

Yabancı otların biyolojik mücadelesi

Sibel UYGUR¹, F. Nezihi UYGUR¹

Biological control of weeds

abstract: Weeds are an important part of ecosystem and became a problem since the beginning of agriculture. Researcher have improved and applied weed management methods called cultural, mechanical, physical, chemical, biological and integrated to get rid of them. After developing agricultural chemicals, herbicide usage has been increased rapidly, as a results, unwanted side effects such as herbicide resistance and residue problems have been emerged. Biological control is an alternative method against excessive pesticide consumption and one of the most important tools of sustainable farming systems such as organic farming. Biological control of weeds called as to reduce weed population using their natural enemies like insect, pathogens (fungi, bacteria etc.), nematode, sheep, geese, fish and snail. As all weed control methods, the aim of biological control of weeds is not to destroy them but keep the level will not be harmful. It is applied using different methods in each pest group and based on release of biocontrol agents produced ecological and technological way. More successful examples of biological control was applied in monoculture areas and lastly weed biocontrol is gained great importance in all over the world.

Key-words: Weed, biological control, pathogen, natural enemy

Özet: Ekosistemin önemli bir parçası olan yabancı otlar, tarımın başlangıcından bu yana sorun olmuşlardır. Araştırmacılar yabancı otlardan kurtulmak için bugün kültürel, mekanik, fiziksel, kimyasal, biyolojik ve entegre olarak adlandırdığımız yöntemleri geliştirmişler ve uygulamışlardır. Tarımsal kimyasalların gelişmesini takiben, herbisit kullanımı hızla artmış ve sonuçta herbisit dayanıklılığı ve kalıntı problemleri gibi istenmeyen yan etkiler ortaya çıkmıştır. Biyolojik mücadele yoğun olarak kullanılan pestisit tüketimine karşı önemli bir alternatif yöntemdir ve organik tarım gibi sürdürülebilir tarım sistemlerinin en önemli araçlarından birisidir. Yabancı otlarla beslenen ve doğal düşman olarak adlandırdığımız böcek, patojen (fungus, bakteri vb.), nematod, koyun, kaz, balık, salyangoz gibi canlıları kullanarak yabancı

otların popülasyonlarını bize zarar veremeyecek kadar azaltmaya yabancı otların biyolojik mücadelesi denir. Tüm yabancı ot mücadele yöntemlerinde olduğu gibi biyolojik mücadelede de hedef yabancı otları yok etmek değil, zarar vermeyecekleri düzeyde tutmaktır. Her bir zarar veren grupta farklı yöntemlerle uygulanan biyolojik mücadele, ekolojik veya teknolojik olarak üretilen doğal düşmanların salımı esasına dayanır. Özellikle monokültür alanlarda daha başarılı örnekleri bulunan biyolojik mücadele her geçen gün daha fazla önem kazanmakta ve araştırılmaktadır.

Anahtar sözcükler: Yabancı ot, biyolojik mücadele, patojen, doğal düşman

Giriş

İnsanlar, tarımın başlaması ile birlikte yabancı otlar ile tanışmışlar, o günden bu yana da yabancı otlarla mücadele etmektedirler. İstemediğimiz yerde yetişen ve zararı yararından fazla olan bitkiler olarak tanımladığımız bu bitkiler, herhangi bir biyotik faktör (insan, hayvan, bitki, mikroorganizmalar v.d.) etki etmediği sürece buldukları habitatın hakimidirler. İster buldukları coğrafyanın özgün bitkisi olsunlar, isterse dışarıdan gelmiş yani yabancı orjinli olsunlar, yabancı otlar tarımsal alanlardan çayır-mera alanlarına, parklardan arkeolojik alanlara sulak habitatlardan spor alanlarına, tarla ve yol kenarlarından demiryollarına kadar çeşitli ortamlara kolaylıkla adapte olabilirler.

Kültür bitkilerine göre değişmekle birlikte yabancı otların verdiği zarar % 90 lara kadar ulaşabilir (Lacey, 1985). Neden oldukları zararı ekonomik anlamda daha iyi anlayabilmek için değişik ülkelere ait veriler ortaya konmuştur. Combelak (1987), Avustralya'ya yabancı otların verdiği zararın ve mücadele masraflarının yıllık 2.5-2.7 milyar Avustralya doları mal olduğunu, Schneider (1985) ise Amerika Birleşik Devletleri'nde yabancı otların verdiği zararın parasal karşılığının yıllık 5 milyar dolar olduğunu bildirmişlerdir.

Tek bir yabancı ot türü herhangi bir kültür bitkisinin ana zararlısı olabilir ve diğer zararlı etmenlerden fazla zarar oluşturabilir (Uygur, 2002). Örneğin Çukurova Bölgesi'nde buğdayın ana zararlısı Yabani yulaf (*Avena sterilis* L.)'dir.

Geleneksel olarak başlangıçta yabancı otlarla mücadele elle, çapa ile yakarak yapılsa da II. Dünya Savaşının ardından arsenik pentoksit gibi inorganik zehirlerin bulunması ile kimyasallar kullanılmaya başlanmıştır. Avustralya'da 1924 yılında insan, hayvan, kültür bitkisi ve tüm diğer bitkilere zehirli arsenik pentoksit büyük şiringalarla Hint inciri (*Opuntia* sp.) köklerine enjekte edilmiştir (Harley ve Forno, 1992). Ardından organik herbisitler hızla geliştirilmiş ve yoğun olarak kullanılmaya başlamıştır. Öyle ki 2001 EPA verilerine göre dünyada en fazla kullanılan pestisit grubunu % 37 oranı ile herbisitler oluşturmaktadır (Kiely ve ark. , 2004). 1500'den

fazla yabancı ot türünün kaydedildiği (Uluğ ve ark., 1993) ülkemizde ise durum farklı değildir. Delen ve ark. (2010)'nın bildirdiğine göre 2008 yılında Türkiye'de en fazla tüketilen pestisit grubu 5.5 bin ton ile herbisitlerdir.

Çevreyi ve tarımda sürdürülebilirliği koruma kavramlarının gelişmesi ve özellikle organik tarım sistemlerinde yabancı otlarla mücadelenin üreticiye yüklü bir maliyet getirmesi nedeniyle yabancı otlarla mücadelede herbisitlere alternatif olabilecek yöntemlerin üzerinde daha fazla durulmaya başlanmıştır. Bu alternatif yöntemlerin başında gelen biyolojik yabancı ot mücadelesi uzun yıllardır bilinen ve başarılı örnekleri bulunan bir yöntem olup, bu derlemenin konusunu oluşturmaktadır.

