를 이용한 방법 등이 사용되어 왔으나 처리상의 불편함과 약제가 고가인 단점 등이

있다(Johnson과 Murphy, 1995; Zhou와 Neal, 1995). 최근에 와서 bispyribac-sodium을 사용한 벤틀그린 내 새포아풀의 방제에 대하여 새포아풀의 생육기별 약제반응 차이나 벤틀그래스와의 생육차이에 대한 살초선택성 등은 최근의 여러 연구결과를 통해서 보고되고 있다. 또한 bispyribac-sodium을 저약량으로 조제하여 2~3회에 걸쳐 여름 시즌을 제외한 봄 가을시즌에 체계처리를 하면 단기간에 새포아풀의 완전고사는 나타나지 않지만 개화 및 결실이 현저하게 억제되는 현상을 보이며, 잔디의 약해를 최소화하며 새포아풀의 밀도를 서서히 줄여갈 수 있다는 보고도 있다(박 등, 2004; Iori 등, 2001; Ogasawara 등, 2003; Park 등, 2002). Bispyribac-sodium은 pyrimidinyloxybenzoate 계통의 화합물로 식물체 내의 acetolactate synthase(ALS) 효소의 활성을 저해하는 작용기구 특성을 가진 화합물이다. 본 약제는 일본 쿠미아이화학에서 개발되어 수도재배지의 논둑, 산림지의 칩, 수목주위, 공원 및 법면 등의 일년생 및 다년생 잡초를 대상으로 잡초생육기에 경엽처리하여 완전방제의 의미가 아닌 생육억제효과를 이용하여 짐중호우나 장마에 대한 산림지나 법면의 붕괴를 최소화하며 길가나 법면 등의 잡초 예초 횟수 경감을 목적으로 유효성분 3%의 Grass short[®] 액제로 등록되어 있다.

벤틀그린 내의 생육중인 새포아풀에 대하여 출수전까지의 3회 이내의 경엽처리를 통하여 출수를 억제하는 것을 목적으로 주)리켄그린에

서 Short-keep[®] 액제로 2006년에 적용확대품목으로 재등록되어 있다(化學工業日報社, 2006; Iori 등, 2001). 국내에서의 bispyribac-sodium(나마니[®] 액제) 이용에 대해서는 황 등(2006)에 의하면 담수직파벼와 건담직파벼의 수도재배지내 일년생 및 다년생잡초의 방제를 위한 경엽처리제로 등록되어 있다.

농약의 혼합은 단독처리에 비해 약효의 상승적인 효과를 기대할 수 있고, 약제의 처리약량을 감소시킬 수 있다는 장점을 가지고 있다. 또한 약제를 처리하는데 있어 약제처리의 횟수를 감소시키며 처리 시 들어가는 경비 및 인력을 줄일 수 있어 경제적이며 효과적이다. 그러나 혼합처리는 양 화합물간의 불화합성이 발생할 수도 있기 때문에 모든 제초제를 혼합하여 처리하는 것은 불가능하여 전체적으로 실용화되지는 않고, 약제의 약효가 오히려 떨어지는 길항작용이 발생할 수도 있는 단점도 가지고 있다. 따라서 제초제의 혼합처리시 발생하는 상호작용에 대해 발생하는 증상을 먼저 이해하는 것이 처리약제로부터 발생하는 약해를 최소화할 수 있을 것이다(김과 신, 2003).

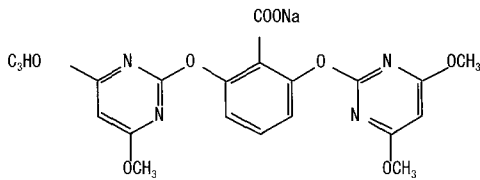


Fig. 1. Structure of bispyribac-sodium.

따라서 bispyribac-sodium의 처리에 있어 벤트그래스에 대한 약해는 최소화하면서 새포아풀에 대한 제초효과를 증진시킬 목적으로 일본 내 잔디밭 적용가능 제초제로 등록되어 있고 사용횟수가 많은 11종의 경엽처리형 제초제와 11종의 토양처리형 제초제를 선발하여

김 등(2003)의 matrix 시험법과 같이 처리농도를 여러 농도수준으로 조제한 후 농도별 혼합처리를 통한 최적의 새포아풀 방제 방법에 대하여 시험하였다.

