

¹Ефект от приложение на минерално масло и синтетичен инсектицид върху продуктивността и качеството на люцерна

Наталия Георгиева*, Ивелина Николова, Йорданка Найденова

Институт по фуражни култури – Плевен

E-mail: imnatalia@abv.bg

Резюме

Редуцирането в употребата на инсектициди и съвместното им прилагане с различни продукти в т.ч. и с минерални масла с оглед намаляване негативното им въздействие върху околната среда е екологосъобразен подход в условията на конвенционално производство. Експериментът е осъществен през периода 2014-2015 г. в Институт по фуражни култури – Плевен с цел да се установи ефекта от прилагане на минерално масло Акарзин (400 ml/da), самостоятелно и в комбинация с редуцирани дози (0.03 и 0.01%) синтетичен инсектицид (Ефория 045 ЗК) върху продуктивността и качеството на фуража при люцерна. Резултатите показват повишено съдържание на суров протеин (с 3.4 до 9.5%) и понижено съдържание на сурови влакнини (1.4-7.9%) в получената биомаса, както и по-висока продуктивност (13.8-38.7%) на растенията. Съвместното прилагане на Акарзин с Ефория 045 ЗК позволява намаляване на дозата на приложение на инсектицида до 0.03 и 0.01% като същевременно постигнатият ефект върху продуктивността надвишава ефекта от самостоятелното приложение на Ефория 045 ЗК в най-високата препоръчвана доза (0.05%).

Ключови думи: минерално масло; редуцирана доза; инсектицид; люцерна

Effect of application of mineral oil and synthetic insecticide on alfalfa productivity and quality

Natalia Georgieva*, Ivelina Nikolova, Yordanka Naydenova

Institute of Forage Crops, Pleven

E-mail: imnatalia@abv.bg

Citation

Georgieva, N., Nikolova, I. & Naydenova, Y. (2019). Effect of application of mineral oil and synthetic insecticide on alfalfa productivity and quality. *Rastenievadni nauki*, 56(1), 28-35

Abstract

Reduction in the use of insecticides and their combined application with different products, including mineral oils in order to reduce their negative impact on the environment is an environmentally friendly approach in conventional farming conditions. The experiment was carried out during the period 2014-2015 in IFC-Pleven and aimed to study the effect of application of mineral oil Akarzin (400 ml/da), alone and in combination with reduced doses (0.03 and 0.01%) synthetic insecticide (Eforia 045 ZC) on the productivity and quality of alfalfa forage. The results showed an increased crude protein content (3.4-9.5%) and decreased crude fibre content (1.4-7.9%) in the biomass obtained, as well as a higher productivity (13.8-38.7%) of the plants. The combined application of Akarzin with Eforia 045 ZC allowed a reduction in the insecticide dose to 0.03 and 0.01%, while at the

¹ Статията е докладвана на научна конференция “Иновации в аграрната наука за ефективно земеделие”, организирана със съдействието на ФНИ по Договор ДПМНФ № 01/19 от 23.08.2018 г.

same time the effect on productivity exceeded this one of Ephia 045 ZC applied alone at the highest recommended dose (0.05%).

Keywords: mineral oil; reduced dose; insecticide; alfalfa

Интензификацията на аграрното производство през последните десетилетия доведе до деградация на екосистемите и по-ниска производителност в дългосрочен план (Hartmann et al., 2015). Системното използване на синтетични торове и пестициди, както и високите дози на прилагането им, имат за резултат редица отрицателни последици за околната среда: деградация на почвата, повишени емисии на парникови газове, акумулиране на пестицидни остатъци (Tilman et al., 2001; Foley et al., 2005), поява на устойчиви на пестициди видове и др. (Shafiani and Malik, 2003; Wasi et al., 2008). В действителност интензификацията на селското стопанство се възприема като една от най-големите заплахи за биоразнообразието в световен мащаб (Convention on Biological Diversity, 2010).

