

Влияние на нови биопродукти върху растежа и продуктивността на оранжерийни краставици

Боян Арнаудов

*Институт по зеленчукови култури "Марица", 4003 Пловдив,
Селскостопанска Академия – София, България*

Influence of New Organic Products on the Growth and Productivity of Greenhouse Cucumbers

Boyan Arnaoudov

*"Maritsa" Vegetable Crops Research Institute, 4003 Plovdiv,
Agricultural Academy – Sofia, Bulgaria*

E-mail: huan_veron@abv.bg

Original scientific paper

РЕЗЮМЕ

Целта на изследователската работа е да се проучи влиянието на нови биопродукти върху растежните и продуктивните показатели на оранжерийни краставици сорт Дефенс F₁ отглеждани в неотопляема стоманено-стъклена оранжерия. С най-добри растежни показатели са краставиците отгледани на почвен фон с препарат на база Видейт+Bacillus thuringiensis, при които темпът на нарастване и листоформиране са със стойности съответно 5.90 cm/24h и 0.65 бр. л./24h. Най-голямо количество продукция първо качество, формират растенията отгледани на почвен фон Видейт и Bacillus thuringiensis с последващо листно третиране с ендофитни микроорганизми (11439 kg/da). С най-ниски стойности на показателя

SUMMARY

The purpose of the research work is to study the influence of new bioproducts on the growth and productive indicators of greenhouse cucumbers of the Defense F₁ variety grown in an unheated steel-glass greenhouse.

Cucumbers grown on a soil background with a preparation based on Vydate+Bacillus thuringiensis have the best growth indicators, in which the growth rate and leaf formation are respectively 5.90 cm/24h and 0.65 num.lvs./24h.

The largest amount of first-quality production is formed by plants grown on a soil background of Vidate and Bacillus thuringiensis with subsequent foliar treatment with endophytic microorganisms (11439 kg/da).

The lowest values of the indicator are cucumbers on a soil background

са краставиците на почвен фон *Bacillus thuringiensis* с последващо листно третиране с ендофитни микроорганизми (6032 kg/da).

Общият добив е с най-високи стойности при краставиците с приложен почвен фон Видейт и *Bacillus thuringiensis* и последващо листно внасяне на ендофитни микроорганизми (14669 kg/da), а с най-ниски варианта с *Bacillus thuringiensis* + ендофитни бактерии – (8994 kg/da). В изследваните варианти не са регистрирани съществени разлики в стойностите на показателите отразяващи средната маса на плодовете (първо и второ качество) и общ добив.

Процентният дял на първокачествена продукция е високи стойности при краставиците отгледани с комбинирана употреба на Видейт и *Bacillus thuringiensis* (80.35%), а с най-ниски е вариантът с почвен фон *Bacillus thuringiensis*+ендофитни бактерии (67.07%).

Ключови думи: биопродукти, оранжерийни краставици, добив

Bacillus thuringiensis with subsequent foliar treatment with endophytic microorganisms (6032 kg/da).

The total yield is highest in cucumbers with applied soil background Videyt and *Bacillus thuringiensis* and subsequent foliar introduction of endophytic microorganisms (14669 kg/da), and with the lowest variant with *Bacillus thuringiensis* endophytic bacteria (8994 kg/da). In the studied variants, no significant differences were registered in the values of the indicators reflecting the average weight of fruits (first and second quality) and total yield.

The percentage share of firstquality production is high values for cucumbers grown with the combined use of Vidate and *Bacillus thuringiensis* (80.35%), and the lowest is the variant with soil background *Bacillus thuringiensis*+endophytic bacteria (67.07%).

Key words: bioproducts, greenhouse cucumbers, yield

УВОД

У нас отглеждането на култури от сем. Тиквови е традиционно, което определя и тяхната стопанска роля. В България, краставиците заемат второ място по икономическо значение в оранжерийното производство (Velkov and Pevicharova, 2016) независимо, че. културата е са чувствителна на много болести и неприятели (Lebeda et al., 2007).

Химическите препарати за растителна защита (ПРЗ) оказват негативно влияние върху околната среда и здравето на човека от една страна, а от друга патогените могат да развият резистентност към тях

INTRODUCTION

In our country, the cultivation of crops from the family. Tikvovi is traditional, which determines their economic role. In Bulgaria, cucumbers occupy the second place in terms of economic importance in greenhouse production (Velkov and Pevicharova, 2016) despite the fact that. culture is sensitive to many diseases and pests (Lebeda et al., 2007).

Chemical plant protection products (PPPs) have a negative impact on the environment and human health on the one hand, and pathogens can develop resistance to them on the other hand (Careem et

(Kareem et al., 2016). Търсенето на ефикасен, екологичен и устойчив метод за биоконтрол, относно борбата срещу почвените патогени е актуален и обект на изследване на много учени в аграрната наука (Koch et al., 2018).

В световен мащаб са изследвани редица антагонистични микроорганизми за контрол и борба срещу различни растителни патогени, като *Pseudomonas* spp., *Bacillus* spp., *Streptomyces* spp., *Trichoderma* spp. и *Paenibacillus* spp. (El-Tarabily et al., 2010; Abdallah et al., 2016; Chen et al., 2016; Kareem et al., 2016; Wang et al., 2016; Fan et al., 2017; Law et al., 2017; Yasmin et al., 2017).

Kareem et al. (2016) съобщават, че *Trichoderma longibrachiatum* NGJ167 може да се използва за контрол на фузариено увяхване при краставици, а според Fan et al. (2017), *Bacillus subtilis* 9407 може да се използва като средство за биоконтрол срещу бактериални петна по плодовете на пъпеша. Представители на род *Streptomyces* са едни от най-ефективните микроорганизми, за предотвратяване на микози по растенията (Ara et al., 2012; Chen et al., 2016; Wang et al., 2015; Wang et al., 2016; Law et al., 2017).

Род *Streptomyces* с ефективна ризосфера и/или вътрешни области на колонизация на растителна тъкан, може да бъде средство за борба срещу гъбни патогени и да подобрява растежа на растенията чрез инокулиране, на суспензии от спори върху семена или разсад (Jog et al., 2014; Chen et al., 2016; Nur Azura et al., 2016; Wang et al., 2016).

Ендофитите могат да се развият в растенията чрез паразитни, симбиотични или

al., 2016). The search for an efficient, environmentally friendly and sustainable method of biocontrol regarding the fight against soil pathogens is relevant and the subject of research of many scientists in agricultural science (Koch et al., 2018). A number of antagonistic microorganisms have been studied worldwide to control and combat various plant pathogens, such as *Pseudomonas* spp., *Bacillus* spp., *Streptomyces* spp., *Trichoderma* spp. and *Paenibacillus* spp. (El-Tarabily et al., 2010; Abdallah et al., 2016; Chen et al., 2016; Kareem et al., 2016; Wang et al., 2016; Fan et al., 2017; Law et al., 2017; Yasmin et al., 2017).