재료 및 방법

내경 9cm, 깊이 8cm의 사기 포트에 10a당 100g에 해당하는 입상화성비료(N-P-K: 8-8-8)를 첨가한 밭토양(식양토)을 균일하게 채운 후, 새포아풀과 벤트그래스(*Agrostis palustris* Huds. cv. Penncross)를 각각 일정량씩 파종하였다. 파종 후 살균제 hymexazol(타찌가렌[®] 액제)을 1,000배액(v/v)의 농도수준으로 토양 표면에 처리하고 토양표면이 마르지 않도록 적당량의 관수를 수행하며 22±3℃의 자연광하의 유리온실 내에서 생육시켰다.

약제처리는 파종 35일 후 10a당 33g, 67g 및 133g 농도수준의 bispyribac-sodium과 표 1의 잔디밭 사용가능 제초제로 등록되어있는 22종의 토양 및 경엽처리형 제초제를 선발하여 각 약제의 농도를 6수준으로 설정하여 반복 없이 단계처리 이외에 소정의 약량수준으로 조정된 후 혼합살포하였다(北村 등 1997). 약제살포 당시의 새포아풀과 벤트그래스의 엽기와 지상부(초장)의 생육상황은 각각 4엽기와 6.5~8.0cm, 4엽기와 5.5~6.5cm이었고 조제한 살포약제 용액에 전착제(네오에스테린[®], polyoxy ethylene alkyl aryl ether, 20%+polyoxy ethylene 지방산 수지산 ester, 10%)를 첨가하여 최종농도가 2,000배액이 되게 조정된 후 10a 당 200L의 살포수량으로 분무처리하였다.

약제처리 17일과 35일 후에 각 포트의 지상부 생육상태를 관찰하여 무처리 대비 0(정상)~9(완전고사)로 약제반응에 대한 결과를 수

치화하였다. 여기서 얻어진 약제반응 수치를 생육률(무처리가 100%의 성장률을 나타내는 것으로, 각 약제반응에서 0의 수치는 100%, 9의 수치는 0%의 성장률을 의미)로 환산한 후, 일본잡초학회(2001)와 Colby(1967)의 계산식으로 각 약제를 혼합할 경우의 기대값(E_1)을 다음의 식에 의해 산출하였다.

$$E_1 = X_1Y_1 / 100$$

여기서, X_1 =a약제의 x농도에 대한 생육률, Y_1 =b약제의 y농도에 대한 생육률을 나타낸다. 이와 같이 각 약제의 단제처리에 대한 생육률을 이용하여 혼합처리 할 경우의 방제효과에 대한 기대값을 구하여 실제 혼합처리하여 얻어지는 실제 관찰값과의 차이를 비교하는데, 기대값이 관찰값보다 클 경우는 혼합처리시 상승효과(synergic effect)를 나타내고 기대값

이 관찰값보다 작을 경우는 혼합처리시 길항효과(antagonistic effect)를 나타내는 것으로 해석할 수 있다. 공시재료인 새포아풀은 2001년 봄에 채취한 종자를 휴면타파시커 사용하였고 벤트그래스는 일본의 설인종묘에서 구입하여 사용하였다.

결과 및 고찰

약제처리 17일 후 새포아풀에 대한 제초활성과 벤트그래스에 대한 약제 안전성을 알아보기 위해 bispyribac-sodium과 혼합 타약제 간의 상호작용에 대하여 산출한 기대값에서 혼합약제 처리 후 조사된 실제 관찰값을 벤수치를 표 2에 나타내었다. 그 결과 0의 수치

Table 1. Herbicides list and dosage in the study.

