Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2018, 21 (6), 185-193
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan
ISSN 1311-0489 (Print)
ISSN 2367-8364 (Online)

Ефикасност на 22% спиротетрамат-тиаклоприд SC при контрола на тютюневата белокрилка (*Bemisia tabaci*) при отглеждането на оранжерийни домати

Пън Ван[1], Фей Линг[3], Йеонг Фенг[1], Лян Сун[1], Джи Лиу[1], Джинг Джао[2]*

[1]*Янтайска академия за селскостопански науки, Янтай 265500, провинция Шандонг, Китай*
[2]*Ключова лаборатория по биология и молекулярна биология в университета в Шандонг, колеж по биологично и селскостопанско инженерство, Университет Weifang, Weifang 261061, провинция Шандонг, Китай*
[3]*Дружество за развитие на океанския културен туризъм, Rizhao 276800, провинция Шандонг, Китай*

Efficacy of 22% Spirotetramat-thiacloprid SC in the control of the *Bemisia tabaci* on greenhouse tomato planting

Peng Wang[1], Fei Ling[3], Yehong Feng[1], Liang Sun[1], Jie Liu[1], Jing Zhao[2]*

[1]*Yantai Academy of Agricultural Sciences, Yantai 265500, Shandong Province, China*
[2]*Key Laboratory of Biology and Molecular Biology in University of Shandong, college of biological and agricultural engineering, Weifang University, Weifang 261061, Shandong Province, China*
[3]*Shandong Ocean Culture Tourism Development Co.Ltd, Rizhao, 276800, Shandong Province, China*
**E-mail: zhjlovely@163.com*

Received: 07.12.2018 *Accepted:* 19.12.2018 *Published:* 27.12.2018

РЕЗЮМЕ

Проучването се фокусира върху ефикасността на 22% спиротетрамат-тиаклоприд SC за контрол на тютюневата белокрилка (*B. tabaci*) при оранжерийни домати. Тестовете за ефикасност на полето на 22% спиротетрамат-тиаклоприд SC и други пестициди срещу *B. tabaci* са проведени по метода на дробните парцели. Резултатът показва, че 22% спиротетрамат тиаклоприд SC има отличен контролиращ ефект върху *B. tabaci*. - 59.4% (при възрастните) и 80.3% (при нимфите), 21 ден след пръскането. Чрез полеви експеримент е установено, че 22% спиротетрамат-тиаклоприд SC има добър контроли-

SUMMARY

The study was focused on control efficacy of 22% Spirotetramat·thiacloprid SC against *B. tabaci* in greenhouse tomato. The field efficacy trials of 22% Spirotetramat·thiacloprid SC and other pesticides against *B. tabaci* was carried by the method of plot experiment.

The result showed that 22% Spirotetramat-thiacloprid SC had an excellent control effect against *B. tabaci*. The control effects were 59.4% (on adults) and 80.3% (on nymph) at 21st day after spraying. 22% Spirotetramat-thiacloprid SC had good control effect and persistence to *B. tabaci* through field

ращ ефект, продължително действие върху *B. tabaci* и няма странични ефекти върху растежа на доматите.

Ключови думи: 22% спиротетрамат-тиаклоприд SC; *Bemisia tabaci*; контролен ефект

experiment and had no side-effects on tomato growth.

Key words: 22% Spirotetramat-thiacloprid SC; *Bemisia tabaci*; Control effect

УВОД

Тютюневата белокрилка (*Bemisia tabaci*) принадлежи към разред Hemiptera: Aleyrodidae Bemisia и е широко разпространена в 90 страни и региони, с изключение на Антарктика (McKenzie et al., 2009; Yin-quan LIU et al., 2012). Според непълната статистика, биотипа В на *B. tabaci* се разпространява в 26 провинции и региони на Китай като Анхуей, Пекин, Фуджиан, Гуандун, Гуанси, Юнан, Гуейджоу, Хайнан, Шандонг, Хъбей, Хънан, Хубей, Хунан, Дзянсу, Дзянси, Шанхай, Жейянг, Тайван, откакто е навлязъл в края на 90[те] години (Hu J et al., 2011). Биотипът Q на *B. tabaci* е открит в 25 провинции и региони в Китай, откакто е установен през 2003г. И двата биотипа се срещат едновременно в много региони. Тютюневата белокрилка не само вреди на зеленчуците, но и предава вирус, който причинява по-сериозни увреждания. Съобщава се, че *B. tabaci* може да предава повече от 200 вируса, включително Geminivirus (JIU Min et al., 2006). Проучванията показват, че огнищата на много нови вируси могат да бъдат свързани с появата на *B. tabaci* (Rybicki et al., 1999). Химичният контрол на тютюневата белокрилка все още заема важно място в интегрираната борба с вредителите по растенията в рамките на определен период от време. Честото прилагане на химически инсектициди води до устойчивост към различните пестициди. Досега *B. tabaci* проявява различни степени на устойчивост на химически инсектициди, включително органофосфорни, пиретроиди, карбамати, неоникотиноиди и регулатори на растежа на насекомите (Nauen et al., 2005; Roditakis et al., 2009;

INTRODUCTION

Bemisia tabaci belongs to Hemiptera: Aleyrodidae Bemisia, and is widespread throughout 90 nations and regions except Antarctica (McKenzie et al., 2009; Yin-quan LIU et al., 2012).

According to incomplete statistics, the B biotype of *B. tabaci* distributed throughout 26 provinces and regions such as Anhui, Beijing, Fujian, Guangdong, Guangxi, Yunnan, Guizhou, Hainan, Shandong, Hebei, Henan, Hubei, Hunan, Jiangsu, Jiangxi, Shanghai, Zhejiang, Taiwan in China since it invaded in the late 1990s (Hu J et al., 2011). The Q biotype of *B. tabaci* has been found throughout 25 provinces and regions in China since it invaded in 2003. Both biotype occur simultaneously in many regions. *B. tabaci* not only harm vegetables, but also transmit virus, which causes more serious damage. It is reported that *B. tabaci* can transmit more than 200 viruses, including Geminivirus (JIU Min et al., 2006).

Studies have shown that the outbreaks of many new viruses may be relative to the occurrence of *B. tabaci* (Rybicki et al., 1999). Chemical control of *B. tabaci* still occupies an important position within a certain period of time among *B. tabaci's* IPM.

Frequent application of chemical insecticides leads to resistance to different pesticides. By now, *B. tabaci* demonstrates varying degrees of resistance to chemical pesticide including organophosophorus, pyrethtoids, carbamates, neonicotinoids, and insect growth regulators (Nauen et al., 2005; Roditakis et al., 2009; Wang Zhen-yu et

Wang Zhen-yu et al., 2010).

22% спиротетрамат-тиаклоприд SC е нов тип пестицид, който е популяризиран от компанията Bayer в Китай от 2015г. Ефективната му съставна част е спиротетрамат и тиаклоприд.. Спиротетраматът може да причини отравяне и смърт чрез инхибиране на липидния синтез. Той има силна двупосочна проводимост и абсорбираемост, може да се движи нагоре и надолу в цялото растение и има продължително действие, може ефективно да контролира различни смучещи вредители, като листни въшки, трипс и др. (WANG Da et al., 2010), SHI Wen-juan et al., 2010). В Китай спиротетрамат СК е регистриран за първи път през 2010г. за борба с *B. tabaci* при доматите и за контрол на редица насекоми по цитрусовите растения (XIE Wen et al., 2011). Тиаклоприд е нов тип инсектицид от хлороникотин. Той действа главно върху задната мембрана на нервния възел на насекомите, пречи на нормалната проводимост на нервната система на насекомите чрез свързване с никотиновия ацетилхолинов рецептор, причинява запушване на нервния проход и натрупването на ацетилхолин, като по този начин причинява необичайно възбуждане на насекомото и умиране от спазъм и парализа. Той има силна абсорбция, контактна и стомашна токсичност. Смесим е с редица конвенционални инсектициди като пиретроиди, органофосфорни съединения и карбамати, като по този начин може да се използва за контрол на резистентността. И двата инсектицида са безопасни за полезните видове, за околната среда и са подходящи за интегриран контрол на вредителите (ZHAN Kai et al., 2013). За да се изясни ефикасността на контрола, бързодействащото свойство, продължителността на действието и влиянието върху доматите, бяха проведени тестове на полето върху възрастни и нимфи на белокрилка *(B. tabaci)* при производството на домати.

al., 2010).

22% Spirotetramat·thiacloprid SC is a new type pesticide which has been promoted by Bayer company in China since 2015. Its effective constituent is Spirotetramat and Thiacloprid. Spirotetramat can cause poisoning and death by inhibiting lipid synthesis. It has strong bidirectional conduction and inabsorbability, can move up and down in the whole plant and has long efficacy duration, it can effectively control various sucking pests, such as aphid, thrip whitefly, and etc. (WANG Da et al., 2010; SHI Wen-juan et al., 2010). In China, Spirotetramat suspension Concentrate was first registered in 2010, to control *B. tabaci* on tomatoes, and to control scale insects on citrus (XIE Wen et al., 2011).

Thiacloprid is a new type of chloronicotine insecticide. It mainly acts on the posterior membrane of insect nerve junction, interferes with the normal conduction of insect nervous system by binding with nicotinic acetylcholine receptor, causes the obstruction of nerve passage and the accumulation of acetylcholine, thus causing the insect to be excited abnormally and die of spasm and paralysis.

It has strong inabsorbability, contact toxicity and gastric toxicity. It has no cross-resistance with conventional insecticides such as pyrethroids, organophosphorus compounds and carbamates, thus can be used for resistance control. Both insecticides are safe to natural enemies, compatible with plants, safe to the environment and suitable for integrated pest control (ZHAN Kai et al., 2013). In order to make clear its control efficacy, quick-acting property, efficacy duration and safety to tomato, field efficacy tests were carried out on adults and nymphs of *B. tabaci* on tomato to provide reference for the control of *B. tabaci* on tomato production.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

22% спиротетрамат-тиаклоприд суспензионен концентрат; 22,4% суспензионен концентрат на спиротетрамат (продукти на Bayer); 50% водоразтворими гранули със сулфосфалор (продукти Dow AgroSciences); 10% диспергируемо маслена суспензия на циантранилипрол (продукти Dupont); 20% динотефуран разтворими гранули (продукти на Mitsui Chemicals); 10% бифентрин ЕК (местно използвани продукти).

В проучването е използван сорта домати 'Zidali' (*Solanum lycopersicum*), засаден на разстояние 45 cm и разстояние между редовете 70 cm. Експериментът е проведен в зеленчукова оранжерия (500 m^2) на Академията за селскостопански науки в Янтай, провинция Шандонг, в периода от 5 май до 3 юни 2016г. Почвата е глинеста, покрита с полиетиленово фолио EVA. Прилаган е предимно био-органичен тор и водоразтворими торове на компаният Boli & fung.

Доматите са засяти на 21 януари 2016г. и са засадени на 5 март 2016г. с гъстота 42000 растения/ha. Проведено е конвенционално производството. Експериментите са проведени с 8 третирания – с 22% спиротетрамат-тиаклоприд СК 450 ml/ha и 600 ml/ha, с 22,4% спиротетрамат СК 450ml/ha, с 50% сулфосфалор вододиспергируеми гранули 225 g/ha, 10% циантранилипрол диспергираща се маслена суспензия 360 ml/ha, с 20% динотефуран разтворима гранула 450 g/ha, 10% бифентрин ЕС 1500 ml/ha и контрола с вода (С). Всяко третиране е извършено три пъти. Експериментът е проектиран и реализиран по метода на рандомизираните участъци, с 30 m^2 всеки от тях.

Първото пестицидно третиране е извършено на 5 май 2016г., като е пръскано равномерно върху растенията с обем 675 L/ha. Използвана е електрическа пръскачка 3WBD-20 с капацитет 20 L и двойна дюза. По едно и също време са приложени 3

MATERIAL AND METHODS

22% Spirotetramat-thiacloprid Suspension Concentrate; 22.4% Spirotetramat Suspension Concentrate (Bayer product 50% Sulfoxaflor Water Dispersible Granules (Dow AgroSciences products;10% Cyantraniliprole Dispersible Oil Suspension (Dupont products; 20% Dinotefuran Soluble Granule (Mitsui Chemicals products) 10% Bifenthrin EC (Commonly used products locally)

The tomato (*Solanum lycopersicum*) cultivar 'Zidali' bred by was used in the study, planted with a spacing of 45cm and a row spacing of 70 cm. The experiment was carried out in a vegetable greenhouse (500m^2) of Yantai Academy of Agricultural Sciences, Shandong Province, from May 5, 2016 to June 3, 2016. The soil was loam, covered with EVA plastic film, and mainly applied bio-organic fertilizer and irrigation fertilizer from Boli & fung company.

The tomatoes were sown in January 21, 2016 and planted in March 5, 2016 with a density of 42000 plants/ha. Using conventional production management, the growth of tomatoes was basically the same. Experiments were carried out with 8 treatments of 22% Spirotetramat-thiacloprid Suspension Concentrate 450 ml/ha and 600 ml/ha, 22.4% Spirotetramat Suspension Concentrate 450 ml/ha, 50% Sulfoxaflor Water Dispersible Granules 225 g/ha, 10% Cyantraniliprole Dispersible Oil Suspension 360 ml/ha, 20% Dinotefuran Soluble Granule 450 g/ha, 10% Bifenthrin EC 1500 ml/ha and water blank control (C). Each treatment repeated three times. The experiment was designed and implemented by randomized plot with 30 m^2 of each plot.

Pesticide was first applied on May 5, 2016, sprayed evenly on the plants with the volume of 675 L/ha. The sprayer used is 3WBD-20 type knapsack electric sprayer with sprayer capacity of 20 L and double nozzle. 3 repetitions of each повторения от всяко третиране. Средната температура и относителната влажност в оранжерията са съответно 20,5℃ и 61%. По време на експерименталния период (6 май до 3 юни) средната температура и относителната влажност в оранжерията са съответно 23,8℃ и 56%.

Популацията на насекомите беше отчетена 6 пъти – преди третирането, 1 ден, 3 дни, 7 дни, 14 дни, 21 дни и 28 дни след третирането. Изследвахме десет избрани доматени растения от средата на всеки участък и преброявахме възрастните на *B. tabaci* върху първите три връхни листа от всяко растение преди 7:00 часа. Отчитането на нимфите е извършено на горните три последователни листа от същите десет растения. Ефикасността на контрола изчислихме по следната формула:

Ефикасност (%) = [(1- (N преди третирането в контролата × N след третирането)/(N след третиране × N преди третиране в третирания участък) × 100.

N: брой живи насекоми

За анализ на данните за различните реагенти, както и за получените средни стойности и стандартната грешка е използван статистическият софтуер SPSS17.0 за Windows. За сравняване на разликите е използван еднофакторен анализ (ANOVA) и тест на Дънкан (P < 0.05).

treatment were applied at the same time. The average temperature and relative humidity in the greenhouse were 20.5℃ and 61% respectively. During the experiment period (6th of May to 3rd of June), the average temperature and relative humidity were 23.8ºC and 56% respectively in the greenhouse.

The insect population was investigated 6 times, which were before treatment, 1day, 3 days, 7days, 14days, 21days and 28 days after treatment. We investigated specific ten tomatoes chosen in the middle of each plot, and numbered the adults of *B. tabaci* on the top three leaves of each plant before 7:00 a.m. The nymph survey was carried out on upper three consecutive leaves of the same ten plants. We calculate the control efficacy according to following formula.

Control efficacy (%) = 1- (N before treatment in control area × N after treatment in the treatment area)/(N after treatment in control area × N before treatment in the treatment area) ×100

N: number of live insects

Statistical software SPSS17.0 for windows was used to analyze the data of different reagents, and the means and standard error were obtained. One-way ANOVA and Duncan were used to compare the differences among different treatments (P < 0.05).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

От Таблица 1 може да се види, че ефектът от всяко третиране с инсектицид върху възрастни на *B. tabaci* се засилва след периода на третирането до 21 ден. Ефектът на 22% спиротетрамат-тиаклоприд СК с 600 ml/ha достига най-високото ниво от 59,4% на 21-ия ден след третирането, но няма значима разлика с контролната група. Резултатите показват, че има възрастни на *B. tabaci*, умиращи 24-36 часа след прилагане на 22% спиротетрамат-тиаклоприд СК, но не е установен такъв ефект при другите

RESULTS AND DISCUSSION

From Table 1, it can be seen that the effect of each insecticide treatment on adult *B. tabaci* was increased after the treatment period to 21 days. The control effect of 22% Spirotetramat-thiacloprid Suspension Concentrate using 600 ml/ha reaches the highest level of 59.4% at 21 days after treatment, but there was no significant difference with control group. The results showed that there are *B. tabaci* adults dying 24-36 hours after application of 22% Spirotetramat-thiacloprid Suspension Concentrate, but no such phenomenon was found in other инсектициди, което показва неговата бързо действаща реакция.

insecticides, which shows its quick acting property of 22% Spirotetramat-thiacloprid Suspension Concentrate to tomato *B. tabaci*.