Системите с нисък разход на вложения като биологично или биодинамично земеделие, които забраняват използването на синтетични торове и пестициди, намалят негативните последици и осигуряват устойчивост в аграрното производство (Gomiero et al., 2011). В конвенционалното производство се препоръчват много иновативни методи за контрол като екологосъобразни, отколкото някои от традиционните подходи (Putnam et al., 2008). В това отношение, като важна тенденция през последните години се определя редуцираното използване на синтетични препарати. Редуцирането в употребата на инсектициди и съвместното им прилагане с различни продукти, в т.ч. и с минерални масла, с оглед намаляване негативното им въздействие върху околната среда е екологосъобразен подход в условията на конвенционално производство. Това осигурява както добра защита на растенията, така и реализирането на значително по-висока продуктивност (El-Guindy et al., 1983; Tsibulko et al., 2000; Demkin, 2007). Поради изразеното инсектицидно действие на някои от минералните масла, предимно парафинови, същите се препоръчват като алтернатива на синтетичните

инсектициди (Karczmarz and Marcinek, 2018). Тези препарати, към днешна дата, са силно рафинирани, по-малко токсични, бързо се изпаряват, поради което не замърсяват почвата и водните източници и са важно допълнение към традиционните методи за борба с вредители и патогени. Vogran et al. (2006) посочват, че минералните масла се отнасят към една от малкото групи инсектициди, към които насекомите не развиват резистентност.

Целта на изследването е да се проучи ефекта от прилагане на минерално масло Акарзин, самостоятелно и в комбинация с редуцирани дози синтетичен инсектицид Ефория, върху продуктивността и качеството на фуража при люцерна.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Полският експеримент е осъществен през периода 2014-2015 г. в Институт по фуражни култури – Плевен, при неполивни условия, с люцерна сорт Дара. Използван е рандомизиран блоков метод, в трикратна повторност на вариантите и размер на парцелите от 5 m². Проучено е действието на минерално масло (Акарзин), приложено самостоятелно и в комбинация с редуцирани дози на синтетичния инсектицид Ефория 045 ЗК) (Табл. 1). Третирането е осъществено във фенофаза бутонизация на втори подраст. Надземната маса е реколтирана във фаза пълен цъфтеж-начало на бобообразуване. Определяни са: съдържание на пластидни пигменти (хлорофил а, хлорофил b, каротиноиди) – по метода на Lichtenthaler and Wellburn (1983); суров протеин (СП/СР), сурови влакнини (СВ/СФ), калций и фосфор (АОАС, 2007), индикатор на водния баланс WSD (water saturation deficit) – по метода на Korsecwicz and Lewak (2002).

По данни на производителя („Агрифлор“) Акарзин е емулсионен концентрат. Той подобрява действието на препаратите за растителна защита, като намалява повърхностното напрежение на работния разтвор и създава едно-

Таблица 1. Характеристика на използваните препарати и дози на приложение**Table 1.** Characteristic of the preparations used and doses of application

Препарати Preparations	Активно вещество Active substance	Доза на приложение Dose of application
Акарзин	85% минерално масло (парафинов тип) +15% емулгатор	400 ml/da
Ефория 045 ЗК	15 g/l ламбда цихалотрин + 30 g/l тиаметоксам	0.05%
Акарзин + Ефория 045 ЗК	минерално масло в комбинация с ламбда цихалотрин+ тиаметоксам	400 ml/da + 0.03%
Акарзин + Ефория 045 ЗК	минерално масло в комбинация с ламбда цихалотрин+ тиаметоксам	400 ml/da + 0.01%

