Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2020, 23 (5), 108-117
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan
ISSN 1311-0489 (Print)
ISSN 2367-8364 (Online)

Въздействие на микротор Gumisil-D за повишаване на реколтата и качеството на гроздов сорт „Шардоне“

Наталия Каменева

Национална академия по хранителни технологии, Одеса, Отдел „Винени технологии и сензорен анализ“, ул. „Канатная“ 112, Одеса, Украйна

Effect of Microfertilizer Gumisil-D for Increasing of Harvest and Quality of Chardonnay Grapes

Natalia Kameneva

Odessa National Academy of Food Technologies, Department of Wine Technology and Sensory Analysis, 112 Kanatnaya Str., Odessa, Ukraine
E-mail: kamenevavin@gmail.com

Original scientific paper

РЕЗЮМЕ

Посочени са резултатите от влиянието върху добива и качеството на сорт „Шардоне“ при третиране на кореновата система с органоминерален микротор GumiSil-D. Установено е, че 3-кратното пръскане на лозята увеличава растежа на биологичната маса на надземната част на гроздовия храст. Добивът на грозде нараства с 15.2-26.8%, докато натрупването на захар в сока на плодовете се увеличава и киселинността му намалява. Нормата за приложение на микротор GumiSil-D от 60 ml/10 l бе най-ефективна, което увеличи с 44% повече контролата от нормата от 40 ml/10 l. Употребата на микротор доведе до увеличаване на вегетативната маса на храста. Площта на листната повърхност на храста в експерименталните варианти достига до 47.7 в сравнение с контролата с 49.8%. Чрез приложението на микротор GumiSil-D, качеството на гроздето е подобрено. По този начин, общата концентрация на захари в сока на плодове се покачва с 3-9.7% повече от контролата.

Ключови думи: „Шардоне“, грозде, микротор, захарност, добив

SUMMARY

The results of the influence on the yield and quality of the Chardonnay variety of root-dressing by the organomineral microfertilizer GumiSil-D were determined.

It is found that 3-fold spraying of the vineyards increases the growth of the biological mass of the above-ground part of the grape bush. The yield of grapes rises by 15,2-26,8%, while the accumulation of sugar in the juice of berries increases and its acidity decreases. The rate of consumption of microfertilizer GumiSil-D 60 ml/10 l was the most effective, which increased by 44% more control than the rate of 40 ml/10 l. The use of microfertilizer led to an increase in the vegetative mass of the bush. The area of the leaf surface of the bush in the experimental variants reached in comparison with the control by 47,7 - 49,8%. With the use of microfertilizer GumiSil-D, the quality of grapes was improved. Thus, the mass concentration of sugars in the juice of berries increased by 3-9.7% more control.

Key words: Chardonnay, grapes, microfertilizers, sugarness, yield

УВОД

Липсата на хранителни вещества и смилаеми форми на микроелементи в почвата води до понижаване на добива и до влошаване на качеството му, което е причина за появата на различни болести (Klein et al., 2000). При наличието на необходимото количество микроелементи, растенията са в състояние да синтезират пълен спектър от ензими, което позволява по-интензивно използване на енергия, вода и хранителни вещества (N, P, K) и съответно се получава по-висок добив (Kazemi, 2013).

Биологично обоснованите дози активни микроелементи, въведени независимо от състава на почвата, не влияят върху общото съдържание на микроелементите в почвата, но имат благоприятен ефект върху състоянието на растенията. Чрез тяхното използване не се допуска физиологично подтискане на растенията, което води до повишаване на тяхната устойчивост към различни заболявания, което като цяло повлиява върху увеличаване на количеството и качеството на реколтата (Gilmanov et al., 2013).

Въвеждането на микроторове върху вегетативни растения също е един от методите за приложението им. Стигайки до повърхността на листа, микроелементите проникват в тъканите и се включват в биохимичните реакции на метаболизма в растението. Този метод позволява значително да се увеличи степента на използване на микроелементите и да се осигури необходимия набор от микроелементи за растенията по време на формирането на репродуктивните органи (Abilfazova and Belous, 2016). Това води до обогатяване на микроелементи на растенията и позволява да се получи пълна реколта, което е важно за полагането на бъдещата реколта. Многобройните трудове по листно приложение на микроторове недвусмислено показват положителното влияние на този метод

INTRODUCTION

The lack of nutrients and digestible forms of microelements in the soil leads to a decrease in the crop yield and to a deterioration of its quality, that is the cause of the appearance of various diseases (Klein et al., 2000). In the presence of the necessary amount of trace elements, plants are able to synthesize a full spectrum of enzymes, which will allow more intensive use of energy, water and nutrition (N, P, K), and, accordingly, get a higher yield (Kazemi, 2013).

Biologically substantiated doses of active microelements, introduced independently of the soil composition, do not affect the total content of trace elements in the soil, but have a beneficial effect on the state of plants.

When using them, the state of physiological depression in plants is excluded, which leads to an increase in their resistance to various diseases, which will generally affect the increase in the quantity and quality of the crop (Gilmanov et al., 2013).

The introduction of microfertilizers on vegetative plants is also one of the methods of their application. Getting to the surface of the leaf, microelements penetrate into its tissues and are incorporated into biochemical reactions of metabolism in the plant. This method allows to significantly increase the utilization rate of microelements and provide plants with the necessary set of trace elements during the formation of reproductive organs (Abilfazova and Belous, 2016).

This leads to the enrichment of microelements of plants and allows you to receive a full crop and, importantly, the laying of a future crop.

The numerous works on foliar application of microfertilizers unequivocally show the positive influence of this method on the

върху добива и качеството на земеделските култури, гроздето, плодовете (Abasheeva et al., 2003; Borovik, 2012; Sima and Mohsen, 2014; Zubkova and Gulidova, 2015; Kameneva and Tkachenko, 2019)

Особеностите на гроздовата култура налагат отпечатък върху употребата на препарати с биологична активност. Най-голямата нужда от торене при гроздето е преди цъфтежа, по време на обвързването и преди узряването на плодовете. Необходимо е да се тори преди цъфтежа, когато храстът изразходва по-голямата част от хранителните вещества, при образуване на съцветия.

Целта на изследването бе 1) да се определи ефектът на органоминерален микротор GumiSil-D върху добива и качеството на гроздов сок „Шардоне“ и 2) да се изследват най-ефективните норми на приложение на изследвания препарат в условията на Южна Украйна.

yield and quality of agricultural crops, grapes, fruit (Abasheeva et al., 2003; Borovik, 2012; Sima and Mohsen, 2014; Zubkova and Gulidova, 2015; Kameneva and Tkachenko, 2019)

The peculiarities of grape culture impose an imprint on the use of drugs with biological activity.

The grapes require the greatest need for fertilizing before flowering, during the tying and before the ripening of berries. It is very necessary to fertilize before flowering, when the bush spends most of the nutrients, when forming inflorescences.

The aim of research was 1) to determine the effect of organomineral microfertilizer GumiSil-D on the yield and quality of the Chardonnay grape and 2) to investigate the most effective application rates of the studied drug in the conditions of the south of Ukraine.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Материали. Сорт „Шардоне“ е избран за експеримента поради широкото му разпространение в лозаровинарските райони на Украйна (3-то място след сортове „Алиготе“ и „Каберне Совиньон“). През 2017 г., метеорологичните условия в южната част на Украйна бяха доста сложни. Зимата беше студена, много от лозята замръзнаха. Летните метеорологични условия също не могат да се нарекат благоприятни за добра реколта по отношение на количеството. В продължение на три месеца няма редовни дъждове, така че реколтата обикновено е ниска. Реколтата е прибрана на 14 август 2017 г. Полученото грозде е преработено за бели пенливи вина.

GumiSil-D (за овощни градини и лозя) е сложен органичен тор, базиран на калиев хумат от естествени суровини (ситен торф). Торът се използва за обработка на семеначета, листно торене и пръскане.

MATERIAL AND METHODS

Materials. Chardonnay was chosen for experiment due to prevalence of variety across Ukrainian wine regions (the 3d place after Aligote and Cabernet Sauvignon). In the year of 2017, the weather conditions in the south of Ukraine were rather complicated.

The winter was cold, many of the vineyards froze. Summer weather conditions also can not be called favourable for a good harvest in terms of volume, in fact there are actually no normal rains for three months, so the harvest is usually low. Harvest was on August 14, 2017. Grapes were obtained for processing for making white sparkling wines.

"GumiSil-D" (for orchards and vineyards) is a complex organic fertilizer based on the humate of potassium from natural raw materials (low peat). Fertilizer is used for the processing of seedlings, foliar fertilizing and spraying.

Схема на опита: вариант 1 - контрола (вода); вариант 2 - листно приложение с доза GumiSil-D от 40 ml/10 l; вариант 3 - листно приложение с доза GumiSil-D от 60 ml/10 l.

Храстите са третирани с воден разтвор на органоминерален микротор на фирма GumiSiL с наименование GumiSil-D в норма от 40 и 60 ml/10 литра вода във времевата рамка: 2 дни преди цъфтежа - I период (01.07.2017), във фазата на растеж на плодовете II (20.07.2017) и в началото на узряване на плодовете - III (29.08.2017).

По време на вегетационния период са проведени фенологични наблюдения на изследваните обекти и бе регистрирано началото на фази на цъфтеж, узряване и техническа зрялост. След спиране на вегетативния растеж на храстите се извършват биометрични измервания, като определяне на листната повърхност, годишен прираст според линейно и обемно измерване. Условията за прибиране на реколтата се установяват въз основа на динамиката на показателите за обща концентрация на захари, титрирани киселини, са установени при прибирането на реколтата.

Химически методи. Хидрометричният метод за определяне на общата концентрация на захар в гроздовия сок е въз основа на пряката зависимост на теглото на гроздовата мъст от общата концентрация на захар в нея. Според показанията на хидрометъра, общата концентрация на захар е установена при температура до 20°C.

Определянето на титруемата киселинност се извършва чрез добавяне на основи (титруване) към проби от гроздова мъст или вино, докато настъпи момент на неутрализация, която се показва от промяната на цвета на индикатора. За титрацията е използван разтвор от натриев хидроксид. С концентрация на основа от 0,1 N, титруемата киселинност g/dm^3 изчислена

Scheme of experience: option 1 - control (water); option 2 - foliar dressing with GumiSil-D drug rate of 40 ml/10 l; option 3 - foliar dressing with GumiSil-D drug rate of 60 ml/10 l.

The bushes were treated by an aqueous solution of organomineral microfertilizers from enterprise "GumiSiL" named GumiSil-D at the rate of 40 and 60 ml/10 liters of water in the time frame: 2 days before flowering - I period (01.07.2017), in the growth phase of berries II (20.07.2017) and at the beginning of ripening berries-III (29.08.2017).

During the growing season, phenological observations were carried out on the sites under study and the onset of phases of flowering, maturation, and technical maturity was recorded. After stopping the vegetative growth of the bushes, biometric measurements are carried out such as the determination of the leaf surface, the annual increment in the linear and volumetric measurement. Terms of harvesting are established, based on the dynamics of indicators of mass concentration of sugars, titrated acids, pH, sensory properties of grapes. The number and average weight of the bunch are taken into account when harvesting.

Chemical methods. The hydrometric method for determining the mass concentration of sugar in the juice of grapes is based on the direct dependence of the gravity of grape must on the mass concentration of sugar in it. According to the hydrometer readings, brought to a temperature of 20°C, a mass concentration of sugar is found.

The determination of the titratable acidity is carried out by adding alkali (titration) to the wort or wine sample until the moment of neutralization occurs, as indicated by the colour change of the indicator.

For titration use a solution of caustic sodium. Concentration of alkali 0.1 N. the titratable acidity g/dm^3 is calculated according to the

по формулата T = *a* • * *K* * • *0.0075* * • *100*, където *a* е количество алкали в ml, употребено за титруване на 10 ml вино; K - корекция към алкална нормалност.

Статистически данни Най-малка значима разлика (LSD) е използвана за да се определи съществеността на разликите между вариантите на експеримента.

За да се оцени значимостта на определените разлики, са изчислени следните стойности:

- грешка на средната аритметична: $S_x = \sqrt{S^2}/n$
- стандартно отклонение: $S_d = \sqrt{2S^2}/n$

LSD показва максималната грешка за разликата на две примерни средни стойности. Ако действителната разлика е значителна, при $d \geq 0.5$, за $d \leq HCP_{0.5}$ е несъществена.

formula *T = a* • * *K* * • *0.0075* * • *100*, where *a* is the amount of ml of alkali that has gone to titration with 10 ml of wine; *K* - correction to alkali normality.

Statistical data. The Least Significant Difference (LSD) was used to determine the essentiality of the differences between the variants of the experiment.

To assess the significance of particular differences, the following values were calculated:

- the generalized error of the mean: $S_x = \sqrt{S^2}/n$
- mean difference error: $S_d = \sqrt{2S^2}/n$

LSD indicates the maximum error for the difference of the two sample means. If the actual difference is significant, when $d \geq 0,5$, for $d \leq HCP_{0,5}$ is inessential.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Даден метод се избира спрямо биологичните характеристики на всеки сорт, според силата на растеж на храстите или от едногодишния прираст и съответно повърхността на листа, степента на производителност, които в крайна сметка определят възможността за получаване на голяма реколта в зависимост от условията през съответната година и създаването на подходящи предпоставки за нормален растеж и плододаване на гроздето през следващия вегетационен сезон (Таблица 1).

RESULTS AND DISCUSSION

The appropriateness of the application of a given method to the biological characteristics of each variety is determined by the growth force of the bushes, or by the development of a one-year increment, and accordingly the leaf surface, the magnitude and productivity, which ultimately determine the possibility of obtaining a high and conditional harvest this year and the creation of appropriate prerequisites for normal growth and fruiting of the grape plant in the next growing season (Table 1).

Таблица 1. Въздействие на органоминерален микротор GumiSil-D върху растежа и развитието на винен сорт „Шардоне“, 2017
Table 1. Effect of organomineral microfertilizer GumiSil-D on the growth and development of the Chardonnay grapes, 2017

Проба Sample	Брой летораст на храст Number of shoots per bush	Диаметър на листна петура Sheet diameter, cm	Повърхност на листа Area of leaf surface of the bush		Средна дължина на летораст Average length of shoots, cm	Диаметър на летораст Diameter of the shoot, mm	Обем на еднодишен прираст Volume of one-year increase	
			m^2	%			храст/bush, cm^2	%
Контрола (вода) Control (water)	16,5	15,5	8,46	100,0	147,6	9,4	1689,2	100,0
40 ml/10 l	18,1	16,0	12,48	147,7	168,2	10,0	2389,9	141,4
60 ml/10 l	16,2	16,3	12,67	149,8	191,4	10,0	2434,0	144,0
LSD_{05}					14,6			

Употребата на микротор доведе до увеличаване на вегетативната маса на храста. Наблюдава се увеличаване на диаметъра на листа, броя на листата, дължината и диаметъра на летораститe. Броят на листата в експерименталните варианти се увеличи до средно 34-37 броя. При контролния вариант броят на листата е 27.2 броя на летораст. При някои летораст броят на листата достига 50 или повече броя, което се дължи на големия брой оформени листни петури, които след това трябваше да бъдат премахнати.

Диаметърът на листа в експерименталните варианти варира от 10 до 19 cm. Средният диаметър на листа в експерименталните варианти е 16.0 и 16.3 cm, спрямо 15.5 cm при контролата.

Най-голямата листна повърхност на храст е наблюдавана във вариант, при който е използван микротор GumiSil-D с норма от 60 ml/10 l, при което увеличението е с 4.21 m^2 или с 47.7%. С листното приложение на микротор GumiSil-D при норма от 40 ml/10 l, листната площ на храста се увеличава в сравнение с контрола с 4.02 m^2 или с 49.8%.

Отбелязано е увеличението в дължината на летораста, отделните летораст в експерименталните варианти достигат дължина от 2.0 m или повече. Средната дължина на летораста при приложение на микротор GumiSil-D с норма от 40 ml/10 l се е увеличила с 20.6 cm повече от контрола, а при норма от 60 ml/10 l, съответно с 43.8 cm повече от контролата. Разликата във вариантите на експеримента е математически доказана чрез LSD05 = 27.4 cm.

Средният диаметър на летораста в експерименталните варианти е 10.0 спрямо 9.4 mm при контролата.

Най-голям едногодишен прираст на храст е получен във вариант, при който се използва микротор GumiSil-D с норма от 60 ml/10 l, с увеличение с 744.8 cm^3 или с 44% повече от контролата. С приложението на листно торене на грозде с микротор GumiSil-D,

The use of microfertilizer led to an increase in the vegetative mass of the bush. There was an increase in the diameter of the leaf, the number of leaves, the length and diameter of the shoots. The number of leaves in the experimental versions increased to an average of 34-37 pieces to escape. On the control variant, the number of leaves was 27.2 pieces per shoot. In some shoots, the number of leaves reached 50 or more pcs. to escape, this was due to a large number of formed stepsons, which then had to be removed.

The diameter of the sheet in the experimental versions varied from 10 to 19 cm. The average diameter of the sheet in the experimental variants was 16.0 and 16.3 cm, versus 15.5 cm at the control.

The largest area of the leaf surface of the bush was observed in the version where GumiSil-D microfertilizers were used with the norm of 60 ml/10 l, it increased by 4,21 m^2 or by 47,7%. With the application of foliar fertilizing with microfertilizer GumiSil-D, the norm of 40 ml/10 l of leaf area of the bush increased in comparison with the control by 4,02 m2 or by 49,8%.

An increase in the length of the shoot was noted, individual shoots in the experimental variants reached a length of 2.0 m or more. The average length of shoot with the use of microfertilizer GumiSil-D with a norm of 40 ml/10 l increased by 20.6 cm more than control and at a rate of 60 ml/10 l, respectively, by 43,8 cm more control. The difference in the variants of the experiment is mathematically proven by LSD^{05} = 27,4 cm.

The average diameter of the shoot in the experimental variants was the same and was 10,0 versus 9,4 mm in the control.

The greatest volume of one-year increment of the bush was obtained in the version where the GumiSil-D microfertilizer was used with the norm of 60 ml/10 l, it increased by 744,8 cm^3 or by 44% more control. With the application of foliar fertilizing of grapes with micro-

нормата от 40 ml/10 l увеличава годишния прираст със 700.7 cm^3 или с 41.4% повече от контролата.

В литературата се срещат данни за увеличението на добива под въздействието на различни регулатори на растежа до 30% (1-5).

Нашите експерименти показаха, че през първата година покачването в добива се случва само поради увеличаване на масата на грозда.

fertilizer GumiSil-D, the norm of 40 ml/10 l increased the annual growth by 700,7 cm^3 or by 41.4% more control.

In the literature, data are given on the increase in yield under the influence of various growth regulators up to 30% (1-5).

Our experiments showed that in the first year the increase in yield occurs only due to an increase in the mass of the bunch.

1 2 3

Фиг. 1. Гроздове от сорт „Шардоне“ при експериментални варианти, 2017
Fig. 1 Bunches of Chardonnay grapes according to experience options, 2017

Концентрация на GumiSil-D 1- 60 ml/10 l, 2- 40 ml/10 l, 3 – контрола
Concentration of GumiSil-D: 1- 60 ml/10 l, 2- 40 ml/10 l, 3 – control.

Експерименталните варианти показват, че количеството на гроздовете варира незначително, но теглото им в експерименталните варианти под въздействието на микротор GumiSil-D се променя значително.

Когато се използва микротор GumiSil-D с норма от 40 ml/10 l, теглото на грозда е 198.6 g, което е с 38.9 g повече в сравнение с контролата. Още по-голямо увеличение на теглото на грозда беше получено при увеличаване на нормата на въпросния микротор. Когато се използва микротор GumiSil-D с норма от 60 ml/10 l, теглото на грозда

The experiment variants showed that the quantity of bunches varies was insignificantly, however, the bunch mass in the experimental variants under the influence of the microfertilizer GumiSil-D changed significantly.