Yabancı otlarla biyolojik mücadelenin tanımı ve yöntemleri

Biyolojik mücadelenin ilk kez ne zaman uygulandığı tam olarak bilinmemekle birlikte ilk uygulamaların Çinliler tarafından turunçgil alanlarında sorun olan çeşitli tırtıl ve kın kanatlılara karşı, bir karınca türü kullanılarak yapıldığından söz edilmektedir. Avrupa'da bu konudaki ilk uygulamalar 1700'lü yılların sonuna dayanmaktadır (Harley ve Forno, 1992).

Yabancı otlarla beslenen ve doğal düşman olarak adlandırdığımız böcek, patojen (fungus, bakteri vb.), nematod, koyun, kaz, balık, salyangoz gibi canlıları kullanarak yabancı otların popülasyonlarını bize zarar veremeyecek kadar azaltmaya "yabancı otların biyolojik mücadelesi" denir. Tüm yabancı ot mücadele yöntemlerinde olduğu gibi biyolojik mücadelede de hedef yabancı otları yok etmek değildir. Hatta bir miktar popülasyonu doğal dengenin korunması adına geride bırakmaktır.

Biyolojik yabancı ot mücadelesi diğer yabancı ot mücadele yöntemleri ile kıyaslandığında her bir yöntemin kendine göre olumsuz ve olumlu yönleri olmakla birlikte bunlar içerisinde Biyolojik mücadele en düşük yan etkiye sahip bir yöntemdir. Bu yan etkiler Çizelge 1'de birbiri ile karşılaştırılmıştır.

Çizelge 1. Herbisitler ve bunlara alternatif yabancı ot mücadele yöntemleri ile çevreye verebilecekleri olası zarar miktarları (Uygur, 2002).

Table 1. Herbicides and alternative weed control methods, and their possible adverse effects (Uygur, 2002).

Alternatif yöntemler	Yan etkiler
Biyolojik mücadele	Çok düşük
Örtücü bitki uygulaması	Çok düşük
Bitki rotasyonu ve allelopatik mücadele	Çok düşük
Alevleme	Çok düşük
Mikroorganizma içeren biyoherbisitler	Düşük

Çizelge 1'in devamı

Table 1 continued

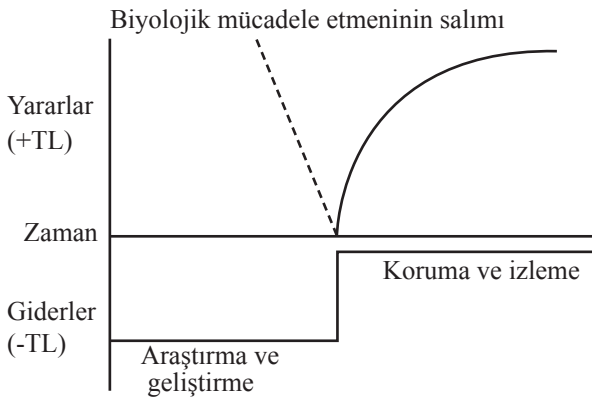
Solarizasyon	Düşük
Bıçme	Düşük
Mikrodalga uygulaması	Düşük
Allelokimyasal içeren biyoherbisit	Orta
Malçlama	Orta
Su altında bırakma	Orta
Toprak işleme	Yüksek
Yakma	Yüksek
Herbisitler	Çok yüksek

Biyolojik yabancı ot mücadelesinin bir diğer önemi de çayır-mera alanları gibi geniş alanlarda uygulanabilir olmasından kaynaklanmaktadır. Çünkü bu gibi ekosistemlerde herbisit uygulaması hem ekonomik değildir, hem de lojistik anlamda çok zordur. Kaldı ki organik tarım sistemlerinde de herbisit kullanılması mümkün değildir.

Biyolojik mücadele kısa zaman sürecinde çok yoğun araştırmaya ve yatırıma gereksinim duymasına rağmen başarı sağlandıktan sonra uygulaması en kolay ve en ucuz yöntemdir (Şekil 1). Ancak biyolojik mücadele araştırmaları kısa sürede sonuç alınan uygulamalar değildir. Örneğin böcekler kullanılarak ve klasik yöntemle yapılan mücadele 11-24 yıl gibi bir süre alabilir (Andres, 1977; Haris, 1979). Bu nedenle biyolojik mücadele projeleri zaman ve maliyet gerektiren çalışmalardır.

Şekil 1. Yabancı otlarla biyolojik mücadelenin getirisi ve götürüsü (Harley ve Forno (1992)'dan uyarlanmıştır.

Figure 1. Input and output of biological control of weeds (Adapted from Harley and Forno (1992)).



Bu çalışmalar yürütülürken mücadelesi hedeflenen yabancı ota (tek yıllık yada çok yıllık, özgül yada dış orjinli), doğal düşmana ve mücadele alanına (kültür alanı ve çayır-mera) bağlı olarak değişik yöntemler kullanılabilir. Mücadeleyi hedeflediğimiz bitki koruma etmenine göre değişiklik göstermekle birlikte genel olarak yabancı otlarla biyolojik mücadele uygulamaları dört şekilde yapılabilir (Wapshere ve ark.'dan (1989) uyarlanmıştır):

- Klasik yöntem
- Kitle üretimi yöntemi
- Koruma ve destekleme yöntemi
- Geniş spektrumlu yöntem'dir.

Bu yöntemler aşağıda sırasıyla incelenecektir.

Klasik yöntem (introdüksiyon)

Yabancı ot türüne özgü, monofag doğal düşmanlar kullanılarak yapılan yabancı ot mücadelesi yöntemidir. Agroekosistemde uzun süreli etki sağlar. Doğal düşmanın anavatanından mücadele edilecek alana getirilmesi ve çoğaltılarak salınması esasına dayanır. Bir yabancı ot türü bir agro-coğrafik alandan diğer bir coğrafi alana bir şekilde taşındığında üzerinde beslenen doğal düşmanlarını geride bırakır. Bulunduğu ekosistemde çoğalmaya başlar, yabancı ot ile beslenen başka bir doğal düşman olmadığında kısa sürede yayılır. Bu durumda biyolojik mücadele uygulaması büyük başarı sağlar, işte bu yöntem klasik yöntem olarak adlandırılır Aşağıda Wapshere ve ark. , (1989)'dan adapte edilerek hazırlanmış bir klasik biyolojik mücadele uygulamasında izlenmesi gereken adımlar yer almaktadır (Harley ve Forno, 1992).