| Type | Herbicides | Formulationz | a.i.(%) | Dosage (g 10a ⁻¹) |
|------------------|----------------------|--------------|-----------------------------|--------------------------------|
| Foliar treatment | Bispyribac-sodium | SL | 3 | 133, 67, 33 |
| | Mecoprop | SL | 50 | 200, 100, 50, 25, 12.5, 6.25 |
| | Triclopyr | SL | 44 | 200, 100, 50, 25, 12.5, 6.25 |
| | Bentazone | SL | 40 | 400, 200, 100, 50, 25, 12.5 |
| | Imazosulfuron | WP | 10 | 200, 100, 50, 25, 12.5, 6.25 |
| | Metsulfuron-methyl | WP | 60 | 100, 50, 25, 12.5, 6.25, 3.125 |
| | Cyclosulfamuron | WP | 66 | 100, 50, 25, 12.5, 6.25, 3.125 |
| | Pyrazosulfuron-ethyl | WP | 5 | 100, 50, 25, 12.5, 6.25, 3.125 |
| | Imazaquin | SL | 20 | 100, 50, 25, 12.5, 6.25, 3.125 |
| | Halosulfuron-methyl | WP | 10 | 200, 100, 50, 25, 12.5, 6.25 |
| | Limsulfuron | WP | 23.5 | 20, 10, 5, 2.5, 1.25, 0.625 |
| Soil treatment | Benfluralin | WG | 58 | 200, 100, 50, 25, 12.5, 6.25 |
| | Pendimethalin | SC | 45 | 200, 100, 50, 25, 12.5, 6.25 |
| | Oryzalin | WP | 80 | 200, 100, 50, 25, 12.5, 6.25 |
| | Bensulide | EC | 50 | 400, 200, 100, 50, 25, 12.5 |
| | Siduron | WP | 50 | 400, 200, 100, 50, 25, 12.5 |
| | Chlorphtalim | WP | 50 | 200, 100, 50, 25, 12.5, 6.25 |
| | Isoxaben | WP | 50 | 200, 100, 50, 25, 12.5, 6.25 |
| | Bifenox | WP | 38 | 200, 100, 50, 25, 12.5, 6.25 |
| | Tenylchlor | WP | 50 | 400, 200, 100, 50, 25, 12.5 |
| | Pyributicarb | WP | 47 | 400, 200, 100, 50, 25, 12.5 |
| Indanofan | WP | 50 | 400, 200, 100, 50, 25, 12.5 | |

^zFormulation type: EC(emulsifiable concentrate, 유제), SC(suspension concentrate, 액상수화제), SL(soluble concentrate, 액제), WG(water dispersible granule, 과립수화제), WP(wettable powder, 수화제)

는 혼합처리에 의한 약제반응과 각 약제를 단제처리 할 경우의 약제반응이 같은 효과를 보이는 상가작용이고, 음(-)의 수치의 결과는 단제처리에 의한 약제활성의 기대값보다 약제의 혼합처리에서 약제활성이 떨어지는 것 즉, 길항작용의 관계를 나타내는 것으로 그 수치가 커질수록 길항작용이 커져 약효가 더욱 떨어지는 것을 의미한다. 반대로 양(+)의 수치의 결과는 각 약제의 기대값보다 혼합처리 한 경우의 약제활성이 높다는 것으로 즉, 혼합처리시 상승작용을 의미한다.

Bispyribac-sodium의 약량을 3수준, 그리고 혼합하는 제초제의 약량을 6수준으로 조정하여 시험한 결과, 각각의 조합에 대한 약제의 상호작용은 처리약량의 농도차이에 의해 다르게 나타났다. 또한 새포아풀과 벤트그래스의 처리약제에 대한 평가는 서로 반대의 의미를 나타내 새포아풀은 양의 수치로 커질수록 제초활성이 상승하고 벤트그래스는 음의 수치로 커질수록 약해가 없는 길항적 반응을 나타낸다. 따라서 새포아풀의 약제반응 수치와 벤트그래스 수치의 차이가 커질수록 약제에 대한 선택성이 커지는 것을 의미하는 것이다. 예를 들어 133g 10a⁻¹의 bispyribac-sodium과 100g 10a⁻¹의 triclopyr의 혼합처리에서 새포아풀에 대한 제초활성이 +40(상승효과)이고 벤트그래스에 대한 활성은 -9(길항효과)의 결과를 보여 새포아풀과 벤트그래스의 선택성은 각 수치의 차이에 의해 49%가 된다.

