

Araştırma Makalesi

**Bazı Tıbbi Bitki ve Yabancı Ot Ekstraktlarının Biberin
Çimlenme ve Fide Gelişimi Üzerine Etkisi**

Nusret ÖZBAY*

*Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bingöl

*Sorumlu yazar: oznusret@yahoo.com

Geliş Tarihi: 11.12.2017

Düzeltilme Geliş Tarihi: 29.12.2017

Kabul Tarihi: 31.12.2017

Özet

Bazı bitkiler, yapraklarında, çiçeklerinde, meyvelerinde ve köklerinde diğer bitkilerin büyümesini engelleyen birtakım doğal maddeler içerir. Bazı yabancı ot, tıbbi ve aromatik bitkilerin biberin (*Capsicum annuum* L.) çimlenme ve fide gelişimi üzerine allelopatik etkilerini belirlemek amacıyla laboratuvar ve sera denemeleri yürütülmüştür. Çalışmada, rezene (*Foeniculum vulgare*), ebegümece (*Malva sylvestris*), kırmızı yonca (*Trifolium pratense* L.), hardal (*Brassica nigra*), dereotu (*Anethum graveolens*), sedef otu (*Ruta graveolens* L.), kimyon (*Cuminum cyminum* L.) ve meyan (*Glycyrrhiza glabra* L.) bitkilerinin su ekstraktlarının biberde çimlenme ve fide gelişimi üzerine olan allelopatik etkileri araştırılmıştır. Ekstraktların allelopatik etkilerinin saptanmasında biberde tohum çimlenme oranı, fide çıkış oranı, gerçek yaprak sayısı, sürgün boyu, gövde çapı, sürgün yaş ve kuru ağırlığı ile kök yaş ve kuru ağırlıkları kıstas olarak alınmıştır. Araştırma sonuçları, allelopatik etkileri incelenen bitki ekstraktlarının biberde çimlenmeyi azalttığını ve fide gelişimini engellediğini ortaya konmuştur. Allelopatik etki ve oranının bitki türü ve konsantrasyona bağlı olarak değiştiği saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Allelopati, tıbbi bitkiler, biber, çimlenme, fide gelişimi

Allelopathic Effects of some Herbs and Medicinal Plants' Extracts on Seed Germination and Seedling Growth of Pepper

Abstract

Some plants have natural substances in their leaves, flowers, and fruits, and roots that can alternately inhibit the growth rate of other plants. Laboratory and greenhouse experiments were conducted to evaluate the allelopathic effects of some herbs, medicinal and aromatic plants on seed germination and seedling growth of pepper (*Capsicum annuum* L.). In this study, water extracts of fennel (*Foeniculum vulgare*), mallow (*Malva sylvestris*), red clover (*Trifolium pratense* L.), mustard (*Brassica nigra*), dill (*Anethum graveolens*), rue (*Ruta graveolens* L.), cumin (*Cuminum cyminum* L.) and licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) were prepared from the different plant parts and tested for inhibitory activity on seed germination and seedling growth of pepper. Final germination rate, final emergence rate, number of true leaves, shoots height, stem caliper, shoot fresh and dry weights, and root fresh and dry weights of pepper seedlings were recorded for growth comparisons. Results of the study showed that water extracts of evaluated plant species reduced germination and inhibited seedling growth of pepper in comparison with the control. It was found that the inhibitory effects were often dependent on the concentration. However, the degree of inhibition varied among the tested plant species.

Key words: Allelopathy, medicinal plants, pepper, germination, seedling growth

Giriş

Bazı bitkiler kök, yaprak, çiçek ve/veya meyvelerinde diğer bitkilerin büyümesini engelleyen birtakım maddeler içermektedir ve bunun varlığı yüzyıllardan beri bilinmektedir

(Putam, 1994; Zeng, 2014). Bu kimyasal maddeler diğer bitkilerin yanı sıra, bazen aynı bitki çeşidinin de çimlenme ve büyümesini engelleyebildiği gibi münavebe bitkisinin gelişimine de engel olabilir