Kareem et al. (2016) report that *Trichoderma longibrachiatum* NGJ167 can be used to control fusarium wilt in cucumbers, and according to Fan et al. (2017), *Bacillus subtilis* 9407 can be used as a biocontrol agent against bacterial spots on melon fruits.

Representatives of the genus *Streptomyces* are one of the most effective microorganisms for the prevention of plant mycoses (Ara et al., 2012; Chen et al., 2016; Wang et al., 2015; Wang et al., 2016; Law et al., 2017).

The genus *Streptomyces*, with an effective rhizosphere and/or internal areas of colonization of plant tissue, can be a means of combating fungal pathogens and improve plant growth by inoculating suspensions of spores on seeds or seedlings (Jog et al., 2014; Chen et al., 2016; Nur Azura et al., 2016; Wang et al., 2016).

Endophytes can develop in plants through parasitic, symbiotic, or mutualistic relationships without

мутуалистични взаимоотношения, без да предизвикват видими инфекции или симптоми на заболяване през целия вегетационен период или отделни негови фази (Hallmann et al., 1997; Eljounaidi et al., 2016). Ендофитните актинобактерии могат да контролират растителните патогени, да подобряват устойчивостта на растенията към стрес и да увеличават техния растеж (Cao et al., 2005; Sziderics et al., 2007; Qin et al., 2014; Misk et al., 2016). Следователно, приложението на ендофитни агенти за биоконтрол е актуална тема за проучване (Card et al., 2016) и алтернативен метод за биоконтрол в бъдеще.

Целта на изследователската работа е да се проучи влиянието на нови биопродукти върху растежните и продуктивните показатели при оранжерийни краставици.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Експерименталната работа се изведе в неотопляема стоманено-стъклена оранжерия тип Venlo на ИЗК "Марица" – гр. Пловдив, с оранжерийни краставици сорт Дефенс F₁.

Условия на опита:

Сеитба: 29.03.2022г.;

Засаждане: 20.04.2022г.;

Реколтиране: 26.05 до 19.07.2022г.;

Гъстота на посева: 2.16 бр./м²;

Отстраняване на растежния връх – до достигане височината на опорните телове (2 m). Опитът е заложен по метода на дългите парцели, в 3 повторения. Проучваните варианти са посочени в Таблица 1.

causing visible infections or disease symptoms throughout the growing season or individual phases (Hallmann et al., 1997; Eljounaidi et al., 2016).

Endophytic actinobacteria can control plant pathogens, improve plant resistance to stress, and increase their growth (Cao et al., 2005; Sziderics et al., 2007; Qin et al., 2014; Misk et al., 2016).

Therefore, the application of endophytic agents for biocontrol is a hot topic of study (Card et al., 2016) and an alternative method of biocontrol in the future.

The aim of the research work is to study the impact of new bioproducts on growth and productive indicators in greenhouse cucumbers.

MATERIAL AND METHODS

The experimental work was carried out in an unheated steel-glass greenhouse of the Venlo type of IZK "Maritza" – Sofia. Plovdiv, with greenhouse cucumbers variety Defense F₁.

Conditions of the experience:

Sowing: 29.03.2022; Planting: 20.04.2022; Vintage: 26.05 to 19.07.2022;

Crop density: 2.16 pcs./m²; Removal of the growth tip – until the height of the support wires (2 m) is reached. The experience is set according to the method of long plots, in 3 repetitions. The options studied are indicated in Table 1.

Таблица 1. Варианти на опита
Table 1. Variants of experience

№	Почвено третиране Soil Treatment	Листно третиране Foliar Treatment
1	Видейт Vydate	
2	Видейт Vydate	Ендифитни бактерии Endophytic bacteria
3	Видейт+В. thuringiensis Vydate+B. thuringiensis	
4	Видейт+В. thuringiensis Vydate+B. thuringiensis	Ендифитни бактерии Endophytic bacteria
5	В. thuringiensis	
6	В. thuringiensis	Ендифитни бактерии Endophytic bacteria

Използвани препарати
 Разсад: Симаргал и препарат на база *Bacillus thuringiensis*, активен срещу нематоди.

Почва, преди разсаждане: Симаргал, препарат на база *Bacillus thuringiensis* и Стимак (аминокиселинен тор).

По време на вегетация: Симаргал, Стимак-П, Стимак (листно) и ендифитни бактерии.

Кратко описание на използваните органични и биопродукти:

Симаргал – микробен препарат, съдържащ гъби от *Trichoderma asperellum* Т6 и бактерии – *Bacillus amyloliquefaciens* и *Pseudomonas fluorescens*.

Предпазва корена от фитопатогени, стимулира нарастването на корена и улеснява минералното хранене.

Доза 1 l/da, внасяне в началото на вегетацията с капкова система.

Стимак – аминокиселинен тор, предназначен предимно за листно приложение. Съдържа голямо количество разтворени свободни аминокиселини. Доза 0.2 l/da, третиране през цялата вегетация през 10 дни.

Detergents used

Seedlings: Simargal and a preparation based on *Bacillus thuringiensis*, active against nematodes.

Soil, before transplanting: Simargal, a preparation based on *Bacillus thuringiensis* and Stimak (amino acid fertilizer).

During the growing season: Simargal, Stimak-P, Stimak (foliar) and endophytic bacteria.

Brief description of the organic and organic products used:

Simargal – a microbial preparation containing fungi of *Trichoderma asperellum* T6 and bacteria – *Bacillus amyloliquefaciens* and *Pseudomonas fluorescens*.

It protects the root from phytopathogens, stimulates root growth and facilitates mineral nutrition.

Dose 1 l/da, application at the beginning of the growing season with a drip system.

Stimak – an amino acid fertilizer intended primarily for foliar application. It contains a large amount of dissolved free amino acids. Dose 0.2 l/da, treatment throughout the growing season for 10 days.

Стимак-П – аминокиселинен тор за почвено приложение.

Количеството на свободните аминокиселини е по-малко от това на Стимак, но съдържа полипептиди, белтъчини и биоразградими полимери. Доза 0.2 l/da, третиране през цялата вегетация през 10 дни.

Bacillus thuringiensis – щам с действие срещу нематоди.

Биопродуктът не е регистриран като търговски препарат, а е в етап на проучване.