образен филм върху листата на третирани растения и тялото на вредителите. Препаратът действа асфикционно върху насекомите и яйцата на акарите и листните въшки. Освен характеристиката на препарата, дадена от производителя, в научната литература се посочват данни за висока ефикасност на Акарзин в контрола на листни въшки (Yankova et al., 2009). Atanasov et al. (2012) съобщават за комбинирано използване на Акарзин за контрол на ръжда по сливата (*Tranzschelia pruni-spinosae* (Pers) Diet.). В допълнение към положителните прояви на минералните масла са и проучвания, които установяват синергичен ефект при комбиниране на минерални масла с инсектициди (Al-Mrabeih et al., 2010), защита на растенията от различни вируси чрез потискане на тяхната трансмисия (Suranyi, 1999; Margaritopoulos et al., 2009) и ниска токсичност на маслата спрямо полезната ентомофауна (McLaren, 2008).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Водата е основна съставна част на растението, необходима за поддържане на структурата и формата на листата, фотосинтезата, и термичната регулация (Ullah et al., 2013). Хлорофилите са най-важните фотосинтетични пигменти в растенията (Silla et al., 2010). Според редица автори (Wu et al., 2008; Hawkins et al., 2009; Waraich et al., 2011; Abdalla et al., 2017) оценката на водния статус на растенията и определянето на количеството хлорофил на единица листна площ имат важна роля при оценката на растежа, определянето на потенциалния добив и

мониторинга на общото им физиологично състояние.

Основни индикатори на водния баланс са водният потенциал, относителното водно съдържание (RWC), водният дефицит/дефицитът на водна сатурация (WSD) (Larcher, 2003). WSD представлява количеството вода, погълнато от листата, когато те са в тургурно състояние, изразено като процент от водното съдържание при сатурация (Walia and Walia, 2015). В условията на настоящия експеримент растенията от контролния вариант се отличават с най-висока стойност на WSD (Фиг. 1a), а тези от третираните с Акарзин и Ефория варианти (самостоятелно и комбинирано приложени) – с по-ниски стойности на воден дефицит, при разлики от 2.5% (Акарзин с редуцирана доза Ефория 0.01%) до 5.9%-единици (Ефория). Данните в научната литература относно влиянието на минерални масла и инсектициди върху водния баланс на растенията са недостатъчни и противоречиви. Han et al. (2010) установяват повишено водно съдържание, респективно по-нисък воден дефицит, при тютюн и пипер, след приложение на Конфидор WG (имидаклоприд). Противоположни са резултатите, получени от Murthy and Rajesh (2004) след използване на имидаклоприд при ориз. Авторите наблюдават понижено водно съдържание под влияние на нарастващи дози на имидаклоприд, внесен самостоятелно и комбинирано с фунгицид. По-благоприятният воден статус на люцерната, третирана с Ефория, се дължи вероятно на защитният ефект на препарата, определящ по-ниската плътност на насекомите-вредители. В подкрепа на това са данните, съобщени от Riedell (1989), който на-

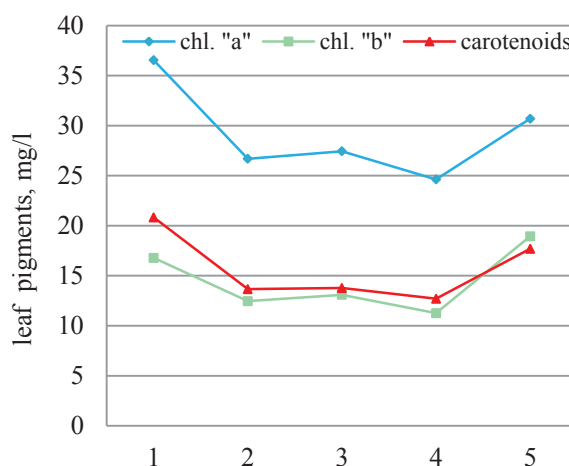
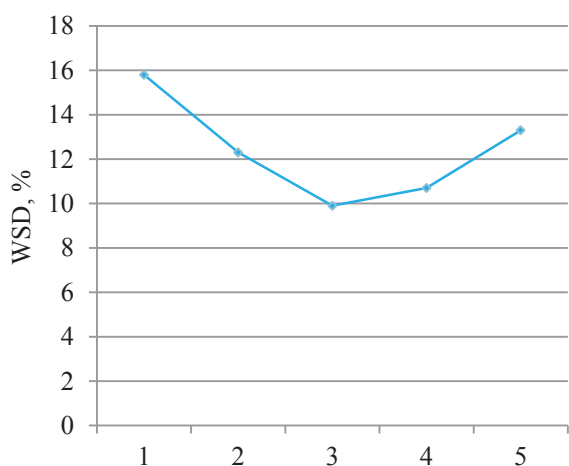
блюдава редуцирана проводимост на устицата и влошен воден потенциал при ечемик след заразяване с листни въшки (*Diuraphis noxia* M.) в сравнение със същите параметри при незаразени и третиранни със системен инсектицид растения.