When using microfertilizer GumiSil-D with a norm of 40 ml/10 l, the mass of the bunch was 198,6 g, which is 38,9 g more compared to the control. An even greater increase in the mass of the bunch was obtained with an increase in the rate of consumption of the microfertilizer in question. The mass of the bunch with the use of GumiSil-D microfertilizer with a

е 211.2 g, което е с 51.5 g повече в сравнение с контролата. Разликата във вариантите на експеримента е математически доказана чрез LSD_{05} = 27.4 g (Таблица 2, Фигура 1).

norm of 60 ml/10 l was 211,2 g, which is 51,5 g more than the control. The difference in the variants of the experiment was mathematically proven by LSD_{05} = 27,4 g (Table 2, Figure 1).

Таблица 2. Въздействие на органоминерален микротор GumiSil-D върху добива и качеството на винен сорт „Шардоне“, 2017
Table 2. Effect of organomineral microfertilizer GumiSil-D on the harvest and quality of grapes of the Chardonnay variety, 2017

Проба Sample	Брой гроздове на храст Number of grapes on a bush	Тегло на грозд Bunch weight, g	Добив от храст Harvest from bush, kg	Продуктивност Productivity		Съдържание на захар в плодов сок Sugar content of berries juice g/dm^3	Титруема киселинност Titratable acidity of juice, g/dm^3	pH
				t/ ha	%			
Контрола (вода) Control (water)	14,9	159,7	2,38	9,15	100,0	186,2	11,8	3,22
40 ml/10 l	13,8	198,6	2,74	10,54	115,2	192,5	10,6	3,12
60 ml/10 l	14,3	211,2	3,02	11,60	126,8	204,4	9,6	3,10
LSD_{05}		27,4				4,8		

Най-висок добив от храст е получен във вариант, в който е използван микротор GumiSil-D с норма от 60 ml/10 l, с 3.02 kg/храст, което е с 0.64 kg/храст повече отколкото контролата. Спрямо хектарите с лозя, добивът при този вариант се е увеличил с 2.45 t/ha или с 26.8% повече в сравнение с контролата. При приложение на микротор GumiSil-D се получава добив от 2.74 kg/храст при норма от 40 ml/10 l, с 0.34 kg/на храст повече от контролата. Спрямо хектарите с лозя, добивът при този вариант се е увеличил с 1.39 t/ha или с 15.2% повече в сравнение с контролата (Таблица 2).

Натрупването на захари в гроздето е от голямо технологично значение. Този показател, като правило, определя периодът за събиране на гроздето, а също така прогнозира делът на производството на алкохола в бъдещите лозаро-винарски предприятия. Минималната стойност на захарите при сортове бяло грозде трябва да бъде най-малко 16.0 g/100 cm^3.

При приложение на микротор GumiSil-D с норма от 60.4 ml/10 l, концентрацията на захари е 204.4 g/dm^3, което е с 18.2 g/dm^3 повече в

The highest yield from the bush was obtained in the version where the microfertilizers GumiSil-D were used with a norm of 60 ml/10 l, it was 3,02 kg/bush, which is 0,64 kg/bush more than in the control. In terms of per hectare of vineyards, the yield in this variant increased by 2,45 t/ha or 26,8% more compared to the control. With the use of microfertilizer GumiSil-D, a yield of 2,74 kg/bush was obtained at a rate of 40 ml/10 l, and 0.34 kg/bush more control. In terms of per hectare of vineyards, the yield increased by 1,39 t/ha or 15,2% more than in the control (Table 2).

The accumulation of sugars in grapes is of great technological importance. This indicator, as a rule, determines the timing of the collection of grapes, and also predicts the volume fraction of alcohol in future wine materials. The minimum value of sugars in accordance with white grape varieties should be at least 16,0 g/100 cm^3.

The mass concentration of sugars with the use of GumiSil-D microfertilizer was 60,4 ml/10 l at a rate of 204,4 g/dm^3, which is 18,2 g/dm^3 more than control.

сравнение с контролата. При приложение на микротор GumiSil-D с норма от 40 ml/10 l, масовата концентрация на захари в сока от плодове се е увеличила с 6.3 g/dm^3 повече от контрола. Разликата във вариантите на експеримента е математически доказана чрез LSD_{05} = 4.8 g/dm^3.

При приложение на микротор GumiSil-D с норма от 60 ml/10 l, концентрацията на титруеми киселини е най-малка с 9.6 g/dm^3, което е 2.2 g/dm^3 под контролата. При приложение на микротор GumiSil-D с норма от 40 ml/10 l, масовата концентрация на титруеми киселини в плодовия сок намалява в сравнение с контрола с 1.2 g/dm^3 и възлиза на 10.6 g/dm^3.

Индексът на активна киселинност на pH влияе допълнително върху качеството на виното. Вино, получено от преработено грозде, е по-малко податливо на окисляване и е устойчиви на мътност.

В експерименталните варианти индексът на активна киселинност на pH е съответно 3.10 и 3.12 спрямо 3.22 на контролата, при приложение на микротор GumiSil-D с норми 60 и 40 ml/10 l.

Гроздето от експерименталните храсти е по-хармонично на вкус, което е естествено, тъй като се забелязва повисока захарност и по-ниска киселинност в сравнение с контролния вариант.

With the use of microfertilizer GumiSil-D with a norm of 40 ml/10 l, the mass concentration of sugars in the juice of berries increased by 6,3 g/dm^3 more than control. The difference in this variant of the experiment is not mathematically proven by LSD_{05} = 4,8 g/dm^3 .

The mass concentration of titrated acids with the use of microfertilizer GumiSil-D at a rate of 60 ml/10 l was the lowest, it was 9,6 g/dm^3, which is 2,2 g/dm^3 below the control. With the use of microfertilizer GumiSil-D with a norm of 40 ml/10 l, the mass concentration of titrated acids in the juice of berries decreased in comparison with the control by 1,2 g/dm^3 and amounted to 10,6 g/dm^3.

The index of active acidity of pH affects further the quality of wines. Wines obtained from processed grapes are potentially less susceptible to oxidation and are resistant to turbidity.

In the experimental variants, the active acidity index of the pH was 3,10 and 3,12 versus 3,22 on the control, respectively, using the GumiSil-D microfertilizer with the norms of 60 and 40 ml/10 l.

The grapes from the experimental bushes were more harmonious in taste, which is natural, because higher sugar and lower acidity were noted in comparison with the control variant.

ИЗВОДИ

Изследванията на новия органоминерален микротор GumiSil-D TM "GumiSiL" показаха положително въздействие при трикратно листно приложение върху грозде сорт „Шардоне“ за получаване на по-високи добиви с известно подобрение в качествените показатели. Норма от 60 ml/10 l е по-ефективна. Употребата на микротора доведе до увеличаване на вегетативната маса на храста. Теглото на гроздовете в експерименталните варианти се повишава с 38.9-51.5 g повече от контролата. Чрез приложението на мик-

CONCLUSIONS

Studies of the new organomineral microfertilizer GumiSil-D TM "GumiSiL" have shown a positive effect of applying three-times foliar treatment of the Chardonnay grapes to obtain higher yields with some improvement in quality indicators.

A more effective rate of application of this microfertilizer is 60 ml/10 l. The use of microfertilizer led to an increase in the vegetative mass of the bush. The mass of bunches in the experimental variants increased by 38,9-51,5 g more control. Also using of microfertilizer GumiSil-D, the

ротор GumiSil-D, качеството на гроздето е подобрено. Така, масовата концентрация на захари в плодовия сок се е увеличила с 3-9.7% повече от контролата, докато има леко понижаване на титруемите киселини. Планира се продължаване на експериментите за определяне на въздействието на изследвания органо-минерален микротор върху съцветия, което ще повлияе на бъдещата реколта.

quality of grapes has been improved. Thus, the mass concentration of sugars in the juice of berries increased by 3-9.7% more control, while there was a slight decrease in titrated acids in the juice of berries. It is planned to continue the experiments to determine the effect of the studied organo-mineral microfertilizer on the differentiated inflorescence bookmark, which will affect the future crop.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Abasheeva, N., N. Kozhevnikova, M. Merkusheva and L. Boloneva**, 2003. Increasing the Nitrification Capacity of Chestnut Soil under the Influence of Lanthanum-Containing Microfertilizers. *Chem Sustain Dev*, 11: 705-710.
2. **Abilfazova, Y. and O. Belous**, 2016. Biochemical Composition of Tangerine Fruits under Microfertilizers. *Potravinarstvo*, 10(1), 458-468.
3. **Borovik, E.**, 2012. The Influence of Macro and Microfertilizers on Apple Fruit Quality and Storability. Plodovodstvo, pp. 121-128.
4. **Gilmanov, M., A. Yrezhepov, N. Dosbaev, S. Ibragimova and A. Esmambetov**, 2013. The unique Organic Microfertilizer As the new Prospective Compound for Agroecology. *Adv Mater Sci Eng*, 650: 156-161.
5. **Kameneva, N. and O. Tkachenko**, 2019. Influence of Preparations Biolan and Vympel for the Crop and Quality of Grapes and Wine from Varieties Aligote and Rkatsiteli. *Songklanakarin Journal of Science & Technology*, 41(2), 254-258.
6. **Kazemi, M.**, 2013. Effects of Zn, Fe and Their Combination Treatments on the Growth and Yield of Tomato. *Bull Environ Pharmacol Life Sci*, 3: 109-114.
7. **Klein, I., M. Strime, L. Fanberstein and Y. Mani**, 2000. Irrigation and Fertigation Effects on Phosphorus and Potassium Nutrition of Wine Grapes. *Vitis*, 39(2), 55-62.
8. **Sima, A. and R. Mohsen**, 2014. The Impact of Planting Array and Microfertilizers on the Yield of Oil Sunflower (lakumka) and its Components in the Second Farming. *J Res Crop Sci.*, 6: 127-140.
9. **Zubkova, T. V. and V. A. Gulidova**, 2015. Methods to Increase Spring Rape Yield and Rape Product Quality in the Conditions of Central Black Earth Region Woodland Grass. *Indian J Sci Technol*, 8(34), 1-7.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2020, 23 (5), 118-126
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan
ISSN 1311-0489 (Print)
ISSN 2367-8364 (Online)

Влияние на брашнестата мана (*Arthrocladiella mougeotii*) върху някои сортове годжи бери (*Lycium barbarum* L.)

Димитрина Сакалиева, Христо Джугалов*

Аграрен университет, 4000 Пловдив, България

Influence of Powdery Mildew (*Arthrocladiella mougeotii*) on Different Varieties of the Goji Berry Plant (*Lycium barbarum* L.)

Dimitrina Sakalieva, Hristo Dzhugalov*

Agricultural University, 4000 Plovdiv, Bulgaria
**E-mail: hristo.djugalov@gmail.com*

Original scientific paper

РЕЗЮМЕ

Опитът бе заложен през периода 2018-2019 година на опитното поле на катедрата по Овощарство към Аграрен университет - Пловдив в с. Брестник. Районът е с 290 m надморска височина. Насаждението е създадено през 2014 г. При разстояния 3 m / 2 m са засадени 4 инвитро размножени сорта годжи бери (JB1, JB2, JB 4 и JB10) от вида *Lycium barbarum* L. Растенията са формирани като дървета на подпорна конструкция и се отглеждат при условия на капково напояване.

Целта на проучването бе да се получи информация каква е чувствителността на някои от известните в България сортове годжи бери към брашнеста мана и как заболяването се отразява на плододаването.

От извършеното проучване за развитие на болести, стана ясно, че брашнестата мана (*Arthrocladiella mougeotii*) е болест, която причинява повреди по листната петура, леторастите и цветоносите. Беше наблюдаван силен въз-

SUMMARY

The experiment was held in the experimental field of the Department of Fruit Growing at the Agricultural University - Plovdiv in Brestnik village in the period 2018-2019. The area is 290 m above the sea level. The plantation was established in 2014 year with four *in vitro* propagated varieties goji berry (JB1, JB2, JB 4 and JB10) of the species *Lycium barbarum* L. They were planted at distances 3 m / 2 m. The plants are formed as trees on a supporting construction and are grown under drip irrigation.

The aim of the study was to obtain information on the sensitivity to powdery mildew of some of the known in Bulgaria varieties goji berry and to understand how the disease affects the fruiting.

From the results of this study it became clear, that powdery mildew (*Arthrocladiella mougeotii*) is a disease that causes damage to the leaf blade, shoots and flowers. No damage was found to the goji berry fruits. After an

становителен механизъм, изразяващ се във формиране на нови млади незаразени листа и летораслi. Не се установиха повреди по плодовете на растението годжи бери.

Проучените сортове показаха различна чувствителност към брашнестата мана. най-висока степен на нападение бе отчетена при сорт JB 2 (до 95%) и след това при JB 1 – до 30%. При JB 4 пораженията достигнаха до 13% и най-слабо (до 4%) бяха засегнати растенията на JB 10.

От приложените препарати за растителна защита, ТОПАЗ не показа влияние срещу причинителя на брашнестата мана, а ефекта на препарата СКОР бе нетраен.

Средният добив от дърво за периода 2018-2019 година е от 0,12 kg до 1,18 kg. Най-висок бе при сорта JB1 и най-малък при JB4. В процеса на обследване са установени симптоми от повреда на акара *Aceria kuko* на два от сортовете JB 1 и JB4.

Ключови думи: годжи бери, болести, неприятели, брашнеста мана

attack of the disease, was observed a strong recovering mechanism of the plants, which manifest in the formation of new young uninfected leaves and shoots.

The studied varieties showed different sensitivity to powdery mildew. The highest degree of attack was reported in the variety JB 2 (up to 95%) and then in JB 1 - up to 30%. In JB 4 the damage reached 13%, and least affected (up to 4%) were plants of JB 10.

From the applied plant protection products, TOPAZ showed no influence against the pathogen of powdery mildew, and the SKOR had temporary effect.

The average yield from a tree for the period 2018-2019 ranged from 0.12 kg to 1.18 kg. It was highest in JB 1 and lowest in JB 4. In this Study in two of the varieties, respectively JB 1 and JB 4 were found symptoms of damage from the mite *Aceria kuko*.

Key words: goji berry, *Lycium barbarum* L., powdery mildew, *Aceria kuko*

УВОД

Годжи бери (*Lycium barbarum* L.) е вид, проучван сравнително от скоро. От болестите като най-опасни са посочени брашнеста мана, антракнозата, кореновото гниене, сивите листни петна и болестта на черните плодове. Болестите се разпространяват бързо при висока влажност, съчетана с висока температура (Fuxiang and Haiming, 2009).

За първи път в Китай е съобщено за *Colletotrichum acutatum*, като причинител на болестта антракноза при годжи бери (*Lycium barbarum* L.) (Sun et al., 2008).

През периода 2002-2004 г. два вида растения *L. Chinense* от Medicinal Herb Garden на University of Seattle (Washington, USA) развиват симптоми приличащи на тези на брашнеста мана. Агентът причинител е определен като

INTRODUCTION

Goji berry *(Lycium barbarum* L.) is a species, which is recently relatively studied. Five types of diseases have been identified. As the most dangerous diseases are mentioned powdery mildew, anthracnose, root rot, gray leaf spots and black fruit disease. Diseases are spreading rapidly at high humidity conditions combined with high temperature. (Fuxiang and Haiming, 2009).

In China for the first time, *Colletotrichum acutatum* as a cause of anthracnose in goji berry *(Lycium barbarum* L.) has been reported (Sun et al., 2008).

During the period 2002-2004, two species of *L. Chinense* plants from the Medicinal Herb Garden of the University of Seattle (Washington, USA) developed symptoms similar to those of powdery mildew. The causative agent is reported

A. mougeotii. Това е първо съобщение за поява на брашнеста мана при този вид в северозападния пацифик (Glawe, 2004).

През 2012 г. в Германия в Baden-Wurttemberg, Germany е открит неприятеля gall midge (*Aceria kuko*), който е причинител на различни инфекции при годжи бери (*Lycium barbarum* L. and *L. chinense*) (Schrameyr, 2012).

През 2013 г. е първото съобщение за поява на брашнеста мана при два сорта годжи бери отгледани в България (Sakalieva and Dzhugalov, 2014).

Информация за заболяването при сортове годжи бери в България има през 2015 година (Dzhugalov et al., 2015) и през 2020 година (Lichev et al., 2020).

Различната толерантност към болестите известни при годжи бери е от съществено значение за избора на сортове, подходящи за отглеждане в промишлени насаждения. Не е без значение и екологичното производство на плодове от годжи бери.

Целта на изследването бе да се определи сортовата чувствителност към болестта брашнеста мана при естествен инфекциозен фон – при полски условия и да се установи как болестта се отразява на плододаването.

as (*Arthrocladiella mougeotii).*This was the first report of powdery mildew in this species in the Northwest Pacific (Glawe, 2004).

In 2012 in Germany in Baden-Wurttemberg, Germany was discovered the enemy gall midge (*Aceria kuko)*, which causes various infections in goji berry (*Lycium barbarum* L. and *L. chinense*). (Schrameyr, 2012).

In Year 2014 is the first report about the appearance of powdery mildew in two varieties of goji berry grown in Bulgaria (Sakalieva and Dzhugalov, 2014).

This disease in goji berry plants is mentioned In Bulgaria in 2015 (Dzhugalov et al., 2015) and in 2020 (Lichev et al., 2020).

The tolerance to the diseases known in goji berry is essential for what varieties are more suitable for growing in industrial plantings. Organic production of goji berries is also important.

The aim of the study was to determine the varietal susceptibility to the disease *A. mougeotii* in the natural infectious background – under field conditions and find out how the disease affects the fruiting.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследването е проведено в експерименталната база на Катедра по овощарство на Аграрен университет - Пловдив в периода 2018-2019 г. Инвитро размножени растения от четири сорта: годжи бери от вида (*Lycium barbarum* L.) – JB 1, JB 2, JB 4, JB 10 бяха засадени при разстояния 3 m x 2 m през юни 2014 г и оформени през годините като дървета с височина на стъблото 70-90 cm. Те имат четири основни плодни рамена и са на подпорна конструкция. Преди началото на вегетацията, разклоненията по централната ос са прореждани, миналогодишните

MATERIAL AND METHODS

The study was conducted in the experimental base of the Department of Fruit Growing at the Agricultural University - Plovdiv) in the period 2018-2019. *In vitro* propagated plants of four varieties goji berry: JB 1, JB 2, JB 4, JB 10 of the species *(Lycium barbarum* L.) were planted at distances 3 m x 2 m in June 2014 and formed during the years as trees with stem height of 70-90 cm. They have four main fruit shoulders and are on a supporting construction.

Before the beginning of the vegetation the branches along the central axis are

клонки съкращавани на 5 cm, а плодните рамена удължавани с 10cm. Всички прирасти върху плодните рамена (изправени, растящи надолу и навътре към водача) са отстранявани от дъно. През вегетацията леторастите са пензирани при дължина 30 cm. Растенията са отглеждани при капково напояване, а в най-горещите месеци юли и август са поливани с 40 литра на дърво през две седмици. Торене с NPK (14:10:12) е правено два пъти годишно с 300 g/дърво, първо след резитба преди началото на вегетацията и след това преди цъфтежа.

Извършени са отчитания на повредите по листата и скелетните разклонения на растението годжи бери. Пробите са събрани от различни части на растенията – листни петури, листни дръжки, цветове, летораст и плодове. Извършен е микроскопски анализ за диагностика. Степента на нападение на патогена е определена, чрез използване на обща универсална методика както следва:

Бал 1 – липса на повреди 0-5%

Бал 2 – слаба степен на повредата – 6-25%

Бал 3 – средна степен на повредата – 26-50%

Бал 4 – висока степен на повредата над 50%

През вегетацията опитните растения са третирани двукратно с ПРЗ ТОПАЗ срещу причинителя на брашнестата мана и един път с ПРЗ СКОР + акаризин.

Отчетен е добивът свежи плодове, kg/дърво.

thinned and all branches on the fruiting shoulders (upright, growing downwards and inwards towards the leader) are removed from the bottom. The brunches from the previous year are shortened to 5 cm and the fruiting shoulders elongated by 10 cm. During the vegetation all shoots were shortened to a length of 30 cm. The plants are grown under drip irrigation and in the hottest months July and August were watered with 40 liters per tree every two weeks. Fertilize is given twice a year 300 g/tree NPK (14:10:12), first after pruning and then before flowering.

