

ORIGINAL PAPER

Алелопатичния ефект на *Orobanche cumana* Wallr. върху поникването и първоначалното развитие на *Helianthus annuus* L.

Пламен Маринов-Серафимов¹ • Ирена Голубинова¹ • Валентина Енчева²

¹Институт по фуражните култури – Плевен, 5800, Плевен

²Добруджански земеделски институт – Генерал Тошево, 9521, Генерал Тошево

Автор за кореспонденция: Пламен Маринов-Серафимов;
E-mail: plserafimov@abv.bg

Allelopathic effect of *Orobanche cumana* Wallr. on the emergence and initial development of *Helianthus annuus* L.

Plamen Marinov-Serafimov¹ • Irena Golubanova¹ • Valentina Entcheva²

¹Institute of Forage Crops - Pleven, 5800, Pleven, Bulgaria

²Dobrudzha Agricultural Institute – General Toshevo, 9521, General Toshevo, Bulgaria

Corresponding Author: Plamen Marinov-Serafimov;
E-mail: plserafimov@abv.bg

Received: November 2019 / Accepted: February 2020 /

Published: March 2020 © Author(s)

Abstract

Marinov-Serafimov, P., Golubanova, I. & Entcheva, V. (2020). Allelopathic effect of Orobanche cumana Wallr. on the emergence and initial development of Helianthus annuus L. Field Crops Studies, XIII(1), 25-36.

During the period 2017 - 2018 at the Institute of Forage Crops – Plevен using

standard methods in the laboratory condition the allelopathic tolerance of sunflower varieties to the allelopathic effect was studied and compared of aboveground biomass from *Orobancha cumana* Wallr. It was found that: Concentrations of 0.08 to 0.32% w/v of the aboveground biomass of the sunflower broomrape (*Orobancha cumana* Wallr.) exert an inhibitory effect on seed germination and initial development of the plants of the tested sunflower varieties (*Helianthus annuus* L.) and can be conditionally grouped into three groups: *I.* Group stimulating effect ($IR \leq -10\%$) David and Markesa, *II.* Group Inhibitory effect ($IR \leq 20\%$) Favorit and *III.* Group ($IR \geq 20\%$) of San Luca and Enigma

Relatively high allelopathic tolerance to the allelopathic effect of *Orobancha cumana* Wallr. Seed germination and initial development of the sunflower varieties tested were reported in the David and Marquez variety (may be used as components in future breeding programs), and relatively lower allelopathic tolerance was reported in the San Luca and Enigma varieties.

Key words: Broomrape, Allelopathic effect, Allelopathic tolerance, Sunflower, Varieties

Въведение

Плевелните видове са постоянен и повсеместен спътник на земеделското производство, нанасяйки му огромни щети, които често надвишават общите загуби, причинявани от болестите и неприятелите (Kubiszewski and Cleveland, 2012).

Научни изследвания върху плевелните видове през последните години са насочени главно към развитието на високоефективни системи за управление (Rubiales, 2012). Синтетичните хербициди са основно средство за борба срещу плевелите, но интензивната им употреба е предпоставка за създаване на резистентност и за разпространение на синята китка (*Orobancha cumana* Wallr.) (Venkov and Bozoukov, 1994; Venkov and Shindrova, 2000; Shindrova, 2006, Yanev et al., 2014; Molinero-Ruiz et al., 2015; Masliiov et al., 2018; Mitkov et al., 2019).

Обобщените проучвания Runyon et al. (2009); Plakhine et al. (2012); Nabimana et al. (2014) показват, че технологичните решения и ефективните средства за борба, чрез прилагане на конвенционални методи срещу синята китка са крайно ограничени, поради близката физиологична връзка между паразита и растението гостоприемник (Abbes et al., 2008; Matusova, 2014).

Понастоящем към алелопатията има нарастващ интерес в земеделието, тъй като това явление би могло да предложи перспективни алтернативни методи за борба срещу плевелите и да спомогне за намаляване приложението на синтетични хербициди (Singh et al., 2003).