Съдържанието на фотосинтетични пигменти в листата на люцерната от контролния вариант е с най-високи стойности – 36.6, 16.8 и 20.8 mg/l растителен екстракт съответно за хлорофил а, хлорофил b и каротиноиди (Фиг. 1b). При всички варианти с внасяне на Акарзин и Ефория, и техните комбинации (с изключение на варианта Акарзин с Ефория в доза 0.01%), пигментното съдържание е понижено както следва: с 25.1% за хлорофил а, 16.9% за хлорофил b и 31.2% за каротиноиди. По-слабото понижение при хлорофил В е обяснимо, тъй като по данни на Dinev (1998) той е по-малко чувствителен към външни въздействия и промени в околната среда. За негативно влияние върху съдържанието на пигменти след използване на инсектициди съобщават и други автори (Panduranga and Leelavathi, 2002; Murthy and Rajesh, 2004). Според Murthy and Rajesh (2004) една от възможните причини за редуцирането на хлорофилното съдържание в този случай е синтез на ензим наречен хлоро-

филаза, който е отговорен за разграждането на хлорофила.

Сравнителният анализ на резултатите за съдържанието на хлорофил по отношение самостоятелното използване на препаратите показва по-силно изразен негативен ефект на минералното масло, отколкото на инсектицида. По мнение на Finger (2000), минералните масла в сравнение с пестицидите проникват по-лесно и по-дълбоко във вътрешния слой на листата на третираните растения, дължащо се на намалената им адхезионна сила върху листната повърхност. Това физически уврежда листната тъкан и води до по-ниски нива на синтез на хлорофила. Най-слабо изразен негативен ефект върху количеството фотосинтетични пигменти се установява след комбинирано третиране с Акарзин и редуцирана доза Ефория 0.01%.

Влиянието на препаратите, обект на настоящото проучване, върху биохимичния състав на фуража е представено на Фигура 2. Данните показват добре изразена тенденция на повишение в съдържанието на суров протеин (с 3.4 до 9.5%) и понижение в съдържанието на сурови влакнини (с 1.4 до 7.9%). С най-висока хранителна стойност се характеризират растенията, третирани с минерално масло Акарзин (182.00



a)

b)

1. Control, 2. Akarzin, 3. Eforia, 4. Akarzin + Eforia 0.03%, 5. Akarzin + Eforia 0.01%

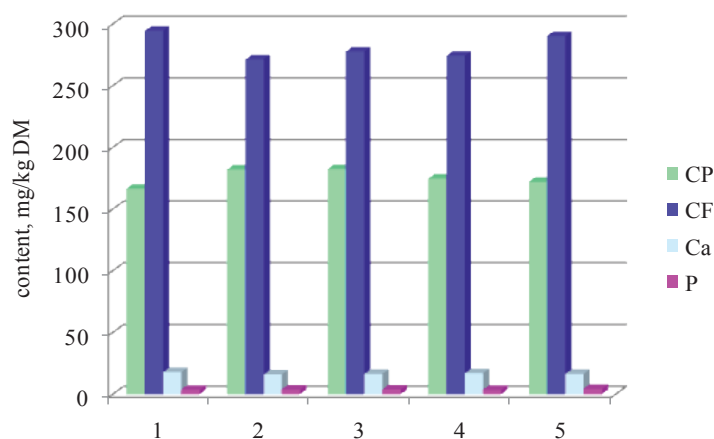
Фигура 1. Воден дефицит (a) и съдържание на фотосинтетични пигменти (b) в листа на люцерна, третирана със синтетични препарати