Ендофитни бактерии – новоизолирани, все още неидентифицирани бактерии, по краставици. Растенията от които са изолирани микроорганизмите са оцелели в площи с висок инфекционен фон.

Показатели на изследването:

Микроклиматични условия. В 8h и в 14h се регистрираха: температура на въздуха ($T^{\circ}\text{C}$), отчетена с минимално – максимален термометър;

Температурата на субстрата ($T^{\circ}\text{C}$) на дълбочина 10cm – отчетена с почвен термометър; Слънчевата радиация (Lux) – отчетена с портативен луксметър и относителната влажност на въздуха, която се измерваше в същите часове. Относителна влажност на въздуха (%) се отчита в 8h и в 14h с портативен хидрометър.

Агрохимичен анализ на почвата. Определяно е съдържанието на усвоимите хранителни елементи, чрез анализ на почвата (в началото и края на вегетацията) във воден извлек 1:2 v./v. Определяни са pH – потенциометрично; обща концентрация на разтворимите соли – по електропроводимост; азот – с йонселективен анализатор; фосфор

Stimak-P – amino acid fertilizer for soil application.

The amount of free amino acids is less than that of Stimak, but it contains polypeptides, proteins and biodegradable polymers.

Dose 0.2 l/da, treatment throughout the growing season for 10 days.

Bacillus thuringiensis – a strain with action against nematodes.

The bioproduct is not registered as a commercial preparation, but is in the research stage.

Endophytic bacteria – newly isolated, as yet unidentified bacteria, on cucumbers.

The plants from which the microorganisms were isolated survived in areas with a high infectious background.

Indicators of the study:

Microclimatic conditions. At 8 a.m. and at 2 p.m., the following were recorded: air temperature ($T^{\circ}\text{C}$), recorded with a minimum – maximum thermometer;

Substrate temperature ($T^{\circ}\text{C}$) at a depth of 10 cm – read with a soil thermometer; Solar radiation (Lux) – read with a portable luxmeter and relative humidity, which was measured at the same hours.

Relative humidity (%) is recorded at 8 am and at 2 pm with a portable hydrometer.

Agrochemical analysis of the soil. The content of the assimilable nutrients was determined by soil analysis (at the beginning and end of the growing season) in a water extract of 1:2 v./v.

The pH was determined – potentiometric; total concentration of soluble salts – by electrical conductivity; nitrogen – with an ion-selective analyzer; phosphorus –

– спектрофотометрично; калций и магнезий – комплексометрично.

Биометричен анализ.

Определяни са темповете на нарастване на стъблото (cm/24h) и на формиране на листата (Num.lvs./24h). Измерванията се извършваха ежеседмично до премахване на растежния връх.

Продуктивни показатели. Три пъти в седмицата (понеделник, сряда и петък) се определяше постъплението. Отчита се продукцията от първо и второ качество и общия добив (kg/da), средна маса на плода (kg) и процентно разпределение на продукцията по качество.

Получените резултати се обработват математически чрез еднофакторен дисперсионен анализ по метода на Дънкан.

РЕЗУЛТАТ И ОБСЪЖДАНЕ

Микроклиматични фактори.

Експерименталната работа е изведена в стоманено-стъклена оранжерия тип Venlo без отопление с ограничена възможност за управление и поддържане на микроклиматичните условия. Поради тази причина, последните се влияеха основно от външните климатични фактори и от вида на отглежданата култура.

Топлинни условия. Средната минимална температура през последната десетдневка на м. Април бе 8.5°C. Регистрираните стойности на този микроклиматичен показател през м. Май бяха 10.7°C, през м. Юни – 14.0°C, а през първите две десетдневки на м. Юли – 17.4°C (Таблица 2).

В сутрешните часове (8h), температурата на въздуха се повишаваше до 7.0-11.0°C. С напредване на деня (14h), средните стойности достигаха около 28.4-

spectrophotometrically; calcium and magnesium – complexometrically.

Biometric analysis.

The growth rates of the stem (cm/24h) and the formation of leaves (num.lvs./24h) were determined. Measurements were carried out weekly until the growth tip was removed.

Productive indicators. Three times a week (Monday, Wednesday and Friday) the receipt was determined. First and second quality production and total yield (kg/da), average fruit weight (kg) and percentage distribution of production by quality shall be reported.

The results obtained are processed mathematically by single-factor analysis of variance using the Duncan method.

RESULTS AND DISCUSSION

Microclimatic factors.

The experimental work was carried out in a steel-glass greenhouse of the Venlo type without heating with limited ability to control and maintain microclimatic conditions. For this reason, the latter were mainly influenced by external climatic factors and the type of crop grown.

Thermal conditions. The average minimum temperature in the last ten days of April was 8.5°C. The registered values of this microclimatic indicator in May were 10.7°C, in June – 14.0°C, and in the first two ten days of July – 17.4°C (Table 2).

In the morning hours (8h), the air temperature rose to 7.0-11.0°C. As the day progressed (14 hours), the average values reached about 28.4-36.3°C.

36.3°C. Средната максималната температура на въздуха през отчетния период не надвишаваше 39.0°C, като най-високите стойности са измерени през втората половина на м. Април (преди засенчването) и първите две десетдневки на м. Юли.

Неблагоприятно влияние върху растежа и развитието на растенията оказваше температурна амплитуда, която през първите два месеца на вегетационния период надхвърляше 21.0-24.0°C, а през втората половина на м. Април – 30.0°C.

The average maximum air temperature during the reporting period did not exceed 39.0°C, with the highest values measured in the second half of April (before shading) and the first two ten-days of July.

An adverse effect on the growth and development of plants was exerted by the temperature amplitude, which in the first two months of the growing season exceeded 21.0-24.0°C, and in the second half of April – 30.0°C.

Таблица 2. Топлинни условия през вегетационния период (Април-Юли)

Table 2. Heating conditions during the growing season (April - July)

Топлинни условия Heating conditions	Април* April		Май May		Юни June		Юли* July	
Ср. Max. T °C Avg. Min. T °C	8.5		10.7		14.0		17.4	
Ср. Max. T °C Avg. Max. T °C	38.8		34.4		37.5		38.2	
	8h	14h	8h	14h	8h	14h	8h	14h
Ср. въздушна T °C Avg. Air T °C	16.3	33.8	16.4	28.4	23.3	35.4	24.6	36.3
Ср. почвена T °C Avg. soil T °C	19.4	21.8	21.3	23.3	22.5	25.2	26.1	25.8

*16-30 Април; 01-19 Юли /16-30 April; 01-19 July

Светлинни условия.