- Hedef yabancı otun belirlenmesi
- Literatür çalışması: Yabancı ot türünün ve üzerinde bilinen doğal düşmanların taranarak ortaya konulması,
- Doğal düşmanların belirlenme surveyi: Literatürdekine ilaveten yeni doğal düşmanların ortaya konulabilmesi için hedef yabancı otun kendi orijin alanında survey yapılması,
- Potansiyel etmenin teorik olarak belirlenmesi: Potansiyel biyolojik mücadele etmeni literatür çalışması yapılarak tahmin edilir,
- Yabancı ot türünün ve potansiyel etmenin yaygınlık ve yoğunluğunun belirlenmesi: Bu durum "Doğal Düşmanların Belirlenme Surveyi"ndeki verilerden çıkartılabilir.
- Yabancı ot ve potansiyel etmenin ekolojik ve biyolojik çalışmaları: Hayat döngüleri, genetik özellikleri v.s.,

- Potansiyel biyolojik etmenin konukçuluk Testleri: Burada test bitkilerinin seçimi önemlidir,
- Etmenin kullanılması için izin alınması: Bu izin için resmi kaynakları kriterleri olmalıdır,
- Tarla denemeleri: Ümitvar olan etmenin dar alanlarda salınarak biyo etkinlik testlerinin yapılması,
- Biyolojik etmenin çoğaltılması: Buda kendi başına bir diğer araştırma projesidir.
- Salım ve populasyon dinamiği: Salımdan sonra hem yabancı ot türü hemde etmenin periyodik olarak populasyon ölçümleri yapılır,
- Salım yapılan agroekosistemin idaresi,
- Karantina: Yapılan tüm işlemlerde iç ve dış karantina kurallarına uyulmalıdır.

Bu yöntem kullanılarak yabancı otlarla ilgili ilk uygulama 1902 yılında Hawai’de sorun olan *Lantana camara* L. isimli yabancı ota karşı yapılmıştır. Meksika’ dan getirilen ve *L. camara*’nın çiçek ve meyveleri ile beslenen böcekler salınarak etkin bir mücadele gerçekleştirilmiştir (Perkins ve Swezey, 1924).

Kitle üretimi yöntemi

Bir kerelik populasyon artışı sağlayarak yapılan bir biyolojik mücadele yöntemidir. Kullanılacak etmen monofag olmalıdır. Teknoloji kullanımına dayalı ve kısa süreli etkinlik sağlayan bir yöntemdir. Doğal düşman üretim yerlerinde kitle halinde üretilir ve salınır. Uygulamanın her sezonda tekrarlanması gerekir. Özellikle mikoherbisitler bu yöntem kullanılarak ortaya çıkmıştır.

Etkili maddesi fungus olan biyoherbisitler Mikoherbisit olarak adlandırılır. Mikoherbisitler tıpkı kimyasal herbisitler gibi yaprağa veya toprağa uygulanabilen bitki patojenleridir. Yapay olarak bir epidemi oluşumu sağlar ve elbette ki etkinliklerinde çevresel koşullar önemli bir rol oynar.

Mikoherbisitler, pratikte kullanılıncaya ve ticari olarak üreticiye sunuluncaya kadar çeşitli aşamalardan geçerek geliştirilirler (Anonymous, 2007);

- Yabancı otlara zarar verecek patojen halihazırda mevcut değil ise araştırılarak belirlenmelidir,
- Patojenin hiç yada çok az toksin üreten bir izolat olmasına dikkat edilmeli ve tanısı yapılmalıdır. Bu izolat hastalığa neden olabilecek kadar yüksek oranda patojeniteye sahip olmalıdır,
- Patojenin sporlarını elde edebilmek için yapılacak kitle üretiminin yöntemi belirlenmelidir. Bu yöntem sporların raf ömrünü ve stabilitesini uzun süre koruyacak bir yöntem olmalıdır,

- Patojenin yabancı otlar üzerinde infeksiyonunu ve hastalık oluşumunu sağlayacak optimum koşullar saptanmalıdır,
- Fungusun hedef yabancı ot dışında hangi bitkilerde zarar oluşturup oluşturmayacağına bakılmalıdır,
- Patojenin pratikte nasıl ve hangi formülasyon şeklinde uygulanacağı araştırılır,
- Patojen hedef yabancı ot türüne tarla koşullarında uygulanarak, gerekirse eldeki formülasyon geliştirilmelidir,
- Elde edilen mikroherbisitin ruhsatlandırma çalışmaları yapılarak pazara sürülmesi gerekmektedir.

Mikroherbisitlerle bu şekilde yürütülen çalışmalar 1940 lı yıllarda başlamıştır. Hawaii’de bölgeye özgün bir fungus olan *Fusarium oxysporum* Schlecht., Dikenli incir (*Opuntia ficusindica* (L.) Mill.) mücadelesinde kullanılmıştır. Yine 1950 lerde, Rusya’da Küsküt türlerinin (*Cuscuta* spp.) mücadelesinde *Alternaria cucurbitaceae* Rudak kullanılmış daha sonra aynı parazitik yabancı ota karşı 1963 yılında Çin’de *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *cuscutae* ‘nın sporları kitle halinde üretilerek, ‘LuBao’ isimli ve halen kullanılan mikroherbisit geliştirilmiştir. 2005 yılına değin özellikle Amerika Birleşik Devletleri başta olmak üzere, Çin, Güney Afrika, Kanada, Japonya ve Hollanda gibi ülkelerde çok sayıda preparat pratikte kullanıma sunulmuş, bunların birçoğu halen kullanılmaktadır (Anonymous, 2007) (Çizelge 1).