Figure 1. Water saturation deficit (a) and photosynthetic pigments (b) in alfalfa leaves treated with synthetic preparations (2014-2015)

mg/kg СП, 271.25 mg/kg СВ), следвани от тези, при които се използва Ефория и Ефория с Акарзин 0.03%. Съдържанието на калций и фосфор в надземната маса на люцерната варира в тесни граници (15.98-17.85 и 3.40-4.19 mg/kg DM, съответно) и не биха могли да се посочат зависимости, които са резултат от приложението на препаратите. Данни в научната литература относно ефекта на минерални масла върху биохимичния състав липсват, а относно последствието на инсектициди са разнопосочни и се определят от активните вещества, дозите на приложение, колко дни след третирането е извършено определянето, културата и други (Khaleeq and Klatt, 1986; Preetha and Stanley, 2012). При експерименти с памук, 14 дни след третиране с триаклоприд и тиаметоксам, Preetha and Stanley (2012) установяват рязко понижение в съдържанието на протеин. Подобна тенденция при същата култура наблюдава El-Daly (2008) при внасяне на цианофос и малатион. В противовес, Macedo and Castro (2011) съобщават за повишено съдържание на протеин в листата на пролетна пшеница вследствие на нарастващи дози тиаметоксам, едно от активните вещества на Ефория, а Acton (2012) – за положителен ефект на ламбда-цихалотрин, също активно вещество на Ефория, върху количеството протеин при соя. След приложение на карбарил и органофосфорни инсектициди, Ganguly et al. (2010) и Goswami et al. (2018) установяват по-високо протеиново съдържание

при секирче и люцерна. Според същите автори засиленият синтез на протеин при растения, третирани с различни концентрации на инсектициди, е в отговор на стреса, предизвикан от листното приложение на препаратите.

Внасянето на Акарзин във фаза бутонизация има доказан положителен ефект върху продуктивността на люцерната, повишавайки количеството на формирана биомаса (kg/ha FM) с 13.8% в сравнение с контролния вариант (Табл. 2). Значително по-съществено е нарастването на добива (24.8%) след третиране със синтетичния инсектицид Ефория, поради добрия защитен ефект спрямо неприятелите. В допълнение към тази характеристика на препарата е и обстоятелството, че едно от активните вещества на препарата (ламбда цихалотрин) се отнася към групата на пиретроидите, за които е установено, че притежават и известно фунгицидно действие (Al-Mrabeih et al., 2010). В предходно наше проучване е наблюдаван благоприятен ефект от приложението му, самостоятелно и с Акарзин, върху фитосанитарното състояние на люцерна, като е ограничено нападението от *Pseudopeziza medicaginis* (Georgieva and Nikolova, 2017). Най-висока продуктивност, превишаваща тази на контролния вариант с 33.0 и 38.7%, се установява след комбинирано използване на Акарзин с редуцирани дози Ефория от съответно с 0.01 и 0.03%, при недоказани разлики между двата варианта.



1. Control, 2. Akarzin, 3. Eforia, 4. Akarzin + Eforia 0.03%,
5. Akarzin + Eforia 0.01% CP-crude protein, CF-crude fiber, Ca-calcium, P-phosphorus

Фигура 2. Биохимичен състав на люцерна, третирана с Акарзин и Ефория 045 ZC (2014-2015)
Figure 2. Biochemical content in alfalfa treated with Akarzin and Eforia 045 ZC (2014-2015)

Таблица 2. Продуктивност на фураж при люцерна след третиране с минерално масло Акарзин и инсектицид Ефория 045 ЗК, средно за периода (kg/ha FM)

Table 2. Forage productivity in alfalfa after treatment with mineral oil Akarzine and insecticide Eforia 045 ZC, average for the period (kg/ha FM)