Средните стойности на осветеност в оранжерията през сутрешните часове, през първата половина на вегетационния период, бяха по-ниски (от 11786 до 15626 lux) от оптималните светлинни условия (25000-45000 lux). През месеците с най-интензивно слънчево греене те се доближаваха до оптималните изисквания на културата. Потокът на слънчевата радиация, достигащ до растенията, се ограничаваше (от края на м. май), чрез засенчване на оранжерията с варов разтвор. Засенчването на оранжерията се отложи, с почти един месец поради неблагоприятните климатични условия през този период. По-ниската средна стойност

Light conditions.

The average illumination values in the greenhouse during the morning hours, during the first half of the growing season, were lower (from 11786 to 15626 lux) than the optimal light conditions (25000-45000 lux).

During the months with the most intense sunshine, they approached the optimal requirements of the culture.

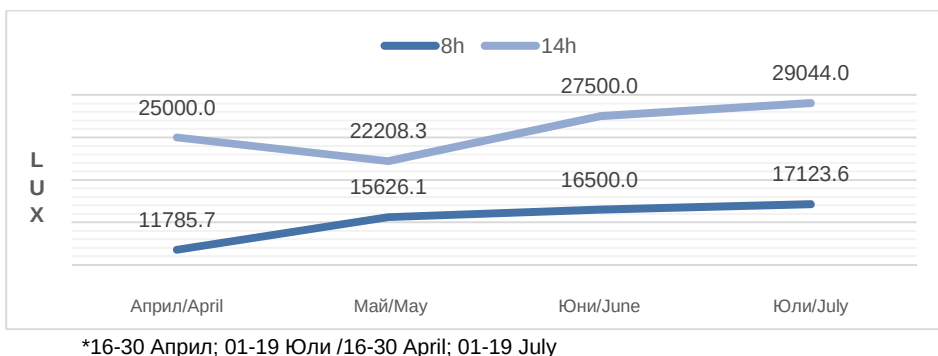
The flow of solar radiation reaching the plants was limited (from the end of May) by shading the greenhouse with lime mortar.

Shading of the greenhouse was postponed, by almost a month due to adverse climatic conditions during this period.

The lower average value of the

на осветеността в оранжерията през м. май (от 15626 lux в 8h до 22208 lux в 14h) се определяше от по-големият брой на дъждовните дни и дните с намалено слънчево греење. Това оказа неблагоприятно влияние върху цъфтежа и плододаването на растенията (Фигура 1).

illumination in the greenhouse in May was determined by the greater number of rainy days and days with reduced sunshine. This had an adverse effect on the flowering and fruiting of plants (Figure 1).



Фиг. 1. Осветеност в оранжерията (Lux), средно по месеци
Fig. 1. Greenhouse illumination (Lux), monthly average

Относителна влажност на въздуха. През вегетационния период, влажността на въздуха бе регулирана чрез проветряване, напояване и освежителни поливки и поддържаше стойности под оптималните за краставиците (80.0-85.0%). В началото на вегетационния период, въздушната влажност в 8h беше в границите – 65.1-77.1%, като след месец май тя не надвишаваше 67.0%, а в края на вегетационния период достигаше до 63.4% (Фигура 2). Отчетените стойности на този показател в 14h бяха значително по-ниски от оптималните за културата.

През първия половин месец на вегетацията (16-30 Април) процента на въздушната влажност е най-малък. През месец май регистрираните стойности бележат своя пик, като достигат до 58%, след което се наблюдава тенденция на тяхното понижаване, за да достигнат

Relative humidity.

During the growing season, the air humidity was regulated by ventilation, irrigation and refreshing watering and maintained values below the optimal values for cucumbers (80.0-85.0%).

At the beginning of the growing season, the air humidity at 8 am was in the range of – 65.1-77.1%, and after May it did not exceed 67.0%, and at the end of the growing season it reached 63.4% (Figure 2).

The reported values of this indicator at 14h were significantly lower than the optimal for the crop.

In the first half month of the growing season (April 16-30), the percentage of air humidity is the lowest. In May, the registered values peaked, reaching 58%, after which there was a downward trend to reach 44.4% at the end of the growing season

до 44.4% в края на вегетацията.

От регистрираните данни отчитащи микроклиматичните фактори е видно, че през първата половина от периода на извеждане на експерименталната работа (16 април-31 май), температурната амплитуда и влажността на въздуха оказват лимитиращ ефект върху оптималното развитие на растенията. Аналогично с предишни изследвания (Arnaudov, 2022 отчет не публикувано) метеорологичната обстановка се характеризираше с хладен и дъждовен м. май, като тази климатична обстановка оказва негативно въздействие върху растежа на растенията.

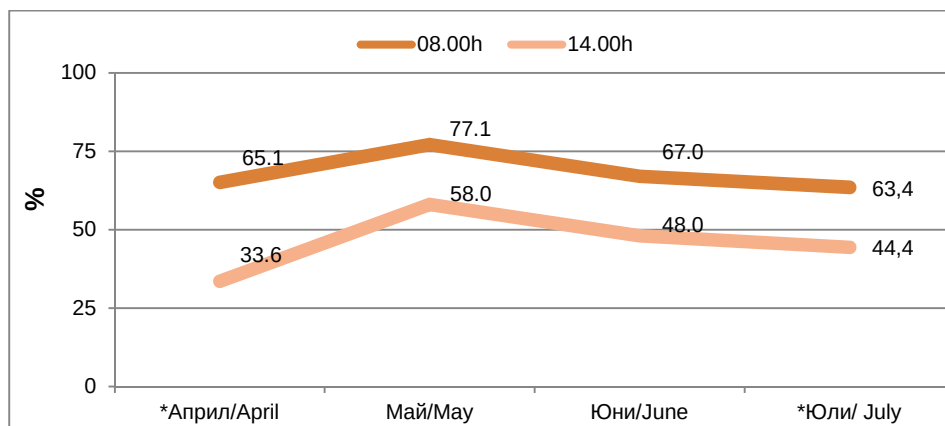
Последващият период се характеризираше с температури, които бяха по-високи от средно-статистическите за месец юни и първата половина на м. юли. В определени дни въздушните температури достигаха екстремални стойности от над 40°C. Въпреки предприетите мерки за ограничаване на осветителния поток и извършване на освежителни поливки отчетените стойности, в оранжерията бяха съществено по-ниски от необходимите за нормалното развитие на оранжерийните краставици.

From the registered data taking into account the microclimatic factors, it is evident that during the first half of the period of the experimental work (April 16-May 31), the temperature amplitude and humidity of the air have a limiting effect on the optimal development of plants.