이와 같은 방식으로 약제 혼합처리에 의한 상호작용을 조사해 보면 다소 예외는 있지만 benfluralin, pendimethalin, oryzalin, siduron, chlorphtalim, isoxaben, bifenox, tenylchlor, indanofan, bentazone, imazosulfuron, imazaquin, halosulfuron-methyl 및 limsulfuron과 bispyribac-sodium

과의 혼합처리에서는 새포아풀에 대하여 현저한 약제의 제초 상승효과가 확인되지 않았다. 그리고 bispyribac-sodium과 imazaquin과의 혼합에 의한 약제 간 상호작용의 결과는 새포아풀과 벤트그래스에 대하여 양식물 모두 길항적 효과를 나타내었다.

원 등(2001)에 의하면 화본과잡초 방제약제로 ACCase 저해 제초제인 quizalofop-ethyl과 광엽잡초에 대한 방제가 우수한 광합성저해형 제초제인 bromoxynil을 혼합처리하여 길항작용의 생리적인 원인을 조사한 보고에서 quizalofop-ethyl의 화본과식물 내에서 생장점으로 이행을 bromoxynil이 억제시켜 화본과잡초에 대한 길항작용이 나타났다고 하였다. 이와 같은 결과를 옥수수밭의 광엽잡초 방제에 적용한다면 제초제에 민감한 옥수수의 약해는 최소화하며 광엽잡초를 방제할 수 있게 되어 약제 혼합이 약효의 상승효과 뿐 아니라 약해에 대한 약해경감제(safener)로서의 역할도 가능하다고 할 수 있다. 따라서 imazaquin은 벤트그래스에 대하여 약해가 발생하나 약량의 조절이나 살포량 등의 조절에 의한 bispyribac-sodium과의 혼합처리를 통하여 약해를 줄일 수 있는 방법도 있으리라 사료된다.

한편 mecoprop, triclopyr, metsulfuron-methyl, cyclosulfamuron, pyrazosulfuron-ethyl 및 pyributicarb와의 혼합처리에서는 새포아풀에 대하여 명확한 상승효과를 나타내었고 벤트그래스에 대한 약해 발생이 적다는 결과를 얻어 bispyribac-sodium과의 혼합처리에 의해 벤트그래스에 대한 약해를 최소화하며 새포아풀에 대한 제초효과의 양면에 있어서 우수한 조합이 될 수 있는 것으로 판단된다. 또한 이와 같은 제초제와의 혼합처리 중에서 bispyribac-sodium 133g 10a⁻¹과

pyributicarb 100g 10a⁻¹ 혼합처리에서 49%, metsulfuron-methyl 25g 10a⁻¹ 혼합처리에서 45%, cyclosulfamuron 50g 10a⁻¹ 혼합처리에서 60%, pyrazosulfuron-ethyl 50g 10a⁻¹ 혼합처리에서 40%로 새포아풀과 벤트그래스 사이에 높은 선택성의 차이를 보였다.

Bispyribac-sodium은 시험약제 전부는 아니지만 pyributicarb와 같은 토양처리형 제초제보다 경엽처리형 제초제와의 혼합처리에서 대체적으로 제초효과가 상승하였고 벤트그래스에 대한 약해발생도 미미하였는데 그중에서 pyrazosulfuron-ethyl, cyclosulfamuron 및 metsulfuron-methyl과 같이 한지형잔디에 사용가능한 약제도 있으며 혼합처리한 약량도 기준량의 약 1/3량 이하 수준에 있어 mecoprop나 triclopyr도 약해발생이 미미하였다.

약제처리 35일 후의 결과는 기재하지 않았

지만 약제처리 17일 후의 결과와 크게 상이하게 나타난 결과는 없었으며, 오히려 벤트그래스의 약해부분에 있어서 약제처리 초기에 받았던 약해가 시간이 흐름에 따라 서서히 회복하는 결과를 보였다.