Варианти Variants	Доза Dose	Свежа биомаса Fresh biomass (kg/ha)	
Контрола (нетретирана)	-	9140	a
минерално масло Акарзин	400 ml/da	10400	b
Ефория 045 ЗК	0.05%	11407	c
Акарзин + Ефория 045 ЗК	400 ml/da+0.03%	12680	d
Акарзин + Ефория 045 ЗК	400 ml/da+0.01%	12160	cd

Values within a column followed by the same letters are not significantly different ($p>0.05$)

Синергичният ефект на комбинациите не надвишава сумарния ефект от самостоятелното приложение на двата препарата, което се определя като субадитивен синергизъм.

Съвместното прилагане на Акарзин с Ефория позволява намаляване дозата на приложение на инсектицида до 0.03 и 0.01% като същевременно постигнатият ефект върху продуктивността надвишава ефекта от самостоятелното приложение на Ефория 045 ЗК в най-високата препоръчвана доза (0.05%). Редуцирането на доза на приложение на инсектицида след комбиниране с минералното масло с оглед намаляване негативното им въздействие върху околната среда се препоръчва като екологосъобразен подход при конвенционално отглеждане на люцерна.

ИЗВОДИ

Прилагането на минерално масло Акарзин (400 ml/da), самостоятелно и в комбинация с инсектицида Ефория 045 ЗК (0.05, 0.03 и 0.01%) във фаза бутонизация на люцерната, има положителен ефект върху количеството и качеството на фуража. Установява се повишено съдържание на суров протеин (с 3.4 до 9.5%), понижено съдържание на сурови влакнини (1.4-7.9%) и по-висока продуктивност (13.8-38.7%) на растенията. Третирането със синтетичните препарати има и благоприятен ефект върху водния статус на листата (с 2.5 до 5.9%-единици по-ниски стойности на WSD), но редуцира съдържанието на фотосинтетични пигменти (средно с 25.2%).

Съвместното прилагане на Акарзин с Ефория 045 ЗК позволява намаляване дозата на приложение на инсектицида с 0.03 до 0.01%, като същевременно постигнатият ефект върху продуктивността надвишава ефекта от самостоятелното приложение на Ефория 045 ЗК в най-високата препоръчвана доза (0.05%). Редуцирането на дозата на приложение на инсектицида след комбиниране с минералното масло с оглед намаляване негативното им въздействие върху околната среда може да се препоръча като екологосъобразен подход при конвенционално отглеждане на люцерна.

ЛИТЕРАТУРА

- Abdalla, O., Kacimov, A., Chen, M., Al-Maktoumi, A., Al-Hosni, T. & Clark, I. (2017). *Water resources in arid areas*. Springer.
- Acton, A. (2012). *Advances in agriculture research and application*. Scholarly Editions, Atlanta.
- Al-Mrabe, A., Anderson, E., Torrance, L., Evans, A. & Fenton, B. (2010). *A literature review of insecticide and mineral oil use in preventing the spread of non-persistent viruses in potato crops*. Potato Council, Agriculture & Horticulture Development Board, Warwickshire.
- АОАС (2007). *Official methods of analysis*. Association of Analytical Chemists. Maryland, USA.
- Atanasov, A., Dinkova, H., Dragoyski, K., Georgiev, D., Velichkov, A., & Kirilova, G. (2012). A study of the effect of a new plant protection system against plum rust in biological fruit production. *Vočarstvo*, 46(179/180), 135-141.
- Bogran, C. E., Ludwig, S., & Metz, B. (2006). Using oils as pesticides. Texas University, Department of Agriculture, *Texas FARMER Collection*.