(Fateh ve ark., 2012). Bir bitkinin kimyasal salgılarıyla yakınındaki bitkiler veya mikroorganizmalar üzerinde gösterdiği engelleyici etkiler allelopati olarak tarif edilmekte; bitkilerin salgıladıkları kimyasallara da allelokimyasallar denilmektedir (Rice, 1984; Khalid ve Shad, 1991; Callaway, 2002). Allelokimyasallar bitkilerde tohum çimlenmesini ve bitki büyümesini engelleyebilir ya da aksine teşvik edebilirler (Zeng ve ark., 2008). Çalışmalar bazı allelokimyasalların, değişik bitki kısımlarından sızan uçucu maddeler olduğunu (Oleszek, 1987; Bradow ve Connick, 1998); bazılarının bitki köklerinden salgılandığını (Rovira, 1969; Qasem ve Hill, 1989) ve bazılarının da bitkilerin toprak üstü aksamlarından su ile çözünüp toprağa karıştığını (Lowett ve Lynch, 1979; Qasem, 1994) bildirmektedir. Bitkilerin başta kökleri olmak üzere, sap, yaprak gibi organları ya da bu organların parçalanıp, ayrışmasıyla salgıladıkları bu kimyasalların, çoğu zaman değişen oranlarda üretim kayıplarına yol açan allelopatik etkileri vardır (Gürsoy ve ark., 2013).

Allelopati ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Kim (2001) domates bitkisinin salgıladığı allelopatik maddelerin aynı yerde yetiştirilen marulun çimlenmesini ve fide gelişimini engellediğini bildirmiştir. Ülkemizde allelopatiyle ilgili yürütülen ve pratiğe aktarılabilen çalışmalara en güzel örneklerden birisi pamukta yabancı ot mücadelesidir. Uygur ve ark. (1991) tarafından Çukurova’da gerçekleştirilen bu çalışmada Antep turpunun (*Raphanus sativus*) kanyaş otu (*Sorghum halepense*) mücadelesinde başarılı bir şekilde kullanılabileceği ortaya konmuştur. Farklı yabancı ot ekstraktlarının 11 kültür bitkisi üzerine allelopatik etkilerinin araştırıldığı bir başka çalışmada, test edilen yabancı otların çoğunun, kontrol uygulamasına (%10 aseton) göre, domates biber, kabak, mısır ve soğan gibi sebzelerde tohum çimlenmesini azalttığı ortaya konmuştur Kadioğlu, ve ark., 2005). Allelopatiyle ilgili birçok çalışma yapılmasına ve yüzlerce bitkinin allelokimyasallara sahip olduğu bilinmesine rağmen çalışmalar çoğunlukla pratiğe aktarılamamıştır. Bunun nedeni belki de çalışmaların çoğunlukla laboratuvar düzeyinde kalması ve tarlaya aktarılmamasıdır.

Laboratuvar ve sera koşullarında yürütülen bu çalışma, bazı yabancı ot, tıbbi ve aromatik bitkilerin biberde (*Capsicum annuum* L.) çimlenme ve fide gelişimi üzerine allelopatik etkilerini araştırmak amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Bu çalışma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Laboratuvarı ve serasında yürütülmüştür. Bitkisel materyal

olarak Demre biber (May Tohumculuk, Bursa) çeşidi, allelopatik uygulamalarda ise rezene, ebegümeci, kırmızı yonca, hardal, dereotu, sedef otu, kimyon ve meyan bitkilerinden su ile hazırlanan ekstraktlar kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan yabancı otlar ve tıbbi bitkilerin bir kısmı yerel marketlerden temin edilmiş, bir kısmı da Kahramanmaraş Tarımsal Araştırma Enstitüsü çevresindeki tarla ve bahçelerden toplanmıştır. Kurutulmuş ve öğütülmüş bitki örneklerinden 10 g alınıp 100 ml saf su karıştırılmış ve 24 saat süreyle 20°C’de karanlıkta bekletilmiştir. Elde edilen karışımlar filtre kâğıdı ile (Whatman Filter Paper No:1) süzöldükten sonra geriye kalan sıvı miktar tekrar saf su ile 100 ml’ye tamamlanmıştır. Elde edilen stok solüsyonu tekrar seyreltilerek %5 ve %10’luk bitki ekstraktları hazırlanmıştır.