Таблица 1. Ефект на различни инсектициди върху възрастни на белокрилката *B. tabaci*

Table 1. Effects of different insecticides on adults of tomato *B. tabaci*

Третиране / Treatment	Ефикасност / Control efficacy（%）					
	1 ден след третирането 1st day after treatment	3 дни след третирането 3rd day after treatment	7 дни след третирането 7th day after treatment	14 дни след третирането 14th day after treatment	21 дни след третирането 21st day after treatment	28 дни след третирането 28th day after treatment
22% Spirotetramat-thiacloprid SC 22% спиротетрамат тиаклоприд СК 450 ml/ha	14.5 ± 1.6ab	39.5 ± 6.2a	51.5 ± 2.2a	41.8 ± 6.0a	56.8 ± 6.7a	28.2 ± 4.4a
22% Spirotetramat-thiacloprid SC 22%спиротетрамат тиаклоприд СК 600 ml/ha	19.5 ± 3.2a	45.8 ± 6.3a	47.3 ± 6.1a	55.4 ± 5.1a	59.4 ± 3.3a	31.6 ± 3.9a
22.4% Spirotetramat SC 22.4% спиротетрамат тиаклоприд СК 450 ml/ha	13.5 ± 2.0ab	36.5 ± 5.7a	47.4 ± 9.5a	45.1 ± 5.4a	53.1 ± 3.4a	26.2 ± 4.7a
50% Sulfoxaflor WDG 50% сулфосфларови ВГ 225 g/ha	10.7 ± 2.4ab	30.9 ± 8.1a	43.2 ± 4.9a	34.2 ± 6.0a	51.4 ± 5.5a	19.8 ± 3.4a
10% Cyantraniliprole Dispersible Oil Suspension 10%циантранилипрол диспергираща се маслена суспензия 360 ml/ha	13.7 ± 2.6ab	38.2 ± 2.6a	51.0 ± 1.9a	32.4 ± 3.5a	47.4 ± 9.0a	23.4 ±3.1a
20% Dinotefuran S G 20% динотефуран ВГ 450 g/ha	12.9 ± 4.0ab	32.6 ± 7.2a	41.7 ± 8.8a	32.6 ± 9.6a	41.0 ± 5.1a	23.4 ±3.1a
10% Bifenthrin EC 10% бифентрин ЕК 1500 ml/ha	9.3 ± 1.4b	35.5 ± 4.8a	44.8 ± 1.9a	37.1 ± 4.4a	27.3 ± 6.6a	18.9 ±3.1a

Забележка: Средните стойности ± стандартните грешки в колоните, последвани от една и съща буква, не се различават съществено при p ≤ 0,05%.
Note: Means±standard errors in the columns followed by the same letter are not significantly different at p ≤ 0,05%.

Таблица 2 показва, че 22% спиротетрамат-тиаклоприд СК и 22,4% спиротетрамат СК имат добър ефект върху нимфите на *B. tabaci.*

22% спиротетрамат-тиаклоприд СК има по-добро бързодействащо действие върху нимфите на *B. tabaci* в сравнение с 22,4% СК на спиротетрамат, тъй като може да причини смъртта на нимфите за кратко време (3 дни). На 7-ия, 14-ия и 21-ия ден след прилагането ефектът на двата инсектицида върху нимфите на

Table 2 shows that 22% Spirotetramat-thiacloprid Suspension Concentrate and 22.4% Spirotetramat Suspension Concentrate have good effect on the nymphs of *B. tabaci*. 22% Spirotetramat-thiacloprid Suspension Concentrate has a better quick acting property on the nymphs of *B. tabaci* compared compared with 22.4% Spirotetramat Suspension Concentrate for it can cause the nymphs of *B. tabaci* to die in a short time (3 days). On the 7th, 14th and 21st day after application, the effects of the two pesticides on the

B.tabaci бяха значително по-високи от тези на другите четири инсектицида. Ефектът на 22% спиротетрамат-тиаклоприд СК и 22,4% спиротетрамат СК върху нимфите на белокрилката е по-нисък на 28-ия ден от прилагането, но все пак е по-висок от този на другите четири тествани инсектицида.

След 28 дни от прилагането на 50% сулфосфларови диспергируеми гранули, 10% диспергируема маслена суспензия, 20% динотефуран и 10% бифентрин ЕК, по листата на доматите се наблюдава поява на нимфи на *B. tabaci,* докато при третираните с 22% спиротетрамат тиаклоприд СК и 22,4% суспензионен концентрат на спиротетрамат не са открити.

nymphs of *B.tabaci* were significantly higher than those of the other four pesticides. The effect of 22% Spirotetramat thiacloprid Suspension Concentrate and 22.4% Spirotetramat Suspension Concentrate on *B. tabaci* nymphs was lower after 28 days of application, but still higher than those of the other four tested insecticides. After 28 days' application of 50% Sulfoxaflor Water Dispersible Granules, 10% cyantraniliprole Dispersible Oil Suspension, 20% Dinotefuran Soluble Granule and 10% bifenthrin EC, new emergence of *B.tabaci* nymphs was observed in tomato leaves, while no such phenomenon was found in tomato treated with 22% Spirotetramat-thiacloprid Suspension Concentrate and 22.4% Spirotetramat Suspension Concentrate.

Таблица 2. Влияние на различни инсектициди върху нимфите на *B. tabaci* по домати
Table 2. Effects of different insecticides on nymph of tomato *B. tabaci*

Третиране / Treatment	Ефикасност / Control efficacy（%）					
	1 ден след третирането 1st day after treatment	3 дни след третирането 3rd day after treatment	7 дни след третирането 7th day after treatment	14 дни след третирането 14th day after treatment	21 дни след третирането 21st day after treatment	28 дни след третирането 28th day after treatment
22% Spirotetramat-thiacloprid SC 22%спиротетрамат тиаклоприд СК 450 ml/ha	16.1 ± 3.2ab	32.0 ± 3.1ab	62.0 ± 3.4ab	68.6 ± 2.7ab	71.2 ± 2.1ab	65.5 ± 5.4ab
22% Spirotetramat thiacloprid SC 22%спиротетрамат тиаклоприд СК 600 ml/ha	20.5 ± 3.1a	39.3 ± 4.2a	70.8 ± 6.1a	76.5 ± 3.7a	80.3 ± 4.9a	70.3 ± 2.8a
22.4% Spirotetramat SC 22.4%спиротетрамат тиаклоприд СК 450 ml/ha	14.0 ± 2.7ab	36.5 ± 5.7ab	65.4± 8.5ab	73.4 ± 5.9a	76.0 ± 4.3ab	71.9 ± 4.0a
50% Sulfoxaflor Water Dispersible Granules 50% сулфосфларови ВГ 225 g/ha	9.6 ± 1.5b	21.2 ± 2.3b	42.1 ± 1.2b	54.7 ± 5.8b	63.2 ± 4.7ab	58.2 ±2.3ab
10% cyantraniliprole Dispersible Oil Suspension 10%циантранилипрол диспергираща се маслена суспензия 360 ml/ha	13.2 ± 2.8ab	24.4 ± 4.3b	50.8 ± 2.2b	66.1 ± 4.4ab	56.8 ± 2.5ab	61.2 ± 6.3ab
20% Dinotefuran Soluble Granule 20% динотефуран ВГ 450 g/ha	10.7 ± 1.7b	21.3 ± 3.9b	43.3 ± 2.4b	57.7 ± 3.6b	57.6 ± 5.1b	51.1 ± 6.2b
10% Bifenthrin EC 10% бифентрин ЕК 1500 ml/ha	9.9 ± 1.3b	22.5 ± 3.9b	46.9 ± 4.4b	61.8 ± 7.8ab	61.3 ± 3.3ab	54.0 ± 6.1ab

Забележка: Средните стойности ± стандартните грешки в колоните, следвани от същата буква, не се различават съществено при p ≤ 0,05% (Еднофакторен анализ ANOVA / тест на Дънкан).
Note: Means±standard errors in the columns followed by the same letter are not significantly different at p ≤ 0,05% (One - Way ANOVA /Duncan's test).

ИЗВОДИ

Региона на Фушан, Янтай е важен зеленчуково производствен район в провинция Шандонг, с голяма площ на оранжерийно отглеждане, с голямо разнообразие от зеленчуци и има дълга история. Около 20 вида зеленчуци като домати, патладжан, чили, краставица, зухини, боб, се отглеждат в оранжерии, но са сериозно застрашени от инвазия-та на тютюневата белокрилка *B. tabaci*. Трудно е да се контролира поради ши-рокия си обхват, бързото възпроизвеж-дане, застъпващи се поколения, крат-кия жизнен цикъл, лесното придобива-не на устойчивост на инсектициди. Въпреки това, химическите препарати все още се използват широко, когато възникнат огнища (CAI Mei-yan et al., 2014). Нашият резултат показва, че 22% спиротетрамат-тиаклоприд СК и 22,4% спиротетрамат СК имат отличен ефект върху тютюневата белокрилка в оранжериите. В същото време 22% кон-центрат на спиротетрамат-тиаклоприд има и бърз инициален ефект. Препо-ръчваме да се използва 22,4% спиро-тетрамат-тиаклоприд СК за контроли-ране на *B. tabaci* в начален стадий. Прилагането на инсектитициди не е повлияло на растежа на листата, цветовете и плодовете на доматите по време на полския експеримент. Не е установена фитотоксичност и използва-ната доза е безопасна за развитието на доматените растения.

CONCLUSIONS

Fushan, Yantai is an important vegetable production base in Shandong Province, large area of protected cultivation with a wide variety of vegetables has a long history. About 20 kinds of vegetables planting in greenhouse such as tomato, eggplant, chili, cucumber, zuchhini, kidney bean have been impaired severely since *B. tabaci* invaded. It is difficult to control due to its wide host range, fast reproduction, overlapping generations, short life cycle, and easy acquisition of pesticide-resistance ability by chemical control. Nevertheless, chemical pesticide is still used widely when it outbreaks (CAI Mei-yan et al., 2014).

Our result shows that 22% Spirotetramat-thiacloprid SC and 22.4% Spirotetramat SC has an excellent effect and persistence to tomato *B. tabaci* in greenhouse, meanwhile 22% Spirotetramat thiacloprid suspension concentrate also has fast-acting property. We suggest using 22.4% Spirotetramat thiacloprid suspension concentrate to control f *B. tabaci* in its initial stage. The application of pesticide didn’t affect the growth of tomato’s leaves, flowers, and fruits during the field experiment.

Phytotoxicity hasn’t been found, the dosage used is safe to tomatoes’ growth.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **CAI Mei-yan, FENG Yong-bin, CHEN Hai-bo**, 2014. Field efficacy trials of spiroethyl acetate and thiacloprid 240SC against watermelon Bemisia tabaci[J]. *Agricultural science and technology in Shanghai*, 4: 149-150.
2. **HU J, De Barro P, Zhao H et al.**, 2011.An extensive field survey combined with a phylogenetic analysis reveals rapid and widespread invasion of two alien whiteflies in China [J]. *PLoS ONE*, 6(1): e16061.
3. **JIU Min, ZHOU Xue-Ping, LIU Shu-Sheng**, 2006. Transmission of geminiviruses by whitefly[J].Acta Entomologica Sinica, 49(3), 513-520.
4. **McKenzie C L, Hodges G, Osborne L S. et al.**, 2009. Distribution of Bemisia tabaci (Hemiptera: Aleyrodidae) biotypes in Florida- investigating the Q invasion [J]. *Journal of Economic Entomology*, 102(2), 670-676.

5. **Nauen R and I. Denholm**, 2005. Resistance of insect pests to neonicotinoid insecticides: current status and future prospects [J]. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, 58(4), 200-215.

6. **Roditakis E, M Grispou, E. Morou et al.**, 2009. Current status of insecticide resistance in Q biotype Bemisia tabaci populations from Crete [J]. *Pest Management Science*, 65(3), 313-322.

7. **Rybicki E P and G. Pietersen**, 1999. Plant virus diseases problems in the developing world. *Adv. Virus Res.*, 53: 127-175.

8. **SHI Wen-juan, LIAO Dao-hua, YANG Fang, LIU Shao-chun, DU Meng**, 2010. Synthesis of Spirotetramet[J]. Agrochemicals, 49（4）, 250-251.

9. **WANG Da, XIE Xin**, 2010. Overview on Synthesis Method of Tetronic Acid Insecticide and Acaricide[J]. *Modern Agrochemicals*, 9（6）, 40-44.

10. **WANG Zhen-yu, Yan Hai-fei, Yang Yi-hua et al.**, 2010. Biotype and insecticide resistance status of the whitefly Bemisia tabaci from China [J]. *Pest Management Science*, 66(12), 1360-1366.

11. **XIE Wen，WU Qing-jun，XU Bao-yun，WANG Shao-li，ZHANG You-jun**, 2011. Evaluation on the Effect of Spirotetramat on Controlling Bemisia tabaci[J]. *China Vegetables*, 14: 69-73.

12. **YIN-quan LIU，Shu-sheng LIU**, 2012. Species status of Bemisia tabaci complex and their distributions in China [J]. *Journal of Biosafety*, 21（4）, 247-255.

13. **ZHAN Kai, GAO Guang-chun, WANG Xiang-yang**, 2013. Field control efficacy of 21.6% spiroethyl acetate thiacloprid suspension against Bemisia tabaci [J]. *Anhui Agri.Sci.Bull*, 19 (15), 78-79.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2018, 21 (6), 194-213 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Продуктивност на полски фасул в условията на регулиран воден дефицит

Александър Матев[1]*, Радост Петрова[1], Гергана Илчева[2], Велика Кунева[1], Живко Живков[2]

[1]Аграрен университет, 4000 Пловдив, България
[2]Лесотехнически университет,1797 София, България

Common bean productivity in regulated water deficit conditions

Alexander Matev[1]*, Radost Petrova[1], Gergana Ilcheva[2], Velika Kuneva[1], Zhivko Zhivkov[2]

[1]Agricultural University, 4000 Plovdiv, Bulgaria
[2]University of Forestry, 1797 Sofia, Bulgaria
**E-mail: sa6_m@abv.bg*

Received: 20.11.2018 *Accepted:* 17.12.2018 *Published:* 27.12.2018

РЕЗЮМЕ

Целта на разработката е да се проучи влиянието на регулирания воден дефицит върху продуктивността на полския фасул и да се установят параметрите на връзката „Напоителна норма-добив”. Опитът е проведен през периода 2014-2016 година в УОП на АУ - Пловдив. Използван е сорт „Добруджански-7”. Вариантите на опита са: 1) без напояване, 2) напояване с 25% от поливната норма, определената при оптималния вариант, 3) напояване с 50% от поливната норма, 4) напояване със 75% от поливната норма, 5) оптимално напояване 100% поливна норма при предполивна влажност 80% от ППВ за слоя 0-40 cm. Резултатите показват, че редуцирането на поливната норма с 25% осигурява над 95% от максималния добив, дори през години с продължителни летни засушавания. По икономически показатели този поливен режим е близък до оптималния и при недостиг на поливна вода може да се

SUMMARY

The aim of this work is to study the influence of the regulated water deficit on the productivity of common bean and to establish the parameters of "Yield-Irrigation rate" relationship. The field experiment was conducted during the period 2014-2016 in the experimental field of Agricultural University - Plovdiv. The variety "Dobrudzhanski-7" is used. Experimental variants are: 1) without irrigation, 2) irrigation with 25% of optimum irrigation rate (25%m), 3) irrigation with 50% of optimum irrigation rate (50%m), irrigation with 75% of the irrigation rate, 5) optimum irrigation (100% irrigation rate) by 80% of field capacity for the 0-40cm soil layer. The results show that reducing of the irrigation rate by 25% provides over 95% of the maximum yield even in years with long summer droughts. By economic point of view, this irrigation regime is close to the optimum and can be successfully applied by shortage of irrigation water. The yield losses in realize

прилага успешно. Между 8 и 15% са загубите на добив при реализиране на 50% от оптималната поливна норма, като този поливен режим също може да бъде приложен при недостиг на поливна вода. Не се препоръчва напояването с малки поливни норми (25%m), тъй като се постига незначителен икономически ефект, особено през сухи години. Продуктивността на напоителната норма при оптимално напояване е средно 0.712 $kg.da^{-1}.mm^{-1}$. Прилагането на нарушен поливен режим, води до нейното увеличаване. Връзката "Добив-напоителна норма" се изразява най-добре чрез степенната зависимост $Y=1-(1-Y_c)(1-x)^{1.7}$, като „x" е относителната напоителна норма, а Y_c е относителния добив без напояване. Графически зависимостта се изразява чрез изпъкнала парабола при коефициент на корелация R=0.994.

Ключови думи: фасул, поливен режим, регулиран воден дефицит, продуктивност

50% of the optimal irrigation rate are between 8% and 15% and this irrigation regime can also be successfully applied in case of irrigation water shortage. Irrigation with small irrigation rate (25% of the optimum) is not recommended as there is little economic effect, especially in dry years.

The annual irrigation rate productivity at optimum irrigation regime is on average 0.712 $kg/da^{-1}mm^{-1}$. The application of regulated water deficit leads to its increase. The relationship "Yield-Irrigation rate" is best expressed by the power equation $Y=1-(1-Y_c)(1-x)^{1.7}$, where "x" is the relative irrigation rate and Yc is the relative yield without irrigation. This relation is graphically expressed by convex parabola with a correlation coefficient R = 0.994.

Key words: common bean, irrigation regime, regulated water deficit, productivity

УВОД

През последните няколко десетилетия проблемите свързани с ефективното използване на водата за напояване стават все по-актуални, като от една страна се търси възможност за оптимизиране на напояването от биологична гледна точка, а от друга – получаване на продукция с по-ниска себестойност и добри икономически показатели. Това може да се постигне чрез научно обоснована корекция на оптималния поливен режим, а като резултат – икономия на поливна вода, при минимална загуба на добив.

Като растение, фасулът е толерантен към условията на средата, поради което се отглежда в много райони на страната. Сухоустойчив е, но вегетационните валежи обикновено не са достатъчни за получаването на висок, стабилен и качествен добив, поради което той трябва да бъде напояван. Проведените у нас изследвания, свързани с напояването на тази култура се

INTRODUCTION

During the last few decades, the problems related to the effective use of irrigation water have become increasingly relevant, on the one hand is the search of possibility for optimum irrigation from a biological point of view, and on the other – to obtain lower cost and good economic output indicators. This can be achieved through a scientifically-grounded correction of the optimum irrigation regime, and as a result – saving irrigated water, with minimum yield loss.

As a plant, common bean is tolerant to the conditions of the environment and is grown in many areas of the country. It is dry-resistant, but vegetative rainfall is usually not enough to produce high, stable and quality yields, so it must be irrigated. The studies conducted in Bulgaria related to the cultivation of this crop mainly concern the determination of the depth of the active отнасят предимно за определяне дълбочината на активния почвен слой и нивото на предполивната влажност през отделните периоди от вегетацията. На база проведени дългогодишни изследвания Vitkov (1973, 1974, 1975) и Radkov (1975) препоръчват поливна схема 75–85–75% от ППВ, която се реализира посредством 3-4 вегетационни поливки с поливна норма 30 mm и напоителна норма 90-120 mm. При невъзможност за прилагане на такъв поливен режим, авторите препоръчват схема 60–70–60% от ППВ, реализирана с 1-2 поливки. Според същите изследвания, активният почвен слой на фасула не надвишава 0.6 m.