There have been made reports to the damage on the leaves and skeletal branches of the goji berry plants. The samples were collected from different parts of the plants - leaf blades, leaf stalks, flowers, shoots and fruits. For the diagnosis a microscopic analysis was performed. The degree of the attack of the pathogen was determined using a common universal methodology as follows:

Score 1 – no damage 0-5%

Score 2 – low degree of damage – 6-25%

Score 3 – average degree of damage – 26-50%

Score 4 – high degree of damage over 50%

During the growing season, the experimental plants were treated twice with TOPAZ against the causative agent of powdery mildew and once with SKOR + acarizine.

It is reported the yield of the fresh fruits, kg/tree.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

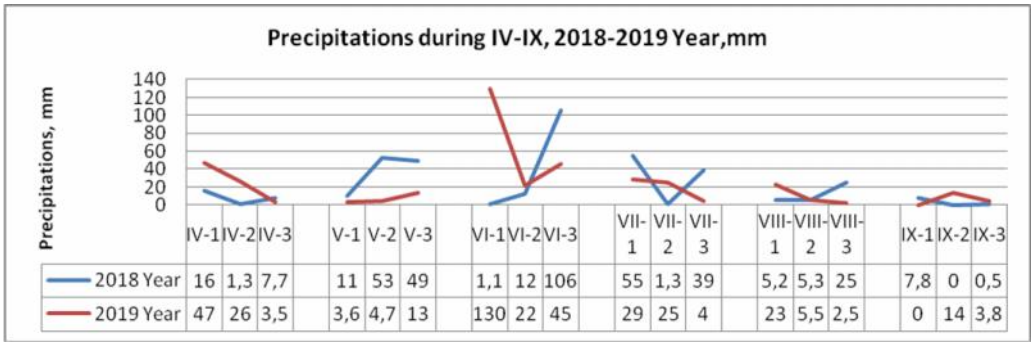
На Фигура 1 са представени данните за валежите, а на Фигура 2 стойностите на температурата през вегетацията на 2018 и 2019 г. По отношение на валежната обезпеченост на двете години от проучването е видно, че повече са валежите през месеците май и август на 2018 година. И през двете

RESULTS AND DISCUSSION

In Figure 1 is shown the data for the precipitation and in Figure 2 the values of the temperature during the vegetation 2018-2019. Regarding to the amount of precipitation in two years of the study, it can be seen, that there were more rainfall in 2018 in May and August.

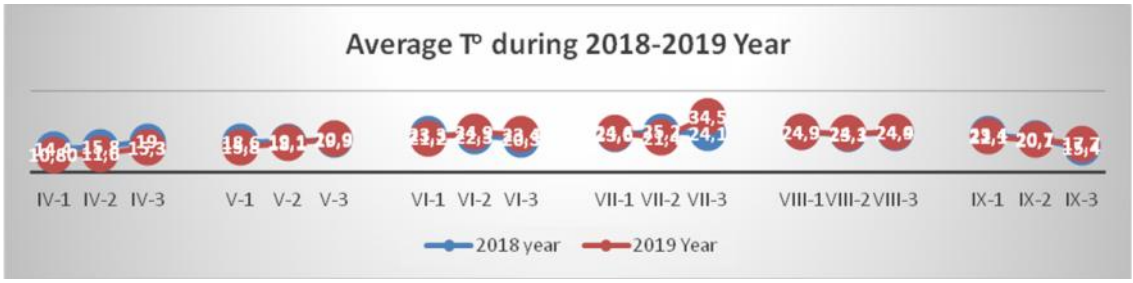
години най-много са падналите валежи през месец юни, като те са неравномерно разпределени. През 2018 г. най-много са в края на месеца, а през 2019 г. в началото. Месец август също се оказа контрастен по отноше-ние на метеорологичния показател. И през този месец през първата десетдневка валежите през 2019 г. бяха повече спрямо 2018 г., когато те са повече през последната десетдневка на месеца.

In both years, the highest rainfall was in June, and it was unevenly distributed. In 2018, more rain fell at the end of the month, and in 2019 at the beginning. August also turned out to be a contrasting in terms of this meteorological indicator. In 2019 the precipitation in the first ten days were more, than those in the first year of this study, and in 2018 respectively more in the last ten days of the month.



	IV-1	IV-2	IV-3	V-1	V-2	V-3	VI-1	VI-2	VI-3	VII-1	VII-2	VII-3	VIII-1	VIII-2	VIII-3	IX-1	IX-2	IX-3
2018 Year	16	1,3	7,7	11	53	49	1,1	12	106	55	1,3	39	5,2	5,3	25	7,8	0	0,5
2019 Year	47	26	3,5	3,6	4,7	13	130	22	45	29	25	4	23	5,5	2,5	0	14	3,8

Фиг. 1. Валежи IV-IX през периода 2018-2019 г.
Fig. 1. Precipitation during IV-IX in the period 2018-2019



Фиг. 2. Средна температура през 2018-2019 г. в периода IV-IX
Fig. 2. Average T ^{o} during 2018-2019 in the period IV-IX

Непосредствено преди и след взимане на пробите метеорологичните условия се променяха интензивно. Редуваха се дъждовни и слънчеви дни, което благоприятстваше появата и развитието на гъбните болести. При условията на опита имаше нападения от брашнестата мана. Резултатите за разпространението на болестта през 2018 г. са представени в Таблица 1, а през 2019 г. в Таблица 2. При взетите проби за определяне на симптомните прояви и идентифициране на болестта

Immediately before and after sampling, the weather conditions changed intensively. Rainy days were followed by sunny, which was favourable condition for the appearance and development of fungal diseases. In this experiment it was observed an attack of powdery mildew. The results for the spreading of this disease in 2018 are presented in Table 1 and in Table 2 is the information for the Year 2019. In the samples, which were taken for the recognition of symptomatic manifestations and determination of the

брашнеста мана бяха наблюдавани налепи от спороношението на патогена върху горната и долната страна на старите листа и младите летораст. Симптомите най-масово се откриват по младите летораст и върхните части на растенията. Често повредите проникват в дълбочина. По време на масов цъфтеж повредите достигат до цветоносните стъбла и често цветът изсъхва.

В заложения опит в полски условия бе наблюдавана, различна чувствителност към патогена на брашнестата мана. Болестта обхваща не само листата и леторастите, но и цветоносите. Не са наблюдавани поражения по плодовете. През двете години (2018 и 2019) най-висока степен на нападение бе отчетена при сорт JB 2 (до 95%) и след това при JB 1 – до 30%. При JB 4 пораженията достигнаха до 13%, а най-слабо (до 4%) бяха засегнати растенията на JB 10.

В процеса на обследване при два от сортовете: JB 1 и JB4, се установиха симптоми на повреди от акара *Aceria кико*.

От приложените препарати за растителна защита, ТОПАЗ не показа влияние срещу причинителя на брашнестата мана. Третирането със СКОР повлия развитието на болестта брашнеста мана само при JB 2. При този сорт % нападение на брашнеста мана намалява след третиране с препарата почти двойно, но ефекта е нетраен и след време при подходящи условия за развитие на брашнеста мана, симптомите се появяват и усилват отново. При останалите сортове не се установи намаляване на разпространението на болестта.

disease powdery mildew, on the upper and lower side of the old leaves and young shoots were seen deposits of sporulation of the pathogen, which causes powdery mildew. The symptoms were found most commonly on young shoots and plant tops. The damage often penetrates deep in the flower. During the mass flowering, the damage reaches the flowering stems and often the flower dries.

In the established experiment under field conditions, it was observed different sensitivity to the pathogen of powdery mildew. The disease affects not only the leaves and shoots, but also the flower stalks. No damage was observed to the fruit. In both years (2018 and 2019) the highest degree of attack was reported in the variety JB 2 (up to 95%) and then in JB 1 - up to 30%. In JB 4 the damage reached 13%, and least affected (up to 4%) were plants of JB 10.

During the study on two of the varieties goji berry, respectively JB 1 and JB4 were found symptoms of damage from the mite *Aceria kuko.*

From the applied plant protection products, TOPAZ showed no influence against the pathogen of powdery mildew. The treatment with SKOR has an effect of the reduction and development of goji powdery mildew disease only in variety JB 2. In this variety the degree of damage (%) of the attack of powdery mildew decreases after treatment with SKOR almost twice, but with a not lasting effect. Over the time under favourable conditions for the development of powdery mildew, the symptoms appear intensively again. In the other varieties it was not found reduction in the spread of the disease.

Таблица 1. Нападение на брашнеста мана в % при проучваните сортове през 2018 г.
Table 1. *Arthrocladiella mougeotii*, % in studied cultivars during 2018

Сорт / Variety	23.05.	26.06	11.09
JB1	15%	30%	20%
JB2	50%	70%	50%
JB4	6%	4%	3%
JB10	4%	2%	0%

Таблица 2. Нападение от брашнеста мана в % при проучваните сортове през 2019 г.
Table 2. *Arthrocladiella mougeotii*, % in studied cultivars during 2019

Сорт / Variety	09.06.19	14.07	4.09
JB1	20%	21%	5%
JB2	40%	56%	20%
JB4	4%	13%	3%
JB10	1%	2%	1%

Резултатите от анализа на данните за добивите kg/дърво са представени в Таблица 3. Най-високият добив през всяка година и средно за периода на изследването се получи от сорт JB 1. В края на 6 вегетация, при сортовете JB1 и JB2 добивите все още се увеличават, докато при JB 10 и JB 4 те намаляха. Средният добив за периода на изследване е от 0,12 kg до 1,18 kg. Най-висок бе при сорта JB1 и най-малък при JB4.

The results of the analysis of the data on yields kg/tree are presented in Table 3. The highest yield in each year and on average for the study period was obtained from variety JB 1. At the end of 6 vegetation, the yields in the varieties JB1 and JB2 are still increased, while in JB 10 and JB 4 they decreased. The average yield for the study period ranged from 0.12 kg to 1.18 kg. It was highest in JB1 and lowest in JB4.

Таблица 3. Добив свежи плодове на сортовете JB1, JB2, JB 4, JB 10 през 2018-2019 г, kg/дърво
Table 3. Yield fresh fruits of the cultivars JB1, JB2, JB 4, JB 10 for the period 2018-2019, kg/tree

Сорт / Variety			Добив / Yield
	2018	2019	2018-2019
JB 1	0.66	1.71	1.18
JB 2	0.62	0.71	0.66
JB 4	0.15	0.09	0.12
JB 10	0.18	0.12	0.15

The differences are significant P< 0.05%

Както вече бе споменато болестта брашнеста мана не засяга плодовете. Индиректно, тя оказва влияние като повреждa листната маса, която след нападение е с нарушени фотосинтетични функции и впоследствие окапва. Растението годжи бери притежава възстановителен механизъм, който се изразява в бързо формиране на нови листа и летораси, което води до нормализиране на фотосинтетична дейност (Фигура 3).

As already mentioned, powdery mildew does not affect the fruit. Indirectly, it has an effect by damaging the leaf mass, which after an attack has reduced photosynthetic functions and subsequently falls off. The goji berry plant has a recovery mechanism, which is expressed in the rapid formation of new uninfected leaves and shoots, which leads to normal photosynthetic activity (Figure 3).

Фиг. 3. Възстановяване на годжи бери след инфекция с брашнеста мана
Fig. 3. Goji berry recovery after arthrocladiella mougeotii infection

ИЗВОДИ

✓ Брашнестата мана (*Arthrocladiella mougeotii*), причинява повреди по листната петура, леторастите и цветоносите.

✓ Не бяха установени повреди по плодовете на растението годжи бери.

✓ Беше наблюдаван силен възстановителен механизъм, изразяващ се във формиране на нови незаразени листа и леторасли.

✓ Проучените сортове показаха различна чувствителност към болестта брашнеста мана. Най-висока степен на нападение бе отчетена при сорт JB 2

CONCLUSIONS

✓ Powdery mildew (*Arthrocladiella mougeotii),* causes damage to leaves, shoots and flowers.

✓ There was no damage to the fruits of the goji berry plant.

✓ It was observed a strong recovering mechanism, which was expressed in the formation of new uninfected leaves and shoots.

✓ The studied varieties have different susceptibility to powdery mildew. The highest degree of attack was reported in the variety JB 2 (up to 95%) and then in

(до 95%) и след това при ЈВ 1 – до 30%. При ЈВ 4 пораженията достигнаха до 13%, а най-слабо (до 4%) бяха засегнати растенията на ЈВ 10.

✓ От приложените препарати за растителна защита ТОПАЗ няма ефект срещу причинителя на брашнестата мана, а СКОР има ефект при сорта ЈВ 2, но е нетраен.

✓ Средният добив за периода 2018-2019 година от дърво бе от 0,12 kg до 1,18 kg – най-висок при сорта ЈВ1 и най-малък при ЈВ 4.

✓ В края на 6 вегетация, добивите при сортовете ЈВ 1 и ЈВ 2 все още се увеличават, докато при ЈВ 4 и ЈВ 10 намаляват.

✓ В процеса на обследване са установени симптоми на повреда от акара (*Aceria кико*) върху два от сортовете ЈВ 1 и ЈВ 4.

JB 1 - up to 30%. In JB 4 the damage reached 13%, and least affected (up to 4%) were plants of JB 10.

✓ From the applied plant protection products, TOPAZ had no effect against the agent caused powdery mildew, and SCOR has an effect in the variety JB 2, but it was temporary.

✓ The average yield for the period 2018-2019 from wood is from 0.12 kg to 1.18 kg. It was highest in JB1 and lowest in JB 4.

✓ At the end of 6 vegetation, the yields in the varieties JB1 and JB2 are still increased, while in JB 10 and JB 4 they decreased.

✓

✓ During the study on two of the varieties JB 1 and JB 4 were found symptoms of damage from mite *(Aceria kuko)*

БЛАГОДАРНОСТИ

Тази работа е подкрепена от Център за научни изследвания, трансфер на технологии и защита на интелектуалната собственост към Аграрен университет - Пловдив, по проект 11-19.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work is supported by the Center for Research, Technology Transfer and Intellectual Property Protection at the Agricultural University - Plovdiv, under project 11-19

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Dzhugalov, H., A. Yordanov, P. Kaymakanov, V. Dimitrova and G. Kutoranov**, 2015. First Results of Testing Goji Berry (*Lycium barbarum* L.) in Plovdiv Region, Bulgaria. *Sci. Pap. Ser B:* Hortic, 59, 47-50.
2. **Fuxiang Xue and Lin Haiming**, 2009. Wolfberry Pest Control and Prevention Strategies Should Pay Attention to the Problem. *Agriculture and Forestry Science and Technology*, vol. 38, Section 2.
3. **Glawe, D. A.**, 2004. First Report of Powdery Mildew of Lycium chinense (Chinese matrimony vine) Caused by Arthrocladiella mougeotii in the Pacific Northwest. *Plant Health Progress*, 12, 1-2.
4. **Lichev, V., H. Dzhugalov., A. Yordanov and S. Tabakov**, 2020. Results of Testing of Four in vitro Propagated Bulgarian Goji Berry (*Lycium barbarum* L.) Cultivars in the Region of Plovdiv, Bulgaria. *Acta Hortic*, 1289, 303-308.
5. **Sakalieva, D. and H. Dzhugalov**, 2014. And the "Fruit of youth" goji berry is sick. *Plant Protection (Rastitelna zashtita*), 10, 36 (Bg).
6. **Schrameyr, K.**, 2012. Gallmilbe befällt die Goji-Beere. *Gemüse (München)*, 48(2), 24-25.
7. **Sun, G. Y., J. Q. Cui, S. F. Wang and R. Zhang Gleaso**, 2008. First Report of Anthracnose of *Lycium barbarum* Caused by *Colletotrichum acutatum* in China. *Plant Disease*, 92(10), 1471.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2020, 23 (5), 127-141
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan
ISSN 1311-0489 (Print)
ISSN 2367-8364 (Online)

Проблеми при борбата с основните вредители при ябълката – струпясването (*Venturia inaequalis*) и ябълковия плодов червей (*Cydia pomonella*)

Петко Минков[1], Недялка Палагачева[2], Милена Димова[2]*, Василий Джувинов[3]

[1]*Институт по планинско животновъдство и земеделие, 5600 Троян, България*
[2]*Аграрен университет, 4000 Пловдив, България*
[3]*Институт по овощарство, 4004 Пловдив, България*

Problems in the Control of the Main Pests of Apples – Scab (*Venturia inaequalis*) and Codling Moth (*Cydia pomonella*)

Petko Minkov[1], Nedyalka Palagacheva[2], Milena Dimova[2]*, Vassiliy Dzhuvinov[3]

[1]*Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, 5600 Troyan, Bulgaria*
[2]*Agricultural university, 4000 Plovdiv, Bulgaria*
[3]*Fruit Growing Institute, 4004 Plovdiv, Bulgaria*
**E-mail: milenad@abv.bg*

Review paper

РЕЗЮМЕ

Основните вредители по ябълката – струпясването и ябълковият плодов червей ежегодно създават проблеми в овощните градини и намаляват количеството и качеството на плодовата продукция. След откриване на струпясването през 1819 г., много изследователи я проучват, включително и у нас. Установяват биологичните и екологичните й особености, сортовата чувствителност, предлагат системи за борба, изследват устойчивостта на патогена към използваните фунгициди. В света са открити 8 раси на *Venturia inaequalis.* У нас Пенев е установил с помощта на сортове-диференциатори наличие на раси 1, 2 и 5.

В практиката ябълковият плодов

SUMMARY

The main pests of the apple – scab and codling moth annually cause problems in orchards and reduce the quantity and quality of fruit production.

After detecting scab in 1819, many researchers studied it, including in our country. Determine biological and ecological characteristics, variety sensitivity, offer systems of control, examine the resistance of the pathogen to the fungicides used. In the world have been found 8 *Venturia inaequalis* races. In our country Penev has established with the help of varieties-differentiators the presence of 1, 2 and 5 races.

In practice, the codling moth is

червей се поддържа в ниска численост чрез използване на широк набор от инсектициди, предимно органофосфорни и синтетични пиретроиди. Недостатъците на този метод са унищожаване на полезната ентомофауна и опрашителите, както и възможността от бързото изграждане на устойчивост. Поради това борбата с конвенционални средства не винаги е ефективна и се препоръчва преминаването към интегрирана растителна защита.

Ключови думи: ябълка, струпясване, ябълков плодов червей, борба

maintained in low numbers by using a wide range of insecticides, mainly organophosphorus and synthetic pyrethroids. The disadvantages of this method are the destruction of beneficial entomofauna and pollinators, as well as the ability to quickly build resilience. Thus the control with conventional means is not always effective and does recommend switching towards integrated pest management.

Key word: apple, *Venturia inaequalis, Cydia pomonella,* control

УВОД

Употребата на широк кръг от пестициди (инсектициди и фунгициди) в практиката за опазването на ябълковите плодове от основните вредители – струпясване и ябълков плодов червей често пъти оказват негативно въздействие върху полезните видове, опрашителите и са рискови за здравето на хората. В тази връзка целта на настоящата разработка е да се прецизира извеждането на растително-защитните мероприятия срещу тези вредители, избора и начина на приложение на препаратите, за да се избегне появата на устойчивост.

Струпясване по ябълката - *Venturia inaequalis* Cooke G. Winter е гъбна болест с най-голямо икономическо значение за всички производители на ябълки в различните райони на света. Тя е описана за първи път в Швеция от Fries през 1819 г., който я определя като *Spilocaea pomi* Fr. В нашата страна болестта е съобщена за първи път от Малков през 1903 г. под името “струпясване на ябълката” с причинител *Fusicladium dendriticum* (Waarl.). В САЩ за първи път е регистрирано струпясване в щатите Ню Йорк и Пенсилвания през 1834 г., в Англия през 1845 г., в Австралия през 1862, в Южна Африка – през 1888 г., а в Индия през 1930 г. (Sutton et al., 2014; Penev, 1997).

INTRODUCTION

The use of a wide range of pesticides (insecticides and fungicides) in the practice of protecting apples from the main pests - scab and codling moth often have a negative impact on beneficial species, pollinators and are risky for human health.

In this regard, the purpose of the present study is to specify the derivation of plant protection measures against these pests, the choice and method of application of preparations to avoid the emergence of resistance.

Scab - *Venturia inaequalis* Cooke G. Winter is fungal disease of the greatest economic importance to all apple growers in different parts of the world. It was first described in Sweden by Fries in 1819, who defined it as Spilocaea pomi Fr.