Алелохимикалите биха могли да заменят частично използваните синтетичните хербициди или да се използват като прототип за синтеза на биоразградими хербициди, благодарение на биологичната си природа същите ще са по-безопасни за околната среда в сравнение със синтетичните хербициди (Takemura et al., 2013).

През последните десетилетия научно-изследователската работа се фокусира върху откриването на видове и сортове с алелопатична толерантност към типични заплевелители. Chou (1999), Chon and Nelson (2010) установяват, че съществуват и сортови различия в алелопатичния толерантност по отношение на алелопатичния ефект на някои типични заплевелители при различни селскостопански култури. Според обобщените проучвания на Parvatha (2017), Jabran (2017) алелопатията може да се разглежда като средство в селекционните програми за биологичен контрол срещу плевелите

Спорадични и противоречиви са съобщенията (Belz, 2007; Ferguson et al., 2013; Fragasso et al., 2013). за определяне на алелопатичния ефект на паразитни плевелни видове, а по отношение на алелопатичната толерантност – липсват.

Целта на проучването е чрез използване на стандартни методи в лабораторни условия, да се установи и сравни алелопатичната толерантност на сортове слънчоглед към алелопатичния ефект на надземна биомаса от *Orobanche cumana* Wallr. като компоненти в бъдещи селекционни програми.

Материали и методи

Изследването е проведено през 2017 - 2018 година в Институт по фуражните култури – Плевен при лабораторни условия. Проучвани са следните фактори: Фактор А – сортове слънчоглед (*Helianthus annuus* L.) създадени в Добруджански земеделски институт - Генерал Тошево.: a_1 - Фаворит; a_2 – Сан Лука; a_3 – Енигма; a_4 – Деведа и a_5 – Маркеса;. Фактор В концентрация b_1 – 0.08; b_2 – 0.16; b_3 – 0.32 % w/v паразитна плевелна биомаса на слънчогледова синя китка (*Orobanche cumana* Wallr.) Надземната биомаса от на слънчогледова синя китка (*Orobanche cumana* Wallr.) е събирана във фенофаза цъфтеж (ВВСН 65-69) от инфекциозното поле ДЗИ, Генерал Тошево. Растителният материал от *Orobanche cumana* Wallr. е изсушен до постоянно сухо тегло при 50 ± 5 °C.

За оценяване алелопатичната толерантност на тестваните сортове слънчоглед към алелопатичния ефект от надземна биомаса от *Orobanche cumana* Wallr. при лабораторни условия е използван адаптиран метод на Fujii et al. (2005) „Rhizosphere Soil Method“ (RSM). В петриевы блюда (90 mm) е поставена суха паразитна плевелна биомаса от слънчогледова синя китка (*Orobanche cumana* Wallr.), съобразно фактор В, върху която са пипетирани по 20 ml (0.8%) агар, като е добавен 1 ml/l $C_{10}H_{14}O$. Така подготвените петриевы

блюда са поставени в термостат на тъмно за 72 h при $18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Във всяко петриево блюдо са поставяни по 10 бр. семена от *Helianthus annuus* L., съобразно фактор А, след което са инкубирани в термостат на тъмно при температура $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ в продължение на пет дни. Всеки вариант е залаган в седем повторения. За контрола е използван 0.8% агар с добавен 1 ml/l $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}$.

Определян е процентът на покълнали семена (GR%) и дължината (cm) на кълн за всички варианти на опита.

Динамичен индекс за развитие (DDI):

$$DDI = \left\{ \frac{t \log^2}{\log b - \log a} \right\} \quad (1)$$

където: a и b – покълнали семена (%), дължина (cm) на кълна в контролния вариант и във вариантите; t – продължителност, дни;

Индекс на алелопатичния ефект (RI):

Процент на инхибиране (IR) е определян по формулата (2).

$$IR\% = \frac{C - T}{C} \times 100 \quad (2)$$

където: C – показател отчетен в контролния и T - в третираните вариант;

Скорост на нарастване и натрупване на свежа биомаса на кълна е определяна, чрез адаптирана формула на Dauta et al. (1990).