각 제초제와 bispyribac-sodium과의 상호작용을 조사하면서 동일한 작용기구를 가지고 있는 제초제와의 혼합에서도 혼합되는 상대제초제의 종류 및 약량에 의해 반드시 동일한 상호작용이 얻어지지는 않았다. 예를 들어 imazosulfuron, metsulfuron-methyl, cyclosulfamuron, pyrazosulfuron-ethyl, imazaquin, halosulfuron-methyl 및 limsulfuron은 전부 제초활성 작용기구로서 ALS 효소를 저해하는 제초제이지만, cyclosulfamuron과의 혼합에서는 새포아풀에 대하여 상승효과를 나타내는 반면

Table 2. Herbicidal efficacy of bispyribac-sodium combined with other herbicides on 17day after application.

| Herbicides | Dosage (g 10a ⁻¹) | Expected value to herbicidal response(%) on dosage of bispyribac-sodium(g 10a ⁻¹) | | | | | |
|------------|----------------------------------|--|----|-----|-----------|-----|-----|
| | | Annual bluegrass | | | Bentgrass | | |
| | | 33 | 67 | 133 | 33 | 67 | 133 |
| Mecoprop | 200 | 30 | 20 | 10 | 0 | 0 | 20 |
| | 100 | 10 | 0 | 20 | 0 | 0 | 10 |
| | 50 | 10 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| | 25 | 0 | 0 | -10 | 0 | 10 | -10 |
| | 12.5 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| | 6.25 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | -10 |
| Triclopyr | 200 | 0 | 10 | 30 | 0 | 10 | -1 |
| | 100 | 0 | 20 | 40 | 0 | -10 | -9 |
| | 50 | 0 | 20 | 30 | 0 | 0 | 0 |
| | 25 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| | 12.5 | 0 | 10 | 20 | 0 | 0 | 0 |
| | 6.25 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | -10 |
| Bentazone | 400 | 10 | 0 | -10 | 10 | 0 | 0 |
| | 200 | 0 | 10 | -10 | 0 | 0 | 0 |
| | 100 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | -10 |
| | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 25 | 0 | 10 | 10 | 0 | 10 | 0 |
| | 12.5 | 10 | 0 | 0 | 10 | 10 | 0 |

| Herbicides | Dosage (g 10a ⁻¹) | Expected value to herbicidal response(%) on dosage of bispyribac-sodium(g 10a ⁻¹) | | | | | |
|----------------------|----------------------------------|--|-----|-----|-----------|-----|-----|
| | | Annual bluegrass | | | Bentgrass | | |
| | | 33 | 67 | 133 | 33 | 67 | 133 |
| Imazosulfuron | 200 | 0 | 20 | 10 | 0 | 0 | -10 |
| | 100 | 10 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 50 | 0 | 10 | -10 | 0 | 0 | -10 |
| | 25 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | -10 |
| | 12.5 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | -10 |
| | 6.25 | 0 | 0 | -10 | 0 | 0 | 0 |
| Metsulfuron-methyl | 100 | 20 | -3 | 4 | 0 | -10 | -8 |
| | 50 | 10 | 7 | 14 | 10 | -10 | -18 |
| | 25 | 30 | 43 | 46 | 0 | 10 | 1 |
| | 12.5 | 10 | 43 | 26 | 0 | 0 | -9 |
| | 6.25 | 10 | 2 | 14 | -10 | 0 | -19 |
| | 3.125 | -20 | -7 | 6 | -10 | 0 | -19 |
| Cyclosulfamuron | 100 | 40 | 41 | 52 | 10 | 10 | 1 |
| | 50 | 50 | 50 | 60 | 20 | 10 | 0 |
| | 25 | 20 | 30 | 40 | 10 | 10 | 10 |
| | 12.5 | 20 | 10 | 40 | 0 | 30 | 0 |
| | 6.25 | 10 | 0 | 10 | 0 | 20 | 10 |
| | 3.125 | 10 | 10 | 0 | 10 | 0 | 0 |
| Pyrazosulfuron-ethyl | 100 | 20 | 10 | 40 | 0 | 10 | 1 |
| | 50 | 10 | 20 | 40 | 0 | 10 | 0 |
| | 25 | -10 | -9 | 12 | 0 | 10 | 0 |
| | 12.5 | 10 | 10 | 10 | 10 | 0 | 0 |
| | 6.25 | 0 | 0 | -10 | 0 | 10 | 0 |
| | 3.125 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| Imazaquin | 100 | -10 | -22 | -14 | -50 | -60 | -52 |
| | 50 | 0 | -42 | -4 | -50 | -60 | -43 |
| | 25 | 20 | -14 | 2 | -30 | -20 | -26 |
| | 12.5 | 10 | -8 | 24 | -10 | -20 | -17 |
| | 6.25 | 10 | 20 | 10 | -10 | -10 | -18 |
| | 3.125 | 10 | 1 | 12 | -10 | -20 | -18 |
| Halosulfuron-methyl | 200 | 10 | -9 | -18 | -10 | -20 | -28 |
| | 100 | 0 | -10 | -10 | 0 | 0 | -10 |
| | 50 | 0 | 10 | 0 | 0 | 10 | -10 |
| | 25 | 0 | 10 | -10 | -10 | -10 | -19 |
| | 12.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -10 |
| | 6.25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -10 |