In our country, the disease was first reported by Malkov in 1903 under the name "apple scab" with the causative agent *Fusicladium dendriticum* (Waarl.). In the United States scab was first registered in New York and Pennsylvania states in 1834, in England in 1845, in Australia in 1862, in South Africa in 1888, and in India in 1930 (Sutton et al., 2014; Penev, 1997).

Според Bubov (1923), „струпеивите петна по листата на ябълковото и крушевото дървета се причинява от *Fusicladium dendriticum* и *F. pitium.“* У нас най-благоприятна температура за заразяване от гъбата е между 16-20 ^{o}C, при която инфекцията протича за 4 часа, а инкубационният период е най-кратък от 7 до 9 дни (Boykov et al,1951). За оптималните условия и скоростта на инфекцията Sutton et al., (2014) отбелязват, че инфекцията протича за 18-23 часа при 6 ^{o}C и за 6-9 часа при 16-24 ^{o}C като рядко тя може да протече, когато температурата е над 26 ^{o}C. Важно е също относителната атмосферна влажност да бъде над 70%.

Hristov and Krastev (1964) отбелязват, че първите заразявания от гъбата *V. inaequalis* стават рано напролет, когато покарват пъпките. Тази болест има две ясно различими фази на развитие - паразитна и сапрофитна. Паразитната фаза се развива през целия вегетационен период и напада всички зелени части на ябълката, докато сапрофитната фаза се развива от окапването на листата до появата на нови листа напролет. Този цикъл на развитие трябва добре да се познава, за да може борбата да бъде успешна. Тези двама автори споменават, че при причинителя на струпясването са установени физиологични раси, затова има много случаи, когато устойчиви в едни райони сортове ябълки се нападат силно в други райони. Освен това при някои сортове плодовете са устойчиви, докато листата се нападат силно и обратно при други сортове.

За да се опази реколтата, в борбата срещу струпясването Hristov and Krastev (1964), Childers (1975) препоръчват да се извършват предпазни пръскания, за да не се допусне заразяване с аскоспори. Пръсканията се извършват по фенофази и започват с две предцъфтежни от отварянето на смесените пъпки до показване боята на цвета, т. е. през 7-8 дни. Следващите цъфтежни и

According to Bubov (1923), "the scab spots on the leaves of apple and pear trees are caused by *Fusicladium dendriticum* and *F. pitium."*, In our country the most favorable temperature for infection by the fungus is between 16-20 ^{o}C, at which the infection lasts for 4 hours, and the incubation period is the shortest from 7 to 9 days (Boykov et al., 1951). For optimal conditions and the rate of infection, Sutton et al., (2014) noted that the infection lasts for 18-23 hours at 6 °C and for 6-9 hours at 16-24 °C, and rarely it can occur when the temperature is above 26 °C. It is also important that the relative atmospheric humidity is above 70%.

Hristov and Krastev (1964) note that the first infections with the fungus *V. inaequalis* occur in early spring when the buds sprout. This disease has two distinct phases of development - parasitic and saprophytic. The parasitic phase develops throughout the growing season and attacks all the green parts of the apple, while the saprophytic phase develops from leaf fall to the appearance of new leaves in spring. This cycle of development must be well known in order for the struggle to be successful. These two authors mention that physiological races have been identified in the cause of scab, so there are many cases when apple varieties that are resistant in some areas are strongly attacked in other areas. In addition, in some varieties the fruits are resistant, while the leaves are strongly attacked and vice versa in other varieties.

In order to protect the crop in the fight against scab, Hristov and Krastev (1964), Childers (1975) recommended that precautionary spraying be carried out to prevent contamination with ascospores. Spraying is carried out in phenophases and begins with two pre-flowering from the opening of the mixed buds to show the color of the flower, ie every 7-8 days.

The next flowering and post-flowering

следцъфтежни пръскания са с интервал отначало около 10 дни, а по-късно и през 20 дни и те продължават, докато има условия за развитие на болестта. По това време са използвали бордолезов разтвор, колоидна сяра - 1:400, серовароз разтвор - 1,6-2.0% и разреден 1:50 до 1:100 за цъфтежни и следцъфтежни пръскания. При дъждовно време особено подходящ е бил медния оксихлорид продаван във форма на прах.

Ябълковият плодов червей (*Cydia pomonella* L.) е широко разпространен и най-вредоносен вид в страните производители на ябълки. В някои години той се намножава масово и се явява лимитиращ фактор за получаване на качествена продукция. Гъсениците повреждат плодовете на ябълка, круша, дюля и орех. Хранят се със семената и предизвикват окапване на плодовете. Според Sutton et al., (2014) ябълковият плодов червей произхожда от Мала Азия, а в Северна Америка е установен най-напред в щатите Калифорния и Вашингтон през 1880 г. Интродуциран е в началото на 19 век от европейските колонисти и бързо се е разпространил из цялата територия на САЩ.

В зависимост от климатичните условия *Cydia pomonella* развива различен брой поколения. В Европа и Северна Америка, ябълковият плодов червей развива 2-3 поколения, а при благоприятния условия 4-5 (Stancă-Moise, 2015). В Швейцария ябълковият плодов червей развива едно пълно и частично второ поколение (Barnes et al., 1992), в района на Сибиу, Румъния - 2 поколения (Stancă-Moise, 2015), в Орегон, САЩ – 2 (Barnes et al., 1992), в Сърбия 2 – 3 (Miletic et al., 2011), в Израел – 3 (Reuveny and Cohen, 2004), в Аржентина – 3 (Fernández et al., 2010).

Ябълковият плодов червей за условията на нашата страна развива две поколения годишно и зимува като гъсеница в плътен пашкул под старата напукана кора, по дебелите клони и по-

sprays have an interval of about 10 days at first, and later in 20 days and they continue as long as there are conditions for the development of the disease. At that time they used Bordeaux mixture, colloidal sulfur - 1: 400, liquid lime sulphur - 1.6-2.0% and diluted 1:50 to 1: 100 for flowering and post-flowering sprays. In rainy weather, copper oxychloride sold in powder form was particularly suitable.

The codling moth (*Cydia pomonella* L.) is a widespread and most harmful species in apple-growing countries. In some years, it multiplies en masse and is a limiting factor for obtaining quality products. The caterpillars damage the fruits of apple, pear, quince and walnut.

They feed on seeds and cause fruit to fall off. According to Sutton et al., (2014), the codling moth originated in Asia Minor and was first found in North America in California and Washington states in 1880.

It was introduced in the early 19th century by European colonists and spread rapidly throughout the United States.

Depending on climatic conditions, *Cydia pomonella* develops a different number of generations. In Europe and North America, the codling moth develops 2-3 generations, and under favorable conditions 4-5 (Stancă-Moise, 2015). In Switzerland, the codling moth develops one complete and partial second generation (Barnes et al., 1992), in the region of Sibiu, Romania - 2 generations (Stancă-Moise, 2015), in Oregon, USA - 2 (Barnes et al., 1992), in Serbia 2 - 3 (Miletic et al., 2011), in Israel - 3 (Reuveny and Cohen, 2004), in Argentina - 3 (Fernández et al., 2010).

The codling moth for the conditions of our country develops two generations a year and winters as a caterpillar in a dense cocoon under the old cracked bark, on the thick branches and less often in the

рядко в почвата. Пеперудите от първо поколение летят от началото на април до края на юни - началото на юли. Развитието на този неприятел протича в Южна България с една седмица по-рано в сравнение със Северна България. Пеперудите са активни вечерно време, снасят яйцата си привечер, няколко часа след залез слънце при температура над 15-16 ^{o}C, главно по горната страна на листата поединично. В района на Пловдив яйцеснасянето започва в средата на май или няколко дни по-късно. Една пеперуда снася средно 50-60 яйца. Яйчният стадий продължава 8-12 дни, а ларвния 30-35 дни. Една гъсеница повреждa няколко плода като се храни главно със семената. По-голяма част от гъсениците какавидират, а друга по-малка част изпадат в диапауза и какавидират на следващата година.

Пеперудите от второ поколение летят обикновено в края на юни-началото на юли до средата на септември. Те снасят яйцата си предимно по плодовете. Една пеперуда снася средно 30-40 яйца. Гъсениците се излюпват през втората половина на юли като една гъсеница повреждa два плода. Повредените плодове окапват преди или по време на беритбата, а загубите от гъсениците на това поколение са най-големи. Напълно развитата гъсеница остава в местата на зимуване.

Успешното извеждане на борбата с ябълковият плодов червей (*C.pomonella*) е от съществено значение за получаване на качествена продукция. Неговата численост трудно се контролира от ентомофагите обитаващи ябълковите градини, което налага да се извършват растително-защитни мероприятия.

Съществува добър набор от инсектициди за извеждане на борбата с ябълковия плодов червей, но масовото им използване в практиката през годините е довело до развитие на устойчивост.

soil. First-generation butterflies fly from early April to late June - early July.

The development of this enemy took place in Southern Bulgaria a week earlier than in Northern Bulgaria. Butterflies are active in the evening, laying their eggs in the evening, a few hours after sunset at a temperature above 15-16 ^{o}C, mainly on the upper side of the leaves individually. In the Plovdiv region, egg-laying begins in mid-May or a few days later. One butterfly lays an average of 50-60 eggs.

The egg stage lasts 8-12 days and the larval stage 30-35 days. One caterpillar damages several fruits by feeding mainly on seeds. Most of the caterpillars pupate, and another smaller part fall into diapause and pupate the following year.

Second-generation butterflies usually fly in late June-early July to mid-September. They lay their eggs mainly on the fruit.

One butterfly lays an average of 30-40 eggs. The caterpillars hatch in the second half of July as one caterpillar damages two fruits. Damaged fruits fall off before or during harvest, and losses from caterpillars of this generation are greatest. The fully developed caterpillar remains in the wintering grounds.

Successful control of the codling moth (*C.pomonella*) is essential for obtaining quality products. Its number is difficult to control by entomophagous inhabitants of apple orchards, which requires plant protection measures.

There is a good set of insecticides to control the codling moth, but their widespread use in practice over the years has led to the development of resistance.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

В ябълковите градини на Европа според Soufflet-Freslon et al., (2008) много от отглежданите сортове за търговски цели са чувствителни на струпясване и за опазването на реколтата се извършват 12-15 третирания през сезона. Проблемът с тази болест се усложнява, когато пролетта е дъждовна и относителната атмосферна влажност е висока, което важи особено за северни страни като Белгия, Холандия, Германия, а за нашата страна, когато пролетта е дъждовна.

Расите на струпясването са изучавани и установени от селекционерите и генетиците на кооперативната програма създали серията Кооп (Co-op) от 1 до 44 с устойчиви на струпясване сортове, от които първият е Прима регистриран през 1970 г. Това са университетите Purdue, Rutgers и Illinois – селекционна програма PRI, съответно от щата Индиана, Ню Джърси и Илиноис (Ballard, 1998; Moore and Janick, 1983; Dzhuvinov et al., 2016).

Многократната употреба на един и същ фунгицид през сезона или години наред, създава сериозния проблем с възникване на устойчивост към даден пестицид. Така например през 1975 г. в щата Мичиган поради широкото използване на Беномил срещу струпясването, той става неефективен за фермерите там. Тази устойчивост се появявала по-бързо, когато е използван в комбинация с Каптан. Установено е още, че устойчивите към еномил патогени стават устойчиви и към други фунгициди от групата на бензимидазола като Топсин М (метил тиофанат) и Мертект (тиабендазол). При условие, че се преустанови използването на бензимидазоли, там където е установена устойчивост, тя се появява отново, макар и да не използван три години подред (Dimova et al., 2015).

През 2005г. във Франция е установено, че устойчивостта към фунгицидите срещу струпясването става все по

RESULTS AND DISCUSSION

In Europe's apple orchards, according to Soufflet-Freslon et al., (2008), many commercially grown varieties are susceptible to scab and 12-15 treatments are carried out during the season to protect the crop. The problem with this disease is complicated when the spring is rainy and the relative humidity is high, which is especially true for northern countries such as Belgium, the Netherlands, Germany, and for our country when the spring is rainy.

Scab races have been studied and established by breeders and geneticists of the cooperative program who created the Coop (Co-or) series from 1 to 44 with scab-resistant varieties, the first of which was Prima registered in 1970. These are Purdue, Rutgers and Illinois Universities. - PRI selection program, respectively from Indiana, New Jersey and Illinois (Ballard, 1998; Moore and Janick, 1983; Dzhuvinov et al., 2016).

Repeated use of the same fungicide during the season or years creates a serious problem with the emergence of resistance to a pesticide. For example, in 1975 in the state of Michigan due to the widespread use of Benomilla against scab, it became ineffective for farmers there. This resistance appeared more quickly when used in combination with Kaptan.

It has also been found that benomyl-resistant pathogens also become resistant to other benzimidazole fungicides such as Topsin M (methyl thiophanate) and Mertect (thiabendazole). Provided that the use of benzimidazoles is discontinued where resistance is established, it reappears even if not used for three years in a row (Dimova et al., 2015).

In 2005 in France, resistance to scab fungicides has been found to be a growing problem for apple growers. It is

нарастващ проблем за производителите на ябълки. Той се основава на използването на стробилурини, анилинопирамидини и инхибитори на биосинтеза на стеролите. Установено е, че след масово въвеждане в практиката на даден фунгицид с едно активно вещество, в случая стробилурина, след две години употреба се установява устойчивост на патогена към този фунгицид. Същият проблем е наблюдаван и при употребата му срещу брашнестата мана по ябълката в различни райони на Европа (Lesemann et al., 2006).

Според Shay and Williams (1956), раса 1 се среща в САЩ и в много други страни, а раса 2 в щата Южна Дакота. Раса 3 е открита в провинция Нова Скотиа, Канада, докато раса 4 е установена в университета Пардю в руското семеначе R12740-7 използвано в селекционната програма PRI-Co-op. След изследванията на Williams and Brown (1968) е регистрирана 5 раса, която заразява сортове получени с участието на *Malus micromalus* и *M. atrosanguinea*, които са носители на ген за устойчивост Vm или по-новата класификация ген Rvi5 (Таблица 1). Раса 6 е установена в Германия, но е описана за първи път от Parisi et al., (1993). Раса 7 е откри-та в Англия и е описана от Roberts and Crute (1994) (Таблица 2). Този изолат е установен при естествено инфектирано дърво на *M. floribunda,* което показва същите симп-томи и при *M. floribunda 821,* които са носители на гена за устойчивост Rvi6, но не заразява други сортове носители на същия ген за устойчивост. Откритие-то на раса 8 е била в резултат от широко проучване на популацията на *V. inaequalis* в Нова Зеландия (Bus et al., 2005) (Таблица 3).

based on the use of strobilurins, anilinopyramidines and inhibitors of sterol biosynthesis. It has been found that after mass introduction into practice of a fungicide with one active substance, in this case strobilurin, after two years of use, resistance of the pathogen to this fungicide is established.

The same problem has been observed with its use against apple powdery mildew in different parts of Europe (Lesemann et al., 2006).

According to Shay and Williams (1956), race 1 is found in the United States and many other countries, and race 2 in South Dakota. Race 3 was found in the province of Nova Scotia, Canada, while race 4 was found at Pardew University in the Russian seed R12740-7 used in the PRI-Co-op selection program. Following studies by Williams and Brown (1968), 5 breeds were registered that infected varieties derived from *Malus micromalus* and *M. atrosanguinea* that carried the Vm resistance gene or the new Rvi5 gene classification (Table 1).

Race 6 was found in Germany, but was first described by Parisi et al., (1993). Race 7 was discovered in England and described by Roberts and Crute (1994) (Table 2). This isolate was found in naturally infected M. floribunda tree, which showed the same symptoms in M. floribunda 821, which are carriers of the Rvi6 resistance gene, but do not infect other varieties carrying the same resistance gene. The discovery of race 8 was the result of an extensive study of the population of *V. inaequalis* in New Zealand (Bus et al., 2005) (Table 3).

Таблица 1. Взаимоотношение на различните 8 раси на *Venturia inaequalis* и референтните гостоприемници от род *Malus*
Table 1. Relationship between the different 8 *Venturia inaequalis* races and reference hosts of the genus *Malus*

Гостоприемник Host	Генотип Genotype	Гени за устойчивост Gene effect	Раси № / Race №							
			1	2	3	4	5	6	7	8
h 1	Гала Gala	няма	+	+	+	+	+	+	+	+
h2	Долго Dolgo	*V?*[y]	-	+	-	-	-	-	-	-
	TSR34T15	*Vh2*	-	+	-	-	-	-	-	-
h3	Женева Geneva	*V?*	-	+[x]	+	-	-	-	-	-
h4	TSR33T239	*Vh4*	-	-	-	+	-	-	-	-
h5	9-AR2T196	*Vm*	-	-	-	-	+	-	-	-
	OR45T132	*Vm*	-	-	-	-	+	-	-	-
h6	Флорина Florina	*Vf+Vg*	-	-	-	-	-	+	-	-
	Прима Prima	*Vf+Vg*	-	-	-	-	-	+	-	-
h7a	Голден Делишес Golden Delicious	*Vg*	+	+	+	+	+	+	-	+
h7b	*M.* x *floribunda* 821	*Vf+Vfh*	-	-	-	-	-	-	+	-
h8	*M. sieversii* W193B	*Vh8*	-	-	-	-	-	-	-	+

[y] не наименуван ген за устойчивост / not named resistance gene

Таблица 2. Взаимоотношение между расите на *Venturia inaequalis* и гостоприемника (според Parisi et. al. (1993, 1994) и Roberts and Crute (1994)
Table 2. Relationship between *Venturia inaequalis* races and host (according to Parisi et al. (1993, 1994) and Roberts and Crute (1994)

Раса/патотип Race/Pathotype	Гостоприемник / Host					
	821	Флорина Florina	Либърти Liberty	Приам Priam	Прима Prima	Присила Priscilla
1-5	R[a]	R	R	R	R	R
6	R	S	S	S	S	S
M. floribunda 821 патотип	S	R	S	R	R	S

[a]R - устойчив / resistant, S – чувствителен / susceptible

Таблица 3. Раси на струпясването (*Venturia inaequalis)* контролирани от гени на устойчивост *Vg*, *Vf* и *Vfh.*
Table 3. Races of apple scab (*Venturia inaequalis*) controlled by the resistance genes *Vg, Vf* and *Vfh*.

Сортове Cultivars	Устойчивост Resistance	Раса1 Race 1	Раса 6 Race 6	Раса 7 Race 7	Раса 6+7 Race 6+7
Гала Gala	липсва	+	+	+	+
Голден Делишес Golden Delicious	*Vg*	+	+	-	+
Присила Priscilla	*Vf*	-	+	+	+
Прима Prima	*Vf+Vg*	-	+	-	+
M. floribunda 821	*Vf+Vfh*	-	-	+	+

+ чувствителност /susceptibility
- липса на симптоми / no symptoms;

От своите проучвания Penev (1997) е установил с помощта на диференциатори на расите на струпясването наличие на 1, 2 и 5 раси у нас. Освен

From his research Penev (1997) has established with the help of differentiators of the races of the collapse the presence of 1, 2 and 5 races in our

това той е проучил през 1992-1995 г. нападението от струпясване по листата отчетено през юли и по плодовете - в началото на септември при сортовете Прима и Либърти - устойчиви на струпясванв и при Купър 4 и Белголден - чувствителни на патогена. Нападението по листата и плодовете варира през отделните години, като най-силно е било през 1994 г.

На същите сортове са проведени фунгицидни третирания срещу струпясването и брашнестата мана през същия период по фенологични фази на развитие по Fleckinger (1948). Пръсканията са започнали от фенофаза Е - зелени върхове на пъпките с 1 % бордолезов разтвор и са завършили преди беритбата с Анвил, Дитан, Силит, Каптан и Пероцин през отделните години, като при чувствителните сортове е ползван и Пънч. При чувствителните сортове е установено също, че уязвими на болестта са от 1 до 6 лист броени от върха надолу, след което листата придобиват онтогенетична устойчивост.

Charmilot and Pasquier, (2003) установяват, че в Западна Европа ефективността на конвенционалната растителна защита намалява, поради развитата устойчивост на неприятелите към използваните инсектициди. В Швейцария, Армения и България е установена устойчивост към феноксикарб, тебуфенозид, метоксифенузид и дифлубензурон, както и при делтаметрин, фазалон и азинфос-метил.