$$\mu = \left\{ \frac{\ln N_t - \ln N_0}{t} \right\} \quad (3)$$

където: N_t - дължина (cm) на кълна в третираните варианти; N_0 - дължина (cm) на кълна в контролния вариант; t – продължителност, дни;

Индекс на развитие (GI) е определян по формулата на Gariglio et al. (2002).

$$GI = \left[\left(\frac{G}{G_0} \right) \cdot \left(\frac{L}{L_0} \right) \right] \cdot 100 \quad (4)$$

където: G и G_0 – покълнали семена съответно за третираните варианти и контролния вариант (%); L – дължина на кълна в третираните варианти, представен в процент; L_0 – дължина на кълна в контролния вариант, приет за 100%;

Жизненост на кълна (SVI) е определяна по формулата на Islam et al. (2009).

$$SVI = \left(\frac{S \cdot G}{100} \right) \quad (5)$$

където: S - дължина (cm) на кълна; G – покълнали семена, %.

Математико-статистическата обработка на експерименталните данни е направена след предварително трансформиране на процента покълнали семена по формулата: $Y = \arcsin \sqrt{(x\%/100)}$. Получените експериментални резултати са обработени математико – статистически с програмните продукти STATGRAPHICS Plus for Windows Version 2.1 и Statistica 10.

Резултати и обсъждане

Лабораторната кълняемост на семената при тестваните сортове (*Helianthus annuus* L.) в контролните варианти варира в границите от 56.8 до 90.0. Най-висок процент покълнали семена е отчетен при сорт Енигма, а относително по-нисък при сортовете Сан Лука и Деведа, междинна позиция заемат Фаворит и Маркеса, като разликите между тях са статистически доказани ($P = 0.05$), но само в сравнение със сорт Енигма.

Приложената надземна суха биомаса от синя китка (*Orobanche cumanana* Wallr.) оказва слаб стимулиращ (IR от -4.2 до -9.7%) и/или инхибиращ ефект (IR от 18.1 до 24.5%) върху лабораторната кълняемост на семената при тестваните сортове слънчоглед. В зависимост от степента на инхибиране (IR) сортове слънчоглед могат да бъдат условно разделени в три групи: I. Група стимулиращ ефект ($IR \leq -10\%$) Деведа и Маркеса, II. Група инхибиращ ефект ($IR \leq 20\%$) Фаворит и III. Група ($IR \geq 20\%$) Сан Лука и Енигма (Таблица1).

Установена е специфична сортова реакция по отношение алелопатичния ефект на слънчогледова синята китка (*Orobanche cumanana* Wallr.). С относително висок алелопатичната толерантност към алелопатичния ефект на *Orobanche cumanana* Wallr. при покълването на семената е отчетена при сорт Деведа и Маркеса, а относително по-ниска при сортовете Сан Лука и Енигма.

Приложените концентрации оказват съществено влияние върху лабораторната кълняемост на семената. С увеличаване приложената плевелна концентрация на *Orobanche cumanana* Wallr. се наблюдава обща тенденция за нейното снижаване (от 5.4 до 31.0%) при сортовете Фаворит, Сан Лука и Енигма, като разликите са статистически доказани ($P=0.05$) само при по-високите концентрации 0.16 и 0.32% v/w. Приложените по-ниски концентрации 0.08 и 0.16% v/w на *Orobanche cumanana* Wallr. оказват статистически доказан стимулиращ ефект върху лабораторната кълняемост на семената при сортовете Деведа и Маркеса.

Таблица 1. Алелопатичен ефект на слънчогледова синя китка (*Orobanche cumana* Wallr.) върху покълването и първоначалното развитие на слънчоглед (*Helianthus annuus* L.)

Table 2. Allelopathic effect of of sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) on the germination and initial development of *sunflower* (*Helianthus annuus* L.)