Similar to the previous research (Arnaudov, 2022 report not published), the meteorological situation was characterized by cool and rainy May and this climatic situation had a negative impact on plant growth.

The subsequent period was characterized by temperatures that were higher than the average for June and the first half of July. On certain days, air temperatures reached extreme values of more than 40°C.

Despite the measures taken to limit the light flux and carry out refreshment watering, the reported values in the greenhouse were significantly lower than those necessary for the normal development of greenhouse cucumbers.



Фиг. 2. Относителна влажност на въздуха в оранжерията (%), средно по месеци

Fig. 2. Relative humidity in the greenhouse (%), average by months

Въпреки, че стойностите на някои микроклиматични показатели, се отклоняваха от оптималните за отглеждане на оранжерийни краставици, това не повлия съществено върху целта на експеримента.

Биометрични показатели.

От анализа на получените резултати се установи съществено увеличаване на показателя височина на стъблото при всички изследвани варианти спрямо контролата средно с 0.79 cm/24h (Таблица 3). Най-висок темп на нарастване се отчете при варианта с комбинираната употреба на Видейт и *Bacillus thuringiensis* – 5.90 cm/24h.

Подобно увеличение във височината на стъблото при краставици, инокулирани с бактериални продукти са описани от Seymen et al. (2010).

Математическата обработка на данните характеризиращи темпа на листоформиране не потвърди съществено различие между отделните варианти. Най-ниското и най-високо ниво на този показател е съответно при краставиците отгледани на почвен фон Видейт + *Bacillus thuringiensis*, (0.57 num.lvs./24h) от варианта с последващо третиране с Ендифитни бактерии (0.65 num.lvs./24h) без допълнително внасяне на бактериални агенти.

Although the values of some microclimatic indicators deviated from the optimal ones for growing greenhouse cucumbers, this did not significantly affect the purpose of the experiment.

Biometric indicators.

From the analysis of the results obtained a significant increase in the stem height indicator in all studied variants compared to the control with an average of 0.79 cm/24h (Table 3).

The highest rate of increase was reported in the variant with the combined use of Vidait and *Bacillus thuringiensis* – 5.90 cm/24h.

Similar increases in stem height in cucumbers inoculated with bacterial products have been described by Seymen et al. (2010).

Mathematical processing of the data characterizing the rate of leaf formation did not confirm a significant difference between the individual variants. The lowest and highest level of this indicator is respectively in cucumbers grown on a soil background Species *Bacillus thuringiensis*, (0.57 num.lvs./24h) of the variant with subsequent treatment with Endophytic bacteria and 0.65 num.lvs./24h without additional application of bacterial agents.

Таблица 3. Биометрични показатели на оранжерийните краставици с внесени биопродукти

Table 3. Biometric indicators of greenhouse cucumbers with imported bioproducts

Вариант Variant	Височина на стъблото Stem height (cm)		Темп на нараства не Growth rate average (cm/24h)	Брой листа Number of leaves (num.lvs.)		Темп на листо- формиран е Leaves formation temp average (num.lvs./2 4h)
	Начало Beginnin g	Край Ending		Начало Beginni ng	Край Endin g	
1. Vydate	50.1	329.7	4.91 b	10.1	43.8	0.60 n.s.
2. Vydate + Endophytic bacteria	52.5	364.9	5.55 a	9.8	42.2	0.58 n.s.
3. Vydate + B. thuringiensis	58.2	409.4	5.90 a	10.2	47.5	0.65 n.s.
4. Vydate + B. th.+Endophytic bacteria	56.4	351.8	5.64 a	10.4	42.4	0.57 n.s.
5. B. thuringiensis	61.2	391.4	5.84 a	10.9	46.3	0.62 n.s.
6. B. thuringiensis + Endophytic bacteria	57.4	373.8	5.61 a	10.6	44.4	0.60 n.s.

*a, b, c ... – Еднофакторен дисперсионен анализ по метода на Дънкан ($p < 0.05$)

*a, b, c ... – Duncan's multiple range test ($p < 0.05$)

Продуктивни показатели.

Резултатите от Таблица 4 показват, че с най-голяма стойност на показател продукция от първо качество са краставиците отгледани на почвен фон Видейт и *Bacillus thuringiensis* с последващо листно третиране с ендофитни микроорганизми (11439 kg/da), които доказано превишават първокачествената продукция на контролата (Видейт) с 54.1%, последван от варианта Видейт и *Bacillus thuringiensis* съответно с 6.8%. Отчетеният добив от първокачествена продукция при растенията отгледани на почвен фон *Bacillus thuringiensis* с последващо листно третиране с ендофитни бактерии е с доказано най-ниска стойност (6032 kg/da), която е с 18.7% по-малка в сравнение с тази на контролния вариант. Стойностите на продукцията от второ качество не се различават съществено и варират от 2869 kg/da (Контролата – (Видейт) до 3230 kg/da (Видейт и *Bacillus thuringiensis*+ендофитни бактерии). Изключение правят

Productive indicators.

The results of Table 4 show the highest value of the first-quality production indicator in cucumbers grown on a soil background Vidate and *Bacillus thuringiensis* with subsequent foliar treatment with endophytic microorganisms (11439 kg/da), which have been proven to exceed the first-quality production of the control (Vidate) by 54.1%, followed by the Vidate variant and *Bacillus thuringiensis* by 6.8%, respectively.

The reported yield of first-quality production in the plants, grown on a soil background of *Bacillus thuringiensis* with subsequent foliar treatment with endophytic bacteria, was proven to have the lowest value (6032 kg/da), which is 18.7% less than that of the control variant.

The values of the second quality production do not differ significantly and range from 2869 kg/da (Control – (Vidite) to 3230 kg/da (Vidate and *Bacillus thuringiensis*+endophytic bacteria).

The exceptions are cucumbers grown

краставиците отгледани на почвен фон *Bacillus thuringiensis* (2388 kg/da) и тези с комбинирано внасяне на Видейт и *Bacillus thuringiensis* (1939 kg/da), при които са регистрирани най-ниски нива на този показател.

Най-висок общ добив е получен от растенията отгледани на почвен фон Видейт и *Bacillus thuringiensis* с последващо листно внасяне на ендофитни микроорганизми (14669 kg/da). При този вариант увеличението е от 42,5% спрямо контролата. Най-ниски стойности на проучвания показател са отчетени при експерименталните растения „заложен“ на почвен фон *Bacillus thuringiensis*+ендофитни бактерии (8994 kg/da). Между останалите изследвани варианти са регистрирани статистически аргументирани разлики, като получените резултати варират от 9866 kg/da (растенията отгледани с комбинирано внасяне на Видейт и *Bacillus thuringiensis*) до 10691 kg/da (при краставиците култивирани на почвен фон Видейт с последващо инокулиране на ендофитни бактерии).