През 1920 г. за пръв път се съобщава за установена устойчивост на *C.pomonella* към оловен арсенат (Hough, 1929), а през 1950 г. и към ДДТ (Glass and Fiori, 1955).

В средата на 50-^{те} години на миналия век използването на органофосфатни инсектициди и по-специално на азинфос-метил, който се превръща в най-често използваното средство за борба с *C. pomonella,* в резултат на което се развива устойчивост след около 30 години (Croft and Riedl, 1991;

country. He also studied in 1992-1995 the attack of leaf scab reported in July and on fruit - in early September in the varieties Prima and Liberty - resistant to scab and in Cooper 4 and Belgolden - susceptible to the pathogen. The attack on leaves and fruits varied from year to year, with the strongest in 1994.

Fungicide treatments against scab and powdery mildew were carried out on the same varieties during the same period according to the phenological phases of development according to Fleckinger (1948). The spraying started from phenophase E - green tips of the buds with 1% Bordeaux mixture and ended before the harvest with Anvil, Ditan, Silit, Kaptan and Perocin in the individual years and the sensitive varieties were also used Punch. In susceptible varieties, it has also been found that 1 to 6 leaves are counted vulnerable to the disease from the top down, after which the leaves acquire ontogenetic resistance.

Charmilot and Pasquier, (2003) found that in Western Europe, the effectiveness of conventional plant protection is declining due to the developed resistance of pests to the insecticides used. Resistance to phenoxycarb, tebufenozide, methoxyfenuside and diflubenzuron, as well as deltamethrin, fazalone and azinphos-methyl has been established in Switzerland, Armenia and Bulgaria.

In 1920, resistance of *C. pomonella* to lead arsenate was first reported (Hough, 1929), and in 1950 to DDT (Glass and Fiori, 1955).

In the mid of 1950s, the use of organophosphate insecticides, in particular azinphos-methyl, which became the most commonly used means of controlling *C. pomonella*, resulting in resistance after about 30 years (Croft and Riedl, 1991; Welter et al., 1991).

Welter et al., 1991). Устойчивостта към азинфос-метил сега е широко документирана в различни региони на света производители на ябълки, поради което използването на този органофосфорен инсектицид е преустановено (Varela et al., 1993; Reuveny and Cohen, 2004; Fuentes-Contreras et al., 2007; Reyes et al., 2007).

През последните 15 години се появиха съобщенията за развитие на устойчивост на *C. pomonella* и към други класове инсектициди като синтетични пиретроиди и към гранолозният вирус (Souphanor and Bouvier, 1995; Souphanor et al., 1998; Dunley and Waltre, 2000; Souphanor et al., 2000; Knight et al., 2001; Reuveny and Cohen, 2004; Loriatti et al., 2007; Stara and Kokourek, 2007; Rayes et al., 2007; Mota-Sanchez et al., 2008).

През 1993-1995 г. във Франция се появяват проблеми в борбата с ябълковия плодов червей в основните райони производители на тези плодове, поради установената кръстосана устойчивост при този опасен неприятел към използваните синтетични пиретроиди (Note National Spv-INRA 2003).

В овощните градини в Южна Европа *C. pomonella* е развил също устойчивост към синтетичните пиретроиди (Souphanor et al, 2006; Rayes et al., 2007). Кръстосана устойчивост към инсектициди е открита в някои случаи, преди те някога да бъдат използвани от производителите (Knight, 2010).

При лабораторни тестове Charmillot et al., (2007) установяват, че през последните години ябълковият плодов червей е развил устойчивост към класическите инсектициди, в резултат на многократната им употреба.

В американския щат Вашингтон са разработени алтернативни програми за заместване на органофосфатите, както с по-стари, така и с няколко нови инсектициди, които са станали достъпни за производителите. Синтетичните пиретроиди не са широко използвани в

Resistance to azinphos-methyl is now widely documented in various regions of the world apple growers, which is why the use of this organophosphorus insecticide has been discontinued (Varela et al., 1993; Reuveny and Cohen, 2004; Fuentes-Contreras et al., 2007; Rayes et al., 2007).

In the last 15 years, there have been reports of resistance to *C. pomonella* to other classes of insecticides such as synthetic pyrethroids and to the granola virus (Souphanor and Bouvier, 1995; Souphanor et al., 1998; Dunley and Waltre, 2000; Souphanor et al. ., 2000; Knight et al., 2001; Reuveny and Cohen, 2004; Lorietti et al., 2007; Stara and Kokourek, 2007; Rayes et al., 2007; Mota-Sanchez et al., 2008).

In 1993-1995, problems arose in France in the control of codling moth in the main regions producing these fruits, due to the established cross-resistance of this dangerous enemy to the synthetic pyrethroids used (Note National Spv-INRA 2003).

In orchards in southern Europe, *C.pomonella* has also developed resistance to synthetic pyrethroids (Souphanor et al, 2006; Rayes et al., 2007). Cross-resistance to insecticides was discovered in some cases before they were ever used by manufacturers (Knight, 2010).

In laboratory tests, Charmillot et al., (2007) found that in recent years, the codling moth has developed resistance to classical insecticides as a result of their repeated use.

In the US state of Washington, alternative programs have been developed to replace organophosphates with both older and several new insecticides, which have become available to manufacturers. Synthetic pyrethroids are not widely used in this

този регион, поради намножаване на акарите при интегрираното плодово производство (Knight, 2010).

От 2005 г. насам е отчетено незначително, но постепенно увеличение на употребата на ламбда-цихалотрин. Съобщава се за кръстосана устойчивост на синтетични пиретроиди, както в Калифорния, така и в Мичиган, където тези инсектициди са използвани по-широко като заместител на органофосфатите в началото на 90-те години на миналия век (Knight, 2010).

Широко разпространена е била устойчивостта на *C. pomonella* към органофосфати, поради което през 2005 г. и 2006 г., са били проведени изследвания в Североизточна Испания в ябълкови градини, които са третирали с Азинфос-метил и Карбарил. Резултатът е бил незадоволителен, поради ниската смъртност причинена от използваните инсектициди, съответно под 39% и 53%.

Регулаторите за растеж на насекомите, като инхибитор на хитиновия синтез новалурон, пирипроксифен, метоксифенозид, обикновено са включени в системите за борба с ябълковия плодов червей главно срещу яйцата. За съжаление, кръстосаната устойчивост сред тези групи инсектициди се среща в цяла Европа, където те за първи път са използвани в интегрираните системи за борба, разработени през 90-те години (Knight, 2010).

Популации на ябълковия плодов червей с устойчивост към един или повече инсектициди във всяка група регулатори на растежа на насекомите, също са открити в западните щати на САЩ (Knight, 2010).

Неоникотиноидните инсектициди, като тиаклоприд и ацетамиприд, са сравнително ефективни за борба с *C. pomonella*. Тяхното използване се ограничава, поради създаване на условия за намножаване на акарите в интегрираните системи за борба. Кръстосана устойчивост към тиаклоприд е уста-

region due to the multiplication of mites in integrated fruit production (Knight, 2010).

Since 2005, a slight but gradual increase in the use of lambda-cyhalothrin has been reported. Cross-resistance to synthetic pyrethroids has been reported in both California and Michigan, where these insecticides were more widely used as a substitute for organophosphates in the early 1990s (Knight, 2010).

The resistance of *C. pomonella* to organophosphates was widespread, which is why in 2005 and 2006, studies were carried out in north-eastern Spain in apple orchards treated with Azinphos-methyl and Carbaryl. The result was unsatisfactory due to the low mortality caused by the insecticides used, below 39% and 53%, respectively.

Insect growth regulators, such as chitin synthesis inhibitor novaluron, pyriproxyfen, methoxyfenozide, are commonly included in apple fruitworm control systems mainly against eggs. Unfortunately, cross-resistance among these groups of insecticides is found throughout Europe, where they were first used in integrated control systems developed in the 1990s (Knight, 2010).

Populations of the apple fruit worm with resistance to one or more insecticides in each group of insect growth regulators have also been found in the western United States (Knight, 2010).

Neonicotinoid insecticides, such as thiacloprid and acetamiprid, are relatively effective in controlling *C. pomonella*. Their use is limited due to the creation of conditions for the multiplication of mites in integrated control systems.

Cross-resistance to thiacloprid has been

новена при популации на *C. pomonella* в Европа, но не и на ацетамиприд в овощните градини в щата Мичиган. Установен е модел на устойчивост и подобен на неоникотиновите инсектициди за спинозад в двата региона. При биологичното производство Спинозад може да се използва (Knight, 2010).

Новият инсектицид Спинеторам, е регистриран в САЩ през 2008 г. и се съобщава, че има отлична активност за *C. pomonella* (Van Steenwyk and Dunley, 2008).

Според Sansavini, (1997) Интегрираното производство на плодове е широко разпространено в Европа. В сравнение с конвенционалното, то има по-висока ефективност и осигурява по-високи добиви (John et al., 2001).

found in populations of *C. pomonella* in Europe but not acetamiprid in orchards in Michigan state. A resistance model similar to neonicotine insecticides for spinosad has been established in both regions. Spinosad can be used in organic production (Knight, 2010).

The new insecticide Spinetoram was registered in the USA in 2008 and has been reported to have excellent activity against *C. pomonella* (Van Steenwyk and Dunley, 2008).

According to Sansavini, (1997) Integrated fruit production is widespread in Europe. Compared to conventional, it has higher efficiency and provides higher yields (John et al., 2001).

ИЗВОДИ

За да се намалят проблемите с основните вредители по ябълката: струпясване и ябълков плодов червеи, не трябва да се третира с един и същи продукти за растителна защита два пъти последователно, както и да не се използват инсектициди срещу ябълковия плодов червей показали устойчивост към него.

Интегрираното плодово производство трябва да заеме приоритетно място в българското земеделие, чрез което ще намалят разходите за контрол на болестите и неприятелите, а плодовата продукция ще бъде без остатъчни количества пестициди.

CONCLUSIONS

To reduce the problems with the main pests of apples - scab and codling moth, should not be treated with the same active substances. Do not use pesticides against the two main pests that have shown resistance to them.

Integrated fruit production should take a priority place in Bulgarian agriculture, which will reduce the cost of disease and pest control, and fruit production will be free of pesticide residues.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Boykov, D., V. Velkov, T. Zakhov and E. Popov**, 1951. Fruit Growing, Zemizdat, Sofia, pp. 160-162 (Bg).
2. **Bubov, P. D.**, 1923. Complete Guide to Fruit Growing. Pleven, pp. 569-571; pp. 605-609 (Bg).
3. **Ballard, J.K.**, 1998. Some Significant Apple Breeding Stations around the World. Selah, Washington, USA, pp. 17-18.
4. **Barnes, M., J.G. Millar, P. A. Kirsch and D.C. Hawks**, 1992. Codling Moth (*Lepidoptera: Tortricidae*) Control by Dissemination of Synthetic Female Sex Pheromone. *J. Econ. Entomol.*, 85(4), 1274-1277.
5. **Bus, V. G.M., F. N. D. Laurens, W. E. Van deWeg, R. L. Rusholm, E. H. A. Rikkerink, S. E. Gardiner, H. C. M. Bassett, L. P. Kodde and K. M. Plummer**, 2005.

The Vh8 Locus of a New Gene-for-Gene Interaction between *Venturia inaequalis* and the Wild Apple *Malus sieversii* is Closely Linked to the Vh2 Locus in *Malus pumila* R12740-7 A. *New Phytologist*, 166, 1035-1049.
6. **Charmillot, P. and D. Pasquier**, 2003. Combination of Matung Disruption (MD) and Granulosis Virus to Control Resistant Strains of Codling Moth *Cydia pomonella* L., IOBC wprs Bull. 26 (11), 27-29.
7. **Charmillot, P., D. Pasquier, C. Salamin, F. Briand, A. Azizian, H. Kutinkova, P. Peeva and N. Velcheva**, 2007. Detection de la resistance du carpocapse *Sydia pomonella* par application topique di nsecticides sur deschenilles diapausantes de Suisse, d Armenie et de Bulgarie. *Revue Suisse Vitic. Arboric Horti*., 39 (6), 385-389.
8. **Childers N.F.,** 1975. Modern Fruit Science, Somerset, Inc.New Jersey, USA, pp.519-521.
9. **Croft, B.A. and H.W. Riedl**, 1991. Chemical Control and Resistance to Pesticides of the Codling Moth, in *Tortricid Pests:* Their Biology, Natural Enemies and Control. ed. by Geest LPS and Evenhuis HH. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, The Netherlands, pp. 371-387.
10. **Dimova, M., N. Palagacheva and V. Dzhuvinov**, 2015. Resistance to Pesticides in Diseases and Pests of Fruit Crops. *Scientific works of the Agricultural University*, Plovdiv, LIX(3), 129-134 (Bg).
11. **Dunley, J.E. and S.C. Welter**, 2000. Correlated Insecticide Cross-resistance in Azinphos-methyl Resistant Codling Moth (*Lepidoptera: Tortricidae*). *J Econ Entomol,* 93: 955-962.
12. **Dzhuvinov, V., S. Gandev, V. Arnaudov, Z. Rankova, L. Nacheva, G. Dobrevska**, 2016. Apple. Biofruit BG – EOOD, pp. 48-50 (Bg).
13. **Fernández, D.E., L. Cichon, S. Garrido, M. Ribes-Dasi and J. Avilla**, 2010. Comparison of Lures Loaded with Codlemone and Pear Ester for Capturing Codling Moths, *Cydia pomonella*, in Apple and Pear Orchards Using Mating Disruption. *Journal of Insect Science* 10:139 available online: insectscience.org/10.139.
14. **Flekinger, J.**, 1948. Les stades vegetatifs des abres fruitiers, en rapport aves les traitements. Pomologie Francaise (Suppl), pp. 81-93.
15. **Fuentes-Contreras, E., M. Reyes, W. Barros and B. Sauphanor**, 2007. Evaluation of Azinphos-methyl Resistance and Activity of Detoxifying Enzymes in Codling Moth (*Lepidoptera:Tortricidae*) from Central Chile. *J Econ Entomol,* 100: 551-556.
16. **Glass, E.H. and B. Fiori**, 1955. Codling Moth Resistance to DDT in New York State. *J Econ Entomol,* 48: 598-599.
17. **Hough, W.S.**, 1929. Relative Resistance of Arsenical Poisoning of two Codling Moth Strains. *J Econ Entomol,* 21: 325-329.
18. **Hristov, A. and K. Krastev**, 1964. Phytopathology. Hristo G. Danov, Plovdiv, pp. 332-338 (Bg).
19. **John, P. Reganold, Jerry D. Glover, Preston K. Andrews and Herbert R. Hinman**, 2001. Sustainability of Three Apple Production Systems. *Nature*, 410, 926-930 (19 April 2001) doi:10.1038/35073574.
20. **Knight, A.**, 2010. Cross-resistance between Azinphos-methyl and Acetamiprid in Populations of Codling Moth, *Cydia pomonella* (L.) (*Lepidoptera: Tortricidae*), from Washington State, www.interscience.wiley.com) DOI 10.1002/ps.1955.
21. **Knight, A.L., J.E. Dunley and R.K. Jansson**, 2001. Baseline Monitoring of Codling Moth (*Lepidoptera: Tortricidae*) Larval Response to Benzoylhydrazine Insecticides. /fconfnfomo/ 94: 264-270.
22. **Lesemann, S., S. Schimpeke, F. Dunemann and H. Deising**, 2006. Mitochondrial Heteroplasmyfor the Cytochrome B Gene Controls the Level of

Strobilurin Resistance in the Apple Powdery Mildew Fungus *Podosphera leucotricha* (Ell.&Ev.) Salm. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 113(6), 256-266.
23. **Loriatti, C., M. Tasin, P.J. Charmillot and B. Sauphanor**, 2007. Early Detection of Resistance to Tebufenozide in Field Populations of *Cydia pomonella* L*.:* Methods and Mechanisms. *J Appl Entomol,* 131: 453-459.
24. **Miletic, N., N Tomas and D. Greora**, 2011.The Control of Codling Moth (*Cydia pomonella* L.) in Apple Trees. *Agriculture*, 98(2), 213-218.
25. **Moore, J.K. and J. Janick**, 1983. Methods in Fruit Breeding. West Lafayette, Indiana, USA, pp. 189-215.
26. **Mota-Sanchez, D., J.C. Wise, R. Vander Poppen, L.J. Gut and R.M. Holling-Worth**, 2008. Resistance of Codling Moth, *Cydia pomonella* (L.) (*Lepidoptera:Tortricidae*), Larvae in Michigan to Insecticides with Different Modes of Action and the Impact on Field Residual Activity. *Pest Manag Sci,* 64: 881-890.
27. **Parisi, L., Y. Lespinasse, J. Guillaumes and J. Kruger**, 1993. A New Race of *Venturia inaequalis* Virulent to Apples with Resistance Due to the Vf Gene. *Phytopathology*, 83, 533-537.
28. **Penev, R.**, 1997. A Study of Some Aspects of the Relationship between *Malus x domestica* Borkh and *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. in Connection with Accelerated Evaluation of Breeding Material. Ph.D.Thesis, Plovdiv (Bg).
29. **Reuveny, H. and E. Cohen**, 2004. Resistance of the Codling Moth *Cydia pomonella* (L.) (*Lepidoptera:Tortricidae*) to Pesticides in Israel. *Mppl Entomol,* 128: 645-65.
30. **Reyes, M., P. Franck, P.J. Charmillot, Q. Loriatti, J. Olivares, E. Pasqualini et al.***,* 2007. Diversity of Insecticide Resistance Mechanisms and Spectrum in European Populations of the Codling Moth, *Cydia pomonella. Pest Manag Sci,* 63: 890-902.
31. **Reyes, M., J.C. Bouvier, T. Boivin, E. Fuentes-Contreras and B. Sauphanor**, 2004. Insecticide Susceptibility and Enzymatic Activity of *Cydia pomonella* L. (*Lepidoptera: Tortricidae*) from Three Apple Orchards of Maule Region, Chile. *Agric Technica*, (Chile), 64: 229-237.
32. **Roberts, A. L. and I. R. Crute**, 1994. Apple Scab Resistance from *Malus floribunda* 821 (Vf) is Rendered Ineffective by Isolates of *Venturia inaequalis* from *Malus floribunda*. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences*, 17, 403-406.
33. **Sansavini, S.**, 1997. Integrated Fruit Production in Europe: Research and Strategies for a Sustainable in Dustry. *Sci. Hort.,* 68, 25-36.
34. **Sauphanor, B. and J.C. Bouvier**, 1995. Cross-resistance between Benzoylureas and Benzoylhydrazines in the Codling Moth, *Cydia pomonella* L. *Pest Manag Sci,* 45: 369-375.
35. **Sauphanor, B., M. Berling, J.F. Toubon, M. Reyes, J. Delnatte and P. Allemoz**, 2006. Carpocapse des pommes. Cas de resistance au virus de la granulose en vergers biologique. *Phytoma* 590:24-27.
36. **Sauphanor, B., J.C. Bouvier and V. Brosse**, 1998. Spectrum of Insecticide Resistance in *Cydia pomonella* (*Lepidoptera: Tortricidae*) in Southeastern France. *J Econ Entomol,* 91: 1225-1231.
37. **Sauphanor, B., V. Brosse, J.C. Bouvier, P. Speich, A. Micoud and C. Martinet**, 2000. Monitoring Resistance to Diflubenzuron and Deltamethrin in French Codling Moth Populations *(Cydia pomonella). Pest Manag Sci*, 56: 74-82.
38. **Shay, J. R. and E. B. Williams**, 1956. Identification of Three Physiologic Races of *Venturia inaequalis*. *Phytopathology*, 46, 190-193.
39. **Soufflet-Freslon, V., L. Gianfranceschi, A. Patocchi and C.E. Durel**, 2008.