Koruma ve destekleme yöntemi

Mücadelesi hedeflenen yabancı ot bulunduğu anavatanında doğal düşmanları ile bir denge halindedir. Ya da yabancı orjinli bir yabancı ot bulunduğu ekosisteme adapte olmuş üzerinde bazı doğal düşmanları barındırmaktadır. İşte ister yabancı ot o bölgenin özgün yabancı otu olsun isterse yabancı orjinli olsun ekosistemde var olan doğal düşman-hedef yabancı ot ilişkisini, destekleyerek ve koruyarak biyolojik mücadele yapılabilir. Bu yöntem Koruma ve destekleme yöntemi olarak adlandırılır. Bu yöntemin kullanılmasının bir başka nedeni de Klasik Yöntem kullanılarak uygulanan biyolojik mücadelede yabancı otun anavatanından getirilen doğal düşmanın hedef yabancı ot dışındaki bitkilere de zarar verme olasılığının çok yüksek olmasıdır. Ülkemizde yürütülen çalışmaların çoğu bu yöntem ile yürütülmekte olup, dünyada da başarılı örnekleri bulunmaktadır. Sheldon ve Creed, Jr. (2003), bir Curculionid olan *Euhrychiopsis lecontei* (Dietz)’ nin bir su yabancı otu olan yabancı orjinli *Myriophyllum spicatum* L. dışında Amerika’ya özgün olan diğer *Myriophyllum* türlerine de etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Çizelge 2. Dünyada ruhsatlandırılmış mikroherbisitler (Anonymous, 2007)
Table 2. Registered mycoherbicides in the world (Anonymous, 2007).

Ülke/Yıl	Mikroherbisit/ Fungus	Hedef yabancı ot	Kullanıldığı yer	Durumu
A.B.D. 1960	<i>Acremonium diospyri</i> Lubao:	Hurma (<i>Diospyros virginiana</i>)	Çayır-mera alanları	Bilinmiyor
Çin 1963	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> f. sp. <i>Cuscutae</i> DeVine®:	Küsküt (<i>Cuscuta spp.</i>)	Soya	Mevcut
A.B.D. 1981	<i>Phytophthora palmivora</i> Collego™:	<i>Morrenia odorata</i>	Turunçgil	Mevcut değil
A.B.D. 1982	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> f. sp. <i>aeschynomene</i>	<i>Aeschynomene virginica</i>	Soya ve Çeltik	2003'den beri üretilmiyor, ancak soya üreticileri talep ediyor.
A.B.D. 1983	CASST™: <i>Alternaria cassiae</i>	<i>Cassia</i> spp.	Soya ve Yer fıstığı	Mevcut değil
A.B.D. 1987	Dr BioSedge: <i>Puccinia canaliculata</i>	Sarı topalak (<i>Cyperus esculentus</i>)	Soya, Mısır, Patates, Pamuk	Ruhsatlı ancak dayanıklılık ve ekonomik olmadığı için kullanılmıyor.
Kanada 1992	BioMal®: <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> f. sp. <i>malvae</i>	Yuvarlak yapraklı ebegömece (<i>Malva pusilla</i>)	Buğday, Mercimek, Keten	Mevcut değil ancak tekrar üretimi için çalışılıyor.
Güney Afrika 1997	Stumpout™: <i>Cylindrobasidium</i> leave	<i>Acacia</i> spp.	Kendi vejetasyonunda ve sulak alanlarda	Mevcut
Hollanda 1997	Biochon™: <i>Chondrostereum purpureum</i>	<i>Odunu yabancı otlar (Prunus serotina gibi)</i>	Ormanlık alanlarda	2000 yılından bu yana mevcut değil

Çizelge 2'nin devamı
Table 2 continued

Japonya 1997	Camperico™: <i>Xanthomonas</i> <i>campestris</i> pv <i>poae</i>	Salkım otu (<i>Poa annua</i>)	Golf sahaları	Mevcut
Güney Afrika 1999	Hakatak: <i>Colletotrichum</i> <i>acutatum</i>	<i>Hakea gummosis</i> & <i>H. Sericea</i>	Kendi vejetasyonunda	Ruhsatlı değil ancak talep üzerine üretiliyor.
A.B.D. 2002	Woad Warrior: <i>Puccinia thlaspeos</i>	Çivit otu (<i>Isastis</i> <i>tinctoria</i>)	Çayır-mera, boş alan, yol kenarları	Mevcut ancak üretimi sınırlı
Kanada 2004	Chontrol™ = Ecoclear™: <i>Chondrostereum</i> <i>purpureum</i>	Kızılağaç, Kavak ve diğer odunsular	Yol kenarı, ormanlık alanlar	Mevcut
Kanada 2004	Myco-Tech™ paste: <i>Chondrostereum</i> <i>purpureum</i>	Yapraklarını döken ağaçlar	Yol kenarı, ormanlık alanlar	Mevcut
A.B.D. 2005	Smolder: <i>Alternaria</i> <i>destruens</i>	Küsküt (<i>Cuscata</i> spp.)	Tarım alanları, süs bitkisi fidanlıkları	Mevcut

Geniş spektrumlu yöntem

Polifag doğal düşmanlarla yapılan özellikle herbivorlarla otlatma esasına dayanan, teknolojik ve kısa süreli etkin bir yöntemdir. Az sayıda herbivorla ve küçük alanlarda rahatlıkla uygulanabilir. Koyun, kaz, balık ve salyangoz gibi polyfag doğal düşmanlar biyolojik mücadele etmeni olarak kullanılabilir.

Bu yöntemle yapılan uygulamalardan başarılı sonuçlar elde edilmiş olup halen uygulamalar sürmektedir. Seaman ve Porterfield (1964), tatlı su salyangozlarından *Marisa cornuarietis* (L.)'in su yabancı otlarının biyolojik mücadelesindeki kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Güney Amerika orijinli olan bu salyangozların, *Ceratophyllum demersum* L., *Najas guadalupensis* (Spreng.) Magnus ve *Potamogeton illinoensis* Morong ile tamamen beslendiğini, *Pistia stratiotes* L. ve *Alternanthera philoxeroides* Griseb. ile de kısmen beslendiği belirlenmiştir ve su yabancı otlarının biyolojik mücadelesinde kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Ittyverah ve ark. (1979), yaptıkları bir çalışmada salyangozların genellikle kökü suda olan gövdesi ise suda yüzen su yabancı otları ile beslendiğini, özellikle Su sümbülü, *Salvinia* ve

Su marulunun yapraklarıyla beslendiklerini, bir hektarda 20 binin üstünde salyan-goz 10 -15 haftada su içindeki yabancı otların çoğunu tüketebildiğini, bu nedenle de biyolojik mücadelede çok iyi sonuç verdiğini bildirmişlerdir.