Подобни резултати при различни бактериални приложения, освен при краставици (Seymen et al. 2010) са описани и при други зеленчукови култури: при домати (Gagne et al. 1993, Mena-Violante and Olalde-Portugal, 2007); при пипер (Kıdoğlu et al. 2008); при главесто зеле (Ekinici et al. 2010).

on a soil background *Bacillus thuringiensis* (2388 kg/da) and those with a combined introduction of Vidate and *Bacillus thuringiensis* (1939 kg/da), in which the lowest levels of this indicator were registered.

The highest total yield was obtained from plants grown on a soil background of Videus and *Bacillus thuringiensis* with subsequent foliar introduction of endophytic microorganisms (14669 kg/da). In this variant, the increase is 42.5% compared to the control. The lowest values of the studied indicator were reported in experimental plants "set" on a soil background of *Bacillus thuringiensis* endophytic bacteria (8994 kg/da).

Statistically reasoned differences were registered between the other studied variants, with the results ranging from 9866 kg/da (plants grown with combined application of Videt and *Bacillus thuringiensis*) to 10691 kg/da (in cucumbers cultivated on Videt soil background with subsequent inoculation of endophytic bacteria).

Similar results for different bacterial applications, except for cucumbers (Seymen et al. 2010) have been reported for other vegetable crops: for tomatoes (Gagne et al. 1993, Mena-Violante and Olalde-Portugal, 2007); for pepper (Kıdoğlu et al. 2008); and for cabbage (Ekinici et al. 2010).

Таблица 4. Добив на оранжерийни краставици първо и второ качество с внесени биопродукти (kg/da)

Table 4. Yield of greenhouse cucumbers of the first and second quality with imported bioproducts (kg/da)

Вариант Variant	Първо качество	Второ качество	Общ добив Total yield
--------------------	-------------------	-------------------	--------------------------

	First quality	Second quality	
1. Vydate	7422 c	2869 a	10291 bc
2. Vydate + Endophytic bacteria	7674 bc	3017 a	10691 b
3. Vydate + <i>B. thuringiensis</i>	7927 b	1939 c	9866 c
4. Vydate + <i>B. thuringiensis</i> + Endophytic bacteria	11439 a	3230 a	14669 a
5. <i>B. thuringiensis</i>	7611 bc	2388 b	9999 c
6. <i>B. thuringiensis</i> + Endophytic bacteria	6032 d	2961 a	8994 d

*a, b, c ... – Еднофакторен дисперсионен анализ по метода на Дънкан ($p < 0.05$)

*a, b, c ... – Duncan's multiple range test ($p < 0.05$)

Не са установени значими разлики между стойностите на показателите отразяващи средната маса на плодовете от първо качество. Получените резултати са от 0.255 kg (почвен фон Видейт с последващо инокулиране на ендофитни бактерии) до 0.271 kg (комбинирано внасяне на Видейт и *Bacillus thuringiensis*) – Таблица 5.

Статистически значими разлики между отделните варианти не се установиха и при измерванията на средната маса на плодовете от второ качество.

Стойностите на изчислената средна маса на плодовете, базирана на общия добив за всеки вариант не се различават съществено. Те варират от 0.252 kg (почвен фон Видейт с последващо инокулиране на ендофитни бактерии) до 0.267 kg (комбинирано внасяне на Видейт и *Bacillus thuringiensis*).

Получените данни за отделните варианти са аналогични с тези от предходните два показателя, като регистрираните разлики не са статистически релевантни. Тези резултати не могат да подкрепят твърдението на Seymen et al. (2010), които регистрира повишение в средната маса на плода при оранжерийни краставици третирани с бактериални препарати.

No significant differences were found between the values of the indicators reflecting the average mass of fruits of the first quality.

The results obtained are from 0.255 kg (soil background Videet with subsequent inoculation of endophytic bacteria) to 0.271 kg (combined application of Videet and *Bacillus thuringiensis*) – Table 5.

Statistically significant differences between the different variants were not found in the measurements of the average mass of fruits of second quality.

The values of the calculated average mass of fruits based on the total yield for each variant do not differ significantly.

They range from 0.252 kg (soil background Videet with subsequent inoculation of endophytic bacteria) to 0.267 kg (combined introduction of Videet and *Bacillus thuringiensis*).

The data obtained for the individual variants are analogous to those from the previous two indicators, and the registered differences are not statistically relevant. These results cannot support the claim of Seymen et al. (2010), which registered an increase in the mean mass of the fruit in greenhouse cucumbers treated with bacterial preparations.

Таблица 5. Средна маса на плода (kg) на оранжерийни краставици първо и второ качество с внесени биопродукти
Table 5. Average fruit weight (kg) of greenhouse cucumbers from first and second quality with imported bioproducts

Вариант Variant	Първо качество First quality	Второ качество Second quality	Общ добив Total yield
1. Vydate	0.257 n.s.	0.246 n.s.	0.255 n.s.
2. Vydate + Endophytic bacteria	0.255 n.s.	0.248 n.s.	0.252 n.s.
3. Vydate + <i>B. thuringiensis</i>	0.271 n.s.	0.257 n.s.	0.267 n.s.
4. Vydate + <i>B. thuringiensis</i> +Endophytic bacteria	0.267 n.s.	0.251 n.s.	0.264 n.s.
5. <i>B. thuringiensis</i>	0.261 n.s.	0.247 n.s.	0.258 n.s.
6. <i>B. thuringiensis</i> + Endophytic bacteria	0.262 n.s.	0.240 n.s.	0.254 n.s.