Inheritance Studies of Apple Scab Resistance and Identification of Rvi14, a New Major Gene That Acts Together with Other Broad-spectrum QTL. *Genome*, 51, 657-667.
40. **Stancă-Moise, D.**, 2015. Observations on the Biology of Species *Cydia pomonella* (Worm Apple) in an Orchard in the Town Sibiel, Sibiu County in 2014 year, *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development,*15(3), 293-296.
41. **Stara, J. and F. Kocourek**, 2007. Insecticidal Resistance and Cross-resistance in Populations of *Cydia pomonella* (*Lepidoptera:Tortricidae*) in Central Europe. *J Econ Entomol*, 100: 1587-1595.
42. **Sutton, T.B., H.S. Aldwinckle, A.M. Agnello and J.F. Walgenbach**, 2014. Compendium of Apple and Pear Diseases and Pest. Second edition, APS press, Minnesota, USA, pp. 8-11; pp. 133-135.
43. **Van Steenwyk, R.A. and J.E. Dunley**, 2008. Spinetoram - a Second Generation Spinosyns Insecticide for Pear Pest Management. *Acta Hort.,* 800, 867-873.
44. **Varela, L.G., S.C. Welter, V.P. Jones, J.F. Brunner and H. Riedl**, 1993. Monitoring and Characterization of Insecticide Resistance in Codling Moth (*Lepidoptera: Tortricidae*) in four Western States. *J Econ Entomol,* 86: 1-10.
45. **Welter, S.C., L. Varela and R. Freeman**, 1991. Codling Moth Resistance to Azinphos-methyl in California. *Resistant Pest Manag Newsletter*, 3: 12.
46. **Williams, E.B. and A.G. Brown**, 1968. A new Physiological Race of *Venturia Inaequalis* Incitant of Apple Scab. *Plant Dis. Rep.*, 52: 799-801.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2020, 23 (5), 142-151 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Фитофторно гниене на корена (*Phytophthora cactorum*) и кореновата шийка по лешника (*Corylus avellana* L.) в България

Марияна Накова[1]*, Катя Василева[2], Борис Наков[1]

[1]Аграрен университет Пловдив, Катедра по фитопатология, 4000 Пловдив, България
[2]Институт по зеленчукови култури „Марица", 4003 Пловдив, България

Phytophthora Root and Collar Rot (*Phytophthora cactorum*) on Hazelnuts (*Corylus avellana* L.) in Bulgaria

Mariana Nakova[1]*, Katya Vasileva[2], Boris Nakov[1]

[1]Agriculture University Plovdiv, Department of phytopathology, 4000 Plovdiv, Bulgaria
[2]Maritsa Vegetable Crops Research Institute, 4003 Plovdiv, Bulgaria
**E-mail: mariananakova@gmail.com*

Short communication

РЕЗЮМЕ

През 2016 г. е извършен фитосанитарен мониторинг на лешникови градини в района на Трявна. Единични растения или групи от 2-3 дървета са с намалена жизненост, растат бавно и не плододават. Пъпките на болните растения се събуждат по-късно през пролетта и образуват малки хлоротични листа. Тези прояви са последвани от внезапното увяхване на върхните листа и клонки, или от загиване на целите растения.

Мицелните колонии са бели, с радиален растеж на среди КДА и V-8. Спорангиите са с преобладаваща лимонова форма, с малки папили. Те се отделят от спороносците, и имат къс педицел. Имат следните размери: 34.8 x 27.8 µm, I=1.2. Оогониите са с овално-сферична форма, с гладки стени и размери: 27.11 x 29.64 µm, с парагинни антеридии – 12-21 µm.

SUMMARY

During 2016 a phytosanitary monitoring of hazelnut orchards was performed in the region of Tryavna. Single plants or groups of 2-3 hazelnut trees had low vigor, slow growing and produced no fruits. The buds of the diseased plants arouse later in spring and formed small chlorotic leaves. These symptoms were followed by the sudden wilting of upper leaves and shoots, or the death of the whole plants.

The mycelia colonies of the causal agents on PDA and V-8 are white, with the radial growth. The sporangia are with a prevailing lemon shape, with small papillae. They are caducous, with a short pedicel. Their size is 34.8 x 27.8 µm, I=1.2. The oogonia are oval-shaped, with smooth walls and sized: 27.11 x 29.64 µm. The antheridia are paragynous – 12-21 µm. The oospores are oval-shaped, with thick

Ооспорите са закръглени, дебелостенни, 27.03 – 32.06 µm. Мицелен растеж на изолатите е регистриран между 2 и 31^{0}C, с оптимална температура 25-26^{0}C. Морфологичните и културалните характеристики на изолатите са идентични с тези на вида *Phytophthora cactorum*.

Екстрахираната от изолатите ДНК, е амплифицирана с праймерна двойка ITS 4 и ITS 6. Получените при PCR реакцията фрагменти са с дължина 850-900 bp, което потвърждава, че изследваните изолати принадлежат към род *Phytophthora*.

Ключови думи: лешник (*Corylus avellana* L.), кореново гниене, *Phytophthora cactorum*

walls, sized: 27.03 – 32.06 µm. The mycelia growth of the isolates was registered between 2 and 31^{0}C, with optimum temperatures of 25-26^{0}C. The morphological and cultural characteristics of the isolates are identical to those described for the specie *Phytophthora cactorum*.

The molecular analysis using the PCR amplification protocol with ITS4 and ITS6 primers pair gives a band with a size of 850-900 bp, for all the isolates confirming that they belong to genus *Phytophthora*.

Key words: hazelnut (*Corylus avellana* L.), root rot, *Phytophthora cactorum*

УВОД

България е страна с традиционно развито овощарство, но леската е по-слабо разпространена. В края на 19 век, лешника заема около 200 хектара от обработваемите площи, и около 600 хектара от горския фонд. По-големи насаждения има в Бургаска и Хасковска области (Mitov et al., 1996). В началото на 21 век се променя структурата на трайните култури и през последните години площите от леска се увеличават. Създават се промишлени насаждения със собствен или вносен посадъчен материал, които в някои райони достигат до 200 и повече хектара.

В Чили, в регион с около 10 000 ha лешникови градини, засадени с европейски лешник (*Corylus avellana* L), като причинители на кореновото гниене са открити следните патогени: *Phytophthora* sp. (кореново гниене), *Armillaria mellea* (бяло кореново гниене), *Cylindrocarpon* sp. (кореново гниене), *Macrophomina phaseolina* (черно гниене на корените) и *Sclerotinia minor* (кореново гниене в разсадници). От рода *Phytophthora*, патогенът *Phytophthora cinnamomi*, е идентифициран като причинител на гниенето на корените и кореновата шийка по лешниковите растения (Guerrero et al., 2014).

INTRODUCTION

Bulgaria is a country with traditions in fruit growing but the hazelnut is not wide spread. At the end of 20th century the hazelnuts areas were 200 ha on agricultural lands and 600 ha in the forests, mainly in the regions of Burgas and Haskovo (Mitov et al., 1996). At the beginning of the 21st century the structure of the fruit crops was changed and the hazelnut area was increased. Industrial hazelnut plantations with the size of 200 or more hectares were planted with a Bulgarian or an imported planting material.

In Chile, in a region with around 10 000 ha hazelnut orchards planted with the European hazelnut (*Corylus avellana L*), the following pathogens were detected as causal agents of the root rot: *Phytophthora sp.* (root rot), *Armillaria mellea* (white root rot), *Cylindrocarpon sp.* (root rot), *Macrophomina phaseolina* (carbonaceous rot of roots) and *Sclerotinia minor* (root rot in nursery). From the genus *Phytophthora*, the pathogen *Phytophthora cinnamomi*, was identified as the causing root and neck rot on the hazelnut plants (Guerrero et al., 2014).

В Иран патогенът *Phytophthora citricola* е изолиран и идентифициран от загиващи лешникови корени (Khosrowfar et al., 2005).

В Калифорния по калифорнийския лешник (*Corylus cornuta* var. *californica*) е съобщен и карантинният вид *P. ramorum* (DiLeo et al., 2008). В щат Орегон *Phytophthora* sp. е изолирана и идентифицирана от фините корени на загиващи млади лешникови растения. Фитофтората се счита за рядък проблем при тази култура. Като цяло се среща при различни култури на почви с лош дренаж (Pscheidt and Ocamb, 2019).

In Iran the pathogen *Phytophthora citricola* was isolated and identified from dying hazelnut roots (Khosrowfar et al., 2005).

In California (USA) on the California hazelnut (*Corylus cornuta* var. *californica*) the quarantine specie *P. ramorum* was isolated and identified (DiLeo et al., 2008). In Oregon state *Phytophthora* sp. was isolated and identified on the fine roots of young dying hazelnut plants. *Phytophthora* is considered to be a rare problem on that crop. In general, it is found on different crops on soils having poor drainage (Pscheidt and Ocamb, 2019).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

В България в района на Трявна (в село Черновръх; Стара планина) е проведено проучване за фитосанитарния статус на лешникова градина с площ 300 ha. Някои лешникови растения, на малки групи, показват слаба жизненост и бавен растеж. Тези симптоми са последвани от загиване на растенията. На случаен принцип са взети проби от основата и корените на болните растения, и са нарязани на малки парченца.

За изолиране на причинителите са използвани картофено-декстрозен агар (КДА) и селективна за фитофторови патогени среди (PARP). Приложен е и метода на примамките, като са използвани млади ябълкови плодчета (Erwin and Ribeiro, 1996).

Патогенитетът на получените изолати е доказан чрез инокулиране на лешникови летораси, с добре развити листа и на млади ябълкови плодове, с размер на орех. Заразени са по 8 летораси – с мицелно блокче от изолатите, покрито с влажен тампон /стерилна вода/, и парафилм. При контролните летораси е използвано стерилно агарово блокче. Опитът е изведен във фитотрон при 25^{0}C и 85% въздушна влажност, и 12/12 часа режим светло/тъмно. С всеки изолат са заразени и по 3 ябълкови плода.

MATERIAL AND METHODS

In Bulgaria in the region of Tryavna (in the village of Chernovrah; the Balkan range (Stara planina)) a survey about the phytosanitary status of a hazelnut orchard, sized 300 ha, was carried out. Some hazelnut plants in small groups showed low vigor and slow growing. These symptoms were followed by dying of the plants. Samples were randomly taken from the crown and the roots of the diseased hazelnuts.

Isolations were done on PDA and PARP selective media for isolation of *Phytophthora* pathogens. Also “baiting bioassay” was performed using young apple fruits (Erwin and Ribeiro, 1996).

The pathogenicity of the isolates was tested through inoculation of hazelnut shoots with well-developed leaves and small apple fruits, “walnuts size”.

Eight shoots were inoculated with mycelia plugs of each isolate (covered with wet cotton and parafilm). In control shoots an un-inoculated (sterile) agar plugs were used instead. The shoots were kept in a growth chamber at 25^{0}C and 85% relative humidity, 12 hours light/12 hours’ darkness. With each isolate 3 apple fruits were also inoculated.

На изолатите, с доказан патогенитет са проучени морфологичните и културални особености на колониите върху 2 среди: КДА и V-8, в по 4 повторения, при 25^{0}C, в термостат на тъмно. Описан е видът на колониите, като темпът на мицелния растеж е измерван ежедневно. На база микроскопски наблюдения са описани видът на мицела, и формирането на структури: спорангии, оогони, антеридии, ооспори.

С цел да се определи видът на спорангиите и техните размери, образуването на спорангии е индуцирано чрез поставяне на мицелни блокчета в Петриеви блюда с дъждовна вода, при лабораторни условия. Микроскопските наблюдения за спорообразуване се извършват след 24 часа.

Формирането на оогонии, антеридии и ооспори е наблюдавано ежедневно при среди КДА и V-8, под микроскоп. Определени са техните размери.

Изследвано е влиянието на температурата в диапазона от 0-1 до 36^{0}C върху растежа на мицела, в термостати на тъмно. Отчетени са минималната, максималната и оптималната температури.

Извършени са статистически анализирани на данните за размера на спорангиите, оогониите, антеридиите и ооспорите, като се използват програмите Excel 2010 и SPSS 21.

От развити, 10-12-дневни мицелни колонии върху КДА, е направена екстракцията на гъбна нуклеинова киселина. Мицелът е замразен в течен азот и екстракцията на ДНК е чрез EZNA Fungal DNA Mini Kit (Omega Bio-tek). При PCR реакция се амплифицира ITS (internal transcribed spacer) региона, като се използват праймерите ITS4 (TCCTCCGCTTATTGATATGC) и ITS6 (GAAGGTGAAGTCGTAACAAGG). При PCR реакцията се използват следните количества, на база протокол: количество на гъбна ДНК – 2 µl; Буфер - 10x (Fermentas dream taq buffer + KCl + MgCl - 5 µl); dNTP - 4 µl; прав праймер ITS1 - 2.5 µl; обратен праймер ITS4 -

The morphological and cultural characteristics of the pathogenic isolates were studied on 2 media: PDA and V-8, 4 replicas, at 25^{0}C, in dark. The type of the colonies was described and the mycelia growth was measured on a daily base. The mycelia hyphae, the formation of the sporangia, the oogonia, the antheridia, and the oospores were observed under the microscope.

In order to see the type of the sporangia and measure their size, a sporangia formation was induced on mycelia plugs in rain water, under laboratory conditions, in Petri plates. The microscope observations were carried out after 24 hours.

On PDA and V-8 observations about the formation of the oogonia, the antheridia and the oospores were done under the microscope daily. Their size was measured.

The influence of the temperatures, in the range from 0-1 to 36^{0}C, on the mycelia growth was studied in thermostats in dark. The minimum, the maximum and the optimal temperatures were registered.

The statistical analyses were performed on the data received from the size of the sporangia, the oogonia, the antheridia, and the oospores, applying Excel 2010 and SPSS 21 programs.

From the mycelia colonies on PDA, 10-12 days old, a fungal DNA was extracted. The mycelium was frozen in liquid nitrogen and the DNA was extracted using EZNA Fungal DNA Mini Kit (Omega Bio-tek). In the PCR reaction the ITS (internal transcribed spacer) region was amplified using ITS4 and ITS6 primers pair. Primer sequences are, as follows: ITS4 - TCCTCCGCTTATTGATATGC; ITS6 - GAAGGTGAAGTCGTAACAAGG. In the PCR reaction the following quantities were used based on the protocol: fungal DNA – 2 µl; buffer - 10x (Fermentas dream taq buffer + KCl + MgCl -5 µl); dNTP - 4 µl; forward primer ITS4 -2.5 µl; reverse primer ITS6 -2.5 µl;

2.5 µl; Taq polymerase – 0.4 µl; стерилна вода - 33.6 µl. Условията на PCR реакцията са следните: 94^{0}C - 3'; 35 x (94^{0}C - 45"; 57^{0}C - 30"; 72^{0}C - 1'). След PCR реакцията, получените продукти се добавят към агарозен гел. Гелът се визуализира с етидиев бромид.

Taq polymerase – 0.4 µl; sterile water - 33.6 µl. The conditions for the PCR reaction are: 94^{0}C-3'; 35 x (94^{0}C-45"; 57^{0}C-30"; 72^{0}C-1'). After the PCR reaction the products were added to Agarose gel. The gel was visualized with ethidium bromide.

РЕЗУЛТАТИ

През април - май 2016 г., когато се извърши мониторинг на лешникови насаждения в района на Трявна, болните растения се открояваха ясно на фона на здравите. Те имаха намалена жизненост и изоставаха в развитието си през пролетта. Пъпките на заразените растения се събуждат по-късно и се образуват малки, хлоротични листа, които са леко завити нагоре. Една част от пъпките на тези растения не се развиват изобщо. През летните месеци юли и август, когато температурите са високи, симптомите се проявяват по-ясно. Листата на болните лешникови растения са хлоротични до бледо жълти, с червеникав оттенък. Те се завиват, увяхват и опадат. По някои от тях се откриват некротични петна, с размери 8-10 mm. Впоследствие се наблюдава внезапно увяхване на върхните клонки и листа, загиване на отделни разклонения или цели растения.

Симптоми се откриват по корените и в основата на растенията, в зоната на кореновата шийка, където се образуват тъмно-сиви воднисти петна. При обелване на кората се откриват червено-кафяво оцветяване на камбиалните тъкани, в резултат на инфекцията. Заразените тъкани са ясно разграничени от здравите части (Фигура 1).

RESULTS

During April - May 2016, when the phytosanitary monitoring of the hazelnut orchards in the region of Tryavna was carried out, the diseased plants were clearly visible against the background of the healthy ones. They had low vigor and slow growing in spring. The buds of the infected plants arouse later and formed small chlorotic leaves, slightly curled up. Some buds on such plants did not develop at all. During the summer months of July and August when temperatures are high the symptoms intensify. The leaves on the diseased hazelnut plants are chlorotic to pale yellow with a reddish discoloration. They curl upside, wilt and drop off. On some leaves necrotic spots are formed, with the size of 8-10 mm. Later in the season a sudden wilting was found on the twigs and leaves, and after that some branches or whole trees dye back.

The symptoms are visible on the roots and the crowns of the plants where wet dark grey spots are formed. A reddish brown discoloration due to the infection is observed under the bark on the cambium tissues. The infected tissues clearly differentiate from the healthy ones (Figure 1).

Фиг. 1. Симптоми по корените и в зоната на коренова шийка на лешника
Fig 1. Symptoms at the roots and stem base (crown) of hazelnut

Извършени са изолации от взети проби на болни растения на КДА и селективна PARP среда. Направени са тестове за патогенност. Симптоми по лешниковите летораси са наблюдавани на 10-ия ден след инокулацията, в растежна камера. Върху листата, в близост до точката на заразяване, първо се наблюдава системна хлороза по нерватурата (Фигура 2). След това по листата се образуват хлоротични, а по-късно некротични, неправилни, разпръснати петна. Тези симптоми се появяват първо на листата близо до зоната на инокулация, а по-късно и на върхните листа.

Isolations were done from the diseased plants with the symptoms on PDA and PARP media.

Pathogenicity tests were performed. The symptoms on the hazelnut shoots in the growth chamber were seen on the 10th day after the inoculation. On the hazelnut leaves close to the infection point systemic chlorosis on the veins were expressed first (Figure 2). Chlorotic and later necrotic irregular scattered spots were formed on the leaves after that. These symptoms first appear on the leaves close to the inoculation point and later on the upper leaves.

Фиг. 2. Симптоми по летораси и листа на лешник, след изкуствено инокулиране
Fig 2. Symptoms on hazelnut branches and leaves after artificial inoculation

Инокулираните ябълки показват симптоми – кафяво, сухо гниене около зоната на поставяне на инфекциозното блокче, на 7-ми ден след заразяването. Причинител, идентичен на първоначалния изолат, е реизолиран от инокулираните летораст и ябълкови плодове.

Морфологичните и културални особености на патогена са проучени на КДА и V-8, при 25^{0}C. На 7-ми ден колониите на КДА имат радиален растеж и бял, пухкав, не много висок въздушен мицел, светла основа. Те са широко петалоидни, със слабо нагъната периферия. Мицелните хифи са хиалинни, не септирани, с протуберанси. Върху V-8 колониите са с радиален растеж и светла основа. Те са широко петалоидни, с нагъната периферия. Въздушният мицел е бял, много пухкав. Мицелните хифи са накъдрени.

Спорангиите варират по форма: лимоновидните, с малка папила, са преобладаващи, но има и с крушовидна форма, или широко овални. Те са тип отделящи се, с къс педицел. Размерите на спорангиите са 34.8 x 27.6 µm; I = 1.2. Размерите на папилите са 3,47 µm. Спорангионосците са симподиално разклонени.

Изолатите са хомоталични. Оогоните са овално-сферични, с гладки стени и размери 27.11-29.64 µm, средно 28.37 µm. Антеридиите са парагинни, 12-21 µm. Ооспорите са закръглени, дебелостенни, с гладки стени и размери 27.03-32.06 µm, средно 29.54 µm, плейротични (Таблица 1). Те се образуват в хранителна среда, при 25^{0}C след 6 дни.

Нарастване на мицела при изолат Tr 3 е регистрирано между 2 и 31^{0}C. Оптималните температури за растежа са 25 - 26^{0}C.

The inoculated apples show symptoms – brown, dry rot around the infection plug, on the 7th day after the infection. The causal agent identical to initial isolate was re-isolated from inoculated shoots and apple fruits.