През последните няколко десетилетия изследванията са насочени предимно към повишаване ефективността от напояването на фасула, чрез допускане на регулиран воден дефицит, който дава възможност за увеличаване използваемостта на валежите и същевременно гарантира получаването на високи добиви. По отношение на фасула, резултати от опити с напояване, чрез редуциране на поливните норми са изнесени само в чуждестранната специализирана научна литература. Barbieri & Pascale (1992) за условията на Южна Италия и Al-Kaisi et al. (1999) за Колорадо (САЩ) съобщават, че изменението на поливната норма в диапазона от 66-67% до 100% не влияе съществено върху добива. Напояването с норма по-голяма от оптималната, води само до известно повишаване на сухата маса на растенията.

До приблизително същите резултати са достигнали El-Noemani et al. (2010) в североизточната част на Египет, като се съобщава за максимален вегетативен растеж при оптимално напояване и стабилизиране размера на добива в границите 80-100% от поливната норма. Реализирането на 75% от оптималната напоителна норма, според Erdem et al. (2006) гарантира получаването на 87% от максималния до-

soil layer and the level of the pre-irrigation soil moisture during the different periods of vegetation.

Based on many years of research, Vitkov (1973, 1974, 1975) and Radkov (1975) recommend a irrigation scheme of 75-85-75% of FC (field capacity), which is realized by 3-4 vegetation irrigations with irrigation rate of 30 mm and annual irrigation rate 90-120 mm. In the case of impossibility to apply this irrigation regime, the authors recommend a scheme of 60-70-60% of FC with 1-2 irrigation. According to the same research, the active soil layer of beans does not exceed 0.6 m.

During the last few decades, research has been primarily geared to increasing the efficiency of bean's irrigation with regulated water deficit application, which allows for increased rainfall utilization while ensuring high yields.

As far as beans are concerned, results of irrigation experiments by reducing irrigation norms have been exported only in foreign specialized scientific literature. Barbieri & Pascale (1992) on the conditions of Southern Italy and Al-Kaisi et al. (1999) for Colorado (USA) reported that the change in the irrigation rate in the range of 66-67% to 100% did not significantly affect the yield. Irrigation with a rate greater than the optimal, only leads to a certain increase in the dry mass of the plants.

Approximately the same results were achieved by El-Noemani et al. (2010) in the northeastern part of Egypt, reporting maximum vegetative growth under optimal irrigation and stabilizing yields in the range of 80-100% of the irrigation rate.

The realization of 75% of the optimal irrigation rate, according to Erdem et al. (2006) ensures 87% of the maximum бив, а напояването с ½ от нея редуцира добива с до 32%. Тези резултати се потвърждават и от изследванията на Sehirali et al. (2005), като може да се допълни, че с увеличаване на относителния размер на напоителната норма, нейната продуктивност нараства от 0,34 до 0,41 kg/m^3. Изнесените до тук данни доказват, че и при фасула изменението на добива не е пропорционално на изменението на поливната норма. За условията на Бразилия, Nascimento et al. (2004) също така отчитат стабилизиране на добива в диапазона 80-100% от оптималната норма, като при намалението й с 40 и 60% вече е налице съществен отрицателен ефект върху самите растения, количеството и качеството на добива, както е споменато и от цитираните по-горе автори. Отбелязва се значително изоставане на стресираните растения по отношение на височината (съответно 26 и 48%) и по отношение на броя на листата (23 и 35%).

Според изследвания, проведени в Ispatra (Югозападна Турция), добри резултати се получават, когато фасулът се напоява с намалени норми (25 или 50%) в първата и последната част от вегетацията (Ucar et al., 2009), като при нужда тези норми могат да се прилагат и през целия вегетационен период. Намаляването на поливната норма с 50% води до значителни промени във водния потенциал на листата, в сравнение с тези, при оптимално напоявания фасул (Wakrim et al., 2005). Това е сигнал за настъпило почвено засушаване и последващи го всички споменати по-горе отрицателни последици. Когато обаче е наложително, авторите препоръчват реализирането на ½ от оптималната норма при гравитачно напояване да става през бразда.

По отношение на полския фасул, публикациите свързани с връзката „Добив – напоителна норма” са твърде малко. Gencoglan et al. (2006) установяват, че върху характера на зависимост-

yield, and irrigation with ½ of it reduces the yield by up to 32%. These results are confirmed by the studies of Sehirali et al. (2005), and it can be added that by increasing the relative size of the irrigation rate its productivity increases from 0.34 to 0.41 kg/m^3.

The data provided so far prove that even in the beans the variation of the yield is not proportional to the change in the irrigation rate. For the conditions of Brazil, Nascimento et al. (2004) also reported a stabilization of the yield in the 80-100% range of the optimal norm, with a reduction of 40 and 60% already having a significant negative effect on the plants, the quantity and quality of the yield, as mentioned by the cited above authors.

There is a significant lag of stressed plants in terms of height (26 and 48%, respectively) and number of leaves (23 and 35% respectively).

According to studies carried out in Ispatra region (Southwest Turkey), good results are obtained when the bean is irrigated with reduced rates (25 or 50%) in the first and last part of the vegetation period (Ucar et al., 2009). These irrigation regimes may be applied throughout the growing season.

Reducing the irrigation rate by 50% leads to significant changes in leaf water potential compared to optimal irrigated beans (Wakrim et al., 2005). This is a signal of the occurrence of soil drought, and all the aforementioned negative consequences follow. However, when it is imperative, the authors recommend the realization of ½ of the optimum irrigation rate – gravity through a furrow.

Concerning common beans, the publications related to the relationship "Yield – irrigation rate" are too little. Gencoglan et al. (2006) found that the character of dependence on beans та при фасула оказва влияние и начина на напояване, като се изменя наклона на линиите при графическото ѝ представяне. Според Sehirali et al. (2005) връзката „Добив – напоителна норма” при фасула се изразява най-добре чрез линейна зависимост. Barbieri & Pascale (1992) установяват зависимост между добива и напоителната норма, според която най-добър икономически ефект се получава при норма, осигуряваща 90-95% от максималния добив.

Анализът на резултатите от проведените в световен мащаб опити показва, че влиянието на относително постоянния воден дефицит върху загубите на добив от фасула при различно намаление на нормите, варира в доста голям диапазон, в зависимост от условията на отглеждане (климат, почви, критерии за оптимално напояване и др.) и метеорологичната характеристика на годините. Липсата на информация за различни райони на страната, налага провеждането на такива изследвания, с оглед получаването на достоверна информация, необходима за производителите, както и при организацията на поливните площи и сеитбообращенията, в състава на които е застъпен фасулът. Това предопределя и целта на настоящата разработка, а именно: да се проучи влиянието на регулирания воден дефицит върху продуктивността на полския фасул и да се установят параметрите на връзката „Напоителна норма-добив”.

influenced the irrigation mode by altering the slope of the lines in its graphical representation. According to Sehirali et al. (2005) the relation "Yield – irrigation rate" in beans is best expressed by linear dependence. Barbieri & Pascale (1992) establish a relationship between yield and irrigation rate, according to which the best economic effect is obtained at a rate providing 90-95% of the maximum yield.

The analysis of the results of the world-wide experiments shows that the influence of the regulated water deficit on the bean’s yield losses at different rates varies in quite a large range depending on the conditions of cultivation (climate, soils, criteria for optimal irrigation, etc.) and the meteorological characteristics of the years.

The lack of information on different regions of the country requires such studies to be made in order to obtain the reliable information needed by producers, as well as the organization of irrigated areas and crop rotation in which the beans are covered.

This predetermines the purpose of the present study, namely: to study the influence of the regulated water deficit on the productivity of the common beans and to establish the parameters of the relationship "Irrigation rate-Yield".

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

За целта на разработката са използвани данни от тригодишен полски опит, за проучване поливния режим на фасул, проведен в опитното поле на Аграрен университет - Пловдив през периода 2014-2016 година, върху алувиално-ливадна почва. Използван е районираният за страната сорт Добруджански 7. Опитът е залаган по блоковия метод в четири повторения, като в настоящата разработка са

MATERIAL AND METHODS

For the purpose of the study, data from a three-year field experiment with aim to study the bean’s irrigation regime. The experiment was carried out in the experimental field of Agricultural University Plovdiv in the period 2014-2016 on alluvial meadow soil. The variety “Dobrudzhanski 7” was used.

The experiment is based on the blocking method in four repeats and the present използвани резултатите от следните варианти: 1) без напояване (контрола), 2) напояване с 25% от поливната норма, определената при оптималния вариант (25% m), 3) напояване с 50% от поливната норма, определената при оптималния вариант (50% m), 4) напояване със 75% от поливната норма, определената при оптималния вариант (75% m), 5) напояване с пълна поливна норма (100%m) – оптимално напояване (контрола). Поливките при оптималния вариант (вариант 5) са подавани при спадане на влажността на почвата до 80% от ППВ в слоя 0 – 40 cm, а размерът на поливната норма е изчисляван за навлажняване до ППВ на целия активен почвен слой (0-60 cm). За целта е проследявана динами-ката на почвената влажност през 5-7 дни по тегловния метод (Atanasov, 1972). При вариантите 2, 3, 4 и 6 полив-ките са подавани едновременно с тези, при вариант 5, но със съответната корекция на поливните норми. Напояването на опитните пар-цели е извършвано гравитачно по къси затворени бразди. Данните за добива по варианти и повторения са обрабо-тени чрез дисперсионен анализ с по-мощта на специализираната компютър-ната програма БИОСТАТ (Penchev, 1988), като е установена степента на доказаност на разликите между тях.

Параметрите на връзката между добива и напоителната норма са опре-делени по степенната формула на Davidov (1994): $Y=1–(1–Yc).(1–x)^n$, където: n е степенен показател, x – относителна напоителна норма и Yc – относителен добив при неполивни условия. За изчисляване параметрите на зависимостта е използвана специа-лизираната компютърна програма „YELD” на Davidov (1994), посредством която относителните стойности на добива и напоителната норма по варианти са обработени по метода на най-малките квадрати.

study uses the results of the following variants: 1) without irrigation (control), 2) irrigation with 25% of the irrigation rate determined in the optimal variant (25%m), 3) irrigation with 50% of the irrigation rate determined in the optimal variant (50%m), 4) irrigation with 75% of the irrigation rate determined at the optimal variation (75% m), 5) irrigation with full irrigation (100% m) – optimum irrigation (control), 6) irrigation through a furrow (50%m average for the experimental plot) The irrigations for the optimal variant (variant 5) are scheduled by pre-irrigation soil moisture 80% of FC for the 0-40 cm soil layer and the irrigation rate is calculated to moisten to FC of the entire active soil layer (0-60 cm). For this purpose, the dynamics of soil moisture was monitored during 5-7 days (Atanasov, 1972).

The experimental plots of variants 2, 3, 4 and 6 are irrigated simultaneously with variant 5 but with the corresponding correction of irrigation rates. Irrigation of the experimental plots is performed gravity on short closed furrows.

The data for yields were processed by ANOVA dispersion analysis using the specialized computer program BIOCANT (Penchev, 1988).

The parameters of the relation between the yield and the irrigation rate are determined by the power equation of Davidov (1994): $Y=1–(1–Yc).(1–x)^n$, where: n is a exponent, and Yc - relative yield under non-irrigation conditions.

For the calculation of the relationship parameters, specialized computer program "YELD" was used (Davidov, 1994), using the smallest squares method.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Метеорологична характеристика на опитните години

Ефектът от напояването с намалени поливни норми завис в голяма степен от метеорологичните условия през вегетационния период, като с най-съществено е влиянието на валежите (като количество и разпределение) и температурата на въздуха. Данните за тези два показателя по години и средно за дългогодишен период са представени на Таблица 1.

RESULTS AND DISCUSSION

Meteorological characteristics of the experimental years

The effect of irrigation with reduced irrigation rates depends on the weather conditions during the vegetation period, with the most significant impact of precipitation (such as quantity and distribution) and air temperature. The data for these two indicators by year and average over a long term period are presented on Table 1.

Таблица 1. Метеорологични фактори за периода V-VIII за района на Пловдив
Table 1. Meteorological factors for V-VIII period in region of Plovdiv

фактор/factor		средно за 64 години average for 64 years	2014	2015	2016
ΣN	mm	221.5 mm	288.7	301.6	210.3
	P %		19.8	13.2	41.5
ΣT°	°C	2625°C	2631	2748	2775
	P %		46.5	19.2	14.1
**ΣN – валежи/precipitations; ΣT° – температура/temperature; P% – обезпеченост/probability*					

Първата опитна година е средно влажна (с обезпеченост 19,8%) със засушаване през третата десетдневка на юни и първата на юли, което календарно съвпада с края на растежния период и периода на бутонизация – начало на цъфтеж. Количеството на валежите през периода на бобообразуване и наливане на зърното са в диапазона 30-40 mm за десетдневка, като същите обезпечават в голяма степен водоразхода на растенията. По отношение на температурната сума, годината е средна с обезпеченост 46.5%.

Втората опитна година (2015) се характеризира като влажна с обезпеченост 13.2%. въпреки това, през периода от третата десетдневка на юни до втората на август (включително) е налице засушаване, като сумата на валежите през целия този период е едва 44 mm. Това напрактика означава, че през репродуктивния период на фасула годината е суха. Съществени са валежите през третата декада на август

The first experimental year is moderately humid (probability 19.8%) with drought in the third ten days of June and the first of July, which coincides with the end of the growth period and the period from bud formation to beginning of flowering. The amount of precipitation during the pod formation and grain filing period is in the range of 30 - 40 mm for ten days and they provide the water consumption of the plants. As regards to the temperature sum, the year is medium with 46.5% probability.

The second experimental year (2015) is characterized as wet with a 13.2% probability. However, during the period from the third ten days of June to the second of August (inclusive) there is drought, with the sum of precipitations throughout this period being only 44 mm. This practice means that during the reproduction period of beans the year is dry. Rainfall in the third decade of August (136 mm) is significant, but they are of no

(136 mm), но те нямат практическо значение за добива. По отношение на температурната сума годината е средно топла до топла с обезпеченост 19.2%.

За периода май-август, третата година на опита (2016) е средна по обезпеченост на валежите (41.5%) и топла по обезпеченост на температурната сума (14.1%). През тази година се наблюдава сравнително равномерно разпрадалание на валежите по десетдневки, въпреки че като количество те са крайно недостатъчно. По време на репродуктивния период са паднали едва 70 mm.

Елементи на поливния режим

Елементите на поливния режим през трите експериментални години са в синхрон с метеорологичната обстановка, като данните са представени нагледно на Таблица 2. И през трите експериментални години вегетативният период протича в условията на естествено овлажняване на активния почвен пласт, т.е. не са извършвани поливки. През първата година на опита при вариантите 2, 3, 4, 5 и 6 са подадени по 2 поливки, съответно през периода на цъфтеж и бобообразуване. През втората опитна година (2015) броят на поливките е 4, като първите две са реализирани през периода на бутонизация и цъфтеж, а третата и четвъртата, съответно през периода на бобообразуване и наливане на зърното. През третата експериментална година са подадени три поливки, разпределени през периода от цъфтеж до наливане на зърното.

practical significance for the yield. In terms of the air temperature, the year is between medium warm and warm with probability of 19.2%.

For the period May-August, the third year of the experiment (2016) is with medium rainfall probability (41.5%) and the warmest of the temperature (probability 14.1%). This year saw a comparatively uniform of precipitations, although they are extremely low in quantity. They are only 70 mm during the reproductive period (from the beginning of bud formation to the end of grain filing).

Irrigation regime components

The irrigation regime components during the three experimental years are in line with the meteorological conditions and the data are presented on Table 2. In the three experimental years, the vegetative period runs by natural wetting of the active soil layer (without irrigation).

During the first experimental year, two irrigations were realized for variants 2, 3, 4, 5 and 6 (respectively during the flowering and pod formation periods).

In the second experimental year (2015), the number of irrigations is 4, the first two being realized during the period of bud and flowering, and the third and fourth, respectively, during the period of pod formation and grain filing. In the third experimental year, three irrigations were distributed, from the flowering period to the filling of the grain.

Таблица 2. Елементи на поливния режим
Table 2. Irrigation regime components

година year	дата date	T (days)	Варианти (variants) 2 m (mm)	2 M (mm)	3 & 6 m (mm)	3 & 6 M (mm)	4 m (mm)	4 M (mm)	5 m (mm)	5 M (mm)	Фаза Phase
2014	06 VII	7	12.5	25.0	25.0	50.0	37.5	75.0	50.0	100.0	2
	13 VII		12.5		25.0		37.5		50.0		3
2015	15 VI	21	12.5	54.3	25.0	108.5	37.5	162.8	50.0	217.0	2
	06 VII	7	15.0		30.0		45.0		60.0		
	13 VII	8	14.3		28.5		42.8		57.0		3-4
	21 VII		12.5		25.0		37.5		50.0		
2016	21 VI	15	12.5	37.5	25.0	75.0	37.5	112.5	50.0	150.0	2
	6 VII	16	12.5		25.0		37.5		50.0		2-3
	22 VII		12.5		25.0		37.5		50.0		4

__m__ – поливна норма (irrigation rate); __M__ – напоителна норма (annual irrigation rate); __T__ – междуполивен период (period between two irrigations); __2__ цъфтеж (flowering)__;__ __3__ бобообразуване (pod formation); __4__ наливане на зърното (grain filling)

Таблица 3. Влияние на поливния режим върху продуктивността на фасула
Table 3. Irrigation regime influence on the common bean's productivity

година year	№	m* относ. relative	добив yield (Y) (kg/da)	спрямо 1 вариант compared to variant 1 ±Y (kg/da)	%	доказаност warranted	спрямо 5 вариант compared to variant 5 ±Y (kg/da)	%	доказаност warranted
2014	1	0%	153	st.	100	st.	-86	64	C
	2	25%	199	46	130	B	-40	83	B
	3	50%	212	59	139	C	-27	89	n.s.
	4	75%	232	79	152	C	-7	97	n.s.
	5	100%	239	86	156	C	st.	100	st.
	6	50%	222	69	145	C	-17	93	n.s.
GD: P5% = 28 kg/da P1% = 37 kg/da P0.1% = 51 kg/da									
2015	1	0%	147	st.	100	St.	-105	58	C
	2	25%	193	46	131	C	-59	77	C
	3	50%	231	84	157	C	-21	92	n.s
	4	75%	241	94	164	C	-11	96	n.s
	5	100%	252	105	171	C	st.	100	st.
	6	50%	229	82	156	C	-23	91	n.s.
GD: P5% = 24 kg/da P1% = 32 kg/da P0.1% = 43 kg/da									
2016	1	0%	126	st.	100	St.	-141	47	C
	2	25%	173	47	137	C	-94	65	C
	3	50%	228	102	181	C	-39	85	B
	4	75%	255	129	202	C	-12	95	n.s.
	5	100%	267	141	212	C	st.	100	st.
	6	50%	201	75	159	C	-66	75	C
GD: P5% = 23 kg/da P1% = 31kg/da P0.1% = 42 kg/da									
средно average	1	0%	142	st.	100	st.	-111	56	C
	2	25%	188	46	132	C	-65	74	C
	3	50%	223	81	157	C	-30	88	C
	4	75%	242	100	170	C	-11	96	n.s.
	5	100%	253	111	178	C	st.	100	st.
	6	50%	218	76	153	C	-35	86	C
GD: P5% =14 kg/da P1% = 19 kg/da P0.1% = 26 kg/da									

m - поливна норма (irrigation rate)*

Продуктивност на фасула при неполивни условия и при оптимално напояване

За условията на експеримента, приложеният поливен режим оказва съществено влияние върху размера на добива от зърно, като това въздействие е налице и през трите опитни години. На Таблица 3 са представени данните по варианти и години и средно за експерименталния период.