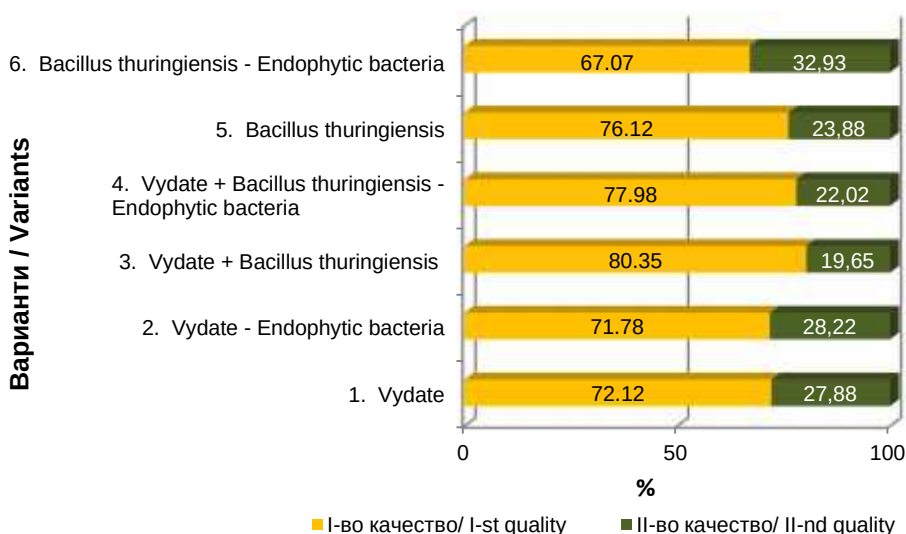
*a, b, c ... – Еднофакторен дисперсионен анализ по метода на Дънкан ($p < 0.05$)

*a, b, c ... – Duncan's multiple range test ($p < 0.05$)

При изчисляване дялът на продукцията от първо качество спрямо количеството на общия добив се установи, че с най-голям процентен дял на първокачествен добив са краставиците отгледани с комбинирана употреба на Видейт и *Bacillus thuringiensis* (80.35%) – Фигура 3. В останалите варианти, процентното разпределение на продукцията – първо качество спрямо общия добив е високо (над 2/3 от сумарното количество) и варира от 67.07% (растения „заложи“ на почвен фон *Bacillus thuringiensis* + ендифитни бактерии) до 80.35% (почвен фон Видейт+*Bacillus thuringiensis*).

When calculating the share of first quality production in relation to the total yield, it was found that cucumbers grown with combined use of Vidate and *Bacillus thuringiensis* (80.35%) have the highest percentage share of first-quality yield – Figure 3.

In the other variants, the percentage distribution of production – first quality in relation to the total yield is high (over 2/3 of the total amount) and varies from 67.07% (plants "set" on a soil background *Bacillus thuringiensis* endophytic bacteria) to 80.35% (soil background Species+*Bacillus thuringiensis*).



Фиг. 3. Процентно разпределение на продукцията (по качество спрямо общия добив) при оранжерийни краставици с внесени биопродукти

Fig. 3. Percentage distribution of production (by quality relative to total yield) for greenhouse cucumbers with imported organic products

Получените резултати от изпитваните биопродукти кореспондират, с тези на Dintcheva et al. (2022), които са установили, че комбинираното торене с микроорганизми, органични торове и листно третиране със Стимак подобрява морфологичните показатели и добива при главесто зеле и броколи.

ИЗВОДИ

С най-добри растежни показатели се характеризират краставиците отгледани на почвен фон Видейт + *Bacillus thuringiensis*, при които темпът на нарастване и листоформиране е съответно 5.90 cm/24h и 0.65 num.lvs/24h.

С най-висока продуктивност са растенията, отгледани на почвен фон Видейт и *Bacillus thuringiensis* с

The results obtained from the tested bioproducts correspond to those of Dintcheva et al. (2022), who found that combined fertilization with microorganisms, organic fertilizers and foliar treatment with Stimak improves morphological parameters and yield in cabbage and broccoli.

CONCLUSIONS

The best growth indicators are characterized by cucumbers grown on a soil background with *Bacillus thuringiensis*, in which the growth rate and leaf formation are respectively 5.90 cm/24h and 0.65 num.lvs./24h

The highest productivity are the plants grown on soil Vidait and

последващо листно третиране с ендофитни микроорганизми – общ добив 14669 kg/da и продукция от първо качество – 11439 kg/da.

С най-ниски стойности на показателите са краставиците отгледани на почвен фон *Bacillus thuringiensis* с последващо листно третиране с ендофитни микроорганизми (8994 kg/da – общ добив и 6032 kg/da – първокачествена продукция).

Най-голям процентен дял на първокачествена продукция е установен при краставиците отгледани с комбинирана употреба на Видейт и *Bacillus thuringiensis* – (80.35%), а най-малък при тези с почвен фон *Bacillus thuringiensis*+ендофитни бактерии – (67.07%).

Bacillus thuringiensis with subsequent leaf treatment with endophytic microorganisms – total yield 14669 kg/da and production of first quality – 11439 kg/da.

Cucumbers grown on a soil background of *Bacillus thuringiensis* with subsequent foliar treatment with endophytic microorganisms (8994 kg/da – total yield and 6032 kg/da – first-quality production) have the lowest values of indicators.

The highest percentage of first-quality production was found in cucumbers grown with the combined use of Videt and *Bacillus thuringiensis* – (80.35%), and the smallest in those with a soil background of *Bacillus thuringiensis*+ endophytic bacteria – (67.07%).

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. **Abdallah, R.A.B., H. Jabnoun-Khiareddine, A. Nefzi, S. Mokni-Tlili and M. Daami-Remadi**, 2016. Biocontrol of *Fusarium* Wilt and Growth Promotion of Tomato Plants Using Endophytic Bacteria Isolated from *Solanum elaeagnifolium* Stems. *Biol. Control*, 97, 80–88.
2. **Ara, I., H. Rizwana, M.R. Al-Othman and M.A. Bakir**, 2012. Studies of actinomycetes for biological control of *Colletotrichum musae* pathogen during post-harvest anthracnose of banana. *Afr. J. Microbiol. Res.*, 6, 3879–3886.
3. **Cao, L.X., Z.Q. Qiu, J.L. You, H.M. Tan and S. Zhou**, 2005. Isolation and characterization of endophytic *Streptomyces* antagonists of *Fusarium* wilt pathogen from surface-sterilized banana roots. *FEMS Microbiol. Lett.*, 247, 147–152.
4. **Card, S., L. Johnson, S. Teasdale and J. Caradus**, 2016. Deciphering endophyte behaviour: The link between endophyte biology and efficacious biological control agents. *FEMS Microbiol. Ecol.*, 92, 114.
5. **Chen, X., C. Pizzatti, M. Bonaldi, M. Saracchi, A. Erlacher, A. Kunova, G. Berg and P. Cortesi**, 2016. Biological control of lettuce drop and host plant colonization by rhizospheric and endophytic *Streptomyces*. *Front. Microbiol.*, 7, 714.
6. **Dintcheva, Ts., I. Valcheva and G. Antonova**, 2022. Influence of combined fertilization on morphological and productive qualities of cabbage and broccoli. *Agricultural sciences*, 14, (34), 66–74.
7. **Duncan, D.**, 1955. Multiple range and multiple F-test. *Biometrics*, 11, 1–42.
8. **Ekinci M., A. Dursun, M.F. Dönmez and H. Eminağaoğlu**, 2010. Farklı Bakteri Uygulamalarının Kırmızı Lahana (*Brassica oleracea* L. var. *rubra*) da Bitki Gelişimi ve Verime Etkisi. VIII. Sebze Tarımı Sempozyumu, Proceedings of

symposium, Van, 23-26 June. *Department of Horticulture, Agricultural Faculty, Van*, 344–348.