| Herbicides | Dosage (g 10a ⁻¹) | Expected value to herbicidal response(%) on dosage of bispyribac-sodium(g 10a ⁻¹) | | | | | |
|---------------|----------------------------------|--|-----|-----|-----------|-----|-----|
| | | Annual bluegrass | | | Bentgrass | | |
| | | 33 | 67 | 133 | 33 | 67 | 133 |
| Limsulfuron | 20 | -30 | -20 | -20 | -10 | -10 | -5 |
| | 10 | -10 | -20 | -20 | -10 | 0 | -15 |
| | 5 | -10 | -1 | -2 | 10 | 10 | -7 |
| | 2.5 | -10 | -12 | -14 | 10 | 10 | 12 |
| | 1.25 | -10 | -11 | -22 | 10 | 0 | 13 |
| | 0.625 | -10 | -3 | -6 | 0 | 0 | -8 |
| Benfluralin | 200 | 0 | 10 | 10 | 0 | 0 | 1 |
| | 100 | 0 | 10 | 10 | -10 | 0 | -18 |
| | 50 | 0 | -10 | 0 | 0 | 10 | 0 |
| | 25 | 0 | -10 | 0 | 0 | 0 | -10 |
| | 12.5 | 0 | -10 | 10 | 0 | 0 | -10 |
| | 6.25 | 0 | -10 | 0 | 0 | 0 | -10 |
| Pendimethalin | 200 | 0 | 1 | -8 | -10 | -20 | -17 |
| | 100 | 0 | -9 | -8 | -20 | -30 | -17 |
| | 50 | 0 | -9 | -8 | -20 | -20 | -18 |
| | 25 | 10 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| | 12.5 | 10 | 0 | -10 | 0 | 0 | 0 |
| | 6.25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -10 |
| Oryzalin | 200 | 0 | 10 | 10 | -10 | 0 | -9 |
| | 100 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| | 50 | 0 | -10 | 10 | 0 | 0 | -10 |
| | 25 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | -10 |
| | 12.5 | 0 | -10 | 0 | 0 | 0 | -10 |
| | 6.25 | 0 | -10 | 0 | 0 | 0 | -10 |
| Bensulide | 400 | 0 | 20 | 10 | 10 | 10 | 0 |
| | 200 | 0 | 20 | 0 | 10 | 10 | 10 |
| | 100 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 20 |
| | 50 | 0 | -10 | 10 | 0 | 0 | -10 |
| | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 12.5 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| Siduron | 400 | 0 | -10 | -10 | 0 | 0 | -10 |
| | 200 | 0 | -10 | -20 | 0 | 0 | -10 |
| | 100 | 0 | -10 | -20 | 0 | 0 | -10 |
| | 50 | 0 | -10 | -20 | 0 | 0 | -10 |
| | 25 | 0 | -10 | -10 | 0 | 0 | -10 |
| | 12.5 | 0 | -10 | -20 | 0 | 0 | -10 |
| Chlorphtalim | 200 | 0 | -10 | -10 | -10 | -10 | -9 |
| | 100 | 0 | -10 | -10 | 0 | 0 | 0 |
| | 50 | 0 | -10 | -10 | 0 | 0 | -10 |
| | 25 | 0 | -10 | -20 | 0 | 0 | -10 |
| | 12.5 | 0 | -10 | -20 | 0 | 0 | -10 |
| | 6.25 | 0 | -10 | -20 | 0 | 0 | -10 |