Morphological and cultural characteristics of the pathogen were described on PDA and V-8, at 25^{0}C. On the 7th day the colonies on PDA have a radial growth and whitish, fluffy, not very high mycelia, with colorless base. They are broadly petaloid, with a slightly curved periphery. The mycelia hyphae are hyaline, non-septate, with protuberances. On V-8 the colonies show a radial growth and a whitish base. They are also broadly petaloid, with a slightly curved periphery. The mycelia hyphae are curly-like.

The sporangia vary in shape: the lemon-shaped ones with small papillae are the prevailing shapes but the obpyriform or wide ovate sporangia are also found. They are caduceus, with a short pedicel. The size of the sporangia is 34.8 x 27.76 µm; I=1.2. The papillae have the size of 3.47 µm. The sporangiophores are branched sympodially.

The isolates are homothallic. The oogonia are oval-shaped, with smooth walls and the size of 27.11-29.64 µm, average 28.37 µm. The antheridia are paragynous, 12-21 µm.The oospores are oval-shaped, with thick smooth walls, sized 27.03-32.06 µm, av. 29.54 µm, plerotic (Table 1). They are formed in the media after 6 days, at 25^{0}C.

The growth of the mycelia of the isolate Tr 3 was registered between 2 and 31^{0}C. The optimum temperatures for the mycelia growth are 25 - 26 ^{0}C.

Таблица 1. Размери на оогониите и ооспорите на изолат Tr 3, в µm
Table 1. The size of oogonia and oospores, isolate Tr 3, in µm

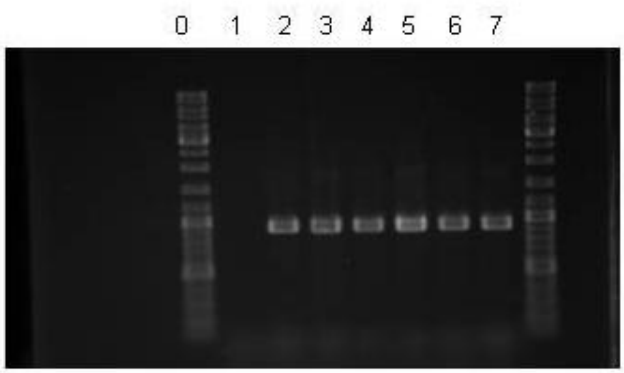
Media PDA								
Isolate	Oogonia				Oospores			
Tr 3		d	length	width		d	length	width
	Average	28.37	27.11	29.64	Average	28.54	32.06	27.03
	Cv%	2.09	2.7	3.46	Cv%	18.52	2.86	9.16
	S2	0.35	0.54	1.05	S2	38.73	0.84	6.13
	S	0.59	0.73	1.03	S	6.22	0.92	2.48
	max	30.03	28.00	32.6	max	38.00	34.00	42.00
	min	27.5	26.00	29.00	min	26.00	31.00	22.00

Данните за морфологичните и културалните характеристики на мицелните колонии, мицелните хифи, спорангиите, антеридиите_и оогоните, и ооспорите са единтични с характеристиките на *вида Phytophthora cactorum, Oomycetes*.

От изолатите, показващи морфологични характеристики, типични за *Phytophthora cactorum*, е екстрахирана високо качествена ДНК, която е амплифицирана по метода на PCR (Фигура 3). На агарозния гел линията 0 е ДНК стандарт, 1 – отрицателна контрола, от 2 до 7 са изолатите, морфологично идентифицирани като *Phytophthora cactorum*.

The data received about the morphological and cultural characteristics of the mycelia colonies, the mycelia, the sporangia, the antheridia and the oogonia, and the oospores are identical with the characteristics of the *Oomycete* specie *Phytophthora cactorum*.

From the isolates showing morphological characteristics typical for *Phytophthora cactorum*, a high quality DNA was extracted and amplified using the PCR method (Figure 3). On the gel the line 0 is DNA ladder, 1 – negative control, from 2 to 7 are the isolates morphologically identified as *Phytophthora cactorum*.



Фиг. 3. ДНК фрагменти на морфологично идентифицираните изолати на *Phytophthora cactorum*
Fig. 3. DNA bands of the isolates morphologically identified as *Phytophthora cactorum*
0 – ДНК стандарт; 1 - Негативна контрола; 2 –*Tr 1;* 3 - *Tr 2*; 4 - *Tr 3*; 5 - *Tr 4*; 6 – *Tr 5*; *7* - *Tr 6*
0 – DNA ladder; 1 - negative control; 2 - *Tr 1 ;* 3 - *Tr 2*; 4 - *Tr 3*; 5 - *Tr 4*; 6 – *Tr 5*; *7* - *Tr 6*

Молекулярният анализ, базиращ се на PCR амплификационен протокол с праймерна двойка ITS4 и ITS6, дава фрагмент, с размер от 850-900 bp, за всички тествани изолати. Този размер на фрагмента е характерен за видовете от род *Phytophthora*.

The molecular analysis using the PCR amplification protocol with ITS4 and ITS6 primers pair gives a band with the size of 850-900 bp, for all the tested isolates. That band size is characteristic for the species from the genus *Phytophthora*.

ИЗВОДИ

На база на получените резултати може да се направят следните изводи:

1. Извършен е мониторинг на лешникови насаждения, с цел установяване на фитосанитарното им състояние.

2. При лабораторни анализи, на растенията със симптоми на гниене на корените и основите, са получени изолати на фитофторови патогени. Морфологичната и културална характеристики (мицелни колонии, мицелни хифи, спорангии, антеридийте и оогоните, ооспорите) и определените кардиални температури за мицелен растеж, сравнени с публикации в литературата, позволяват като причинител на заболяването по лешниците в района на Трявна, да бъде определен видът *Phytophthora cactorum*.

3. Извършеният молекулярен анализ, базиращ се на PCR амплификация, дава фрагмент, с размер от 850-900 bp, за всички тествани изолати, което потвърждадава принадлежността им към род *Phytophthora* на клас *Oomycetes*.

4. По лешниците, в района на Трявна, е установен видът *Phytophthora cactorum,* който не е съобщаван при лешника за условията на България.

CONCLUSIONS

Based on experimental data received the following conclusions can be made:

1. Monitoring of hazelnut orchards have been performed with the aim to determine their phytosanitary status.

2. *Phytophthora* pathogens have been isolated from hazelnut plants showing root and crown rot symptoms. Morphological and cultural characteristics of the isolates (mycelia colony type, mycelia hyphae, sporangia, antheridia and oogonia, oospores), and the cardial temperatures for mycelia growth, compared with data published in the literature, let us conclude that the causal agent of the disease on hazelnuts in the region of Tryavna is *Phytophthora cactorum*.

3. The molecular analysis based on PCR amplification gives a fragment with a size 850-900 bp for all the isolates tested – a confirmation that they belong to genera *Phytophthora* from *Oomycetes*.

4. On the hazelnut plants in the region of Tryavna the specie *Phytophthora cactorum* was found. To our knowledge this is the first report of *Phytophthora cactorum* on hazelnuts in Bulgaria.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **DiLeo, M.V., J.C. Bienapfl and D.M. Rizzo**, 2008. *Phytophthora ramorum* infects Hazelnut, Vine Maple, Blue Blossom, and Manzanita Species in California. Plant management network. *Plant Health Progress* /peer reviewed/, 3 doi:10.1094/PHP-2008-0118-02-BR..

2. **Erwin, D.C. and O.K. Ribeiro**, 1996. *Phytophthora* Disease Worldwide. APS press, St Paul, Minnesotea, USA

3. **Guerrero, J.C., S.F. Pérez, E.Q. Ferrada, L.Q. Cona and E.T. Bensch**, 2014. Phytopathogens of Hazelnut (*Corylus avellana* L.) in Southern Chile. *Acta Horticulturae*, 1052, 269-273.

4. **Khosrowfar, F., Z. Banihashemi and K. Akbarpour**, 2005. Isolation of *Phytophthora citricola* from Decaying Hazelnut Root. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 41(4) En267-En268, 710.
5. **Mitov, P., G. Pepelyankov and D. Dyakov**, 1996. Fruit Growing. Academic press Higher Institute of Agriculture Plovdiv, Plovdiv, Bulgaria, pp. 347-350 (Bg).
6. **Pscheidt, J.W. and C.M. Ocamb** (Senior Eds.), 2019. Hazelnut (*Corylus avellana*) - Wet Feet. Pacific Northwest Plant Disease Management Handbook. Oregon State University.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2020, 23 (5), 152-162
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan
ISSN 1311-0489 (Print)
ISSN 2367-8364 (Online)

Влияние на системите за поддържане на почвата върху износа на N, P, K с повърхностния отток и лизиметричните води в младо сливово насаждение

Георги Попски*, Боряна Стефанова

Институт по планинско животновъдство и земеделие, ул. „Васил Левски" 281, 5600 Троян, България

Impact of Soil Maintenance Systems on the Export of N, P, K with Surface Runoff and Lysimetric Waters in Young Plum Orchard

Georgi Popski*, Boryana Stefanova

Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, 281 Vasil Levski Str., 5600 Troyan, Bulgaria
**E-mail: g.popski@abv.bg*

Original scientific paper

РЕЗЮМЕ

Изследването е проведено в ИПЖЗ-Троян през периода 2013-2015 г., в сливово насаждение от сорт Катинка, при неполивни условия, върху псевдоподзолисти светло сиви горски почви, характеризиращи се с кисела реакция и слабо запасени с хранителни вещества.

Целта на настоящото изследване е да се установи влиянието на различните варианти на поддържане на почвената повърхност (угар, естествен тревостой, изкуствен тревостой) върху концентрацията на азот, фосфор (P_2O_5) и калий (K_2O) в повърхностния отток и лизиметричните води.

В резултат на проведените изследвания установихме че:

Изследваните хранителни елементи в повърхностния воден отток и лизиметричните води са в рамките на пределно допустимата концентрация и не представляват опасност от замърся-

SUMMARY

The study was carried out in RIMSA, Troyan in the period 2013-2015, in a plum plantation with Katinka cultivar, under non-irrigated conditions, on pseudo-podzolic light gray forest soils, characterized by an acid reaction and poorly stored with nutrients.

The aim of the present study is to determine the effect of different soil surface maintenance variants (fallow, natural grassland, artificial grassland) on the concentration of nitrogen, phosphorus (P_2O_5) and potassium (K_2O) in the surface runoff and lysimetric waters.

As a result of the conducted researches it was found that:

The studied nutrients in the surface water runoff and lysimetric waters are within the maximum allowable concentration and do not pose a risk of environmental pollution.

ване на околната среда.

Най-висока степен на миграция е отчетена при азота в нитратна форма (27,0 mg/l) и калия (26,0 mg/l), а с най-ниска е фосфорът (0,05 mg/l).

Поддържането на почвената повърхност в естествен и изкуствен тревостой намалява с пъти изнесените количества азот (амониев и нитратен).

Ключови думи: хранителни елементи, повърхностен отток, лизиметричните води, поддържане на почвата, слива

The highest degree of migration was reported for nitrogen in nitrate form (27.0 mg/l) and potassium (26.0 mg/l), and the lowest one was found in phosphorus (0.05 mg/l).

The maintenance of the soil surface in natural and artificial grassland reduces the exported amounts of nitrogen (ammonium and nitrate).

Key words: nutrients, surface runoff, lysimetric waters, soil maintenance, plum

УВОД

Чистата вода е изключително важна, като източник за питейни нужди, напояване, промишленост, транспорт, отдих, риболов. През последните десетилетия се увеличава вносът на замърсители, а резултатът е деградация на качеството на водата (Carpenter et al., 1998). Същите автори установяват, че повишените оттоци на P и N към повърхностните води, измерени след внасяне на тор или начин на обработка върху земеделска земя, причиняват загуби на торове P и N (при оттичане) обикновено по-малко от 5% от приложеното количество. Загубите от оборски тор могат да бъдат малко по-високи (до 20%, ако веднага след нанасянето паднат валежи). Тези процентни стойности обаче не оценяват общия поток на N към водните екосистеми, тъй като те не включват инфилтрация и излужване, които в крайна сметка пренасят N в подпочвените и повърхностните води.

Количеството на нитратите, достигащи до повърхностните води в насажденията варира изключително много, в зависимост от вида на културите, практиките за отводняване, технологията на отглеждане, почвите, климата, геологията и други фактори.

По-голяма част от дъждовната вода в насажденията попива в земята, като част от нитратите се отлагат, в резултат на което по-малко нитрати достигат до повърхностните води.

INTRODUCTION

Clean water is extremely important as a source for drinking, irrigation, industry, transport, recreation, fishing. Imports of pollutants have increased in recent decades, resulting in degradation of water quality (Carpenter et al., 1998).

The same authors found that increased runoff of P and N to surface water, measured after application of fertilizer or tillage to agricultural land, caused losses of P and N fertilizers (on run-off) usually less than 5% of the applied amount.

Manure losses can be slightly higher (up to 20% if precipitation falls immediately after application). However, these percentages do not estimate the total flow of N to aquatic ecosystems, as they do not include infiltration and leaching, which ultimately transfer N to groundwater and surface water.

The amount of nitrates reaching surface waters in plantations varies greatly, depending on the type of crops, drainage practices, cultivation technology, soils, climate, geology and other factors.

Most of the rainwater in the plantations is absorbed into the ground, and some of the nitrates are deposited, as a result of which less nitrates reach the surface waters. The options for controlling this type of nitrate pollution below the soil

Вариантите за контрол на този вид замърсяване с нитрати под почвената повърхност са малко.

Азотът, фосфорът и калият са основните хранителни вещества, които заедно с органичното вещество в почвата определят почвеното плодородие. Под влияние на водната ерозия те са основен обект на загуби, зависещи от терена, количеството валежи, внасяне на торове, почвеното плодородие и др. Изнасят се както с твърдия, така и с течния отток (Pimentel and Kounang, 1998).

Концентрациите на N, P, K, Ca и Mg във водата, в следствие от ерозия, са силно повлияни от приетата система за поддържане на почвата и се увеличават с увеличаване на торенето и интензитета на обработване на почвата. Най-високите концентрации на N, P, K, Ca и Mg във вода, от водна ерозия, се появяват при конвенционална обработка на почвата, а в случая на P - при необработваема земя в естествени полета (Bertol et al., 2003; 2005)

В по-голямата си част, сливовите градини в Троянския регион, са разположени върху светлосиви, слабопродуктивни почви, с ниско съдържание на основните хранителни елементи, върху наклонен терен и са изложени на постоянна опасност от водна ерозия.

Ерозията е основен фактор за деградацията на почвата и замърсяване на повърхностните води с нутриенти, лесно достъпни за културните растения форми на азот, фосфор и калий.

Изведени са многобройни опити у нас и в чужбина, с цел установяване износът на хранителни елементи от внесените минерални и органични торове с повърхностния отток и лизиметрични води. Според редица учени (Mihailova, 2000; Oenema et al., 2005; Lockhart et al., 2013) замърсяването на повърхностните и лизиметрични води с азот и фосфор е следствие на интензификацията на земеделието. Това е свързано с риск от голямо натоварване

surface are few.

Nitrogen, phosphorus and potassium are the main nutrients that, together with the organic matter in the soil, determine soil fertility. Under the influence of water erosion, they are the main object of losses, depending on the terrain, the amount of precipitation, fertilizer application, soil fertility and others. They are exported with both solid and liquid runoff (Pimentel and Kounang, 1998).

The concentrations of N, P, K, Ca and Mg in the water, due to erosion, are strongly influenced by the adopted soil maintenance system and increase with increasing fertilization and tillage intensity.

The highest concentrations of N, P, K, Ca and Mg in water, from water erosion, occur in conventional tillage, and in the case of P - in uncultivated land in natural fields (Bertol et al., 2003; 2005).

For the most part, plum orchards in the Troyan region are located on light gray, low-yielding soils, low in essential nutrients, on sloping terrain and are at constant risk of water erosion.

Erosion is a major factor in soil degradation and surface water pollution with nutrients readily available to cultivated plants in the forms of nitrogen, phosphorus and potassium.

Numerous experiments have been carried out in Bulgaria and abroad in order to establish the export of nutrients from imported mineral and organic fertilizers with surface runoff and lysimetric waters. According to a number of scientists (Mihailova, 2000; Oenema et al., 2005; Lockhart et al., 2013), the pollution of surface and lysimetric waters with nitrogen and phosphorus is a consequence of the intensification of agriculture. This is associated with a risk

на почвата и висока концентрация на остатъчни количества хранителни елементи, които са потенциална опасност за замърсяване на подземните води с нитрати (Aarts, 2003; Christou et al., 2005; Chica-Olmo et al., 2014).

В ИПЖЗ-Троян в продължение на години се работи, върху комлексен подход при осъществяване грижите за сливовите дървета, с противоерозиона ефективност. Проучванията са насочени към съчетаване на рационални системи за поддържане на почвената повърхност, с мерки насочени към екологосъобразно използване на почвените ресурси.

Изследвания на Mihaylova and Totev (1998) показват противоерозионен ефект и оттокоредуцираща активност на някои видове фуражни треви, които биха могли да се използват за затревяване на междуредията в овощни насаждения.

Целта на настоящото изследване е да се установи влиянието на различните варианти на поддържане на почвената повърхност (угар, естествен тревостой, изкуствен тревостой) върху концентрацията на азот, фосфор (P_2O_5) и калий (K_2O) в повърхностния отток и лизиметричните води.

of high soil load and high concentrations of residual nutrients that are a potential risk of groundwater contamination with nitrates (Aarts, 2003; Christou et al., 2005; Chica-Olmo et al., 2014).

RIMSA Troyan has been working for years on a complex approach to the care of plum trees, with anti-erosion effectiveness. The studies are aimed at combining rational soil surface maintenance systems with measures aimed at environmentally friendly use of soil resources.

Studies of Mihaylova and Totev (1998) show an anti-erosion effect and runoff-reducing activity of some types of forage grasses, which could be used for grassing between rows in orchards.

The aim of the present study is to determine the effect of different soil surface maintenance treatments (fallow, natural grassland, artificial grassland) on the concentration of nitrogen, phosphorus (P_2O_5) and potassium (K_2O) in the surface runoff and lysimetric waters.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Опитът е проведен през 2013-2015 г. в ИПЖЗ-Троян в сливово насаждение от сорт Катинка, създадено през 2010 г., със северозападно изложение на склона, при 4-5° наклон. Дърветата са засадени в посадъчни ями, заредени с 30 kg оборски тор и 400 g суперфосфат. Изследването е проведено без внасяне на допълнителни торове.

Почвената повърхност се поддържа в три варианта:

1. Черна угар – поддържане на междуредията в угар, чрез дискование;

2. Естествен тревостой – зачимяване на междуредията с естествени многогодишни треви;

3. Изкуствен тревостой – зачимяване на междуредията с тревна

MATERIAL AND METHODS

The experiment was conducted in 2013-2015 in RIMSA Troyan in a plum plantation of cv. Katinka, established in 2010, with northwestern exposure of the slope, at 4-5° slope. The trees are planted in planting pits loaded with 30 kg of manure and 400 g of superphosphate. The study was carried without the introduction of additional fertilizers.

The soil surface is maintained in three variants:

1. Fallow - the interrows are maintained as a fallow by disking;

2. Natural grassland - the interrows are covered by turfgrass of natural perennial grasses;

3. Artificial grassland - interrows are covered by turfgrass of grass mixture from

смеска от бобови и житни треви в съотношение (1:1), с видовете: звездан и червена власатка.

С оглед проследяване концентрацията на хранителни вещества в повърхностния отток и лизиметричните води са изградени три съоръжения, по едно на всеки вариант, представляващи траншея. Траншеята е изградена перпендикулярно на наклона, обхваща три реда и три междуредия. Отточната вода се събира в полиетиленови съдове, разположени в яма в най-ниската част (лизиметрични води) и най-високата (повърхностен отток), от където се взимат пробите.

Концентрацията на азот, фосфор, калий в повърхностния отток и лизиметричните води (mg/l) е установена спектрофотометрично с NANOCOLOR от – MACHEREY-NAGEL GmbH & Co.KG

Чрез математическа обработка на данните с програма ANOVA в Excel, са изчислени зависимости на корелация и регресия между някои параметри на нутриентите, считани за екологични замърсители.

legume and grasses in ratio (1:1) with bird's-foot-trefoil and red fescue at a seeding rate of 5 kg/da;

In order to monitor the concentration of nutrients in the surface runoff and lysimetric waters, three facilities were built, one for each variant, representing a trench. The trench is built perpendicular to the slope, covers three rows and three rows.