Благодарение на това, че фасулът е сухоустойчив, значителна част от площите, които той заема са неполивни. Типичен пример за това е добруджанският район, където заедно със слънчогледа и царевичните хибриди с къс вегетационен период, той е традиционен участник в сеитбообръщенията. Въпреки че при неполивни условия се получават добиви, тяхното количество и качество варират и са в тясна зависимост от характера на годината и основно от количеството и разпределението на валежите през вегетационния период. Това становище се доказва и в резултатите от настоящия експеримент, където през средно-влажната по обезпеченост 2014 и влажната 2015 добивът е около и над 150 kg/da, докато през средната 2016, той е под 130 kg/da. Както се вижда от данните, разликите не са големи, но и по отношение на валежите трите опитни години на практика не се различават съществено. Средно за периода, от ненапоявания фасул са получени 142 kg/da зърно.

С оптимизиране на поливния режим, чрез поддържане на предполивна влажност над 80% от ППВ в слоя 0-60 cm през цялата вегетация (вариант 5), добивът нараства чувствително. През първата опитна година той достига 239 kg/da, като надвишава получения при неполивни условия с 56% или със 86 kg/da. Освен че води до увеличаване на добива, прилагането на оптимален поливен режим стабилизира стойностите му, като през посухата 2015 година той е 252 kg/da, а

Productivity of beans in non-irrigation and optimum irrigation conditions

For the conditions of the experiment, the applied irrigation regime has a significant impact on grain yield, and this effect is present over the three experimental years (Table 3).

Due to the fact that the common bean is drought resistant, a significant part of the fields it occupies are without irrigation. A typical example of this is the Dobrudja region, where, together with sunflower and corn hybrids with a short vegetation period, it is a traditional part in crop rotation. The common bean gives some yield under non-irrigation but its quantity and quality are very variable and closely related to the meteorological characteristic of the year and mainly to the quantity and distribution of rainfall during the growing season.

This view is also demonstrated in the results of the present experiment, where the middle wet 2014 and the wet 2015 years the yield is around 150 kg/da, while in the middle 2016 it is below 130 kg/da. As can be seen from the data, the differences are not large, but with respect to rainfall these three years do not differ significantly. On average, 142kg/da seeds were obtained from non-irrigated experimental plots.

By optimizing of the irrigation regime through maintaining pre-irrigation soil moisture over 80% of FC in the 0-60 cm layer for all vegetation period (variant 5), the yield is considerably increased. In the first experimental year, it reached 239 kg/da, exceeding the yields in non-irrigating conditions by 56% (86 kg/da). In addition to increasing yield, the use of an optimal irrigation regime stabilizes its values, with 252 kg/da in the dry year 2015, and the difference with no irrigated bean is 71% (105 kg/da). Against the разликата спрямо ненапояваният фасул е 71% или 105 kg/da. На фона на неблагоприятните условия през репродуктивния период на третата опитна година добивът при оптимално напояване нараства над два пъти спрямо ненапояваният вариант, като достига 267 kg/da. Всички посочени разлики са статистически доказани с най-висок ранг. Средно за трите експериментални години добивът от зърно при оптимално напояване е 253 kg/da и надвишава този при неполивни условия със 78%.

Влияние на регулирания воден дефицит върху продуктивността на фасула

Редуцирането на поливните, респективно напоителната норма с 25% води до получаването на високи и стабилни добиви, близки по размер до получените при оптимално напояване (95-97%) и не се доказват статистически през нито една от опитните години. От една страна тези резултати може да се дължат на сравнително благоприятните в метеорологично отношение условия и през трите вегетации, но в същото време потвърждават становището на някои наши автори (цитирани в литературния прaглед), че фасулът може да се отглежда успешно при поддържане на предполивна влажност в рамките на 70-75% от ППВ. Това сравнение е продиктувано от факта, че при този поливен режим, поради по-малките поливни норми се навлажнява по-плитък почвен слой (0-40 cm), в резултат на което почвената влажност преди поливката средно за слоя 0-60 cm спада до посочените по-ниски стойности. Средно за експерименталния период, напояването със 75% от максималната норма осигурява добив от 242 kg/da, който е с 4% по-нисък от получения при оптимално напояване и не се доказва статистически. Ако се сравнят добивите при този вариант спрямо получените при неполивни условия, разликите са съществени – между 80 и 130 kg/da (нарастване меж-

backdrop of unfavorable meteorological conditions during the reproduction period of the third experimental year, the yield of optimum irrigation increased more than twice compared to the no irrigated variant, reaching 267 kg/da. All these differences are statistically warranted. On average, for the three experimental years, grain yield under optimum irrigation amounts to 253 kg/da and exceeds that of non-irrigating conditions by 78%.

Influence of regulated water deficit on bean’s productivity

The reducing of the irrigation rate by 25% produces high and stable yields close to the optimum irrigation (95-97%) and unwarranted statistically during each of the years.

On the one hand, these results can be attributed to the meteorological conditions that are comparatively favorable during the three vegetations, but at the same time they confirm the opinion of some of our authors (cited in the literature) that beans can be grown successfully, maintaining 70-75% of FC pre-irrigation soil moisture.

This comparison is dictated by the fact that in this irrigation regime, because of the lower irrigation rates, a more shallower soil layer (0-40 cm) is moistened, as a result of which the soil moisture before irrigation for the layer 0-60 cm falls to lower values.

On average for the all experimental period, irrigation with 75% of the maximum rate provides a yield of 242 kg/da, which is 4% lower than that obtained with optimum irrigation and is not statistically warranted. Comparing the yields in this variant to those obtained under non-irrigating conditions, the differences are significant – between 80 and 130 kg/da (increase between 50 in ду 50% през влажната 2014 и 100% през най-сухата 2016 година) и се доказват статистически при най-висок ранг и през трите години на опита. Средно за експерименталния период нарастването на добива при вариант 4 спрямо този при вариант 1 е 100 kg/da или 70%.

По-съществено то редуциране на поливните норми увеличава риска от поставянето на растенията в условията на воден стрес, особено през години с продължителни засушавания през периода от *бутонизация* до приключването на фаза *наливане на зърното*. Както вече бе споменато, годините включващи настояща работа не са екстремни дори през репродуктивния период. В резултат на това добивите, получени при напояване с 50% намаление на поливните норми са сравнително високи 210-230 kg/da, като разликите спрямо оптималния вариант се доказват само през третата опитна година. Средно за трите години при този вариант са получени 223 kg/da зърно или 88% от максималния добив. Анализирайки резултатите по отношение на допълнителния добив става ясно, че и тук разликата спрямо ненапояванния фасул е много голяма и статистически доказана във всеки един от случаите. Същата се изразява в увеличение с 60-100 kg/da или с 40-80%, в зависимост от условията на годината. Възможно е през години с екстремни и продължителни засушавания абсолютните стойности на общия и допълнителния добив при този поливен режим да са значително по-малки, но тук по-съществено е да се потърси алтернатива за по-ефективното му реализиране в условията на недостиг на поливна вода. В този смисъл, ако се сравнят добивите, получени при вариант 3 и при вариант 6 се вижда ясно, че разликите са несъществени, като средно за периода добивът при напояване във всяка бразда е 223 kg/da, а при напояване през бразда – 218 kg/da. Дори при получените доста

wet 2014 and 100% in the driest 2016) and are statistically warranted during the three years of the experiment. On average, for the experimental period, the yield increase in variant 4 compared to variant 1 is 100 kg/da (70%).

More substantial reduction of irrigation rates increases the risk of placing plants in water stress conditions, especially through years of prolonged droughts during the period from bud formation to the end of grain filling.

As has already been mentioned, the years involving current work are not extreme even during the reproduction period. As a result, the yields obtained by irrigation with a 50% reduction of the irrigation rate are relatively high 210-230 kg/da, while the differences compared to the optimal variant are warranted only in the third experimental year. On average, for the three years of this variant, 223 kg/da of grain or 88% of the maximum yield was obtained. Analyzing the results in terms of additional yield, it is clear that here the difference to non-irrigation variant is very large and statistically proven in each case.

This is an increase of 60-100 kg/da or 40-80%, depending on the conditions of the year. It is possible that in years of extreme and prolonged droughts the absolute values of the total and additional yield of this irrigation regime are considerably smaller, but here it is more important to find an alternative for its more efficient implementation in the conditions of irrigation water shortage.

In this respect, if the yields obtained under variant 3 and variant 6 are compared, it is clear that the differences are insignificant, with an average for the irrigation yield in each furrow being 223 kg/da, and for irrigation through the furrow – 218 kg/da. Even with the rather low GD values obtained, the yield ниски стойности на GD, разликата в добива между тези два варианта не се доказва статистически, което потвърждава изказаното по-горе твърдение, относно приложимостта на напояването през бразда, с цел – икономия на поливна вода. При напояване през бразда средният допълнителен добив за условията на опита е 76 kg/da или нараства спрямо този при ненапояваният фасул с 53%.

Независимо от това, че експерименталните години са сравнително благоприятни по отношение на метеорологичните фактори, а засушаванията не са екстремни и с голяма продължителност, напояването с малки поливни норми (12-15 mm) водят до значителни загуби на добив. Дори през най-влажната от трите години (2014) този поливен режим води до загуби на добив от 17%, а през най-неблагоприятната 2016 те са 35%. Средно за трите опитни години при реализилане на всички поливки, но със 75% намаление на поливните нолми, добивът е 188 kg/da или 74% от този, получен при оптимално напояване. Що се отнася до положителния ефект от реализирането на малките поливни норми, той се изразява в нарастване на добива средно с 32% спрямо този – при неполивни условия, като по години варира в тесни граници – от 30 до 37%. Този факт потвърждава схващането, че редовните поливки с намалени поливни норми се отразяват по-благоприятно върху продуктивността, в сравнение с поливен режим, при който се допуска продължителен воден дефицит, като се има предвид, че икономията на вода е приблизително една и съща.

difference between these two variants is not statistically proven, which confirms the above-mentioned assertion on the feasibility of irrigation through the furrow in order to save water from irrigation.

For furrow irrigation, the average additional yield for the conditions of this experiment is 76 kg/da or increases with 53% for no-irrigated beans.

Although the experimental years are comparatively favorable with regard to meteorological factors and droughts are not extreme and of long duration, irrigation with small irrigation norms (12-15 mm) leads to significant yield losses.

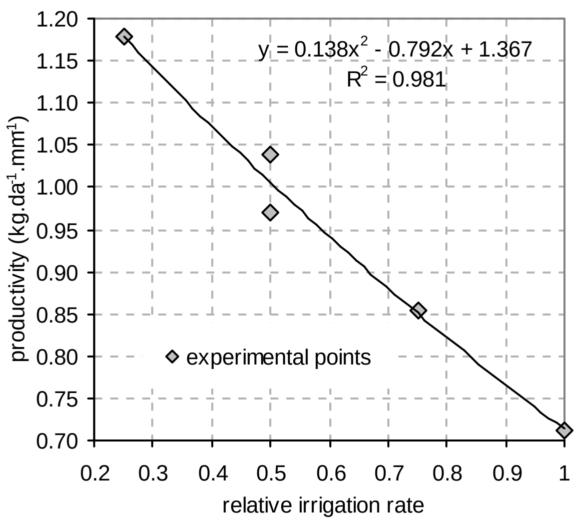
Even in the wettest of the three years (2014), this irrigation regime produces a yield loss of 17%, and in the worst 2016 it is 35%. On average, for the three years the watering with a 75% reduction of irrigation rate, the yield is 188 kg/da or 74% of that obtained with optimum irrigation.

Regarding the positive effect of the implementation of the small irrigation norms, it is expressed in an increase of the yield on average by 32% compared to no-irrigation conditions, with varying narrowly ranging from 30 to 37%.

This fact confirms the notion that regular irrigation with reduced irrigation rate has a more favorable effect on productivity than an irrigation regime that allows for a sustained water deficit, given that the water savings are approximately the same.

Таблица 4. Продуктивност на напоителната норма и загуби на добив
Table 4. Productivity of irrigation rate and yield losses

Вариант Variant	Загуби на добив Yield losses %				Продуктивност на напоителната норма Annual irrigation rate productivity kg.da^{-1}.mm^{-1}			
	2014	2015	2016	средно	2014	2015	2016	средно/average
1	36	42	53	44	–	–	–	
2	17	23	35	26	1.840	0.847	1.253	1.179
3	11	8	15	12	1.180	0.774	1.360	1.038
4	3	4	5	4	1.053	0.577	1.147	0.855
5	St.	St.	St.	St.	0.860	0.484	0.940	0.712
6	7	9	25	14	1.385	0.758	1.003	0.969



Фиг. 1. Зависимост между относителната напоителна норма и нейната продуктивност
Fig. 1. Relationship between the relative irrigation rate and its productivity

Допълнителният добив, получен от всеки един mm поливна вода е известен още като продуктивност на напоителната норма. Получава се, като допълнителният добив се раздели на напоителната норма. Зависи от поливния режим и от характера на годината, обуславящ броя на поливките. Данните са нанесени в Таблица 4. Поради нелинейния характер на нарастване на добива спрямо нарастващия размер на напоителната норма, нейната продуктивност при оптимално напояване е по-малка в сравнение с някои от вариантите, при които е

The additional yield obtained from each mm of irrigation water is also known as productivity of the annual irrigation rate. It is obtained by dividing the additional yield of the annual irrigation rate. It depends on the irrigation regime and on the year that determines the number of irrigations. The data are given in Table 4. Due to the non-linear character of the increase in yield compared to the increasing irrigation rate, its productivity in optimum irrigation is lower than in some of the variants with irrigation rate reduction that have been subjected to an irrigated irrigation regime, приложен нарушен поливен режим, т.е. с намаляване размера на напоителната норма, нейната продуктивност расте. Това условие е налице и през трите експериментални години. Въпреки че тенденцията в изменението на стойностите по години съвпада, разликите се дължат на факта, че при различен брой поливки и големина на напоителната норма добививите за даден вариант по години не се различават съществено. Посочената танденция е представена графически на Фигура 1, като тук математическото изражение при много висок коефициент на детерминация (R^2=0.98) има за цел по-скоро да онагледи изменението на продуктивността на нормата по варианти, без да се търси значението му като модел или приложимост в практиката.

Връзка „Напоителна норма – Добив”

Изходните данни за определяне параметрите на връзката „Общ добив – напоителна норма” са представени на Таблица 5. Същите са обработени по метода на най-малките квадрати, посредством степенната формула на Давидов и специализираната компютърна програма „YIELD”

i.e. by reducing the size of the irrigation rate, its productivity increases. This is available during the three experimental years. Although the trend in the change in values over the years is roughly the same, the differences are due to the fact that, for a different number of irrigation and irrigation rates, the yields for a determinate experimental variant by year do not differ significantly.

This trend is represented graphically in Figure 1, here the mathematical expression with very high coefficient of determination (R^2 = 0.98) aims to rather illustrate the change of the productivity of the annual irrigation rate by variants, without looking for its meaning as a model or relevance in practice.

Relationship "Irrigation rate – Yield"

The output data to establish the parameters of the "Yield - irrigation rate" relationship are presented in Table 5. These are processed by the smallest squares method, by means of the Davidov’s power equation through the specialized computer program "YIELD".

Таблица 5. Изходни данни за установяване на зависимостта „Добив-напоителна норма”
Table 5. Output data to establish dependence "Irrigation rate – yield"

Вариант Variant	*M/M_0 /X/ (relative irrigation rate)*	*Y/Y_0 (relative yield)*			
		2014	2015	2016	средно average
100% m	1.00	1.000	1.000	1.000	1.000
75% m	0.75	0.971	0.956	0.955	0.957
50% m	0.50	0.887	0.917	0.854	0.881
25% m	0.25	0.833	0.766	0.648	0.743
0% m	0.00	0.640	0.583	0.472	0.561

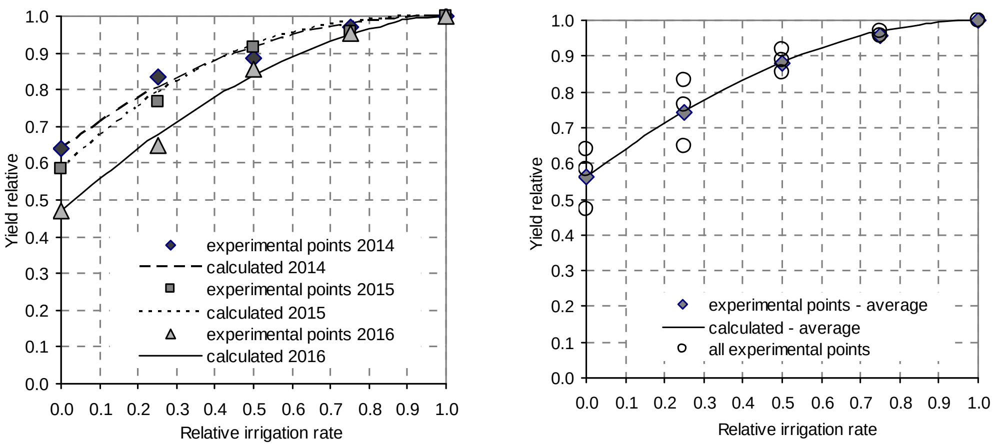
Резултатите по години и средно за периода на опита са представени нагледно на Фигура 2. Опитните точки са осреднени от криви, представляващи изпъкнали параболи. На графиката се вижда влиянието на характера на годината върху разположението на

The results by year and average are shown in Figure 2. The experimental points are approximated by curves representing convex parabolas. The graph shows the influence of the meteorological character of the year on the location of the empirical points on the емпиричните точки в координатната система, а от там и върху параметрите на зависимостта, които зависят от стойностите на променливия степенен показател n. За условията на настоящия експеримент същият варира в тесни граници, както следва: за 2014 година е 2.1, за 2015 – 2.4, а за 2016 – 1.7. Средно за трите години, експерименталните точки се апроксимират най-добре при n=1.9, като при всички споменати случаи R>0.9 (Таблица 6). При апроксимацията едновременно на всички опитни точки е същия (n=1.9) при много висока стойност на коефициента на корелация (R=0.994).

coordinate system and hence on the relationship parameters that depend on the values of the variable degree of n.