Плевелен вид Weed species	Концентрация Concentration, % w/v	Кълняемост Germination				Дължина на кълна Seedling length			
		GR%	IR	DDI	μ	cm	IR	DDI	μ
Фаворит Favorit	Контрола Control	63,4c				8,7b			
	0,08	60,0c	5,4	-20,41	-0,01	8,1b	6,4	-16,89	-0,01
	0,16	50,8b	19,9	-5,08	-0,04	7,8b	10,2	-10,41	-0,02
	0,32	45,0a	29,0	-3,28	-0,07	7,2a	17,5	-5,85	-0,04
Средно Average		54,8	18,1	-9,59	-0,04	8,0	11,4	-11,05	-0,02
Сан Лука San Luka	Контрола Control	56,8b				8,8b			
	0,08	56,8b	0,0	0,00	0,00	9,0c	-2,4	47,65	0,01
	0,16	39,2a	31,0	-3,03	-0,07	7,8a	11,3	-9,41	-0,02
	0,32	39,2a	31,0	-3,03	-0,07	7,9a	10,1	-10,54	-0,02
Средно Average		48,00	20,67	-2,02	-0,05	8,38	6,33	9,23	-0,01
Енигма Enigma	Контрола Control	90,0c				10,8b			
	0,08	63,4a	29,6	-3,21	-0,07	8,8a	18,6	-5,46	-0,04
	0,16	77,1b	14,3	-7,27	-0,03	9,3a	14,0	-7,49	-0,03
	0,32	63,4a	29,6	-3,21	-0,07	9,0a	16,3	-6,33	-0,04
Средно Average		73,48	24,50	-4,56	-0,06	9,48	16,30	-6,43	-0,04
Деведа Diveda	Контрола Control	56,8ab				10,8b			
	0,08	63,4c	-11,6	10,23	0,02	14,4c	-33,4	3,904	0,058
	0,16	63,4c	-11,6	10,23	0,02	15,4c	-42,9	3,154	0,071
	0,32	50,8a	10,6	-10,08	-0,02	8,7a	19,7	-5,137	-0,044
Средно Average		58,60	-4,20	3,46	0,01	12,33	-18,87	0,64	0,03
Маркеса Markesa	Контрола Control	63,4a				8,6a			
	0,08	77,1b	-21,6	5,75	0,04	9,3b	-8,2	14,229	0,016
	0,16	71,6b	-12,9	9,25	0,02	8,5a	1,5	-74,115	-0,003
	0,32	60,0a	5,4	-20,41	-0,01	8,5a	1,5	-74,115	-0,003
Средно Average		68,03	-9,70	-1,80	0,02	8,73	-1,73	-44,67	0,00

Легенда: GR% - кълняемост; IR - процент на инхибиране; DDI - динамичен индекс за развитие
Legend: GR% - seed germination; IR - percent inhibition; DDI -dynamic index development

Установени са съществени различия в динамичния индекс (DDI) и скоростта (μ) на покълване на семената в зависимост от проявената алелопатичната толерантност на сортове слънчоглед към алелопатичния ефект на синята китка могат да бъдат обяснени с дифузията на разтворимите алелохимикали от надземната биомаса на синята китка (*Orobanche cumana* Wallr.) в носителя – агара и от алелопатичната толерантност на тестваните сортове слънчоглед,

тъй като сравненията между тях са направени при контролирани условия (Sangeetha and Baskar, 2015).

Подобна специфична сортова реакция по отношение алелопатичната интерференция е установена при редица култури (Wu et al., 1999; Kruse et al., 2000).