| Herbicides | Dosage (g 10a ⁻¹) | Expected value to herbicidal response(%) on dosage of bispyribac-sodium(g 10a ⁻¹) | | | | | |
|--------------|----------------------------------|--|-----|-----|-----------|-----|-----|
| | | Annual bluegrass | | | Bentgrass | | |
| | | 33 | 67 | 133 | 33 | 67 | 133 |
| Isoxaben | 200 | 10 | 10 | 0 | 0 | 10 | -10 |
| | 100 | 0 | -10 | -10 | 0 | 0 | 0 |
| | 50 | 0 | -10 | 10 | 0 | 0 | -10 |
| | 25 | 0 | -10 | -10 | 0 | 0 | -10 |
| | 12.5 | 0 | -10 | -10 | 0 | 0 | 0 |
| | 6.25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 10 |
| Bifenox | 200 | 0 | -10 | -10 | 0 | 0 | -10 |
| | 100 | 0 | -10 | -10 | 0 | 0 | -10 |
| | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -10 |
| | 25 | 0 | -10 | 10 | 0 | 0 | -10 |
| | 12.5 | 0 | -10 | 0 | 0 | 0 | -10 |
| | 6.25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -10 |
| Tenylchlor | 400 | 0 | 21 | 22 | -10 | -10 | -7 |
| | 200 | 0 | 12 | -6 | -10 | 0 | -7 |
| | 100 | 0 | -8 | -16 | -10 | -10 | -8 |
| | 50 | 10 | 10 | 0 | 0 | -10 | -9 |
| | 25 | 10 | 10 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 12.5 | 10 | 10 | 0 | 10 | 0 | 0 |
| Pyributicarb | 400 | 10 | 21 | 32 | 20 | 10 | 10 |
| | 200 | 20 | 10 | 40 | 10 | 10 | 0 |
| | 100 | 10 | 20 | 40 | 0 | 0 | -9 |
| | 50 | 10 | 11 | 2 | -10 | 0 | -9 |
| | 25 | 0 | 10 | 0 | 10 | 0 | 0 |
| | 12.5 | 10 | 10 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| Indanofan | 400 | 0 | 12 | 4 | -10 | 0 | -27 |
| | 200 | -10 | 2 | -16 | 0 | 10 | -8 |
| | 100 | 0 | -8 | -26 | 0 | 10 | 1 |
| | 50 | -10 | 1 | -18 | -10 | -10 | -18 |
| | 25 | 0 | -9 | -18 | 0 | -10 | -18 |
| | 12.5 | 0 | -9 | -8 | -10 | -10 | -18 |

imazosulfuron과의 혼합에서는 새포아풀에 대한 약제반응이 거의 변화가 없는 결과를 나타내어, 약제간의 혼합 상호작용은 작용기구 뿐 아니라 약제의 절대량 흡수, 이행 및 대사 등 여러 가지 원인이 관여하고 있는 것으로 판단된다. 또한 실제 포장에서는 토질이나 토양 내 수분함량 등의 요인도 약제의 약효 및 약해발현에 관여되기 때문에 bispyribac-sodium과 타 약제간의 혼합을 최적화하는 모델 실험을 위해서는 실제 벤트그린에서의 실

증실험도 병행되어야 할 것으로 사료된다.