Balık türleri kullanılarak yapılan çalışmalarda özellikle Çin sazani, Ot sazani ve Tatlı su çuprası tercih edilen balık türlerdir. Ancak Çin sazani ile başarılı sonuçlar alınmasına rağmen, hem çoğalmalarında problem olması hem de çok hızlı beslenerek bulunduğu ekosisteme zarar vermesi nedeniyle son yıllarda çok fazla tercih edilmemektedir. Yapılan çalışmalara bir göz atarsak; Mehta ve Sharma (1972), Hindistan'da yaptıkları çalışmada, daha önceden su yabancı otlarının biyolojik mücadelesinde denenilen ve başarılı olabileceği düşünülen Çin sazani, *Ctenopharyngodon idella* Val.'nın etkinliğini araştırmışlar. Su havuzlarında yapılan çalışmalar sonucunda, yaklaşık 200 g ağırlığındaki balıkların günde ortalama 40.7 g su yabancı otu tükettikleri belirlenmiştir. Bu balığın en çok tercih ettiği su yabancı otunun *Potamogeton pectinatus* L. olduğunu belirlemişlerdir. Yine Devaraj ve Manissery (1979), *Puntius pulchellus* (Day)'un etkinliği ile ilgili çalışmalarda, adı geçen balığın özellikle havuzlarda sorun olan yabancı otlarda etkin olduğunu bildirmiştir. su içinde yarı yüzer yabancı otlarla ayrıca küçük ve su üstünde yüzen yabancı otlarla beslendiğini, Patra ve ark. (2002) *Labeo rohita* Hamilton adlı balığın *Nymphoides cristatum* (Roxb.) O. Kuntze adlı su yabancı otunun biyolojik mücadelesinde kullanılabilirliğini araştırmışlardır. 60 günlük laboratuvar denemesinde hardal yağı, kepekli çeltik ve *N. cristatum* karışımı bu balığa yedirilmiştir. Bu çalışma ile de bu balığın *N. cristatum*'un biyolojik mücadelesinde kullanılabilceği ortaya koymuşlardır. Bir başka balık türü olan *Tilapia* ile yapılan bir çalışma da ise Fitzsimmons ve ark. (2003), Kolorado gölünde *Salvinia molesta* D. Mitch.'nın biyolojik mücadelesi üzerine bir çalışma planlamışlar, 20 adet 200 litrelik tanklarda *Tilapia* yetiştirmiştir. Bu balıklara hem yemlerinden hem de *S. molesta*' dan verildiğinde adı geçen yabancı otu rutin yemlerine göre çok daha fazla tercih etmişlerdir.

Kazlar ise Çin'de yüzyıllardır yabancı otların mücadelesinde kullanılan canlılar olup, modern anlamda ilk kullanımları pamuk ekim alanlarında olmuştur (Mayton ve ark., 1945). Daha sonra özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nde pek çok kültür bitkisinde kullanılan ve önerilen bir yöntem olmuş, özellikle dar yapraklı ve bazı geniş yapraklı yabancı otların mücadelesinde kullanılmıştır. Pamuk, mısır, çilek, meyve fidanlıkları, meyve bahçeleri, bağ, tütün ve bazı sulu habitatlarda kazlar başarı ile yeterli yabancı ot mücadelesi sağlamaktadır. Kültür bitkisine göre değişmekle birlikte dekara en fazla dört kaz hesabı ile uygulamalar yapılır ve Beyaz Çin kazı denilen tür en başarılı grubu oluşturmaktadır (Geiger ve Biellier, 1993). Wurtz ise 1995 yılında yabancı ot mücadelesinde kaz ve herbisit uygulamalarını karşılaştırmış, ikisinin kombinasyonunun oldukça etkin olduğunu bildirmiştir.

Kontrollü olarak küçükbaş hayvanlar ile otlatma bir başka biyolojik mücadele uygulamasıdır. A.B.D. 'de *Taeniatherum caput-medusae* (L.) Nevski isimli yabancı otun koyunlar ile kontrollü otlatılması sonucunda başarı sağlanmış ancak kısa zaman periyodunda çok sayıda hayvana ihtiyaç duyulmuştur (DiTomaso ve ark. , 2008).

Biyolojik mücadelesi yapılacak yabancı otun, doğal düşmanının ve alanın seçilmesi

Bir yabancı ot türünün biyolojik mücadelesine karar vermek için o yabancı ot türünün bulunduğu ekosistemde ciddi anlamda problem olması ve bunun araştırmalarla ortaya konmuş olması gereklidir. Bunun tam tersi yabancı ot üzerinde bir doğal düşman belirlendi veya görüldü diye yabancı otlarla biyolojik mücadele çalışmalarına başlanamaz. Taksonomik anlamda hedef olarak tek bir yabancı ot türü biyolojik mücadele yapmak üzere seçilir. Hiçbir zaman cinsler bazında yabancı otlar hedef olarak alınmaz. Seçilen yabancı otun öncelikle mücadele yapılacak alandaki yaşam döngüsü iyi bilinmelidir.

Doğada yabancı ot türleri üzerinde pek çok doğal düşman saptanabilir. Yabancı otların üzerinde saptanan her etmen biyolojik mücadele etmeni değildir. Özellikle böcek etmenleri yabancı otları;

- Direkt besin kaynağı,
- Alternatif besin kaynağı,
- Geçici konaklama yeri olarak kullanılabilirler.

Bu durumda hedefimiz direkt yabancı ot üzerinde beslenen monofag türleri tercih etmektir. Genel anlamda yabancı otun ve biyolojik mücadelede kullanılacak etmenin orijininin aynı olması gerekir. Hatta bazen farklı ekotiplerde bile uyuşmama sorunu çıkabilmektedir (Uygur, 2002). Doğal düşmanın yaşam döngüsü mutlak iyi bilinmelidir. Bir etmenin monofag olması diğer türlere zarar verme risklerini azaltırken, doğada monofagları bulma şansımız da bir o kadar zordur (Delfosse, 2004).