The effluent is collected in polyethylene containers located in a pit in the lowest part (lysimetric water) and the highest (surface runoff), from where the samples are taken.

The concentration of nitrogen, phosphorus, potassium in surface runoff and lysimetric waters (mg/l) was determined spectrophotometrically with NANOCOLOR from - MACHEREY-NAGEL GmbH & Co.KG.

By mathematical data processing with the ANOVA program in Excel, correlation and regression dependences between some parameters of nutrients considered as environmental pollutants were calculated.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Сериозни щети предизвиква водната ерозия при овощни насаждения в планинските региони, което от своя страна води до ерозионна измиваемост и замърсяване на повърхностните води с основни хранителни елементи. Определящо значение имат различните системи на поддържане на почвената повърхност.

От Таблица 1 се вижда, че при залагане на опита през 2013 г. не се наблюдават отчетливи разлики в концентрацията на азот в зависимост от системите на поддържане на почвата.

RESULTS AND DISCUSSION

Water erosion causes serious damage to orchards in mountainous regions. Which in turn leads to erosion washability and contamination of surface water with essential nutrients. The different systems of soil surface maintenance are of decisive importance.

Table 1 shows that when betting on the experience in 2013, there are no clear differences in the concentration of nitrogen depending on the soil maintenance systems.

Таблица 1. Средногодишна концентрация на азот в повърхностния отток и лизиметрични води (mg/l) (2013-2015)

Table 1. Average annual concentration of nitrogen in surface runoff and lysimetric waters (mg/l) (2013-2015)

	NH_4N		NO_3N		NO_2N	
Вариант Treatment	Повърхностен отток/Surface runoff	Лизиметрични води/Lysimetric waters	Повърхностен отток/Surface runoff	Лизиметрични води/Lysimetric waters	Повърхностен отток/Surface runoff	Лизиметрични води/Lysimetric waters
			2013			
1. Угар Clean cultivation	0,27	0,50	1,6	27,0	1,000	0,200
2. Естествен тревостой Natural grassland	0,90	0,19	0,9	25,0	1,100	0,085
3. Изкуствен тревостой Artificial grassland	0,60	0,12	2,9	15,0	1,400	0,100
			2014			
1. Угар Clean cultivation	1,98	0,49	8,4	6,6	0,025	0,048
2. Естествен тревостой Natural grassland	0,14	0,27	0,3	0,6	0,011	0,016
3. Изкуствен тревостой Artificial grassland	0,07	0,49	2,7	4,0	0,014	0,015
			2015			
1. Угар Clean cultivation	0,51	0,50	11,7	7,1	0,032	0,055
2. Естествен тревостой Natural grassland	0,32	0,35	1,6	1,4	0,170	0,240
3. Изкуствен тревостой Artificial grassland	0,30	0,05	1,2	1,5	0,060	0,100

Азотът (нитратна форма) е с много по-ниска концентрация при затревените варианти през 2014 и 2015 г. и с по-голям износ при поддържане на почвената повърхност в угар, както в повърхностния отток така и в лизиметричните води.

Според (Наредба № 9 от 16 март 2001) максимално допустимата концентрация на нитрати (NO_3N) в питейната вода е 50 mg/l. Това е най-опасният замърсител на природната среда. Концентрацията на нитрати в повечето естествени източници е по-малко от 10 mg/l.

За трите години от изследването, в динамика, заедно с развитието на тревните видове в трети вариант (звездан и червена власатка), количеството на нитратния азот намалява прогресивно от 2,9 mg/l (повърхностен отток) и 27,0 mg/l (лизиметрични води) за 2013 до 1,2 mg/l и 4,0 mg/l през 2015 г. (Таблица 1). Подобни резултати за най-ниска концентрация при звездан 4,49 mg/l, спрямо други тревни видове, в износа на нитрати, са съобщени от Mihailova и Totev (1998).

При азота в амониева форма (NO_4N) се наблюдава същата тенденция.

Nitrogen (nitrate form) has a much lower concentration in the grassy variants in 2014 and 2015 and with higher exports while maintaining the soil surface in set-aside, both in surface runoff and in lysimetric waters.

According to (Ordinance № 9 of 16 March 2001), the maximum permissible concentration of nitrates (NO_3N) in drinking water is 50 mg/l. This is the most dangerous pollutant in the natural environment. The concentration of nitrates in most natural sources is less than 10 mg/l.

For the three years of the study, in dynamics, together with the development of grass species in the third variant (bird's-foot-trefoil and red fescue), the amount of nitrate nitrogen decreased progressively from 2.9 mg/l (surface runoff) and 27.0 mg/l (lysimetric waters) for 2013 to 1.2 mg/l and 4.0 mg/l in 2015 (Table 1). Similar results for the lowest concentration at bird's-foot-trefoil 4.49 mg/l, relative to other grass species, in nitrate exports were summarized by Mihailova and Totev (1998).

The same trend is observed for ammonium nitrogen (NO_4N). There is high

Висока е концентрацията и износът при поддържане на почвата в угар през 2014 г. (1,98 mg/l - повърхностен отток); 2015 г. (0,50 mg/l), спрямо затревените варианти (Таблица 1).

Нитритният азот (NO_2N) за 2015 г. също е с по-ниска концентрация в затревените варианти.

Високите концентрации на азота в нитратна форма (NO_3N), заедно с останалите форми амониев (NO_4N) и нитритен (NO_2N) са под прага на пределно допустимата концентрация за питейната вода и не представляват опасност от замърсяване на водите и околната среда.

В нашето изследване концентрацията на фосфора не се повлиява, спрямо различните системи на поддържане на почвената повърхност. Тя е в малки количества, както в повърхностния отток, така и в лизиметричните води. Това се дължи на слабата разтворимост на почвените фосфати и фиксацията на неговите съединения в почвата. И при трите варианта няма отчетени количества, опасни за замърсяване на околната среда.

Висока концентрация е отчетена през 2015 г., където пределно допустимата концентрация за питейна вода се превишава с 0,3 mg/l в повърхностния отток (Фигура 1), което не е рискова стойност.

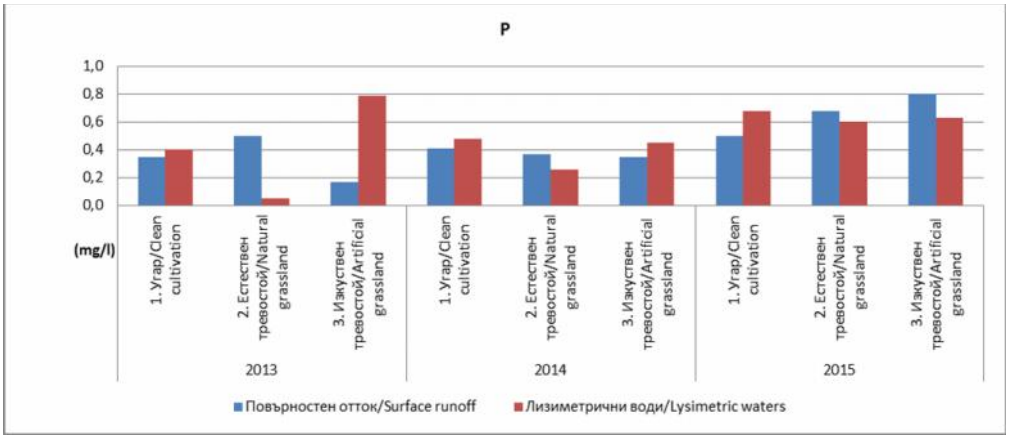
concentration and export when maintaining the soil in fallow in 2014 (1.98 mg/l - surface runoff); 2015 (0.50 mg/l), compared to the grassed treatments (Table 1).

Nitrite nitrogen (NO_2N) for 2015 also has a lower concentration in grassy treatments.

The high concentrations of nitrogen in the nitrate form (NO_3N), together with the other forms of ammonium (NO_4N) and nitrite (NO_2N) are below the threshold of the maximum permissible concentration for drinking water and do not pose a risk of water and environmental pollution.

In our study, the concentration of phosphorus is not affected by the treatments soil surface maintenance systems. It is present in small amounts in both surface runoff and lysimetric waters. This is due to the low solubility of soil phosphates and the fixation of its compounds in the soil. In all three treatments, no quantities dangerous for environmental pollution have been reported.

A high concentration was reported in 2015, where the maximum permissible concentration for drinking water was exceeded by 0.3 mg/l in the surface runoff (Figure 1), which is not a risk value.



Фиг. 1. Средногодишна концентрация на фосфор в повърхностния отток и лизиметрични води (mg/l) (2013-2015)

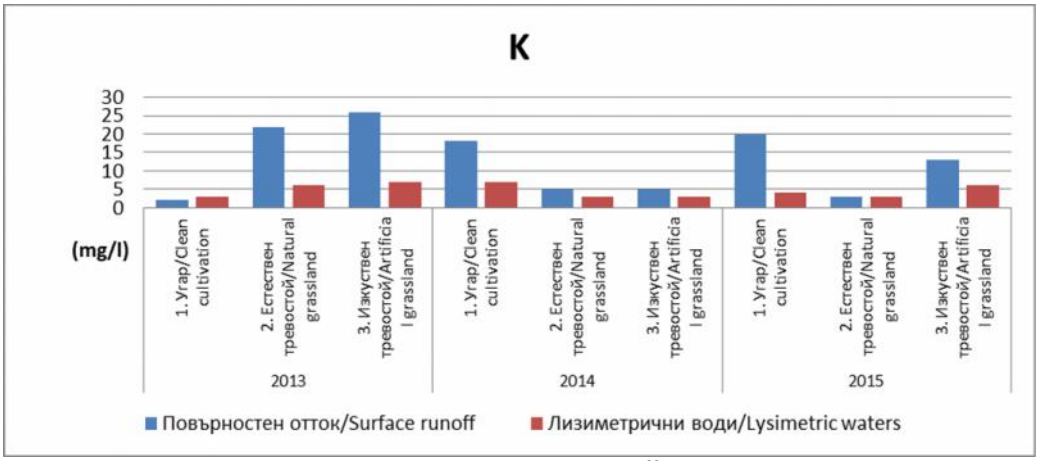
Fig. 1. Average annual concentration of phosphorus in surface runoff and lysimetric waters (mg/l) (2013-2015)

Калият се изнася в по-големи количества с повърхностния отток, в сравнение с лизиметричните води. При залагане на опита през 2013 г., концентрацията му е най-висока (26 mg/l - изкуствен тевостой; 22 mg/l – естествен тре-востой). Следващите години 2014-2015 г. се наблюдава рязко понижаване (Фигура 2). Висока концентрация се запазва само при поддържането на почвената повърхност в угар.

Под влияние на противоерозионната растителност в естествения и изкуствен тревостой износът на калий с повърхностния отток е няколко пъти по-малък.

Potassium is exported in larger quantities by surface runoff than in lysimetric waters. When setting the trial in 2013, its concentration is the highest (26 mg/l - artificial grassland; 22 mg/l - natural grassland). In the following years 2014-2015 there was a sharp decline (Figure 2). High concentration is maintained only when keeping the soil surface set aside.

Under the influence of the anti-erosion vegetation in the natural and artificial grassland, the export of potassium with the surface runoff is several times smaller.



Фиг. 2. Средногодишна концентрация на калий в повърхностния отток и лизиметрични води (mg/l) (2013-2015)
Fig. 2. Average annual concentration of potassium in surface runoff and lysimetric waters (mg/l) (2013-2015)

Съществува висока корелационна (r= 0,8399) и регресионна зависимост (R^2=0.7011) между съдържанието на нитрати (NO_3N) в лизиметричните води и нитрити (NO_2N) в повърхностния отток, при трите варианта на поддържане на почвената повърхност (Фигура 3). Тази функция y=12.532x+3.2451 дава възможност, чрез въздействие върху NO_2 да се регулира съдържанието на нитрати в лизиметричните води.

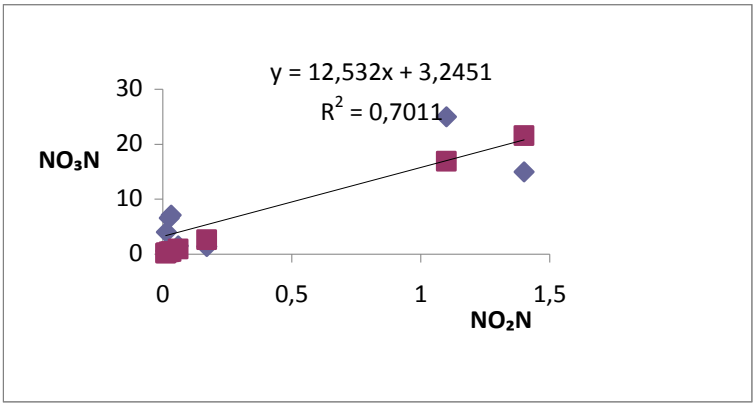
Количеството изнесен K с лизиметричните води и повърхностния

There is a high correlation (r=0.8399) and regression (R^2=0.7011) between the content of nitrates (NO_3N) in the lysimetric waters and nitrites (NO_2N) in the surface runoff, in the three treatments of soil surface maintenance (Figure 3). This function y=12.532x+3.2451 makes it possible to regulate the content of nitrates in the lysimetric waters by acting on NO_2.

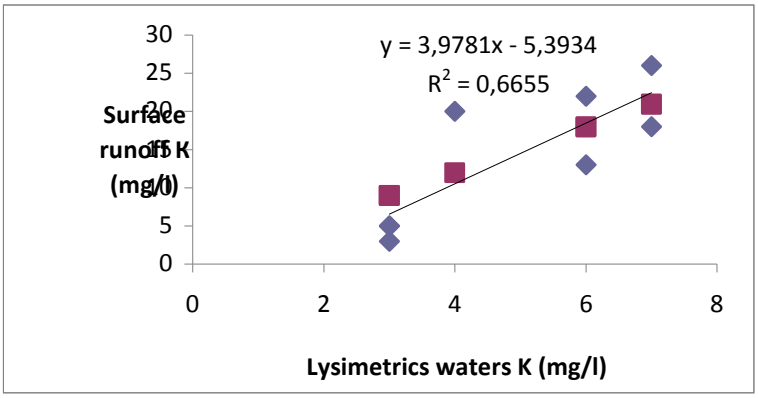
The amount of exported K with the lysimetric waters and the surface runoff is

отток са в корелационна зависимост с r=0,8157 и с коефициент на детерминация R^2=0,6655, при трите варианта (Фигура 4). Ако се въздейства на съдържанието на K в повърхностния отток, съдържанието му в лизиметричните води се контролира по функцията y=3.9781x-5.3934.

correlated with r = 0.8157 and a coefficient of determination R^2 = 0.6655, in the three treatments (Figure 4). If the content of K in the surface runoff is affected, its content in the lysimetric waters is controlled by the function y = 3.9781x-5.3934.



Фиг. 3. Графичен модел на регресионната зависимост между съдържанието на нитрати (NO_3N) в лизиметричните води и нитрити (NO_2N) в повърхностния отток
Fig. 3. Graphical model of the regression relationship between the content of nitrates (NO_3N) in the lysimetric waters and nitrites (NO_2N) in the surface runoff



Фиг. 4. Графичен модел на регресионната зависимост между съдържанието на K в повърхностния отток и съдържанието му в лизиметричните води
Fig. 4. Graphical model of the regression dependence between the content of K in the surface runoff and its content in the lysimetric waters

ИЗВОДИ

Поддържането на почвената повърхност в естествен и изкуствен тревостой намалява износа на общия азот и благоприятства опазването на околната среда от замърсяване.

Изнасяните с повърхностния отток и лизиметрични води химични елементи (азот, фосфор и калий) са в малки количества и не представляват заплаха за замърсяване на околната среда.

Най-висока степен на миграция има азотът в нитратна форма и калият, а най-ниска фосфорът. Установена е ниска концентрация на нитрати, под прага на допустимата концентрация за замърсяване на околната среда по Наредба № 9 от 16 март 2001 г. за качеството на водата.

Високата степен на корелация и регресионните зависимости между съдържанието на нитрити и нитрати, както и същите зависимости при калия, ни дават възможност за въздействие и регулиране на концентрациите на показателите от математическия модел, чрез определени форми на торене, да се контролира замърсяването на оттока и лизиметричните води.

CONCLUSIONS

Maintaining the soil surface in natural and artificial grassland reduces the export of total nitrogen and favours the protection of the environment from pollution.

The chemical elements (nitrogen, phosphorus and potassium) exported with surface runoff and lysimetric waters are in small quantities and do not pose a threat to environmental pollution.

Nitrate and potassium have the highest migration rate and phosphorus the lowest. A low concentration of nitrates has been established, below the threshold of the admissible concentration for environmental pollution under Ordinance № 9 of 16 March 2001 on water quality.

The high degree of correlation and regression dependences between the content of nitrites and nitrates, as well as the same dependences in Potassium, allow us to influence and regulate concentrations, indicators of the mathematical model, through certain forms of fertilization, to control pollution surface runoff and lysimetric waters.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Aarts, H. F. M.,** 2003. Strategies to Meet Requirements of the EU-Nitrate Directive on Intensive Dairy Farms. In: Proceedings of the International Fertilizer Society, York, 518.
2. **Bertol, I., E. L. Mello, J. C. Guadagnin, Al. L.V. Zaparolli and M. R. Carrafa,** 2003. Nutrient Losses by Water Erosion. *Scientia Agricola*, 60(3), 581-586. https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162003000300025
3. **Bertol, I., J. C. Guadagnin, A. Paz González, A. J. Amaral and L. F. Brignoni**, 2005. Soil Tillage, Water Erosion, and Calcium, Magnesium and Organic Carbon Losses. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.),* 62(6), 578-584. https://www.researchgate.net/publication/278214875_Soil_tillage_water_erosion_and_calcium_magnesium_and_organic_carbon_losses
4. **Carpenter, S., C, Nina, F. Caraco, D. L. Correll, R. W. Howarth, A. N. Sharpley and V. H. Smith,** 1998. Nonpoint Pollution of Surface Waters with Phosphorus and Nitrogen. *Issues in Ecology,* 3, 7-8. https://www.esa.org/esa/wp-content/uploads/2013/03/issue3.pdf
5. **Christou, M., E. J. Avramides, J. P. Roberts and D. L. Jones,** 2005. Dissolved Organic Nitrogen in Contrasting Agricultural Ecosystems. *Soil Biology & Biochemistry,* 37, 1560-1563.

6. **Chica-Olmo, M., JA. Luque-Espinaz, V. Rodriguer-Galiano, E. Prado-Iguzquiza and L. Chica-Rivas**, 2014. Categorical Indicator Kriging for assessing the risk of groundwater nitrate pollution: The case of Vega de Granada aquifer (SE Spain). *Science of the Total Environment,* 470-471, 229-239.
7. **Lockhart, K., A. K. King and T. Harter**, 2013. Identifying Sources of Groundwater Nitrate Contamination in a Large Alluvial Groundwater Basin with Highly Diversified Intensive Agricultural Production. *Journal of Contaminant Hydrology*, 140-154.
8. **Mihailova, P. and T. Totev**, 1998. Study on Perennial Grass Species and Varieties Applicable for Soil Erosion Protection in Oblique Terrains. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans,* 1(1), 77-86.
9. **Mihailova, P.**, 2000. Erosion Washability of Main Soil Components in Some Fodder Crops Grown on Light Gray (Pseudopodzolic) Forest Soil. Dissertation, Troyan, Bulgaria.
10. **Oenema, O. L., Van Liere and O. Schoumans**, 2005. Effects of Lowering Nitrogen and Phosphorus Surpluses in Agriculture on the Quality of Groundwater and Surfacewater in Netherlands. *Journal of Hydrology,* 304(1-4), 289-301.
11. **Pimentel, D. and N. Kounang**, 1998. Ecology of Soil Erosion in Ecosystems. *Ecosystems,* 1, 416-426.
12. Ordinance № 9 of 16 March 2001 on the quality of water intended for drinking and household purposes. Issued by the Minister of Health, the Minister of Regional Development and Public Works and the Minister of Environment and Water, promulgated, *SG, iss. 30 of March 28, 2001*