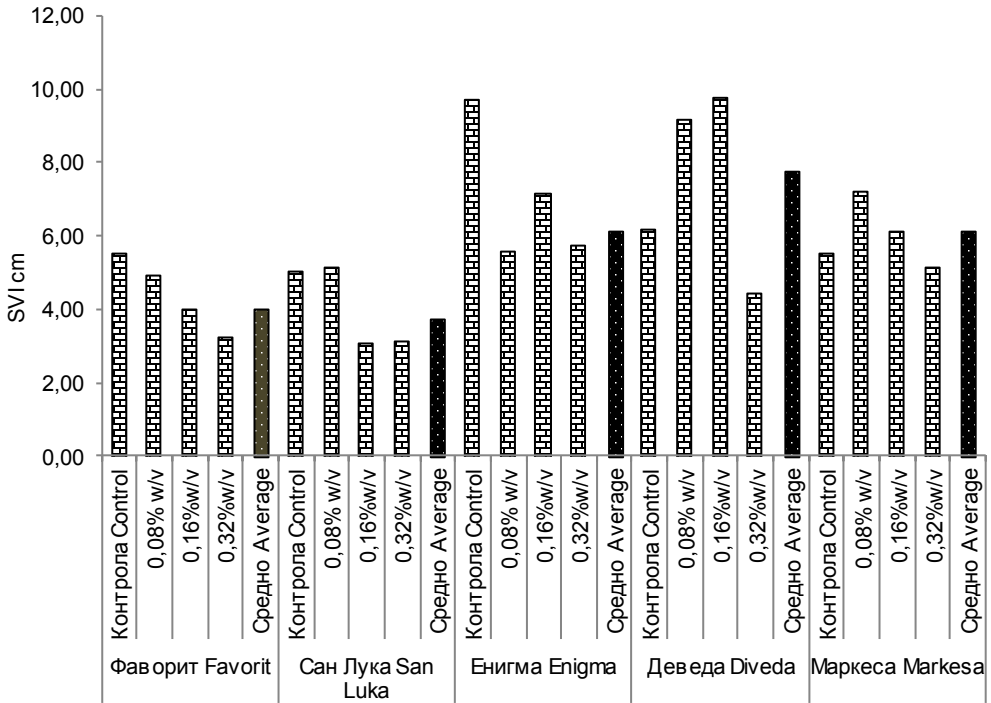
Данните в биометричните измервания на дължината на кълна (cm) позволяват обективно да се сравни и оцени алелопатичната толерантност на тестваните сортове слънчоглед към алелопатичния ефект на слънчогледовата синята китка (*Orobanche cumana* Wallr.).

От таблица 1 е видно, че приложената паразитна плевелна биомаса от *Orobanche cumana* Wallr. не оказва статистически доказан инхибиращ ефект върху нарастването на кълна при сортовете слънчоглед Енигма, Маркеса и Фаворит, докато при сорт Деведа предизвиква статистически доказан стимулиращ ефект при по-ниските приложени концентрации 0.08 и 0.16% v/w - съответно IR -33.4 и -42.9% (Таблица 1).

По отношение на концентрационните зависимости е видно, че с увеличаване съдържанието на паразитна плевелна биомаса (от 16.0 до 32.0% w/v) не се установява непропорционално редуциране дължината на кълна при тестваните сортове слънчоглед с изключение на сорт Енигма, като разликите са статистически недоказани ($P=0.05$) в сравнение с най-ниската концентрация 0.08 % v/w. Подобни резултати се съобщават Labrousse et al. (2001), според които алелопатичната толерантност е видово и сортово специфична.

Аналогични са и получените резултати при определяне скоростта на нарастване (μ) и индексът за развитие (DDI) на кълна при сортовете слънчоглед в зависимост от приложените концентрации. Относително най-слаб алелопатичен ефект (RI) се установява при най-ниската 0.08% w/v приложена концентрация на паразитна плевелна биомаса и с увеличаването ѝ до 32.0% w/v - RI и μ нарастват съответно от 0.4 до 1.3 и от 0.3 до 1.3 пъти, а динамичния индекс на развитие на растенията (DDI) намалява от 0.7 до 2.9 пъти, но само при сортовете Фаворит и Енигма. Изключение от описаната зависимост се установява при сортовете Сан Лука, Деведа и Маркеса при които по-ниските приложени концентрации предизвикват стимулиращ ефект от 42.9%.