For the conditions of the present experiment it varies narrowly as follows: for 2014 it is 2.1, for 2015 – 2.4 and for 2016 – 1.7. On average, for three years, experimental points are best approximated at n=1.9, with all reported cases R> 0.9 (Table 6).

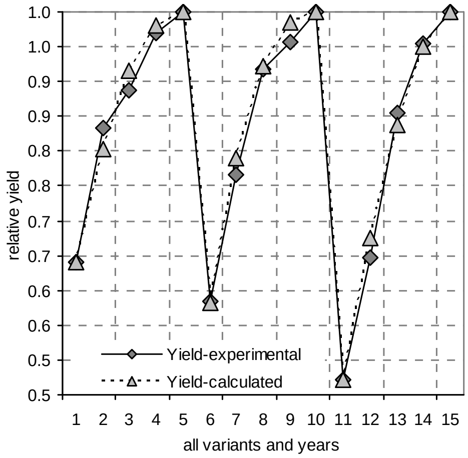
The approximation of all experimental points is the same (n=1.9) at a very high correlation coefficient (R=0.994).

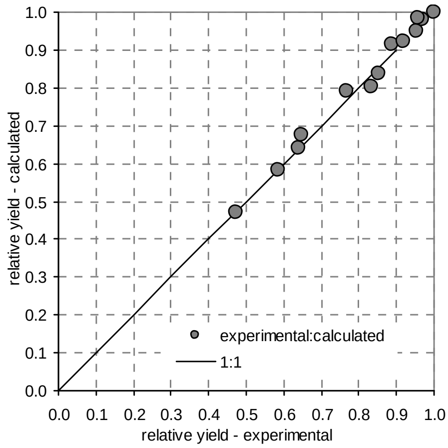


Фиг. 2. Връзка „Общ добив-напоителна норма"
Fig. 2. Relationship "Yield-irrigation rate

Според така представената зависимост, през по-благоприятни в метеорологично отношение години, реализирането на 45-50% от оптималната поливна норма гарантира около 90% от максималния добив, а през по-сухи години, тези резултати се постигат с минимум 65% от оптималната норма.

According to the presented dependence, in more meteorologically favorable year, the realization of 45-50% of the optimal irrigation rate guarantees about 90% of the maximum yield, and in more dry years these results are attained with at least 65% of the optimal rate.





Фиг. 3. Връзка между опитни и изчислени добиви
Fig. 3. Relationship between experimental and calculated yields

Таблица 6. Параметри на връзката ”Общ добив – напоителна норма”
Table 6. “Yield – Irrigation rate” relationship parameters

година/year	формула/formula	Y_C	n	R
	$y=1-(1-Y_C)(1-x)^n$			
2014	$Y = 1 - 0.36(1 - x)^{2.1}$	0.64	2.1	0.990
2015	$Y = 1 - 0.42(1 - x)^{2.4}$	0.58	2.4	0.997
2016	$Y = 1 - 0.53(1 - x)^{1.7}$	0.47	1.7	0.998
средно/average	$Y = 1 - 0.44(1 - x)^{1.9}$	0.56	1.9	0.999
общо/total				0.994

Таблица 7. Отклонения на изчислените по формулата добиви спрямо опитно установените
Table 7. Deviations of the calculated yields from the formula compared to the experimental ones

M	добив/yield 2014			добив/yield 2015			добив/yield 2016		
	опитен experimental	изчислен (calculated)		опитен experimental	изчислен (calculated)		опитен experimental	изчислен calculated	
		$Y=1-0.36(1-x)^{2.1}$			$Y=1-0.42(1-x)^{2.4}$			$Y=1-0.53(1-x)^{1.7}$	
	kg/da	kg/da	±%	kg/da	kg/da	±%	kg/da	kg/da	±%
0.00	153	153	0.0	147	147	0.0	126	126	0.0
0.25	199	192	-3.5	193	199	3.3	173	181	4.8
0.50	212	219	3.3	231	232	0.5	228	224	-1.6
0.75	232	234	1.0	241	248	3.0	255	255	-0.2
1.00	239	239	0.0	252	252	0.0	267	268	0.4

На Таблица 7 са нанесени стойностите на опитно установения и изчисления по формулата добив по варианти и години. Стойностите, показващи относителните отклонения потвърждават използваемостта на степенната зависимост, като същите не надвишават 5%. Тези малки разлики

On the Table 7 are presented the values of the experimentally established and the calculated yields by variants and years. The values indicating the relative deviations confirm the usability of the degree of dependency, the same not exceeding 5%.

се дължат основно на ограничения обем от експериментални данни, но въпреки това предложената степенна зависимост може да бъде използвана за прогнозиране на добива при полския фасул, отгледан в условията на ограничено напояване и за райони, сходни като почва и климат с района на Пловдив.

These small differences are mainly due to the limited amount of experimental data, but the proposed degree of dependence can still be used to predict the yield of field beans harvested under limited irrigation conditions and areas similar to soil and climate with the Plovdiv region.

ИЗВОДИ

В зависимост от условията на годината, биологически оптималният поливен режим при фасул – сорт Добруджански 7 се осъществява чрез реализирането на 2 до 4 поливки с норма 50 mm, всяка от които трябва да нвалажнава почвата до ППВ на дълбочина до 60 cm. При този поливен режим се получават високи и стабилни добиви, достигащи от 240 до 270 kg/da и превишаващи добива при неполивни условия от 50% до над 2 пъти, в зависимост от степента на засушаване през репродуктивния период.

Редовното напояване при редуциране на поливната норма с 25% осигурява над 95% от максималния добив, дори през години с продължителни летни засушавания. По икономически показатели този поливен режим е близък до оптималния и при недостиг на поливна вода може да се прилага успешно. Между 8 и 15% са загубите на добив при реализиране на 50% от оптималната поливна норма. Този поливен режим също може да бъде прилаган при недостиг на поливна вода, като при гравитачно напояване водата трябва да се подава през бразда. Не се препоръчва напояването с малки поливни норми (25%m), тъй като се постига незначителен икономически ефект, особено през сухи години.

Продуктивността на напоителната норма при оптимално напояване е средно 0.712 $kg.da^{-1}.mm^{-1}$. Прилагането на нарушен поливен режим, независимо от способа, води до нейното увеличаване, като при подаване на 50% от

CONCLUSIONS

Depending on the meteorological conditions of the year, the number of irrigations for beans (Dobrudzhanski 7 variety) is from 2 to 4 irrigations with optimum irrigation rate a 50 mm, each of which should be moisten the soil at a depth of 60 cm. This irrigation regime provide high and stable yields ranging from 240 to 270 kg/da and yields that exceed the yield under non-inferior conditions from 50% to more than 2 times, depending on the drought during the reproduction period.

Regular irrigation at 25% reduction of irrigation rate provides over 95% of the maximum yield even in years of prolonged summer droughts. By economic indicators, this irrigation regime is close to the optimum and can be successfully applied when irrigation water is deficient. Between 8% and 15% are yield losses in achieving 50% of the optimal irrigation rate.

This irrigation regime can also be applied in the absence of irrigation water. Irrigation with small irrigation regulations (25% m) is not recommended as there is little economic effect, especially in dry years.

The irrigation rate productivity at optimum irrigation is on average 0.712 $kg/ha^{-1}.mm^{-1}$. The application of an irrigated irrigation regime, irrespective of the method, leads to its increase, with 50% of the irrigation rate being 0.97-1.04

напоителната норма стойностите са 0,97-1,04 kg.da^{-1}.mm^{-1}.

Връзката "Добив–напоителна норма" представлява степенна зависимост, установена по формулата на Давидов. Графически тя се изразява чрез изпъкнала парабола при степенен показател n=1.9 и коефициент на корелация R=0.994.

kg. da^{-1}.mm^{-1}.

The relationship "Yield–Irrigation rate" is a degree of dependence, established according to Davidov's formula. Graphically it is expressed by a convex parabola with power value n=1.9 and a correlation coefficient R = 0.994.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Al-Kaisi, M., A. Berrada and M. Stack**, 1999. Dry bean yield response to different irrigation rates in southwestern Colorado. *Journal of Production Agriculture*, 12(3), 422-427.
2. **Atanasov, I.**, 1972. Practical guide of soil science. Hr. G. Danov, Plovdiv (Bg).
3. **Barbieri, G. and D. Pascale**, 1992. Effects of regimes and methods of irrigation on the yield of three cultivars of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Irrigazione e Drenaggio*, 39(1), 19-23.
4. **Davidov, D.**, 1994. On the Grounds of the Relationship "Yield–Water". 17th European Regional Conference on Irrigation and Drainage ICID–CIID, Varna, Bulgaria, Vol.1, 251-253.
5. **El-Noemani, A, H. El-Zeiny, A. El-Gindy, E. El-Sahhar and M. El-Shawadfy**, 2010. Performance of some bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties under different irrigation systems and regimes. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(12), 6185-6196.
6. **Erdem, Y., S. Sehirali, T. Erdem and D. Kenar**, 2006. Determination of crop water stress index for irrigation scheduling of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30 (3), 195-202.
7. **Gencoglan, C., H. Altunbey and S. Gencoglan**, 2006. Response of green bean (P. vulgaris L.) to subsurface drip irrigation and partial rootzone-drying irrigation. *Agricultural Water Management*, 84 (3), 274280.
8. **Nascimento, J., M. Pedrosa and J. Tavares Sobrinho**, 2004. Effect of different levels of available water in the soil on the growth and production of cowpea bean pods and green grains. *Horticultura Brasileira,* 22 (2), 174-177.
9. **Penchev, E.**, 1988. Evaluation of productivity and quality indicators of wheat with mathematical models. PhD Dissertation (Bg).
10. **Radkov, P.**, 1975. Beans as a second crop. Growing of second crops on irrigation conditions. Monogaph, pp. 181-190 (Bg).
11. **Sehirali, S., T. Erdem, Y. Erdem and D. Kenar**, 2005. Water-use characteristics of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under drip irrigation. *Tarim Bilimleri Dergisi*, 11(2), 212-216.
12. **Ucar, Y., H. I. Yilmaz, N. Yardimci, A. Kadayifci and G. I. Tuylu**, 2009. The effect of deficit irrigation on the grain yield of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in semiarid regions. Spanish Journal of Agricultural Research, 7(2), 474-485.
13. **Vitkov, M. and Ts. Gruev**, 1973. Experiments on the irrigation regime of beans. *Plant Science*, 10(9), 99-104 (Bg).
14. **Vitkov, M.**, 1974. Effect of irrigation and fertilization on the yield of beans grown on podzolic chernozem soils, in region of the institute of legume crops "Obrazcov Chiflik" near Russe. *Plant Science*, 11(10), 101-106 (Bg).

15. **Vitkov, M.**, 1975. Irrigation and fertilization of beans – second crop and their interaction under podzolic chernozem soil in the region of the “Obrazcov Chiflik” institute of cereal and leguminous crops near Russe. *Plant Science*, 12(3), 71-78 (Bg).
16. **Wakrim, R., S. Wahbi, H. Tahi, B. Aganchich and R. Serraj**, 2005. Comparative effects of partial root drying (PRD) and regulated deficit irrigation (RDI) on water relations and water use efficiency in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 106 (2/3), 275-287.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2018, 21 (6), 214-223 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Изпитване на алтернативни средства за контрол на патогенната гъба *Alternaria alternate f.ssp. stevae*, изолирана от стевия – *Stevia rebaudiana* Bertoni

Красимира Танова*, Мария Касчиева

Шуменски Университет „Епископ Константин Преславски“, Факултет по природни науки, Катедра Растителна защита, ботаника и зоология, ул. „Университетска“ 115, 9712, Шумен, България

Testing alternative control means for the pathogenic fungus *Alternaria alternate f.ssp. stevae,* isolated from stevia – *Stevia rebaudiana* Bertoni

Krasimira Tanova*, Maria Kaschieva

University of Shumen, Faculty of Natural Sciences, Department of Plant Protection, Phytology and Zoology, 115 "Universitetska" Str., 9712 Shumen, Bulgaria
**E-mail*: *k_tanova@abv.bg*

Received: 18.07.2018 *Accepted:* 27.11.2018 *Published:* 27.12.2018

РЕЗЮМЕ

Растението стевия (*Stevia rebaudiana* Bertoni) е интродуцирано у нас преди повечи от 30 години и все още продължава да се култивира успешно, благодарение на колектив от учени от Земеделски институт - гр. Шумен. Един от важните патогени, които атакуват стевията е вида *Alternaria alternata f. ssp. stevae.* Патогенът причинява повреди по семената, кълновете, кореновата система и надземните части на растението.

Това изследване е предприето в отговор на високите изисквания към продукцията от тази култура по отношение на чистота и качество. Изследването е проведено през периода 2016-2017 г., в опитното поле на Земеделски институт - гр. Шумен и лабораторията по фитопатология, на катедра „Растителна защита“ на

SUMMARY

Stevia rebaudiana Bertoni is a plant introduced in Bulgaria more than 30 years ago. This plant continues to cultivate successfully in our country until now, thanks to the care of a team of scientists from the Agricultural Institute in Shumen. The species *Alternaria alternata f. ssp. stevia* is one of the major pathogens that attack the stevia plants. This pathogen causes damage to the seeds, sprouts, root system and all overground parts of the plant.

This study was undertaken in response to the high requirements to the production of this agricultural crop in terms of its purity and quality. The study has been conducted during in the period 2016-2017 in the experimental fields of Agricultural Institute - Shumen and the Laboratory of Phytopathology, Department of Plant Protection at

Шуменския университет с цел изолиране на *Alternaria alternata f. ssp. stevae* и изпитване на алтернативни средства за контрол на този патоген. Патогенът е изолиран от листа и корени на болни растения с ясно изразени симптоми върху среда на Чапек (СЧ) и картофено декстрозен агар (КДА).

Серия от лабораторни тестове са проведени за определяне растежа на мицела и кълняемостта на спорите при третиране с различни растителни извлеци (мащерка, топола, киселец и синап), в определена концентрация и сравненини с референтния фунгицид Шампион (77% меден хидроксид - 50% Cu). Установено е че, растителни извлеци от топола (вода/листа - 1/1) и обикновена мащерка (вода/цвят - 1/1), приложени, съответно в доза 1.5 и 2.0 ml/l към хранителна среда са подходящо и надеждно средство за контрол върху причинителя на заболяването кафяви листни петна по стевията причинено от патогена (*Alternaria alternata* f. ssp. steviae) на малки площи, които не представляват риск за околната среда и здравето на човека.

Key words: *Stevia rebaudiana, Alternaria alternata*, селскостопанска култура, лабораторни изследвания, растителни екстракти

Shoumen University for isolation of *Alternaria alternata f. ssp. stevae* and testing alternative means of controlling this pathogen. The pathogen is isolated from leaves and rootstocks of plants with visible signs of disease on Chapek (ChM) medium and potato dextrose agar (PDA).

A series of laboratory tests were performed to determine the growth of mycelium and spore germination when treated with various plant extracts (thyme, poplar, sorrel, and mustard) at appropriate concentrations and compared to the reference fungicide Champion (77% copper hydroxide - 50% Cu).

It was found that plant extracts of poplar (water/leaves - 1/1) and common thyme (water/flowers - 1/1) added respectively at a dose of 1.5 and 2.0 ml/l to the nutrient media are suitable and reliable means for control of leaf spot disease (*Alternaria alternata* f. ssp. steviae) on small areas that do not pose a risk to the environment and human health.

Key words: *Stevia rebaudiana, Alternaria alternata*, agricultural crop, laboratory tests, plant extracts

УВОД

Произхода на стевията е Парагвай и Бразилия. Отглеждането на стевия е успешно в страни с топъл климат. Този факт, в комплекс с други условия (социално икономическо развитие и научни изследвания) са от значение за въвеждането на културата отначало в Америка и Азия, а след това и в Европа (Geuns, 2004). Според същия автор, стевията се въвежда в Европа едва през 19-ти век (1887) от Антонио Бертони, който описва и интродуцира растението, за което научава от парагвайските индианци и му дава научното наименование – *Stevia rebaudiana* Bertoni.

INTRODUCTION

Stevia originates from Paraguay and Brazil. Stevia cultivation is successful in countries with a warm climate. This fact, in a combination with other conditions (social economic development and research), is of importance for the introduction of the culture, first in America and Asia, and then in Europe (Geuns, 2004). According to the same author, stevia is introduced in Europe in the 19th century (1887) by Antonio Bertoni, who describes and introduces the plant, based on his knowledge, gained from the Paraguayan Indians and he is the person to give its scientific name – *Stevia rebaudiana* Bertoni.

Първите научни изследвания относно предимствата на тази култура датират от 1931 година (European Commission, 1999) У нас стевията започва да се култивира изкуствено благодарение на учени от бившия институт по захарно цвекло, отпреди 30 години (Krumov and Slavova, 1984; Nikolova et al., 1994), които въвеждат културата в страната и започват първите научни изледвания След 10 годишен период на прекъсване поради структурни и икономически причини, научната работа е възстановена от учени на Земеделски институт - Шумен (Slavova et al., 2003).

През онтологичното си развитие, в сравнение с други култури, отглеждани в страната, стевията е обект на нападение на по-малко на брой видове патогени. Според редица автори, фитопатологичните процеси при тази култура са предимно с микологична етиология (Maiti et al., 2006).