Çimlenme testi 4 tekerrürlü ve her bir tekerrürde 50 tohum olacak şekilde yürütülmüştür. Çimlenme ve çıkış testleri öncesi biber tohumları yüzeysel sterilizasyon için %1’lik NaClO (etkin maddesi %5) içerisinde 15 dakika süreyle bekletilmiş ve ardından üç defa saf su ile durulanmıştır. Sterilize edilen biber tohumları içerisinde iki kat kurutma kâğıdı bulan 5 cm’lik petri kaplarına yerleştirilmiş ve ardından her bir petri kabına 3 ml bitki ekstraktı ilave edilip karanlıkta 25°C’de çimlendirme testine tabi tutulmuşlardır. Çimlenmeye esas olarak kökçük ucunun çıplak gözle görülebilmesi veya kökçüğün 2 mm büyüklüğünde olması yeterli kabul edilmiştir. Çıkış ve fide gelişimi testleri yine 25 °C’de ısıtmasız serada ve 3:1 oranında torf ve perlit içinde yapılmıştır. Tohum ekiminden 6 hafta sonra fidelerde gerçek yaprak sayısı, sürgün boyu, toprak hizasındaki gövde çapı, sürgün yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

Araştırmada elde edilen verilerin çözümlenmesi amacıyla ANOVA testi ve gruplar arasında çıkan anlamlı farklılıklarda farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için LSD testi yapılmıştır. İstatistik analizler SAS V9.1.3 bilgisayar paket programı kullanılarak yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Bitki ekstraktlarının biberin çimlenme, fide çıkışı, gerçek yaprak sayısı, sürgün boyu ve gövde çapı üzerine olan etkisi Çizelge 1 ve Çizelge 2’de verilmiştir. Çizelgeler incelendiğinde, allelopatik etkileri test edilen bitki türlerinin, kontrol ile karşılaştırıldığında, biberde tohum çimlenmesi, fide çıkışı, gerçek yaprak sayısı ve sürgün uzunluğunu azalttığı görülmektedir ($P \leq 0.01$). Engelleme etkisi ve oranının test edilen bitkilere ve konsantrasyona bağlı olarak değiştiği saptanmıştır. En düşük çimlenme oranı (%56.00) sedef otu (%10) uygulamasından elde edilmiştir. Diğer taraftan en

düşük çıkış oranı (%30.55) ise ebegümeçi (%10) uygulamasında görülmüştür. Gövde çapı bakımından uygulamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak $P \leq 0.05$ seviyesinde önemli olmadığı görülmektedir. Bitki ekstraktlarının biberin sürgün yaş ve kuru ağırlığı ve kök yaş ve kuru ağırlığı üzerine olan etkileri Çizelge 3'te verilmiştir. Buna göre, yine test edilen bitki türleri, kontrol ile karşılaştırıldığında, biberde sürgün yaş ve kuru

ağırlığı ve kök yaş ve kuru ağırlığını önemli ölçüde azaltarak fide gelişimini engellemiştir. Engelleme etkisi ve oranının test edilen bitkilere ve konsantrasyona bağlı olarak değiştiği ve uygulamalardan özellikle rezene (%10) ebegümeçi (%10) sedef otu (%10) meyan (%10) ve hardal (%10)'ın biber fidesi üzerindeki engelleyici etkilerinin diğer uygulamalara göre daha fazla olduğu saptamıştır.