요 약

Bispyribac-sodium은 벤트그린에 발생한 새포아풀의 출수·개화를 억제시켜 밀도를 저하시키는 새로운 개념의 제초제다. 이러한 생육중의 새포아풀에 대한 제초 및 생육억제 활성을 보이는 bispyribac-sodium을 기준으로

로 하여 잔디용으로 사용되고 있는 21종의 토양 및 경엽처리형 제초제와의 혼합 상호작용 효과를 알아보고자 실시하였다. 그 결과 bispyribac-sodium과 benfluralin, pendimethalin, oryzalin, siduron, chlorthalim, isoxaben, bifenox, tenylchlor, indanofan, bentazone, imazosulfuron, imazaquin, halosulfuron-methyl 및 linsulfuron과의 혼합처리에서는 단제처리 대비 새포아풀에 대하여 현저한 약제의 제초 상승작용 확인되지 않았다. 그러나 mecoprop, triclopyr, metsulfuron-methyl, cyclosulfamuron, pyrazosulfuron-ethyl 및 pyributicarb과의 혼합처리에서는 단제처리와 비교하여 제초 상승작용을 보였으며, 벤투그래스에 대한 약해발생 정도도 미미하였고 후에 회복되었다. 향후 서로 다른 생육환경 조건과 관리가 수행되어지는 실제 벤투그래스에서의 bispyribac-sodium과 타 약제간의 실증실험을 통한 상호작용의 검토도 필요하다.

주요어 : 벤투그래스, 비스피리박-소디움, 새포아풀, 혼합상호작용

참고문헌

1. 김길웅, 신동현. 2003. 최신잡초방제학원론. 경북대학교출판부. pp. 283-298.
2. 김만호, 허원, 서보성, 유용만, 변종영. 2003. MATRIX 시험법을 이용한 효율적인 혼합제의 선발. 농약과학회지 7:61. (Abstr.)
3. 박남일, 박재읍, 이인용, 권오석, 전재철, 竹内安智, 小笠原勝. 2004. Bispyribac-sodium에 의한 새포아풀(*Poa annua* L.)의 제어. 한잡초지 24(1):95-97. (Abstr.)
4. 원태진, 김진석, 김태준, 최정섭, 이철원, 조광연. 2001. Quizalofop-ethyl과 Bromoxynil 혼합처리시 나타나는 길항작용의 생리학적 원인. 농약과학회지 5:56. (Abstr.)
5. 황기환, 김도순, 이종남, 구석진. 2006. 피와 벼에 대한 피리벤족심과 비스피리박-소디움의 선택성. 한잡초지 26(1):10-18.
6. 北村文雄, 眞木芳助, 柳久, 大久保昌, 野間豊. 1997. 芝草·芝生 handbook. 博友社. pp. 220-247.
7. 日本雜草學會. 2001. 雜草科學實驗法 (Method in weed science). ニッセイエプロ株式會社. pp. 159-163.
8. 化學工業日報社. 2006. 農藥の手引. 日經印刷. pp. 90, 582, 621.
9. Colby, S.R. 1967. Calculating synergistic and antagonistic response of herbicide combinations. Weed Sci. 15:20-21.
10. Iori, S., N. Nakatani, and T. Miyazawa. 2001. Annual bluegrass control in some cool-season turfgrasses by bispyribac sodium. J. of Jpn. Soc. of Turfgrass Sci. 30(1):25-29.
11. Johnson, B.J. and T.R. Murphy. 1995. Effect of Paclobutrazol and Flurprimidol on suppression of *Poa annua* spp. *reptans* in creeping bentgrass (*Agrostis stolonifera*) greens. Weed Technol. 9:182-186.
12. Ogasawara, M., N.I. Park, Y. Suto, S. Iori, N. Nakatani, and Y. Miura. 2003. Effect of bispyribac-sodium on heading and seed production of annual bluegrass(*Poa annua* L.). J. of

- Jpn. Soc. of Turfgrass Sci. 31(2):132-134.
13. Park, N.I., Y. Suto, Y. Miura, N. Nakatani, S. Iori, and M. Ogasawara. 2002. Annual bluegrass(*Poa annua* L.) control in bentgrass (*Agrostis palustris* Huds.) green with sequential application of bispyribac-sodium combine with dinitroanilines. Weed Biol. Mgt. 2(3):159-162.
14. Vargas J.M. and A.J. Turgeon. 2004. POA ANNUA physiology, culture, and control of annual bluegrass. WIELY. pp. 47-49.
15. Zhou, T. and J.C. Neal. 1995. Annual bluegrass (*Poa annua*) control with *Xanthomonas campestris* pv. *poannua* in New York State. Weed Technol. 9:173-177.