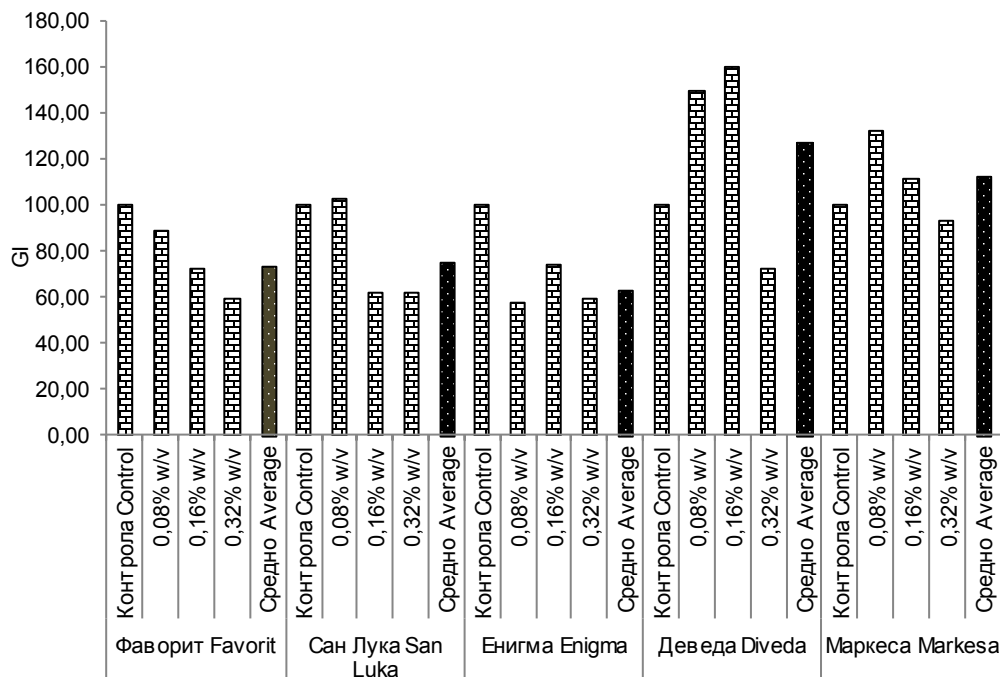
Подобни са и получените резултати при определяне жизнеността $SVI_{(cm)}$ при тестваните сортове слънчоглед (Фигура 1). Относително най-силно чувствителни са сортовете Фаворит и Сан Лука $SVI_{(cm)}$ е в границите от 3.10 до 5.51, следван от Енигма и Маркеса $SVI_{(cm)}$ - от 5.10 до 9.68 и относително с най-слаба чувствителност е Деведа $SVI_{(cm)}$ е в интервала от 6.12 до 9.76.



Фигура 1 Алелопатичен ефект на слънчогледова синя китка (*Orobanchе cumana* Wallr.) върху жизнеността $SVI_{(cm)}$ на слънчоглед (*Helianthus annuus* L.).

Figure 1. Allelopathic effect of of sunflower broomrape (*Orobanchе cumana* Wallr.) on seedling vigour index $SVI_{(cm)}$ of sunflower (*Helianthus annuus* L.).

Индексът на развитие (GI) на растенията зависи от същите фактори и следва наблюдаваните зависимости по отношение лабораторната кълняемост и динамиката на нарастването на кълна при тестваните сортове слънчоглед (Таблица 2 и 3). В зависимост от стойностите на GI , могат да се групират условно в следния възходящ ред: Енигма → Фаворит → Сан Лука → Маркеса → Деведа. Следователно, наблюдаваните разлики по отношение жизнеността на кълновете $SVI_{(cm)}$ и индексът на развитие (GI) на растенията могат да бъдат обяснени със сортови различия, тъй като сравненията между тях са направени при еднакви условия което определя и алелопатичната толерантност на сортовете слънчоглед към алелопатичния ефект на синята китка.



Фигура 2. Индекс на развитие (GI) при поникването и първоначалното развитие на слънчоглед (*Helianthus annuus* L.) в зависимост от аделопатичния ефект на (*Orobanche cumana* Wallr.)

Figure 2. Index development (GI) on seed germination and initial development of sunflower (*Helianthus annuus* L.) depending on the allelopathic effect of (*Orobanche cumana* Wallr.)