Çizelge 1: Bazı yabancı ot ve tıbbi bitki ekstraktlarının biberin çimlenme ve fide çıkışı, üzerine etkisi

Uygulamalar	Çimlenme Oranı (%) [†]	Çıkış Oranı (%)
Rezene (%10)	65.33 de	38.89 cde
Ebegumeci (%10)	74.68 abc	30.55 e
Kırmızı yonca (%10)	70.68 cd	44.457 bcd
Hardal (%10)	72.00 bc	36.11 de
Dereotu (%10)	77.33 ab	33.33 de
Sedef Otu (%10)	56.00 f	38.89 cde
Kimyon (%10)	76.00 abc	41.67 bcde
Meyan (%10)	72.00 bc	41.67 bcde
Rezene (%5)	74.67 abc	52.78 ab
Ebegumeci (%5)	74.67 abc	33.33 de
Kırmızı Yonca (%5)	74.67 abc	41.66 bcde
Hardal (%5)	74.67 abc	50.00 bc
Dereotu (%5)	78.67 a	50.00 bc
Sedef Otu (%5)	62.67 e	44.44 bcd
Kimyon (%5)	77.33 ab	50.00 bc
Meyan (%5)	76.00 abc	50.00 bc
Kontrol	78.67 a	63.89 a
Ortalama	72,71	43.63
LSD_{0,05}	5.99	13.18
Önemlilik	**	**

[†]Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak $P \leq 0.05$ seviyesinde önemli değildir.

**ortalamlar arasındaki fark istatistiksel olarak $P \leq 0.01$ seviyesinde önemlidir.

Bu sonuçlar daha önceki bazı çalışmalardan elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir. Radioğlu ve ark. (2005) tarafından farklı yabancı ot ekstraktlarının 11 kültür bitkisi üzerine allelopatik etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada, test edilen yabancı otların çoğunun, kontrol uygulamasına (%10 aseton) göre, domates biber, kabak, mısır ve soğan gibi sebzelerde tohum çimlenmesini azalttığı ortaya konmuştur. Bir başka çalışmada, Hu ve Zhang (2013) *Chromolaena odorata* bikisinin yapraklarından ve köklerinden elde edilen bitki ekstraktlarının (%0.1 ve 10) bazı otsu bitkilerin tohum çimlenmesi ve fide gelişimi olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir. Lamoureux ve Koning (1998) tarafından yürütülen bir çalışmada, rezene, kimyon, kereviz, dereotu, anason ve kişnişin çeşitli tohum yoğunluklarında marul tohumlarının çimlenmesini engellediği ortaya konulmuştur. Araştırmacılar, rezene ve kimyon

tohumlarının aynı zamanda marulda kök gelişmesini engellediğini ortaya koymuştur. Bir başka çalışmada (Stratu ve ark., 2012) selam otu (*Levisticum officinale*) ve kereviz (*Apium graveolens*) yapraklarından elde edilen bitki ekstraktlarının turp (*Raphanus sativus*) ve mercimek (*Lens culinaris*) tohumlarının çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine olan etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonucunda, söz konusu bitki ekstraktlarının hem turp hem de mercimek tohumlarının çimlenmesini geciktirip engellediği, ayrıca kök gelişmesini engellediği bildirilmiştir. Onwugbuta-Enyi (2001) tarafından yürütülen bir çalışmada *Chromolaena odorata* bikisinin yapraklarından elde edilen bitki ekstraktının düşük konsantrasyonlarda (1 g taze yaprak /40 ml su) bile domatesin gelişmesini önemli derecede azalttığı ifade edilmiştir.

Çizelge 2. Bazı yabancı ot ve tıbbi bitki ekstraktlarının biber fidelerinde gerçek yaprak sayısı, sürgün boyu ve gövde çapı üzerine etkisi

Uygulamalar	Gerçek Yaprak Sayısı (adet) ^y	Sürgün Boyu (cm)	Gövde Çapı (mm)
Rezene (%10)	5.33 de	5.04 cd	2.60 cde
Ebegumeci (%10)	4.92 e	5.09 cd	2.77 abcde
Kırmızı yonca (%10)	5.33 de	4.96 d	2.42 e
Hardal (%10)	6.00 bcde	5.09 cd	2.68 bcde
Dereotu (%10)	6.50 bcd	5.67 bcd	2.78 abcde
Sedef Otu (%10)	5.61 cde	5.15 cd	2.68 bcde
Kimyon (%10)	6.64 bc	5.46 bcd	2.73 bcde
Meyan (%10)	5.64 bcde	4.92 d	2.59 de
Rezene (%5)	6.92 b	5.92 b	2.95 abc
Ebegumeci (%5)	6.08 bcde	5.50 bcd	2.80 abcd
Kırmızı Yonca (%5)	6.33 bcd	5.73 bc	2.78 abcde
Hardal (%5)	6.72 bc	6.10 b	2.92 abcd
Dereotu (%5)	6.33 bcd	5.80 bc	2.81 abcd
Sedef Otu (%5)	6.50 bcd	5.75 bc	2.92 abcd
Kimyon (%5)	6.75 bc	5.96 b	2.98 ab
Meyan (%5)	6.22 bcd	5.47 bcd	2.81 abcd
Kontrol	9.42 a	8.54 a	3.13 a
Ortalama	6.31	5.65	2.78
LSD_{0,05}	1.30	0.76	0.36
Önemlilik	**	**	ÖD