Основен патогенен, специализиран при културата стевия е *Alternaria alternata* f. ssp. stevae (Ishiba, 1982). Тя причинява повреди по семената кълновете и кореновата система, като заразява повърхностно семената със спори и мицел. С кореницата заразата се пренася в границите на 16.4-40.6%, като загиването на насажденията достига 46.8-86.2 %. Този вид зараза значително затруднява контрола на заболяването, особено при условия на отглеждане след съхранение на кореницето, какъвто е случаят за нашата страна (Andreeva and Tanova 2010).

Проучванията показват, че освен по семената и кореновата система, патогенът вреди и по зелените части на стевията - листа, стъбла, клонки и дори цветове, където патогена формира тъмно-кафяви до черни лезии, което се вижда на Фигура 1. Тази симптоматична форма на болестта е известна и като кафяви листни петна (Maiti et al., 2006). На Фигура 2 е показана изолат от *Alternaria steviae,* развит върху хранителна среда.

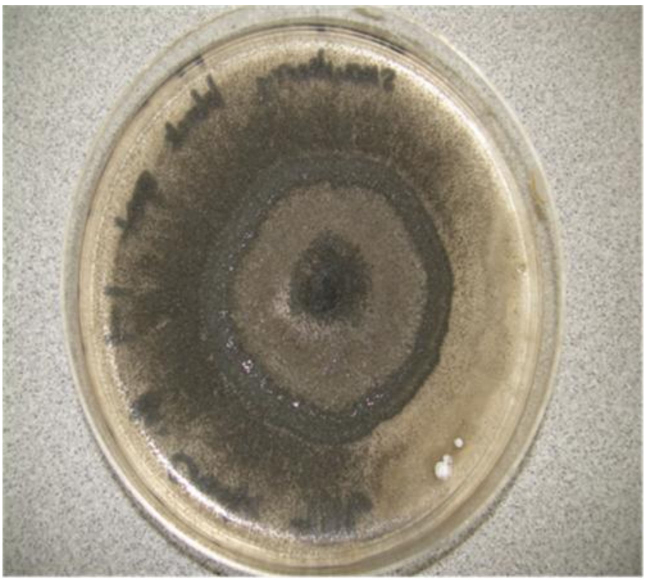
The first scientific research on the benefits of this culture dates back to year 1931 (European Commission, 1999). In our country the stevia is cultivated artificially 30 years ago by scientists of the former national institute in sugar beet, (Krumov and Slavova, 1984; Nikolova et al., 1994), who introduce the culture in the country and start the first scientific researches. After 10 years of interruption, due to structural and economic reasons, the scientific work is restored by scientists from the Shumen Agricultural Institute (Slavova et al., 2003).

Throughout its ontological development, compared to other crops, grown in the country, stevia is subject of attack of a fewer pathogens. According to a number of authors, the phytopathological processes in this culture are predominantly of mycological etiology (Maiti et al., 2006).

The major pathogen, specialized in the stevia culture is *Alternaria alternata f. ssp. stevae* (Ishiba, 1982). It causes damage to its seeds, sprouts and root system by infecting the seeds' surface with spores and mycelium. The contamination tends to transfer to the root system within the range of 16.4-40.6% and 46.8-86.2% of the infected plants are completely damaged. This type of infection significantly impedes the control over the disease, especially when cultivated after storage of the root system, as is the case for our country (Andreeva and Tanova, 2010).

Studies show that apart from the seeds and the root system, the pathogen also damages the green parts of the stevia - leaves, stems, branches and even the flowers where the pathogen forms dark brown to black lesions, this is visible on Figure 1. This symptomatic form of the disease is also known as brown leaf spots (Maiti et al., 2006). Figure 2 shows an *Alternaria steviae* isolate grown on nutrient medium.

Фиг. 1. Симптоми на заболяване по листата на стевия
Fig. 1. Symptoms of disease in the leaves of stevie



Фиг. 2. Изолат от *Alternaria steviae*
Fig. 2. Isolated from *Alternaria steviae*

Поради спецификата на производственото направление и изискванията за екологична чистота и високо

Due to the specificity of the production and the requirements for ecological purity and high quality of качество на продукцията, целта на това изследване е изолиране на патогена от болни растения стевия и тестване на нестандартни средства за ограничаване растежа и спорообразуването му.

production, the aim of this study is to isolate the pathogen from infected stevia plants and to test non-standard means of limiting its growth and spore formation.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследването е проведено през периода 2016-2017г., в лабораторията по фитопатология, на катедра „Растителна защита, ботаника и зоология“ към факултета по „Природни науки“ на Шуменски университет. Обекти на изследване са любезно предоставените от научните работници от Земеделски институт - гр. Шумен – болни растения от стевия със симптоми по листния апарат и кореновата система, при естествен фон на развитие на алтернариозата.

Изолирането е по утвърдените фитопатологични методи, върху среда на Чапек (СЧ) и картофено декстрозен агар (КДА). Съхранението на изолатите е в термостат, при температута 22-24 градуса.

В лабораторията по фитопатология на Шуменски университет е изпитано биологичното действие на природни вещества от растителен произход – в различни дози, добавени в хранителната среда за култивиране. Това са екстракти, в съотношение дрога/вода – 1/1 от следните растения: обикновенна мащерка (*Thymus vulgaris*) – цвят, в доза 2 ml за 1 литър хранителна среда; топола (*Populus ssp*.) – листа, в доза 1.5 ml за 1 литър хранителна среда; киселец (*Rumex obsitifolius*) – листа, в доза 2 ml за 1 литър хранителна среда; синап (*Sinapis alba*) – листа и стъбла, в доза 1.5 ml за 1литър хранителна среда; еталон е фунгицидът – Шампион ВП (меден хидроокис) в доза 0,15 %/l среда и контрола – чиста хранителна среда (Таблица 1).

MATERIAL AND METHODS

The study is conducted in the Laboratory of Phytopathology of the Department of Plant Protection, Botany and Zoology at the Faculty of Natural Sciences of the University of Shumen in the period 2016-2017. Research samples are kindly provided by the scientists of the Shumen Agricultural Institute – infected stevia plants, with symptoms manifested on the foliar apparatus and the root system, within a natural background of alternariosis.

Isolation is based on established phytopathological methods, in Chapek medium (ChM) and potato dextrose agar (PDA). The storage of the isolates is in a thermostat, at a temperature of 22-24 degrees.

In the laboratory of phytopathology of Shumen University the biological effect of natural substances of plant origin is tested – different doses "added to the nutritional environment for cultivation". These are extracts in a drug/water ratio of 1/1 of the following: thyme (*Thymus vulgaris*) – flowers, in dose 2 ml for 1 liter nutritional medium; poplar (*Populus* ssp.)– leaves, in dose 1.5 ml for 1 liter nutritional medium; sorrel (*Rumex obsitifolius*) – leaves, in dose 2 ml for 1 liter nutritional medium and mustard (*Sinapis alba*) – leaves and stems, in dose 1.5 ml for 1 liter nutritional medium; standard – Champion VP (copper hydroxide) in dose 0,15 %/l environment; control – pure nutrient medium (Table 1).

Таблица 1. Средства за контрол на *Alternaria alternata*
Table 1. Means of control for *Alternaria alternata*

Варианти Variants	Използван екстракт в хранителна среда Used extract in nutrive medium
1	Обикновенна мащерка (*Thymus vulgaris*) – цвят, в доза - 2ml/l Thyme (*Thymus vulgaris*) – flowers, at a dose - 2ml/l
2	Топола (*Populus ssp*.) – листа, в доза -1.5ml/l Poplar (*Populus ssp*.) – leaves, at a dose -1.5ml/l
3	Киселец (*Rumex obsitifolius*)- листа, в доза - 2ml/l Sorrel (*Rumex obsitifolius*) – leaves, at a dose - 2ml/l
4	Синап (*Sinapis alba*) -листа и стъбла, в доза 1.5ml/l Mustard (*Sinapis alba*) - leaves and stems, at a dose - 1.5ml/l
5	(Еталон) Шампион ВП, / $Cu(OH)_2$ / в доза 0,15%/l Standard – Shampion BP, /$Cu(OH)_2$ / at a dose 0,15%/l
6	(Контрола) – чиста хранителна среда Control – pure nutritive medium

Лабораторният опит се състои от 2 теста (за установяване растежа на мицела – при култивиране на посявките за 7 дни, с трикратно отчитане; за установяване % покълнали спори – при култивиране на посявките за 48 часа, с трикратно отчитане), всеки тест съдържа гореописаните идентични варианти от изпитаните средства, въведени върху твърда хранителна среда – картофено-декстрозен агар (КДА) в съответните концентрации в шест повторения. Тестовете са извършени върху посявки от изолат от листа.

The laboratory test consists of 2 tests (for detection of mycelial growth – for cultivation of the 7 days, with three counts, for the determination of % sprouted spores – 48 hours for the cultivation of the seeds with three counts), each of which contains the above-described ideal variants of the tested agents, introduced on a solid nutritional medium – potato-dextrose agar (PDA) in the respective concentrations in six repetitions. Tests were performed on leaf isolated cultures.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Резултатите от Таблица 2, показват принадлежността на получените изолати, съответно: изолат А11(от коренище) и изолат А22 (от листа) към един и същ патоген – *Alternaria alternate* f.ssp. stevae*.* Подобни описания за тези патогени се съобщават от Maiti et al. (2006).

RESULTS AND DISCUSSION

The results of Table 2 show the affiliation of the resulting isolates, respectively: isolate A11 (from rhizome) and isolate A22 (from leaves) to the one and the same pathogen – *Alternaria alternate f.ssp.stevae*. Similar descriptions of these pathogens are reported by Maiti et al. (2006).

Таблица 2. Описание на изолати от *Alternaria alternate* f.ssp.
Table 2. Description of isolates from *Alternaria alternate* f.ssp.

Хранителна среда Nutrient media	*Alternaria alternate f.ssp. stevae* (изолат A11) (isolate A11)				*Alternaria alternate f.ssp. stevae* (изолат A22) (isolate A22)			
	Мицел Micel			Кълняемост на спорите Germination of spores	Мицел Micel			Кълняемост на спорите Germination of spores
	Структура Structure	Плътност Density	Цвят Color		Структура Structure	Плътност Density	Цвят Color	
КДА PDA	ВС AS	+++	ТС DG	++	ВС AS	+++	ТС DG	+
СЧ ChM	В A	+	ТС DG	+	В A	+	ТС DG	++
ОА OA	ВС AS	+++	СЧ LB	+++	ВС	+++	СЧ LB	+++
КА PA	С S	++	ТС DG	++	С S	++	ТС DG	+++

Ключ за таблица 2.
Key for table 2.

Структура на мицела *Micel structure*	В-въздушен A-aerial	ВС-въздушно субстратен AS-air-substrate	С-субстратен S-substrate	
Плътност Density	+++ висока high	++ средна average	+ слаба weak	
Цвят Color	ТС-тъмно сив DG-dark gray	СЧ-светло черен LB-light black		
Кълняемост на спорите Spore germination	+++ висока степен high degree	++ средна степен average degree	+ слаба степен; weak degree	(-) не образува does not form
Хранителна среда Nutrient media	КДА-картофено-екстрозен агар PDA-potato dextrose agar	СЧ-среда на Чапек ChM-Chapek media	ОА-овесен агар OA-oats agar	КА-картофен агар PA-potato agar

В Таблица 3 са представени резултатите от тестовете за влиянието на растителни отвари върху растежа и кълненето на спорите. Според резултатите, най-силно влияние върху растежа оказват отварите от мащерка 2 ml/l; топола - 1.5 ml/l и синап - 2 ml/l. Най-силно е потискането при добавяне на екстракт от топола - измерен е диаметър на колонията - 3.76 cm. Потискането спрямо контролния вариант е 21.6%. Този ефект е следван от: обикновена мащерка (диаметър на колонията - 4.56 cm, и ефект на потискане спрямо контролата - 5.21%); синап (диаметър на колонията - 4.79

Table 3 presents the results of tests on the influence of plant decoction on spore growth and sprouting. The results show that the 2 ml/l thyme, poplar-1.5 ml/l and mustard - 2 ml/l extract have the greatest impact on the growth.

The strongest effect of inhibition is when adding poplar extract - the diameter of the colony is measured - 3.76 cm. The inhibition in comparison with the control sample is 21.6%. This effect is followed by: thyme (colony diameter - 4.56 cm and suppression effect with regard to control - 5.21%); mustard (colony diameter - 4.79 cm) and suppression effect with regard to cm, и ефект на потискане спрямо контролата - 1.05%). Екстракта от киселец не показа, потискащ ефект, представен с измерените диаметри.

control - 1.05%). The extract of sorrel does not show a suppressive effect, based on the measured diameters.

Таблица 3. Влияние на различни растителни екстракти върху *Alternaria alternate* f.ssp. Stevae

Table 3. Influence of plant extracts on *Alternaria alternate* f.ssp. Stevae

Растителни извлеци Plant extracts	Мицел / Micel				Покълване на спорите / Spore germination					
	Диаметър на мицелната колония Diameter of the mycelium colonies (cm)	Relat. %	Нарастване Growth cm/24h	Relat.%	24 h		36 h		48 h	
					%	Relat. %	%	Relat.%	%	Relat.%
Thymus vulgaris- 2 ml/l	4,56***	94,79	1,06	84,80	38,0	98,0	54,2	98,6	65,0	92,9
Populus ssp.- 1.5 ml/l	3,76***	78,40	1,03	82,4	37,5	97,0	53,0	96,4	63,5	90,7
Rumex obsitifolius 2 ml/l	4,90	102,9	1,28	102,4	39,0	101,0	55,0	100,0	68,9	98,4
Sinapis alba-2ml/l	4,79	98,95	0,90	72,0	38,7	100,0	55,2	101,0	70,1	100,0
Контрола Control	4,80	100,0	1,25	100,0	38,7	100,0	55,0	100,0	70,0	100,0
Еталон Standard	3,70***	77,08	0,85	68,0	23,1	60,0	25,5	46,04	26,5	37,8
GD 1%	0,14	2,6	0,08	4,0	0,14		0,12		0,14	
GD 0.1%	0,16	4,8	0,10	5,3	0,19		0,16		0,19	
P%	0,67		0,71		0,67					

Данните от Таблица 3 са категорични,че определеният ефект на потискане общия растеж на мицелните колонии, при добавяне на растителни отвари в средата за култивиране,не може да бъде компенсиран от ефекта при добавяне в средата на фунгицида Шампион ВП, в концентрация 0.15%. Измереният диаметър на колонията е 3.70 cm и представлява 77.08% спрямо диаметъра върху контролния вариант (чиста среда).

По отношение влиянието върху скоростта на нарастването на мицела, с много малки изключения, ефекта се повтаря. Най-силен потискащ ефект е

The data in Table 3 show clear that the determined effect of suppression of the total growth of mycelial colonies upon addition of plant effluents to the culture environment cannot be offset by the effect of adding fungicide Champion BP to the media at a concentration of 0.15%. The measured colony diameter is 3.70 cm and represents 77.08% of the diameter of the control sample (pure medium).

In terms of the effect on the speed of the mycelial growth, with very few exceptions, the effect is repeated. The strongest suppressive effect is reported отчетен: за фунгицида Шампион ВП - 32% спрямо контролата, следван от синап - 18% спрямо контролата, топола - 17.6% спрямо контролата и обикновена мащерка - 15.2%.

Покълването на спорите за всички варианти е максимално след 36-я час. Потискане на покълването на спорите е установено още след 24-я час. Най-силно то е за фунгицида Шампион ВП - 60 % спрямо контролата, следван от, топола - 97% спрямо контролата и обикновената мащерка - 98%. След 36-я час ефекта на подтискане леко се засилва по отношение на същите варианти. След 48-я час, при всички варианти се отчита подтискане на покълването на спорите. Извлекът от киселец не влияе върху растежа на мицела, но подтиска покълването на спорите, което се наблюдава след 48-я час.

for fungicide Champion BP - 32% vs. the control sample, followed by the mustard - 18% vs. the control sample, poplar - 17.6% vs. the control one and thyme - 15.2%.

The spores germination time for all variants is maximum after 36 hour. The suppression of the germination of spores is observed after 24 hours. The most powerful: for fungus Champion BP-60% vs. control, followed by poplar - 97% vs. control and thyme - 98%.

After 36 hours, the suppression effect slightly increases with respect to the same samples. After 48 hours, all variants report suppression of spores germination. The sorrel extract does not affect mycelial growth but suppresses spore germination, which is observed after 48 hours.

ИЗВОДИ

Растителните извлеци от топола (*Populus ssp.*) в съотношение (вода:листа – 1:1), и обикновена мащерка (*Thymus vulgaris)* (вода:цвят – 1:1), приложени в доза 1,5 и 2.0 ml/l подтискат растежа на мицела и покълването на спорите на *Alternaria alternata* f. ssp. Stevae.

Растителният извлек от киселец (*Rumex obsitifolius)* в съотношение (вода:листа – 1:1) в доза 2,0 ml/l, подтиска покълването на спорите, но няма подтискащ ефект по отношение растежа на мицела.

Подтискащите ефекти на изпитаните извлеци не компенсират ефекта от фунгицида Шампион (77% $Cu(OH)_2$ – 50% Cu).

CONCLUSIONS

The use of plant extract from poplar (*Populus ssp.*) (water: leaves – 1:1) and common thyme (*Thymus vulgaris*) (water:flowers – 1:1) applied at doses of 1.5 and 2.0 ml/l, suppress the growth of mycelium and the germination of spores of *Alternaria alternata* f. ssp. Stevae.

The extract of sorrel (*Rumex obsitifolius*) in a ratio (water: leaves – 1:1) at a dose of 2.0 ml/l suppresses spore germination but has no inhibitory effect on mycelium growth.

The suppressing effects of tested extracts do not compensate for the effect of the Champion’s fungicide (77% $Cu(OH)_2$ – 50% Cu).

БЛАГОДАРНОСТИ

Това изследване е реализирано по проект №РД-08-120/06.02.2018, финансиран от ШУ „Епископ Константин Преславски“.