Изводи

1. Прилаганите концентрации от 0.08 до 0.32% w/v от надземната биомаса на слънчогледова синята китка (*Orobanche cumana* Wallr.) оказват инхибиращ ефект върху покълването на семената и първоначално развитие на растенията от тестваните сортове слънчоглед (*Helianthus annuus* L.) условно могат да бъдат групирани в три групи: I. Група стимулиращ ефект ($IR \leq -10\%$) Деведа и Маркеса, II. Група инхибиращ ефект ($IR \leq 20\%$) Фаворит и III. Група ($IR \geq 20\%$) Сан Лука и Енигма.

2. Относително висок аделопатичната толерантност към аделопатичния ефект на *Orobanche cumana* Wallr. при покълването на семената и първоначалното развитие на тестваните сортове слънчоглед е отчетена при сорт Деведа и Маркеса (могат да бъдат използвани, като компоненти в бъдещи селекционни програми), а относително по-ниска аделопатичната толерантност е отчетена при сортовете Сан Лука и Енигма.

Литература References

- Abbes, Z., Kharrat, M. & Chaibi, W. (2008). Seed germination and tubercle development of *Orobanche foetida* and *Orobanche crenata* in presence of different plant species. *Tunisian Journal of Plant Protection*, 3, 101–109.
- Belz, R.G. (2007). Allelopathy in crop/weed interactions - An update. *Pest Management Science*, 63, 308-326.
- Chou, C.H. (1999). Roles of allelopathy in plant biodiversity and sustainable agriculture. *Crit. Rev. Plant Sci.*, 18, 609–636.
- Chon, S. & Nelson, U. (2010). Allelopathy in Compositae plants. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, Springer Verlag/EDP Sciences / INRA, 30 (2), ff10.1051/agro/2009027ff. fahal00886545f.
- Dauta, A., Devaux, J., Piquemali, F. & Boumnich, L. (1990). Growth rate of four freshwater algae in relation to light and temperature. *Hydrobiologia*, 207, 1, 221–226.
- Ferguson, J.J., Rathinasabapathi B. & Chase C.A. (2013). Allelopathy: How plants suppress other plants. HS994. <http://edis.ifas.ufl.edu>.
- Fragasso, M., Iannucci, A. & Papa, R. (2013). Durum wheat and allelopathy: toward wheat breeding for natural weed management. *Frontiers in plant science*, 4, 375. doi:10.3389/fpls.2013.00375.
- Fujii, Y., Furubayashi, A. & Hiradate, S. (2005). Rhizosphere soil method: a new bioassay to evaluate allelopathy in the field. Proceedings of the 4th World Congress on Allelopathy, “Establishing the Scientific Base”, Wagga Wagga, p. 490-492.
- Gariglio, N.F., Buyatti, M., Pillati, R., Gonzales, R.D. & Acosta, M. (2002). Use a germination bioassay to test compost maturity of willow (*Salix sp.*) sawdust. *New Zealand Journal of Crop of Horticultural Science*, 30, 135 – 139.
- Habimana, S., Nduwumuremy, A. & Chinama, R. (2014). Management of *Orobanche* in field crops – a review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 14, 43–62.
- Islam, A., Anuar, N. & Yaakob, Z. (2009). Effect of genotypes and pre-sowing treatments on seed germination behavior of *Jatropha*. *Asian Journal of Plant Sciences*, 8, 433-439.
- Jabran, K. (2017). Maize Allelopathy for Weed Control, Manipulation of Allelopathic Crops for Weed Control, 10.1007/978-3-319-53186-1_4, 29-34.
- Kruse, M., Strandberg, M. & Strandberg, B. (2000). Ecological Effects of Allelopathic Plants – a Review. National Environmental Research Institute, Silkeborg, Denmark. 66 pp. – NERI Technical Report No. 315.
- Kubiszewski, I. & Cleveland, C. (2012). United Nations Conference on Environment