^y Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak $P \leq 0.05$ seviyesinde önemli değildir.

** ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak $P \leq 0.01$ seviyesinde önemlidir.

ÖD istatistiki olarak önemli değil.

Çizelge 3. Bazı yabancı ot ve tıbbi bitki ekstraktlarının biberin fidelerinin sürgün yaş ve kuru ağırlığı ve kök yaş ve kuru ağırlığı üzerine etkisi

Uygulamalar	Sürgün Yaş Ağırlığı (mg) ^y	Sürgün Kuru Ağırlığı (mg)	Kök Yaş Ağırlığı m(g)	Kök Kuru Ağırlığı (mg)
Rezene (%10)	477 ef	80 de	310 c	37 d
Ebegumeci (%10)	360 f	53 e	466 bc	36 d
Kırmızı yonca (%10)	467 ef	93 bcde	353 c	33 d
Hardal (%10)	437 ef	83 cde	450 bc	43 bcd
Dereotu (%10)	530 cdef	106 bcd	513 bc	50 bcd
Sedef Otu (%10)	473 ef	76 de	326 c	33 d
Kimyon (%10)	520 def	96 bcde	470 bc	47 bcd
Meyan (%10)	573 bcdef	80 de	406 bc	40 cd
Rezene (%5)	627 bcdef	120 bcd	616 b	66 bc
Ebegumeci (%5)	650 bcde	110 bcd	490 bc	47 bcd
Kırmızı Yonca (%5)	806 bc	133 cb	476 bc	36 d
Hardal (%5)	640 bcdef	100 bcde	533 bc	50 bcd
Dereotu (%5)	636 bcdef	120 bcd	520 bc	50 bcd
Sedef Otu (%5)	660 bcde	113 bcd	506 bc	70 b
Kimyon (%5)	816 b	136 b	596 b	53 bcd
Meyan (%5)	763 bcd	126 bcd	513 bc	53 bcd
Kontrol	1216 a	216 a	1180 a	106 a
Ortalama	630	110	510	50
LSD_{0,05}	280	50	230	30
Önemlilik	**	**	**	**

^y Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak $P \leq 0.05$ seviyesinde önemli değildir.

** ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak $P \leq 0.01$ seviyesinde önemlidir.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmanın sonuçları bazı yabancı ot ve tıbbi bitkilerin biberde çimlenme ve fide gelişimi üzerine allelopatik etkilerinin bitki türüne göre değiştiğini göstermiştir. Günümüzde bitkilerden elde edilen birçok doğal bileşik tanımlanmış ve allelopatik maddeler ya da bileşikler olarak sınıflandırılmıştır. Bu bileşikler fenolik asitler, kumarinler, terpenoidler, flavonoidler, alkaloidler, siyanojenik glikozitler, saponinler ve taninler gibi birçok doğal ürünleri içine almaktadır. Suda çözünebilen bu bileşikler doğal şartlar altında meydana gelen doğrudan ya da dolaylı allelopatik etkilerden sorumludur (Larcher, 2000; Ambika, 2002). Bu çalışmada allelopatik etkileri test edilen bitkiler ve biber gibi kültür bitkileri mümkün olduğu kadar birbirine yakın olarak yetiştirilmemelidir.