Biyolojik mücadele yapılacak alan ise başarıyı etkileyen en önemli seçimlerden birisidir. Geniş alanlarda diğer bir deyişle monokültür alanlarda biyolojik mücadele daha başarılı olmaktadır. Buna en iyi örnek ise çayır-mera alanlarıdır. Ancak bazı kültür alanlarında da başarılı biyolojik mücadele örnekleri özellikle mikroherbisitlerin anlamında bulunmaktadır (Çizelge 2).

Konukçuluk testleri

Konukçuluk testleri potansiyel bir doğal düşmanın yalnızca üzerinde saptandığı yabancı ot üzerinde mi yoksa diğer bitkiler üzerinde de mi beslendiğini ya da çoğaldığını ortaya koymak üzere yapılır. Testlenecek bitkiler biyolojisi hedeflenen yabancı

otla akraba türler ya da akraba olmayan türlerdir. Testlenecek bitkiler aşağıdaki kategorilerde olmalıdır (Harley ve Forno, 1992).

- Üzerinde doğal düşman kaydedilen bitki türü,
- Hedef yabancı otların yakın akrabası olan türler (hedef yabancı otun varyeteleri, aynı cinse ait diğer yabancı ot türleri gibi),
- Potansiyel doğal düşmanın konukçusu olan bitkinin yakın akrabası türleri,
- Hedef yabancı otların biyokimyasal ve morfolojik benzerlik gösteren ancak akraba olmayan türler,
- Hedef yabancı otun bulunduğu alanda yaygın olarak yetiştirilen kültür bitkilerinden özellikle böcek ve patojenleri hakkında az çalışma yapılmış olanlarından bazıları olmalıdır.

Konukçuluk testlemeleri mümkün olduğunca doğal koşullarda yürütülmelidir. Testlemeler sırasında yukarıda yer alan kategorilerdeki bitkilerden birden fazla akraba türde doğal düşman görülürse, tüm çalışmalar tekrar gözden geçirilir yada çalışmalara son verilir.

Ülkemizde biyolojik mücadele çalışmaları

Ülkemizde biyolojik mücadele çalışmaları ile ilgili çalışmalar, genel olarak iki farklı yönde yürütülmüştür. Çalışmaların ağırlığını yabancı otlar üzerinde bulunan doğal düşmanların belirlenmesi konusu taşımaktadır. Ancak etkinlikle ilgili çalışmalarda son yıllarda yürütülmektedir. Lodos (1971), Demir diken (*Tribulus terrestris* L.) üzerinde bulunan *Microgaster* spp. ile, Önder ve Karsavuran 1986 yılında Çiriş otu üzerinde *Capsodes infuscatus* Brulle (Heteroptera: Miridae)'nin etkinliği ile çalışmalar yürütmüşlerdir. Giray ve Nemli (1983), İzmir İlinde *Orobancha* spp.'nin doğal düşmanı olan *Phytomyza orobanchia* Kalt.'nin morfolojik karakterleri, kısaca biyolojisi ve etkinliği üzerine yaptıkları araştırmalarında *P. orobanchia*'nın Canavarotu ile savaşta çok önemli bir biyolojik savaşım etmeni olduğunu, bu türün larvalarının canavarotunun tohum ve gövde dokuları içinde beslenerek zarar yaptığını ve bu sineğin *Orobancha crenata* Forsk.'nin tohum kapsüllerinde % 94 oranında zarar yaptığını açıklamışlardır. Çıtlık (*Chondrilla juncea* L.) üzerinde bulunan pas etmeninin etkinliği Erciş ve Siren (1988) ile Nemli (1991) tarafından araştırılmıştır. Sözeri 1994 yılında Kekrenin biyolojik mücadelesinde bir nematod türü olan *Subanguina picridis* (Kirjanova) Brzeski'in etkisi konusunda araştırmalar yürütmüştür. Uygur ve ark. (1999), Çukurova Bölgesi'nin önemli bir yabancı otu olan Köpek Dişi Ayrığı (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.)'nin biyolojik mücadelesinde bir fungal etmen olan *Drechslera cynodontis* (Marignoni) Subramanian & Jain 'in etkinliği ile ilgili araştırmalar yapmışlardır. Cristofaro ve ark. , 2002 yılında *Centaurea solsti-*

tialis L. üzerinde zararlı olan böcek türleri ve bunların zararları ile ilgili arazi çalışmaları yapmışlardır. Uygur ve ark. , 2004 yılında Doğu Akdeniz Bölgesi'nde bir çayır-mera yabancı otu olan Sarı Peygamber dikenini (*Centaurea solstitialis* L.)'in biyolojik mücadelesine yönelik olarak populasyon yoğunlukları araştırılmış (Uygur, 2004) ve *Ceratapion basicorne* (Illiger)(Coleoptera: Apionidae)'nin tarla koşullarında etkinliğine yönelik araştırmalar yapmışlar (Uygur, 2005), 2007 yılında ise adı geçen yabancı otun kapitulalarında beslenen böcek türlerinin etkinliği ve verdikleri zarar oranı ile ilgili çalışmalar yapmışlardır (Uygur, 2007). Çukurova Bölgesi'nde 1999 yılından bu yana üzerinde çalışılmış ve çalışılan yabancı otlar Çizelge 3 de verilmiştir.

Çizelge 3. Çukurova Bölgesi biyolojik mücadele hedef yabancı otları ve ümitvar doğal düşmanları (Uygur, 2002).

Table 3. Target weeds and their promising biocontrol agents in Çukurova region (Uygur, 2002).

Yabancı ot türü	Kullanılabilecek doğal düşman
<i>Euphorbia rigida</i> (Sütleşen)	<i>Hyles euphorbia</i> <i>Denticera divisella</i>
<i>Cynodon dactylon</i> (Köpek dişi ayrığı)	<i>Drechslera cynodontis</i>
<i>Cichorium intybus</i> (Yabani hindiba)	<i>Amerosporium concinnum</i>
<i>Centaurea solstitialis</i> (Sarı peygamber dikenini)	<i>Ceratapion basicorne</i> <i>C. onopordii</i>
<i>Acroptilon repens</i> (Kekre)	<i>Auclacidea acroptilonica</i>
<i>Tamarix ramosissima</i> (Ilgın)	<i>Liocleonus clatratus</i>
<i>Orobancha</i> spp.(Canavar otu)	<i>Phytomyza orobanchia</i>

2008 yılında Uygur ve ark. tarafından Canavar otu türlerindeki böcek herbivorların etkinliği ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Yukarıda bazı çalışmalardan örnekler verilmiştir. Yabancı otların doğal düşmanlarının belirlenmesine yönelik ülkemizde fazla sayıda çalışma bulunmaktadır. Bunlar özellikle yeni çalışmaların koordine edilmesinde oldukça yararlı olmaktadır.