- Convention on Biological Diversity** (2010). Global Biodiversity Outlook 3. UNEP/Earthprint: Montre'al, Canada. <https://www.cbd.int/convention/>
- Demkin, A.V.** (2007). Pea aphids and its harmfulness depending on the conditions of mineral nutrition and the use of insecticides. In: *Integrated crop protection and pest monitoring in modern agriculture*, Proceedings of the International Scientific Conference, Stavropol, 99-102 (Ru).
- Dinev, N.** (1998). Using knowledge of the evolution of cereal plants in the design of mineral feeding models. *Selskostopanska Nauka*, 2, 16-19 (Bg).
- El-Daly, F. A.** (2008). Biochemical influence of cyanophos insecticide on radish plant II. Effect on some metabolic aspects during the growth period. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 4, 210-218.
- El-Guindy, M.A., El-Refai, A.R.M. & Abdel-Sattar, M.M.** (1983). The joint action of mixtures of insecticides, or of insect growth regulators and insecticides, on susceptible and diflubenzuron-resistant strains of *Spodoptera littoralis* Bois. *Pesticide Science*, 14(3), 246-252.
- Finger, S.A.** (2000). Effects of horticultural oils on photosynthesis, fruit maturity, and yield of wine grapes. Ph.D. thesis, Virginia Polytechnic University, USA.
- Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., & Helkowski, J. H.** (2005). Global consequences of land use. *Science*, 309(5734), 570-574.
- Ganguly, S., Bhattacharya, S., Mandi, S. & Tarafdar, J.** (2010). Biological detection and analysis of toxicity of organophosphate-and azadirachtin-based insecticides in *Lathyrus sativus* L. *Ecotoxicology*, 19(1), 85-95.
- Georgieva, N. & Nikolova, I.** (2017). Biological performances of alfalfa treated with mineral oil Akarzin and reduced doses of insecticide. *Banat's Journal of Biotechnology*, 8(16), 62-68.
- Gomiero, T., Pimentel, D. & Paoletti, M.G.** (2011). Environmental impact of different agricultural management practices: conventional vs. organic agriculture. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 30(1-2), 95-124.
- Goswami, M.R., Banerjee, P., Swarnakar, S. & Mukhopadhyay, A.** (2018). Studies on the effect of application of carbaryl insecticide on alfalfa (*Medicago sativa* L.). *International Journal of Engineering, Science and Mathematics*, 7(4), 67-73.
- Han, S., Kim, C., Lee, J., Kim, I. & Kim, Y.** (2010). Induced drought tolerance by the insecticide imidacloprid in plant. *Korean Journal of Environmental Agriculture*, 29(2), 159-164.
- Hartmann, M., Frey, B., Mayer, J., Mader, P. & Widmer, F.** (2015). Distinct soil microbial diversity under long-term organic and conventional farming. *The ISME Journal*, 9(5), 1177-1194.
- Hawkins, T.S., Gardiner, E.S. & Comer, G.S.** (2009). Modeling the relationship between extractable chlorophyll and SPAD-502 readings for endangered plant species research. *Journal for Nature Conservation*, 17(2), 123-127.
- Karczmarz, K. & Marcinek, B.** (2018). Impact of mineral oils on dynamics in the aphids presence and virus infection of tulips 'Leen vander Mark' cv. in the field cultivation. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 17(2), 11-25.
- Khaleeq, B. & Klatt, A.** (1986). Effects of various fungicides and insecticides on emergence of three wheat cultivars. *Agronomy Journal*, 78(6), 967-970.
- Kopcewicz, J. & Lewak, S.** (2002). *Plant physiology*. PWN, Warsaw (Po).
- Larcher, W.** (2003). *Physiological plant ecology: ecophysiology and stress physiology of functional groups*. Springer Science & Business Media.
- Lichtenthaler, H.K. & Wellburn, A.R.** (1983). Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. *Biochemical Society Transactions*, 11(5), 591-592.
- Macedo, W.R. & Castro, P. R.** (2011). Thiamethoxam: molecule moderator of growth, metabolism and production of spring wheat. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 100, 299-304.
- Margaritopoulos, J. T., Tsamandani, K., Kanavaki, O. M., Katis, N. I., & Tsitsipis, J. A.** (2009). Efficacy of pymetrozine against *Myzus persicae* and in reducing potato virus Y transmission on tobacco plants. *Journal of Applied Entomology*, 134(4), 323-332.
- McLaren, D.** (2008). Potato virus Y (PVYO and PVYN:O) impact on potato cultivars and management through oil sprays. Agriculture and Agri-Food Canada, www.agr.gc.ca.
- Murthy, G.P. & Rajesh, N.** (2004). Individual and combined effects of Krilaxyl and Gaucho on chloroplast pigments, relative water content and early growth attributes in rice seedlings during germination under wet treatment. *Journal of Phytological Research*, 17(1), 7-11.
- Panduranga, M.G. & Leelavathi, S.** (2002). Effects on insecticidal and fungicidal treatments on seedling vigour and chlorophyll content in sunflower cv. Modern. *Ecology, Environment and Conservation*, 8(2/3), 133-135.
- Preetha, G. & Stanley, J.** (2012). Influence of neonicotinoid insecticides on the plant growth attributes of cotton and okra. *Journal of Plant Nutrition*, 35(8), 1234-1245.
- Putnam, D. H., Summers, C. G. & Orioff, S. B.** (2008). Alfalfa production systems in California. In: *Irrigated Alfalfa Management for Mediterranean and Desert Zones*, UCANR Publications.
- Riedell, W. E.** (1989). Effects of Russian wheat aphid infestation on barley plant response to drought stress. *Physiologia Plantarum*, 77, 587-592
- Shafiani, S., & Malik, A.** (2003). Tolerance of pesticides and antibiotic resistance in bacteria isolated from wastewater-irrigated soil. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 19(9), 897-901.
- Silla, F., González-Gil, A., González-Molina, M.E., Mediavilla, S. & Escudero, A.** 2010. Estimation of chlorophyll in Quercus leaves using a portable chlorophyll