Kaynaklar

Ambika, S.R. 2002. Allelopathic plants. 5. *Chromolaena odorata* (L) King and Robinson. *Allelopathy Journal*, 9(1): 35-41.

Bradow, J.M., Connick, W.J. 1998. Seed germination inhibition by volatile alcohols and other compounds associated with *Amaranthus palmeri* residues. *J. Chem. Ecol.*, 14: 1633-1648.

Callaway, R.M. 2002. The detection of neighbors by plants. *Trends Ecol. Evol.*, 17: 104-105.

Fateh, E., Samaneh, S., Gerami, F. 2012. Evaluation the allelopathic effect of bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) on germination and seedling growth of millet and basil. *Advances in Environmental Biology*, 6: 940-950.

Gürsoy, M., Balkan, A., Ulukan, H. 2013. Bitkisel üretimde allelopati. *U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(2): 115-122.

Hu, G., Zhang, Z. 2013. Allelopathic effects of *Chromolaena odorata* on native and non-native invasive herbs. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 11(1): 878-882.

Kadioglu, I., Yanar, Y., Asav, U. 2005. Allelopathic effects of weeds extracts against seed germination of some plants. *Journal of Environmental Biology*, 26(2): 69-73.

Khalid, S., Shad, R. 1991. Potential advantage of recent allelochemical discoveries in agroecosystems. *Progressive Farming*, 11: 30-35.

Kim, Y.S. 2001. Allelopathic effects of some volatile substances from the tomato plant. *Journal of Crop Production*, 4(2): 313-321.

Lamoureux, S., Koning, R. 1998. The Allelopathic Potential of Apiaceae Seeds upon germination of lettuce (www.plantphys.info/research/allelopathy.html).

Larcher, W. 2000. *Ecofisiologia Vegetal*. São Carlos – SP: Rima Artese Textos, 531.

Lovett, J.V., Lynch, J.A. 1979. Studies on *Salvia reflexa* Hornem: I. Possible competitive mechanism. *Weed Res.*, 19: 351-357.

Oleszek, W. 1987. Allelopathic effects of volatiles from Cruciferae species on lettuce, barnyard grass and wheat. *Plant Soil*, 102: 271-273.

Onwugbuta-Enyi, J. 2001. Allelopathic effects of *Chromolaena odorata* L. (R.M. King and Robinson (Awolowo plant')) toxin on tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill). *J. Appl. Sci. Environ. Manage.* 5: 69-73.

Putnam, A.R. 1994. Phytotoxicity of Plant Residues. In P. W. Unger (ed.), *Managing Agricultural Residues*, Lewis Publishers, Boca Raton, 285-314.

Qasem, J.R., Hill, T.A. 1989. Possible role of allelopathy in the competition between tomato, *Senecio vulgaris* L. and *Chenopodium album* L. *Weed Res.*, 29: 349-356.

Qasem, J.R. 1994. Allelopathic effect of white top (*Lepidium draba*) on wheat and barley. *Allelopathy Journal*, 1: 29-40.

Rice, E.L. 1984. *Allelopathy*. 2nd ed. Academic Press, Orlando, FL, 1984.

Rovira, A.B. 1969. Plant root exudates. *The Bot. Rev.*, 35: 35-59.

Stratu, A., Toma, D., Costica, N. 2012. The effect of extracts from *Apium graveolens* L. and *Evisiticum officinale* Koch leaves on the germination of certain dicotyledons species. *An. Stiint. Univ. Al. I. Cuza Iasi, Sect. II a. Biol. Veget.*, 58(2): 73-79.

Uygur, F.N., Köseli, F., Cesurer, L. 1991. Antep turpunun (*Raphanus sativus* L.) pamuk alanlarında biyoherbisit olarak kullanılması. VI. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, 1991 - İzmir, Türkiye Fitopatoloji Derneği Yayınları, 6: 167-171.

Zeng, R.S., Mallik, A.U., Luo, S.M. 2008. *Allelopathy in Sustainable Agriculture and Forestry*. New York: Springer Press.

Zeng, R.S. 2014. Allelopathy-the solution is indirect. *Journal of Chemical Ecology*, 40: 515-516.