9. **Eljounaidi, K., S.K. Lee and H. Bae**, 2016. Bacterial endophytes as potential biocontrol agents of vascular wilt diseases-review and future prospects. *Biol. Control*, 103, 62–68.

10. **El-Tarabily, K.A., G.E.S.J. Hardy and K. Sivasithamparam**, 2010. Performance of three endophytic actinomycetes in relation to plant growth promotion and biological control of *Pythium aphanidermatum*, a pathogen of cucumber under commercial field production conditions in the United Arab Emirates. *Eur. J. Plant Pathol.*, 128, 527–539.

11. **Fan, H., Z. Zhang, Y. Li, X. Zhang, Y. Duan and Q. Wang**, 2017. Biocontrol of bacterial fruit blotch by *Bacillus subtilis* 9407 via surfactin-mediated antibacterial activity and colonization. *Front. Microbiol.*, 8, 1973.

12. **Gagne S, L. Dehbi, D. Le Quera, F. Cayer, J.L. Morin, R. Lemay and N. Fournier**, 1993. Increase of Greenhouse Tomato Fruit Yields by Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Inoculated into the Peat-Based Growing Media. *Soil Biology and biochemistry*, 25 (2), 269–272

13. **Hallmann, J., A. Quadt-Hallmann, W.F. Mahaffee and J.W. Kloepper**, 1997. Bacterial endophytes in agricultural crops. *Can. J. Microbiol.*, 43, 895–914.

14. **Jog, R., M. Pandya, G. Nareshkumar and S. Rajkumar**, 2014. Mechanism of phosphate solubilization and antifungal activity of *Streptomyces* spp. isolated from wheat roots and rhizosphere and their application in improving plant growth. *Microbiology*, 160, 778–788.

15. **Kareem, T.K., O.E. Ugoji and O.O. Aboaba**, 2016. Biocontrol of *Fusarium* wilt of cucumber with *Trichoderma longibrachiatum* NGJ167 (Rifai). *Br. Microbiol. Res. J.*, 16, 1–11.

16. **Kidoğlu F., A. Gül and Y. Tüzel**, 2008. Topraksız ortamda yetiştirilen biber bitkilerinin gelişimine kök bakterilerinin etkileri, VII. Sebze Tarımı Sempozyumu, 26-29 Ağustos 2008, Yalova, 155–159.

17. **Koch, E., J.O. Becker, G. Berg, R. Hauschild, J. Jehle, J. Köhl and K. Smalla**, 2018. Biocontrol of plant diseases is not an unsafe technology. *J. Plant Dis. Prot.*, 125, 121–125

18. **Law, W.F., H.L. Ser, T.M. Khan, L.H. Chuah, P. Pusparajah, K.G. Chan, B.H., Goh and L.H. Lee**, 2017. The Potential of *Streptomyces* as Biocontrol Agents against the Rice Blast Fungus, *Magnaporthe oryzae* (*Pyricularia oryzae*). *Front. Microbiol.*, 8, 1398.

19. **Lebeda, A., E. J. Ryder, R. Grube, I. Dolezalová and E. Kristková**, 2007. Lettuce (Asteraceae *Lactuca* spp.). In: Singh, R.J., Ed., Genetic Resources, Chromosome Engineering, and Crop Improvement, 3, Vegetable Crops, CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton, pp. 377–472.

20. **Mena-Violante HG. and Olalde-Portugal V.**, 2007. Alteration of tomato fruit quality by root inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): *Bacillus subtilis* BEB-13bs. *Scientia Horticulturae*, 113, 103–106

21. **Misk, A. and C.M.M. Franco**, 2011. Biocontrol of chickpea root rot using endophytic actinobacteria. *BioControl*, 56, 811–822.

22. **Nur Azura, A.B., M. Yusoff, G.Y.A. Tan, R. Jegadeesh, D.R. Appleton and S. Vikineswary**, 2016. *Streptomyces sanglieri* which colonised and enhanced the growth of *Elaeis guineensis* jacq. seedlings was antagonistic to

Ganoderma boninense in in vitro studies. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.*, 43, 485–493.

23. **Qin, S., Y.J. Zhang, B. Yuan, P.Y. Xu, K. Xing, J. Wang and J.H. Jiang**, 2014. Isolation of ACC deaminase-producing habitat-adapted symbiotic bacteria associated with halophyte *Limonium sinense* (Girard) Kuntze and evaluating their plant growth-promoting activity under salt stress. *Plant Soil*, 374, 753–766.

24. **Seymen M., O. Türkmen, A. Dursun, M.F. Dönmez and M. Paksoy**, 2010. Effects of Bacterium Inoculation on Yield and Yield Components of Cucumber (*Cucumis sativus*). *Bulletin UASVM Horticulture*, 67, (1), 274–277

25. **Sziderics, A., F. Rasche, F. Trognitz and A. Sessitsch**, 2007. Wilhelm, E. Bacterial endophytes contribute to abiotic stress adaptation in pepper plants (*Capsicum annuum* L.). *Can. J. Microbiol.*, 53, 1195–1202.

26. **Velkov, N. and G. Pevicharova**, 2016. Effects of cucumber grafting on yield and fruit sensory characteristics. *Zemdirbyste - Agriculture*, 103, (4), 405–410.

27. **Wang, H., L. Han, J. Feng and X. Zhang**, 2015. Evaluation of two *Streptomyces* spp. and compost for growth promotion and biocontrol potential against *Rhizoctonia solani* on pepper. *Biocontrol Sci. Technol.*, 25, 852–857.

28. **Wang, S., Y. Liang, T. Shen, H. Yang and B. Shen**, 2016. Biological characteristics of ct 205 and its biocontrol potential against cucumber *Fusarium* wilt. *Biocontrol Sci. Technol.*, 26, 1–23.

29. **Yasmin, S., F.Y. Hafeez, M.S. Mirza, M. Rasul, H.M.I. Arshad, M. Zubair and M. Iqbal**, 2017. Biocontrol of bacterial leaf blight of rice and profiling of secondary metabolites produced by rhizospheric *Pseudomonas aeruginosa* BRp3. *Front. Microbiol.*, 8, 1895.