Sonuç

Tarımsal mücadele yöntemlerinin her biri kendine göre olumlu ve olumsuz yönler içerir. Genel olarak biyolojik mücadelenin de bu özelliklerini irdeleyecek olursak;

- Gerek insan sağlığına gerekse çevre sağlığına yan etkisi yoktur,
- Zaman içerisinde herbisitlere karşı dayanıklılık oluşturmaz,
- Araştırma ve geliştirme dönemi uzun zaman, program, eğitim, takip gerektirir, ancak bir kez doğaya yerleştirildi mi hızla başarı sağlanır,
- Uzun vade de kimyasal mücadele ile kıyaslanmayacak kadar ekonomiktir,
- Konukçularına özgündürler,
- Sadece kullanıldıkları yabancı ot ile mücadele sağlarlar.

Hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın yabancı otlarla mücadele diğer bitki koruma etmenlerine göre daha fazla dikkat ve özen ister. Bunun nedeni korumak istediğinizin de, mücadele etmek istediğinizin de bitki olmasıdır. Yapılacak en ufak hata dönüşümsüz kayıplara neden olabilir. Biyolojik mücadelede benzer durum söz konusudur. Bu nedenle yabancı otlarla biyolojik mücadele çalışmaları yaparken ve uygularken aşağıda belirtilen hususlara özen gösterilmelidir (Uygur, 2002);

- Yeni yabancı ot türlerinin ülkemize girmemesi için karantina kurallarına dikkat edilmelidir. Yeni girecek her tür orjini olduğu ülkede doğal düşmanlarını arkasında bıraktığından anavatanına göre çok daha fazla sorun olacaktır,
- Dışarıdan ülkemize getirilecek tüm biyolojik mücadele etmenleri için uluslar arası kurallara göre oluşturulmuş karantina laboratuvarları kurulmalıdır,
- Biyolojik zenginliğimizi korumak adına yeni doğal düşmanların ülkeye girişini ve bizim etmenlerimizin ülkeden çıkışına itina göstermemiz gerekir,
- Biyolojik mücadelenin riskleri iyi bilinmelidir. İstenmeyen bitkilere doğal düşmanın kayması, özellikle kültür bitkileri ve süs bitkilerine istenmeyen bir durumdur,
- Özellikle konukçuluk testlemelerinde fizyolojik testler (Laboratuvar testleri), ekolojik testleri (açık alan testleri) desteklemelidir. Gözlemler olası risklere karşı salımlardan sonrada devam etmelidir,
- Biyolojik mücadele uygulama alanlarında pestisit kullanımına dikkat edilmelidir.

Sağlıklı bir çevreye ulaşabilmek, tarımda sürdürülebilirliği sağlamak ve ekonomik kayıpları önlemek için bitki koruma araştırmacıları ve uygulayıcılarına düşen görev biyolojik mücadeleyi desteklemek ve uygulamaktır.

Kaynaklar

- Andres, L.A., 1977. The economics of biological control of weeds. *Aquatic Botany* 3:111-123.
- Anonymous, 2007. Inundative control using mycoherbicides (in: The Biological Control of Weeds Book). Landcare Research, Manaaki Whenua press. <http://www.landcare-research.co.nz> Erriřim tarihi: 09. 01. 2010.
- Combek, J.H., 1987. Weeds in cropping-their cost to the Australian economy. *Plant Protection Quarterly*, 2:2.
- Cristofaro, M., Hayat, R., Gültekin, L., Tozlu, G., Zengin, H., Tronci, C., Lecce, F., Şahin, F. and L. Smith, 2002. Preliminary screening of natural enemies of Yellow starthistle, *Centaurea solstitialis* L (Asteraceae) in Eastern Anatolia. Türkiye 5. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri, 4-7 Eylül, Erzurum s: 287-295.
- Delen, N., Kınay, P., Yıldız, F., Yıldız, M., Altınok, H. ve Z. Uçkun, 2010. Türkiye tarımında kimyasal savaşımın durumu ve entegre savaşım olanakları. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, s: 609-625.
- Delfosse, E.S., 2004. Introduction in biological control of invasive plants in the United States (Ed. by E.M. Coombs, J.K. Clark, G.L. Piper, A.F. Cofrancesco), Oregon State University Press, Corvallis, 467 p.
- Devaraj, K.V. and J.K. Manissery, 1979. Preliminary studies on the utilization of indigenous carp, *Puntius pulchellus* as one of the biological agents of weed control in ponds. Proc. Indian Soc. Weed Sci. Conf., Parbhani, Maharashtra, India, 82 p.
- DiTomaso, J.M., Kyser, G.B., George, M.R., Doran, M.P. and E.A. Laca, 2008. Control of Medusahead (*Taeniatherum caput-medusae*) using timely sheep grazing. *Invasive Plant Science and Management*, 1(3): 241-247.
- Erciş, A. ve S. İren, 1988. Çıtlık pasının (*Puccinia chondrilla* Bub et. Syd.) bazı illerin buğday-nadas alanlarında yayılışı, hastalandırma oranı ve Çıtlık (*Chondrilla juncea* L.) bitkilerinin biyolojik mücadelesinde kullanım olanakları. V. Türkiye Fitopatoloji Kongresi Bildiri Özetleri, 80 s.
- Fitzsimmons, K., Macintosh, D., and C. King, 2003. *Tilapia* for biological control of Giant salvinia. *Journal of Aquatic Plant Management*. 41: 28-31.
- Geiger, G. and H. Biellier, 1993. Weeding with geese. University of Missouri Extension Publications (G8922), 3 p.
- Giray, H. ve Y. Nemli, 1983. İzmir ilinde *Orobancha*'ın doğal düşmanı olan *Phytomyza orobanchia* Kalt. (Diptera, Agromyzidae)'ın morfolojik karakterleri, kısaca biyolojisi ve etkinliği üzerinde araştırmalar. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 7:183-192.