ACKNOWLEDGEMENTS

The investigation is financed under project №РД-08-120/06.02.2018, by paragraph - Scientific Research‖ of University of Shumen - Konstantin Preslavsky.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Andreeva, M. and K. Tanova**, 2010. Effects of biologically active substances of growth and development Alternaria alternatae. Polzuvanovskiy vestnik, № 4, 36-40, Barnul (Ru).

2. European Commission, 1999. Opinion on Stevioside as a Sweetener, Scientific Committee on Food (CS/ADD/EDUL/167 final, 17 June.

3. **Geuns Jan M.C.**, 2004. Introduction and presentation of the European Stevia Research Center. In: Proceedings of the first symposium "Safety of stevioside" Leuven, April 16, 2004. Euprint Ed., Parkbosstraat Belgium, pp.127.

4. **Ishiba, C., T. Yokoyama and T. Tani**, 1982. Black spot disease of Steviae caused by Alternaria steviae, new species. *Annals of the Phytopathological Society of Japan*, 48, 44-50.

5. **Krumov, I. and Y. Slavova**, 1984. Possibilities for accelerated vegetative propagation of stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) *in vitro*. Izvestiya na Darzhaven komitet za nauka i tehnicheski progress, №19, 67-72 (Bg).

6. **Maiti, C. K., S. Sen, R. Acharya and K. Acharya**, 2006. First report of Alternaria alternata causing leaf spot on Stevia rebaudiana, New Disease Reports, http://www.bspp.org.uk/ndr/jan2007/2006-70.asp

7. **Nikolova, D., B. Bankova et al.**, 1994. Separation and quantitation of stevioside and rebaudiside A in plant extracts by normal – phase high performance liquid chromatography and thin – layer chromatography: A comparison. *Phytochemical Analysis*, 5(2), 81-85.

8. **Slavova, J., D. Nenkova and I. Ivanova**, 2003. Study on the influence of the substance of benzymidazol upon *Stevia rebaudiana* Bertoni, cultivated *in vitro*. *Bulg. J. Agric. Sci*., 9(2), 225-228.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2018, 21 (6), 224-229 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Изследване на микробиологията на водата на р. Мируша (Гниляне, Косово) през летния сезон на 2013 г.

Кемал Куртеши[1], Кимет Луга[1]*, Шенаси Алиу[2], Мухарем Исмаили[3], Лаура Мезини[4], Самир Мулаку[5], Агрон Красники[5], Иљмије Власаку[6], Лиън Уебсдейл[7]

[1]Катедра по биология, Факултет по естествени науки, Университет на Прищина, Косово
[2]Независим експерт по растения, Сен Гален, Швейцария
[3]Микробиологичен институт "Vifor International", Санкт Гален, Швейцария
[4]Катедра по биология, Факултет по естествени науки, Университет на Аргирокастро, Албания
[5]Магистърска степен, Катедра по Химия, Факултет по естествени науки, Университет на Прищина, Косово
[6]Държавен съветник в Министерство на земеделието, Македония
[7]Грийн Колидж, Тринити Колидж, Дъблин, Ирландия

Microbiological investigation in waters of river Mirusha (Gjilan, Kosovo) during summer season of 2013 year

Kemajl Kurteshi[1], Kimete Lluga[1]*, Shenasi Aliu[2], Muharrem Ismaili[3], Laura Mezini[4], Samir Mulaku[5], Agron Krasniqi[5], Ilmije Vllasaku[6], Leanne Websdale[7]

[1]Department of Biology, Faculty of Natural Sciences, University of Prishtina, Kosovo
[2] Independent expert of plants, St. Gallen, Swiss
[3]Microbiological Institute "Vifor International" St.Gallen, Switzerland
[4]Department of Biology, Faculty of Natural Sciences, University of Gjirokastra, Albania
[5] Master study , Department of Chemistry , Faculty of Natural Sciences, University of Prishtina, Kosovo
[6]State advisor of Agricultural Ministry, Macedonia
[7]College Green, Trinity College, Dublin, Ireland
**E-mail: kimete.lluga@uni-pr.edu*

Received: 25.08.2018 *Accepted:* 19.12.2018 *Published:* 27.12.2018

РЕЗЮМЕ

Основната цел на настоящето изследване е да се проучи алгоценозата на водите на р. Мируша (Гниляне, Косово) през летния сезон на 2013 г. Пробите са взети от три местоположения.

Получените резултати са сравне-

SUMMARY

The main purpose of this paper is to analyze microbiologicaly the waters of the river Mirusha (Gjilan, Kosovo) during summer season of 2013 year. The samples taken at three localities.

The results obtained were

ни със стандартите на Световната здравна асоциация (WHO) и Агенцията за защита на околната среда (EPA) за вода за питейни нужди и възстановителни дейности.

Изследваните физико-химични характеристики са: мътност, pH, цвят, соленост, общо количество разтворени твърди вещества (TDS), проводимост и температура.

Получените резултати (бактериологични и физикохимични) не отговарят на стандартите на вода (за питейни и възстановителни нужди) на WHO и EPA.

Отчетен е висок брой от всички микроорганизми на всички местообитания. Въз основа на колиформните бактерии, според системата на Тъмплинг, водите на р. Маруша принадлежат към втори до трети клас замърсяване.

Ключови думи: микробиологично, река, Мируша, Гниляне

compared with WHO and EPA standards for drinking and recreational water.

Physicochemical parameters analysed are: Turbidity, pH, Colour, salinity, Total dissolved salts (TDS), conductivity, and temperature.

The obtained results (Bacteriological and Physicochemical) did not comply with standards (for drinking and recreational water) of WHO and EPA.

Registered the high number of all microorganism, at all locality. On base of coliform bacteria according to Tumpling system the waters of “Mirusha” river belongs at second to third class of pollution.

Key words: Microbiological, river, Mirusha, Gjilan

УВОД

Водните ресурси са от голямо значение за различни дейности като питейни нужди, напояване, аквакултура и производство на електроенергия. Значението на извършените хидроложки проучвания върху водите в Косово сега се признава в управлението на водните ресурси поради експлоатацията на сладководните ресурси.

Бактериологичното качество на водата традиционно се оценява чрез наблюдение на нивата на общи колиформи (TC) и фекални колиформи (FC).

Замърсяването на водите може да доведе до неблагоприятни последици за здравето на голям брой хора в предсказуеми периоди от време и се дължи на нарастването на населението, индустриалното развитие и урбанизацията (Martínez-Romero et al., 2009).

През последните години огромно внимание се отдели на замърсяването на почвата и водните ресурси и последвалото въздействие върху живота на много животни и хора. В същото

INTRODUCTION

Water resources are great significance for various activities such as drinking, irrigation, aquaculture and power generation. The importance of sustained hydrological studies on Kosovo waters is now recognized in water resource management due to exploitation of fresh water resources.

The bacteriological quality of water has traditionally been assessed by monitoring the levels of total coliforms (TC) and fecal coliforns (FC).

Water pollution can cause adverse health effects for a representative number of people over predictable periods of time and is due to population growth, industrial development and urbanization (Martínez-Romero et al., 2009).

In recent years, a tremendous amount of attention has been directed toward pollution of soil and water supplies and the subsequent effects on the life of many animals and human. Meanwhile, време, замърсяването на околната среда означава, че околната среда не е чиста и здравословна, което води до нежеланите последици. Водата, повсеместно химическо вещество, основно съставено от водород и кислород с молекулната формула на H20 (Parker et al., 2001); е най-евтината и най-универсална субстанция за човека, тъй като тя е първият сред всички фактори на околната среда, които влияят върху оцеляването на формите на живот, включително растения, животни и микроорганизми (Prescott et al., 1999; EPA, 1996).

pollution of the environment simple entails making the environment unclean and unhealthy by aiding unwholesome states or condition. Water, a ubiquitous chemical substance basically composed of hydrogen and oxygen with the molecular formula of H_2O (Parker et al., 2001); is the cheapest indispensable and most universal substance to man as it comes first among all the environmental factors that affect the survival of known forms of life including plants, animals and microorganisms (Prescott et al., 1999; EPA, 1996).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Пробите за бактериологичните анализи се събират в стерилизирана бутилка (100 ml) на дълбочина 10-20 cm под водната повърхност. Пробите са взети от четири местоположения по поречието на реката. Средствата, използвани за бактериологичния анализ на водата, включват хранителен агар (NA) за хетеротрофни бактерии, виолетово червен жлъчен агар общо за колиформните бактерии, ескулинов агар с жлъчка за *Streptococcus faecalis*, SS-агар за *Salmonella* и *Shigella* и картофено- декстрозен агар (за гъби). Всички хранителни среди са претеглени и подготвени съгласно спецификацията на производителя по отношение на дадената инструкция. Събраните проби са посети в хранителен агар за всеки вид бактерии. Културата се инкубира при 37°C, докато гъбите се инкубират при стайна температура, 20°C, в продължение на 5 дни.

MATERIAL AND METHODS

Samples for bacteriological analyses are collected in sterilized bottle (100 mL) at the depth of 10 -20 cm under the water surface. The samples taken at four localities along the river. The media used for the bacteriological analysis of water include nutrient agar (NA) for heterotrophic bacteria, Violet red bile agar total for coliform bacteria, Bile aesculin Agar for Streptococcus faecalis, SS-agar for Salmonella and Shigella, and potato dextrose agar (for fungi).

All the media used were weighed out and prepared according to the manufacture’s specification, with respect to the given instruction and direction. The collected samples seeded to selective nutrient agar for each species of bacteria. Culture incubated at 37 °C, while the fungi incubated at room temperature, 20°C, for 5 days.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

При всички проби се наблюдава наличие на микроби с общи колиформни бактерии, хетеротрофни бактерии, *Streptococcus faecalis*, *Salmonella* и *shigella* и гъбички.

Микробиологичният анализ на водата на р. Мируша е представен в Таблица 1.

RESULTS AND DISCUSSION

At all the samples showed presence of microbes with a total coliform bacteria, heterotrophic bacteria, *Streptococcus faecalis, Salmonella* and *shigella*, and fungi.

The microbiological analysis of the water of the river Mirusha presents in Table 1.

Общо колиформните бактерии от първото местоположение са 74 cfu/10 ml вода, докато на трето местоположение са 175 cfu/10 ml, което е повече от препоръчителната стойност.

По-високият брой на *Streptococcus faecalis* е открит и на третото местоположение (362 cfu/10), докато по-малък брой бактерии е установен на първото местоположение (63 cfu/10 ml).

По-малкият брой *Salmonella* и *shigella* (11 cfu/10 ml) е установен в първото местообитание, докато по-голям брой е регистриран на третото местоположение (55 cfu/10 ml).

По-голям брой на гъби е регистриран на третото местоположение (76 cfu/10 ml), докато по-малък е регистриран в първото местоположение (12 cfu/10 ml).

По-голям брой хетеротрофни бактерии е регистриран на третото местоположение (645 cfu/10 ml), докато на първото местоположение е регистриран по-малък брой (188 cfu/10 ml).

Наличието на група колоформи в тези водни проби обикновено предполага, че определена проба вода може да е замърсена с фекалии от човешки или животински произход. Може да присъстват по-опасни микроорганизми (Richman, 1997).

Total coliform bacteria at first locality was 74 cfu/10 ml water, while at third locality it was 175 cfu/10 ml, which was higher than the recommended value.

The higher number of Streptococcus faecalis detected also at third locality (362 cfu/10), while the lower number of bacteria detect at first locality (63 cfu/10 ml) .

The lower number of Salmonella and shigella (11 cfu/10 ml) is registered in first locality, while the higher number it is registered at third locality (55 cfu/10 ml).

The higher number of fungi is registered, at third locality (76 cfu/10 ml), while the lower number is registered in first locality (12 cfu/10 ml).

The higher number of heterotrophic bacteria is registered at third locality(645 cfu/10 ml), while at first locality is registered lower number (188 cfu/10 ml).

The presence of coliforms group in this water samples generally suggests that a certain selection of water may have been contaminated with faeces either of human or animal origin. Other more dangerous microorganisms could be present (Richman, 1997).

Таблица 1. Микробиологичен анализ на водите на р. Мируша през летния сезон на 2013 г.

Table 1. Microbiological analysis of waters of the river Mirusha, during summer season, 2013 year

Групи микроорганизми Group of microorganism	Количество анализирана вода Amount of analysed water	Местоположение Locality 1	Местоположение Locality 2	Местоположение Locality 3
Хетеротрофни бактерии Heterotrophic bacteria	10 ml	188	579	645
Общи колиформи Total coliform	10 ml	**74**	**129**	**175**
Streptococcus faecalis	10 ml	63	134	362
Salmonella and shigella	10 ml	11	45	55
Гъби/Fungi	10 ml	12	39	76

Въпреки това, големият брой колиформи, наблюдавани в това изследване, са индикация за фекално замърсяване от домашни птици

However, high coliform loads observed in this study is an indication of faecal contamination from the animals in the poultry that is constructed on the

(Pelczar, 1993; Odeyemi et al., 2011).

Данните показват високо ниво на общите жизнеспособни бактерии във водата в 3-то местоположение (55-645 CFU/10 ml). Тези данни показват неефективни процедури за пречистване във всички изследвани местоположения. Също така, стойностите надвишават международните допустими нива, особено в третото местоположение.

Общият брой бактерии за всички водни проби като цяло е висок, надхвърлящ границата от $1.0X10^2$ cfu/ml, което е стандартна граница за броя хетеротрофни бактерии в питейната вода (EPA, 2002). Високият общ брой хетеротрофни бактерии е показателен за наличието на високи органични и разтворени соли във водата.

Основните източници на тези бактерии във водата са животински и човешки отпадъци. Източниците на бактериално замърсяване включват повърхностни оттоци, пасища и други почвени зони, където се натрупват животински отпадъци.

Тези замърсители водят до най-високия брой бактерии в настощето изследване на р. Мируша.

pond which supplies poultry waste as feeds (Pelczar, 1993; Odeyemi et al., 2011).

The data indicated a high level of total viable bacterial counts in water at the 3 locality and were between (55-645 CFU/10 mL). These microbial findings indicate a non-efficient purification procedures in all locality studied. Also, these microbial counts were exceeding the international allowable levels especially in the third locality.

The total bacterial counts for all the water samples were generally high exceeding the limit of $1.0X10^2$ cfu/ml which is the standard limit of heterotrophic count for drinking water (EPA, 2002). The high total heterotrophic count is indicative of the presence of high organic and dissolved salts in the water.

The primary sources of these bacteria in water are animal and human wastes. These sources of bacterial contamination include surface runoff, pasture, and other land areas where animal wastes are deposited.

These contaminants are reflected in the highest bacterial load obtained in this study for the river Mirusha.

ИЗВОДИ

Установи се голямо замърсяване на водата с бактерии и гъбички според проби взети от речната вода, събрани от различни местоположения.

Въз основа на получените резултати се направиха следните заключения:

- Водите на р. Мируша са по-силно замърсени с бактерии на всички местоположения.

- Регистрира се по-голям брой на всички микроорганизми на всички места, особено на трето и второ местоположение.

Въз основа на колиформните бактерии, според системата на Тъмплинг, водите на р. Маруша принадлежат към втори до трети клас замърсяване.

CONCLUSIONS

Higher contamination of the water with bacteria and fungi was detected along the river samples collected from different localities.

Based on achieving results led us to conclude:

- The waters of water of river Mirusha it is higher polluted by bacteria at all localities.

- Registered the higher number of all microorganism, at all locality, notably in third and second locality.

On base of coliform bacteria according to Tumpling system the waters of “Mirusha” river belongs at third class of pollution

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA), 1996. Quality Criteria for water U.S. EPA, 440/9-76-023. Environmental Protection agency Washington D. C.
2. EPA, 2002. US Environment Protection Agency, Safe Drinking Water Act Ammendment http:// www. epa. gov/safe water /mcl. Html.
3. Manual for food and water, 5 th Ed, FAO ROME, 1: 20-26
4. **Martínez-Romero, A., K. Fonseca-Gómez, J.L. Ortega-Sánchez and C. Garcia-Lujan**, 2009. Monitoreo de la Calidad Microbiológica del Agua en la Cuenca Hidrológica del Río Nazas, México. Revista Química Viva, 1, 35-47.
5. **Odeyemi, A.T., A.C. Dada, O.J. Akinjogunla and O.R**. **Agunbiade**, 2011. Bacteriological, physicochemical and mineral analysis of water used in abattoirs in Ado-Ekiti, Southwest Nigeria. *J. Microbiol. Biotech. Res.*, 1(2), 14-20.
6. **Parker, W.I., I.R. Thompson and R.M**. **Melcer**, 2001. Fate of volatile organic compound in municipal activated sludge. *J. wat. Environ. Res.,* 65, 58-90.
7. **Pelczar, M.J.,** 1993. Microbiology of natural waters, drinking water and waste water. *Microbiol. Concepts Appl.,* 29, 821-823.
8. **Prescott, L.M., P.T. Harley and N.R**. **Klein**, 1999. Microbiology. 5th ed. pp. 510-527.
9. **Richman, M.**, 1997. Industrial Water Pollution. *Wastewater,* 5(2), 24-29.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2018, 21 (6), 230-236 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Изследване на алгоценозата на водите на р. Вардар през летния сезон на 2010 г.

Кемал Куртеши[1], Кимет Луга[1], Шенаси Алиу[2], Ибрахим Рамадани[3]*, Блерина Пупулеку[4], Агрон Красники[5], Самир Малуку[5], Иљмије Власаку[6]

[1]*Катедра по биология, Факултет по естествени науки, Университет на Прищина, Косово*
[2]*Независим експерт по растения, Сен Гален, Швейцария*
[3]*Катедра по биология, Факултет по естествени науки, Университет на Прищина, Косово*
[4]*Катедра по биология, Факултет по естествени науки, Университет на Елбасан, Албания*
[5]*Магистърска степен, Катедра по Химия, Факултет по естествени науки, Университет на Прищина, Косово*
[6]*Държавен съветник в Министерство на земеделието, Македония*

Investigation of algocenosis in waters of river Vardar during summer season of 2010 year

Kemajl Kurteshi[1], Kimete Lluga[1], Shenasi Aliu[2], Ibrahim Ramadani[3]*, Blerina Pupuleku[4], Agron Krasniqi[5], Samir Mulaku[5], Ilmije Vllasaku[6]

[1]*Department of Biology, Faculty of Natural Sciences, University of Prishtina, Kosovo*
[2] *Independent expert of plants, St. Gallen, Swiss*
[3]*Department of Geography, Faculty of Natural Sciences, University of Prishtina, Kosovo*
[4]*Department of Biology, Faculty of Natural Sciences, University of Elbasan, Albania*
[5]*Master study, Department of Chemistry, Faculty of Natural Sciences, University of Prishtina, Kosovo*
[6]*State advisor of Agricultural Ministry, Macedonia*
**E-mail: Ibrahim.ramadani*@uni-pr.edu

Received: 25.08.2018 *Accepted:* 19.12.2018 *Published:* 27.12.2018

РЕЗЮМЕ

Почти всички реки по света са урбанизирани и в тях се изхвърлят замърсители. Цел на настоящата статия е да изследва алгоценозата във водите по горното течение на р. Вардар (Македония) през летния сезон на 2010 г.