- meter: Effects of species and leaf age. *Annals of Forest Science*, 67(1), 108.
- Suranyi, R.** (1999). Crop borders and mineral oils: two tactics for management of PVY in seed potatoes. *Department of Entomology. University of Minnesota. Aphid Alert*, (6a).
- Tilman, D., Fargione, J., Wolff, B., D'Antonio, C., Dobson, A. & Howarth, R.** (2001). Forecasting agriculturally driven global environmental change. *Science*, 292, 281-284.
- Tsibulko, V.S., Buryak, Yu.I., Popov, S.I. & Chornobab, O.V.** (2000). *Pea, winter vetch, lucerne. Novelties in the technology of cultivation for seed*. Kharkov, Ukraine (Ru).
- Ullah, S., Skidmore, A. K., Groen, T. A., & Schlerf, M.** (2013). Evaluation of three proposed indices for the retrieval of leaf water content from the mid-wave infrared (2–6 μm) spectra. *Agricultural and Forest Meteorology*, 171/172, 65-71.
- Walia, U.S. & Walia, S.S.** (2015). *Crop Management*. Scientific Publishers (India).
- Waraich, E.A., Ahmad, R. & Ashraf, M.Y.** (2011) Role of mineral nutrition in alleviation of drought stress in plants. *Australian Journal of Crop Science*, 5(6), 764-777.
- Wasi, S., Jeelani, G. & Ahmad, M.** (2008) Biochemical characterization of a multiple heavy metal, pesticides and phenol resistant *Pseudomonas fluorescens* strain. *Chemosphere*, 71, 1348-1355.
- Wu, C., Niu, Z., Tang, Q. & Huang, W.** (2008). Estimating chlorophyll content from hyperspectral vegetation indices: Modeling and validation. *Agricultural and Forest Meteorology*, 148, 1230-1241.
- Yankova, V., Markova, D., Todorova, V. & Velichkov, G.** (2009). Biological activity of certain oils in control of green peach aphid (*Myzus persicae* Sulz.) on pepper. *Acta Horticulture*, 830, 619-626.