- Harley, K.L.S. and I.W. Forno, 1992. Biological Control of Weeds, a Handbook for Practitioners and Students, Melbourne, Inkata Press. 74 p.
- Haris, P., 1979. Cost of Biological Control of Weeds in Canada. *Weed Science*, 27:242-250.
- Hwlyer, N, Brown, K. and N.D. Cattlin, 2003. A Color Handbook of Biological Control in Plant Protection, Portland, Oregon: Timber Pres.
- Ittyaverah, P.J., Nair, N.R., Thomas, M.J., and P.S. John, 1979. *Limnaea acuminata*, a snail for the biological control of *Salvinia molesta*. *Indian Journal of Weed Science*, 11: 76-77.
- Kiely, T., Donaldson, D. and A. Grube, 2004. Pesticides Industry Sales and Usage: 200 and 2001 Market Estimates. U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC 200460 /U.S.A.
- Lacey, A. j., 1985. Weed Control. In Pesticide application: principles and practice, P.T. Haskell (ed),456-85. Oxford: Oxsford University Press.
- Lodos, N., 1971. Yabancı otlarla biyolojik savaş ve yurdumuzda *Tribulus terrestris* L. (Demir diken, pıtrak) üzerinde bulunan iki faydalı böcek türü: *Macrolarinus lareynii* ve *M. lypriformis* (Coleoptera: Curculionidae). *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8 (2):55-74.
- Mayton, E.L., Smith, E.V. and D. King, 1945. Nutgrass eradication studies: IV. Use of chicken and geese in the control of Nutgrass. *Journal of the American Society of Agronomy*, 37:785-790.
- Mehta, I. and R. K., Sharma, 1972. Control of aquatic weeds by the White amur in Rajasthan, India. *Journal of Aquatic Plant Management*, 10: 16-19.
- Nemli, T., 1991. *Chondrilla juncea* 'nın *Puccinia chondrilla* Bub et. Syd. ile biyolojik savaşı konusunda araştırmalar. VI. Türkiye Fitopatoloji Kongresi Bildirileri, s: 209-212.
- Önder, F. ve Y. Karsavuran, 1986. İzmir çevresinde Çiriş otu (*Asphedolus microcarpus* Viv.) 'na karşı uygulanacak biyolojik savaşta *Capsodes infuscatus* (Brul) (Heteroptera:Miridae)'un etkinliği üzerinde gözlemler. Türkiye I. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri,12-14 Şubat Adana s: 270-279.
- Patra, B.,C., Maity, J., Debnath, J., and S. Patra, 2002. Making aquatic weeds useful II: *Nymphoides cristatum* (Roxb.) O. Kuntze as feed for an Indian major carp *Labeo rohita* (Hamilton). *Aquaculture Nutrition*, 8: 33-42
- Perkins, R.C.L. and O.H. Swezey, 1924. The Introduction into Hawaii of Insects Attack Lantana, Bulletin No.16, Entomological Series, Experiment Station of the Hawaiian Sugar Planters Association, Honolulu:Hawaii.
- Seaman, D.E. and W. A. Porterfield, 1964. Control of aquatic weeds by the snail *Marisa cornuarietis*. *Weeds*, 12(2): 87-92.

- Schneider, R.P., 1985. Weed Control Technology: Needs, development, constraints. Proceedings 10th Conference of the Asian-Pacific Weed Science Society, Chiangmai, Vol.2, 379-384.
- Sheldon, S.P. and R. P. Creed, 2003. The effect of a native biological control agent for Eurasian watermilfoil on six North American watermilfoils. *Aquatic Botany* 76: 259-265.
- Sözeri, S. 1994. Kekre (*Acroptilon picris* (L.) D.C.) 'nin *Subanguina picridis* (Kirj.) Brzeski nematodu ile biyolojik mücadelesi üzerinde araştırmalar. Türkiye III. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildiri Özetleri, 25-28 Ocak, İzmir, s: 35.
- Uluğ, E., Kadiođlu, İ. ve İ. Üremiř, 1993. Türkiye'nin yabancı otları ve bazı özellikleri. T.C. Tarım ve Köyiřleri Bakanlığı, Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana, Yayın No: 78, 513 s.
- Uygur, F. N., 2002. Bitki yabancı otlar ve biyolojik mücadele. Türkiye 5. Biyolojik Mücadele Kongresi, Atatürk Üniversitesi, 4-7 Eylül, Erzurum-Türkiye, s: 49-60.
- Uygur, S., Uygur, F.N. ve A. Çınar, 1999. Köpek dişi ayırđı (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.)' nın Çukurova Bölgesi'nde üzerinde saptanan fungal patojenleri ve bunların biyolojik mücadelede kullanım olanakları. Türkiye 4. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri, 29 Ocak, Adana, Entomoloji Derneđi Yayınları No. 9, 87-96.
- Uygur, S., Smith, L., Uygur, F.N., Cristofaro, M. and J. Balciunas, 2004. Population densities of yellow starthistle (*Centaurea solstitialis*) in Turkey, *Weed Science*, 52: 746-753.
- Uygur, S., Smith, L., Uygur, F.N., Cristofaro, M. and J. Balciunas, 2005. Field assessment in land of origin of host specificity, infestation rate and impact of *Ceratapion basicorne* (Coleoptera: Apionidae), a prospective biological control agent of Yellow starthistle, *BioControl*, 50:525-541.
- Uygur, S., Smith, L. and F. N. Uygur, 2007. Sarı peygamber dikenini (*Centaurea solstitialis* L.) kapitulalarına zarar veren böcek türlerinin etkinliği. Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi Bildiri Özetleri, 27-29 Ağustos, Isparta, s: 41.
- Uygur, S., Bozdođan, O., Soyak, A., Aksoy, E. ve F.N. Uygur, 2008. Infestation of insect herbivores on *Orobanche* species in Turkey. 2 nd International Symposium "Intractable Weeds and Plants Invaders. 14-18 Eylül, Osijek-Hırvatistan, p. 58.
- Wasphere, A.,J., Delfosse, E.S., and M. Cullen, 1989. Recent Developments in biological control of weeds. *Crop Protection*, 8:227-50.
- Wurtz, T.L., 1995. Domestic geese: Biological weed control in an agricultural setting. *Ecological Applications*, 5 (3), 570-578.