През периода на изследване са

SUMMARY

Almost all the rivers, all over the world, have been transformed into urban rivers, where the pollutants are discharged. The main purpose of this paper is to analyze the algocenosis in waters of uperstream part of river Vardar (Macedonia) during summer season of 2010 year.

During the investigation period we

установени 59 вида водорасли, които принадлежат към 4 разреда: *Cyanophyta (9 вида), Bacillariophyta (33 вида), Euglenophyta (5 вида)* и *Chlorophyta (12 вида). В алгоценозата преобладава Bacillariophyta (33 вида или 55.93%), следвани от Chlorophyta с 12 вида или 20.34%, Cyanophyta с 9 вида or 15.25 % и Euglenophyta с 8 вида или 8.47 %.*

Анализирани са физико-химическите характеристики, като температура, TDS, pH, соли.

Ключови думи: алгоценоза, река, Вардар, лято, Македония

noticed 59 species of algae, which belongs 4 division: *Cyanophyta (9 species), Bacillariophyta (33 species), Euglenophyta (5 species)* and *Chlorophyta(12 species)*. The algocenosis is dominate by Bacillariophyta (33 species or 55,93 %), followed by Chlorophyta with 12 species or 20.34 %, Cyanophyta with 9 species or 15.25 % and Euglenophyta with 8.47 %.

We analysed and physico-chemical parameters, such as: temperature, TDS, pH, salts.

Key words: algocenosis, river, Vardar, summer, Macedonia

УВОД

Проучването е пример за изследване на водни екосистеми, които са под въздействието на многобройни антропогенни фактори (селско стопанство, домакински и отпадъчни води).

Изследването на качеството на водата в процеса на наблюдаване на околната среда включва използване на химически, физически и биологични характеристики.

Органичното замърсяване възниква, когато големи количества органични съединения от много източници се отделят в течащите води, езера и морета. Органичните замърсители произлизат от битови отпадъчни води (сурови или третирани) или от градския отток, промишлени отпадъчни води и води от селското стопанство (Lobo et al., 2004).

INTRODUCTION

This research is an example of the study of aquatic ecosystems, that are under the impact of numerous anthropogenic factors (agriculture, livestock, domestic and waste water).

Investigation of water quality in the process of environmental monitoring involves the use of chemical, physical and biological parameters.

Organic pollution occurs when large quantities of organic compounds from many sources are released into the receiving running waters, lakes and also seas. Organic pollutants originate from domestic sewage (raw or treated), or urban run off, industrial effluents and farm water (Lobo et al., 2004).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Пробите са събрани от 3 места по протежение на р. Вардар през летния сезон на 2013 г.

Водните проби са събрани в стъклени шишета от 500 ml, 10 cm под водната повърхност със стандартни методи (Hindak, 1978). Проводимостта, pH, соли, TDS (Общо количество разтворени соли) са измерени на място с преносими инструменти (HACH). O_2 е измерен с преносими инструменти, ка-

MATERIAL AND METHODS

The samples were collected from 3 sampling sites, along the river Vardar during summer season of 2010 year.

Water samples were collected in 500 ml glass bottles, 10 cm beneath the water surface, using standard methods (Hindak, 1978). Conductivity, pH, salts, TDS (Total Dissolved Salts), were measured on site using portable instruments (HACH), O_2 was measured with portable instruments, such as, то уред за кислород (Hanna Instrument), а хранителните вещества (N, P, Si) са анализирани със стандартни методи (DEV, 1981).

С четка за зъби е свален епилитон от камъните. Горният слой от епипелон е взет чрез вакуумна система, след което е дозиран с капкомер (Sladeckova, 1962). Взе се проба епифитон от субстрата и се постави в пластмасови бутилки.

Кремъчните водорасли са изследвани с микроскоп Leica. С цифрова камера Fujifilm са заснети водораслите направо от пробата.

Почистване на кремъчни водорасли

Почистването на фрустули от кремъчни водорасли, подготовката на постоянни предметни стъкла за микроскоп и определянето им се извършват по методите на Krammer & Lange-Bertalot (1986-2001).

Идентификацията на водорасли бе извършена съгласно ключови думи: *Bacillariophyta*: Kramer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b).

Местоположение на изследването:

Реката извира до с. Вруток, няколко километра на север от гр. Гостивар в Република Македония. Минава през Гостивар, Скопие и при гр. Велес пресича границата с Гърция близо до гр. Гевгели.

Географски координати на р. Вардар в градуси, минути и секунди: ширина 40°30′27″N, дължина 22°43′3″E.

oxygenometer (Hana Instrument) and nutrients (N, P, Si) were analyzed by standard methods (DEV, 1981).

Epilithon was brushed from the stones using a toothbrush and the upper layer of epipelon was drawn up via a vacuum suction system and then pipetted (Sladeckova, 1962). Epiphyton was sampled from the substrate and placed in the plastic bottles.

The diatoms were examined using a Leica microscope, with a digital camera Fujifilm, which photographed the algae directly from the sample.

Diatoms cleaning

Cleaning of diatoms' frustules and the preparation of slides and their determination was done according to Krammer & Lange-Bertalot (1986-2001).

Diatoms' identification was done according to the keys: *Bacillariophyta*: Kramer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b).

Study area

The river rises at Vrutok, a few kilometers north of Gostivar in the Republic of Macedonia. It passes through Gostivar, Skopje and into Veles, crosses the Greek border near Gevgelija.

Geographical coordinates of river Vardar, in degrees minutes seconds: Latitude 40°30′27″N, Longitude 22°43′3″E.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

През периода на изследване са установени 59 вида водорасли, които принадлежат към 4 разреда: *Cyanophyta (8 вида), Bacillariophyta (30 вида), Euglenophyta (6 вида)* и *Chlorophyta (12 вида). В алгоценозата преобладава Bacillariophyta (33 вида или 55.93%), следвани от Chlorophyta с 21.43%, Cyanophyta с 15.25 % и Euglenophyta с 8.47 %.*

RESULTS AND DISCUSSION

During the investigation period we determined 59 species of algae, which belongs 4 division: *Cyanophyta (8 species), Bacillariophyta (30 species), Euglenophyta (6 species)* and *Chlorophyta(12 species)*. The algocenosis is dominate by Bacillariophyta (33 species or 55,93 %), followed by Chlorophyta with 21.43 %, Cyanophyta with 15.25 % and Euglenophyta with 8.47 %.

Разред *Bacillariophyta* е представен от 20 рода, следван от *Cyanophyta* с 6 рода, *Euglenophyta* с 2 рода и *Chlorophyta* от 3 рода.

Броят на видовете от едно местоположение е различен: на първото местоположение са установени 18 вида, на второто 31 вида, докато на третото местоположение са определени 29 вида. Както се забелязва на второто и третото местоположение има по-голям брой водорасли, отколкото на първото местоположение.

Водораслите Chlorophyta в проучвания период са в поддоминантна общност, те са регистрирани във всички изследвани части на реката. Разнообразието и разпространението на водораслите варира според вида на скалите в зависимост от техните физични и химични свойства.

При разред *Bacillariopyta*, род *Nitzschia* има 4 вида, следван от род *Navicula*, *Diatoma* и *Cymbella* с 3 вида. Други родове са представени с 2 или 1 вида.

Разред *Cyanopyta*, *Oscillatoria*, *Phormidium* и *spirulina* имат по-воск брой с 2 вида, докато друг род е представен с 1 вид.

Разред *Euglenopyta,* род euglena има по-висок брой с 4 вида.

Разред *Chloropyta*, род *Closterium* има 8 вида, *Cladophora* с 3 вида, докато *Stigeoclonium* има 1 вид.

През летния сезон, кремъчните водорасли са преобладаващата група от фитопланктон. Те представляват 55.93% от общата фитоценоза (Hambaryan et al., 2015).

Големите камъни имат стабилни колонии, докато малките могат да бъдат раздвижени по време на силно течение, така че разнообразието и богатството на флората намалява (Marker and Willoughby, 1988).

Lobo et al. (2004) описват *N. palea* като частично устойчив на замърсяване. В настоящето проучване обаче този вид има висок относителен брой

The division Bacillariophyta contain 20 genus, followed by Cyanophyta with 6 genus, Euglenophyta with 2 genus and Chlorophyta with 3 genus.

The number of species per locality is different: in first locality determined 18 species, in second determined 31, while at third locality is determined 29 species. As seen second and third locality has more number of algal species than first locality.

Chlorophyta algae in the studied period were in subdominant community, they were registered in all studied parts of the river. Diversity and productivity of algae vary from one rock type to another depending on the nature of the physical and chemical properties of the rock.

At division Bacillariopyta, the genera with higher number of species is Nitzschia with 4 species, followed by genera Navicula, Diatoma and Cymbella with 3 species. Other genera are represented with 2 or 1 species.

At division Cyanopyta, the genera with higher number of species is Oscillatoria, Phormidium and spirulina with 2 species, while other genus are presented with 1 species.

At division Euglenopyta, the genera with higher number of species is euglena, with 4 species.

At division Chloropyta, the genera with higher number of species is Closterium with 8 species, Cladophora with 3 species, while Stigeoclonium with 1 species.

In a summer season dominant group of phytoplankton were diatoms. They were 55.93 % of the total algal phytocenosis (Hambaryan et al., 2015).

Large stones are expected to have stable communities, whilst small ones may be so moved during periods of high flow that the flora diversity and richness is reduced (Marker and Willoughby, 1988).

Lobo et al. (2004) described N. palea as partially pollution tolerant. In this изобилие в места с еутрофикация. Много изследвания описват *N. palea* и *G. parvulum* като разпространени по цял свят, високо толерантни към замърсяване видове, особено еутрофикация и органично замърсяване (напр. Lange-Bertalot, 1979; Tapia, 2008).

study, however, this species had high relative abundance in eutrophic sites Many studies describe N. palea and G. parvulum as cosmopolitan, high pollution tolerant species, especially eutrophication and organic pollution (e.g. Lange-Bertalot, 1979; Tapia, 2008).

Таблица 1. Водорасли във водата на р. Вардар през летния сезон на 2010 г.
Table 1. Determined algae in waters of river Vardar during summer season of 2010 year

		Level of saprobity	Localities		
			1	2	3
59 вида/species					
	Разред / Divison Cyanophyta				
1	Anabaena inequalis (Born. et Fla.)		+		
2	Chroococcus cochaerens (Naeg.)			+	
3	Nostoc linckia (Born et Flah.)	β			+
4	Oscillatoria .formosa (Bory)	α	+	+	
5	Oscillatoria mirabilis (Böcher)				+
6	Phormidium ambigum (Gom.)			+	+
7	Ph. molle (Kützing)	β -α		+	
8	Spirulina platensis (Nordst.)Geitl.	β	+		+
9	Spirulina sp.			+	
9	Общ бр. видове и биоиндикатори от Cyanophyta за местообитание / Total number of species and bioindicators species of Cyanophyta per locality	4	3	5	4
33 вида/species	Разред / Division BACILLARIOPHYTA				
1	Achnantes hungarica(Gunow)	o		+	
2	Amphora lybica (Ehrenberg)		+	+	
3	Amphora normani (Rabenhorst)	o			+
4	Cocconeis pediculus (Ehrenberg)	o- β		+	+
5	Cocconeis placentula (Ehrenberg)	β		+	
6	Centronella reichelti(Voigt)		+	+	
7	Cyclotella ocellata(Pantoseck)				+
8	Cymatopleura solea (Brebisson)W.Smith	β -α		+	+
9	Cymbella affinis (Kützing)	o- β	+		
10	C.helvetica (Kützing)			+	
11	C.naviculiformis(Auerswald)Cleve	β	+	+	
12	Diatoma ehrenbergi Kützing				+
13	D.monoliforme (Kützing)			+	+
14	D.vulgaris (Bory)	β		+	
15	Epithemia adnata (Kützing)				+
16	Fragilaria ulna(Nitzh.)Lange-Bertalot		+		
17	Gomphonema parvaulum (Grunow)		+		
18	Gyrosigma acuminatum(Kützing)	β		+	
19	Melosira varians (Agardh)	β	+	+	+
20	Meridion circulare(Agardh)	o	+	+	
21	Navicula lanceolata(Agardh)Ehrenberg				+
22	Navicula radiosa (Kützing)	o- β		+	+
23	Navicula tripunctata(O.F.Müller)Bory				+
24	Nitzschia dissipata(Kützing)Grunow	o- β			+
25	N.palea (Kützing) W.Smith			+	
26	N. longissima				+
27	N. sigmoidea			+	
28	Pinnularia microstauron(Ehren.)Cleve	o		+	

29	Pinnularia viridis		+		
30	Rhoicosphenia abbreviata(Kützing)Grun	β	+	+	
31	Surirella angusta Kützing)	β			+
32	Synedra ulna(Nitzsch)Ehrenberg.	β	+	+	+
33	S.nana (Meister			+	+
33 вида/species	Общ бр. вид Bacillariophyta и биоиндикаторни видове за местообитание / Total number of species and bioindicators species of Bacillariophyta per locality	17	11	20	16
5 вида/species	Разред / Division EUGLENOPHYTA				
1	Euglena viridis (Ehrenbeg)	ρ - α			+
2	E.terricola (Dang.)Lemm				+
3	E.oblonga (Schmitz.)			+	+
4	E. intermedia(Klebs)Schmitz.	o- α		+	
5	Phacus hispidulus Lemm.		+		
5 вида/species	Общ бр. вид Euglenophyta и бр. биоиндикатори за местообитание / Total number of species and bioindicators species of Euglenophyta per locality	2	1	2	3
12 вида/species	Разред / Division CHLOROPHYTA				
1	Cladophora fracta(Roth) Kütz	β		+	
2	C.fracta var. lacustris (Roth) Kütz				+
3	C glomerata (L) (Kütz)	β	+		+
4	Closterium archerianum Cleve		+	+	
5	C attenuatum Ehreb.				+
6	C.gracilis (Breb.)			+	+
7	C. moniliferum Nitzsch	β		+	
8	C.parvulum Naegeli	β	+		
9	C.praelongum (Breb.)				+
10	C.striolatum Ehreb			+	
11	C. venus Kütz	β		+	
12	Stigeoclonium tenue Kützing	α			+
12 вида/species	Общ бр. вид Chlorophyta и бр. биоиндикатори за местообитание / Total number of species and bioindicators species of Chlorophyta per locality	6	3	6	6
59 вида/species	Общ бр. видове водорасли и биоинд. вида за летен сезон за местообитание / Total number of species of algae and bioindicators species during spring season per locality	29	18	33	29

ИЗВОДИ

За периода на изследване (летен сезон 2010) са установени 59 вида водорасли.

Преобладава вид Bacillariophyta с 33 вида, в сравнение с други разреди.

Установени са 29 биоиндикаторни вида, в които преобладават бета мезосапробните с 15 вида.

CONCLUSIONS

During the study period (summer season 2010) we identified 59 species of algae.

Dominated the Bacillariophyta by 33 species, compared with other divisions.

Determined 29 bioindicators species, dominated beta mesosaprob bioindicators species with 15 species.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Hambaryan, L. R., M. A. Nalbandyan and A. M. Poghosyan**, 2015. Peculiarities of Development of Phytoplankton as an Indicator of the Ecological State in Modern Hydrochemical Conditions of Masrik River. *American Journal of Environmental Protection*, 4(3-1), 44-50.
2. **Hindák, F.**, 1978. Sladkovodné riasy (Freshwater algae). Slovenské pedagogické nakladatel'stvo, Bratislava.
3. **Krammer K. and H. Lange-Bertalot**, 1986-2001. Bacillariophyceae. Teil 1-5. - In: Pascher A. (Ed): Suesswasserflora von Mitteleuropa. - Gustav Fischer Verlag, Stuttgart-New York.
4. **Krammer, K and H. Lange-Bertalot**, 1986. Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. in Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds) Süsswasser flora von Mitteleuropa, Band 2/1. Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, New York, pp. 876.
5. **Krammer, K and H. Lange-Bertalot**, 1988. Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. in Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds) Süsswasserflora von Mitteleuropa, Band 2/2. VEB Gustav Fischer Verlag: Jena, pp. 596.
6. **Krammer, K. and H. Lange-Bertalot**, 1991a. Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. in Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds) Süsswasserflora von Mitteleuropa, Band 2/3. Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, Jena, pp. 576.
7. **Krammer, K. and H. Lange-Bertalot**, 1991b. Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema, Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4. in Ettl, H., Gärtner, G., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds) Süsswasserflora von Mitteleuropa, Band 2/4. Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, Jena, pp. 437.
8. **Lange-Bertalot, H.**, 1979. Pollution tolerance of diatoms as criteria for water quality estimation. *Nova Hedwigia*, 64: 283-304.
9. **Lobo, E.A., V.L. Callegaro, C.E Wetzel et al.**, 2004. Water quality study of Condor and Capivara streams, Porto Alegre municipal district, RS, Brazil, using epilithic diatoms biocenoses as bioindicators. *Oceanol Hydrobiol Stud Pol*, 33: 77-93.
10. **Marker, A.F.H. and L. G. Willoughby**, 1988. Epilithic and epiphytic algae in streams of contrasting pH and hardness. In: Round F.E (ed) Algae and the aquatic environment. Biopress, Briston, pp. 312-325.
11. **Sladeckova, A.**, 1962. Limnogical Investigation Methods for the Periphyton (Aufwuchs) Community Botanical Review, 28(2), 286-350.
12. **Tapia, P.M.**, 2008. Diatoms as bioindicators of pollution in the Mantaro River, Central Andes, Peru. *Inter J Environ Health*, 2: 82-91.