- and Development (UNCED). Rio de Janeiro. Brazil. Retrieved from <<http://www.eoearth.org/view/article/156773>>.
- Labrousse, P., Arnaud, M., Serieys, H., Bervillé, A. & Thalouarn, P. (2001) Several Mechanisms Are Involved in Resistance of Helianthus to Orobanche Cumana Wallr. *Annals of Botany*, 88, 5, 859-68. <http://www.jstor.org/stable/42771103>.
- Matusova, R., Kullačová, D. & Tóthq, P. (2014). Response of wild and weedy broomrapes to synthetic strigolactone analogue GR24. *Journal of Central European Agriculture*, 15, 4, 72-82 72.
- Masliiov, S., Macai, N., Beseda, O. & Stepanov, V. (2018). Control of Broomrape Orobanche cumana Wallr. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8, 2, 74-80. DOI:10.15421/2018_312.
- Mitkov, A., Yanev, M., Neshev, N., Tonev, T., Joița-Păcureanu, M. & Cojocaru, F. (2019). Efficacy Against Broomrape and Selectivity of Imazamox-Containing Herbicides in Sunflower. *Romanian Agricultural Research*, 36, 201-207.
- Molinero-Ruiz, L., Delavault, Ph., Pérez-Vich, B., Pacureanu-Joita, M., Bulos, M., Altieri, E. & Domínguez, J. (2015). History of the race structure of Orobanche cumana and the breeding of sunflower for resistance to this parasitic weed: A review. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 13, 4, 1-19.
- Plakhine, D, Tadmor, Y., Ziadne, H. & Joel, D. (2012). A maternal tissue is involved in stimulant reception by seeds of the parasitic plant Orobanche. *Annals of Botany*, 109, 979-986.
- Parvatha, P. (2017). Allelopathy, Agro-ecological Approaches to Pest Management for Sustainable Agriculture, 10.1007/978-981-10-4325-3_18.
- Runyon, J.B, Tooker, J., Mescher, M. & De Moraes, C. (2009). Parasitic plants in agriculture: chemical ecology of germination and host-plant location as targets for sustainable control. A review. In: Lichtouse E (ed) *Sustainable agriculture reviews*, Springer, 1, 123–136.
- Rubiales, F. (2012). Innovations in parasitic weeds management in legume crops. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. Springer Verlag, 32, 2, 433-449.
- Sangeetha, C. & Baskar, P. (2015). Allelopathy in weed management: a critical review. *African Journal of Agricultural Research*, 10, 9, 1004-1015.
- Singh, H.P., Batish, D.R. & Kohli R.K. (2003). Allelopathic interactions and allelochemicals: new possibilities for sustainable weed management. *Critical reviews in plant sciences*, 22, 3-4, 239-311.
- Shindrova, P. (2006). Broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in Bulgaria-distribution and race composition. *Helia*, 29, 44, 111-120.
- Takemura, T., Sakuno, E., Kamo, T., Hiradate, S. & Fujii, Y. (2013). Screening of the Growth-Inhibitory Effects of 168 Plant Species against Lettuce Seedlings. *American Journal of Plant Science*, 4, 5, 1095-1104.

- Wu, H., Pratley, J., Lemerle, D. & Haig, T. (1999). Crop cultivars with allelopathic capability. *Weed Research*, 39, 171-180.
- Venkov, V. & Shindrova P. (2000). Durable resistance to broomrape (*Orobanche cumana* Wallr. /*Orobanche cernua* Loeffl.) in sunflower. *Helia*, 23, 33, 39-44.
- Venkov, V. & Bozoukov, H. (1994). Influence of different species of *Orobanche* on cultivated sunflower and tobacco. Biology and management of *Orobanche*, Proceedings of the 3-rd International Workshop on *Orobanche* and *Striga* Research, Amsterdam, The Netherlands, RTI, 349-350.
- Yanev, M., Bozoukov, H. & Kalinova, S. (2014). Distribution of *Orobanche ramosa* L. and *Orobanche mutelii* Sch. in the Main Tobacco Producing Regions of Bulgaria. *Plant Science*, LI, 1, 114-117 (Bg).