Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2018, 21 (2), 247-256
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan
ISSN 1311-0489 (Print)
ISSN 2367-8364 (Online)

Ефективност на комплексни органични препарати върху растежни характеристики на кориандър (*Coriandrum Sativum* L.*)*

Илияна Петрова[1]*, Ваня Делибалтова[2]

[1]*Институт по криобиология и хранителни технологии, 1407 София, България*
[2]*Аграрен Университет-Пловдив, 4000 Пловдив, България*

Effectiveness of complex organic preparations on growth performance of coriander (*Coriandrum Sativum* L.*)*

Iliyana Petrova[1]*, Vania Delibaltova[2]

[1]*Institute of Cryobiology and Food Technologies, 1407 Sofia, Bulgaria*
[2]*Agricultural University-Plovdiv, 4000 Plovdiv, Bulgaria*

**E-mail: asiliana@abv.bg*

Received: 14.05.2018 *Accepted:* 16.07.2018 *Published:* 20.09.2018

РЕЗЮМЕ

Особеност при растежа на кориандъра е повишената потребност от азот, което крие определен екологичен риск при отглеждането му. Алтернатива за повишаване на добивите и реализиране на продукция с биологична стойност, е листното подхранване с биостимуланти, чрез които се повишава ефективността на използване на минералните нутриенти и внасянето на азот може да бъде ограничено.

С цел да се изследва ефективността на нови препарати-фитостимулатори, разработени на органична основа в Лаборатория "Биологично активни вещества за растениевъдството" към Институт по Криобиология и Хранителни Технологии-София, в продължение на две стопански години са проведени прецизни полски опити по блоков метод с кориандър (*Coriandrum sativum* L.), сорт Местен дребноплоден. Препаратите са приложени чрез листно третиране във

SUMMARY

A peculiar feature of coriander growth is the increased demand for nitrogen, which poses a particular environmental risk when grown. An alternative to increasing yields and realizing production of high biological value is foliar feeding with biostimulants, which increases the efficiency of mineral nutrients utilization and the nitrogen intake can be limited.

In order to investigate the effectiveness of new organic formulations developed in the Laboratory "Biologically active substances for plant breeding" at the Institute of Cryobiology and Food Technologies in Sofia, for two harvesting years, field experiments by randomized block design were carried out using a coriander (*Coriandrum sativum* L.), local small-breed variety. The preparations are applied by leaf-treatment in the budding

фаза бутонизация. Получените резултати показват, че листното подхранване с изпитваната серия оказва стимулиращо влияние върху продуктивността, като най-ефективни са образците на основата на лумбрикогенен екстракт (увеличаване на добива до 16%, при статистическа доказаност на разликите). Препаратите от този тип са изключително подходящи за целите на органичното земеделие.

Ключови думи: кориандър, биохумус, препарати-фитостимулатори, продуктивност

phase. The results obtained show that foliar feeding with the tested series has a stimulating effect on productivity. The most effective are vermicompost extract-based preparations (increase in yield to 16%, with statistical evidence of differences). Preparations of this type are extremely suitable for organic farming purposes.

Key words: coriander, vermicompost, phytostimulators, productivity

УВОД

Кориандърът е една от нетипичните култури, отглеждани в България, като производството му формира 90% от износа на всички подправки и ароматни растения. Кориандърът (*Coriandrum sativum* L.) е едногодишно медицинско и ароматно растение от семейството Apiaceae. Огромният индустриален интерес се дължи на ценните свойства на растението: антиоксидантно, антимутагенно, антимикробно, успокояващо действие, както и аналгетичен и хормонбалансиращ ефект. Икономическата значимост на културата се определя от високата рентабилност на отглеждането ú. Само в семената му се съдържат между 10% и 27.7% мастни киселини и до 2.6% етерични масла, които поотделно или в комбинация, могат да се използват в хранително-вкусовата, фармацевтичната и козметичната промишленост (Diederichse et al., 1996).

Кориандърът е източник на витамин К и α-токоферол, микроелементи и хранителни вещества. Тези и други особености на кориандъра го правят изключително търсена суровина, като пазарната му стойност се определя от физичните и химичните характеристики на растението, както и от качеството на аромата му (Bhat et al., 2014).

Кориандърът е бързо растяща култура, характеризираща се с повишени нужди от азот, фосфор, калий, калций и микроелементи, поради относително краткия вегетационен период. По отношение на азотното обезпечаване, про-

INTRODUCTION

Coriander is one of the atypical crops grown in Bulgaria. Its production accounts for 90% of the export of all spices and aromatic plants. The economic importance of culture is determined by the high profitability of its cultivation. Coriander (*Coriandrum sativum* L.) is an annual medical and aromatic plant which belongs to the family Apiaceae.

The huge industrial interest is due to the valuable properties of the plant: antioxidant, antimutagenic, antimicrobial, soothing, as well as an analgestic and hormone-balancing effect. Only its seeds contain between 10% and 27.7% fatty acids and to 2.6% essential oils, which, either separately or in combination, can be used in the food, pharmaceutical and cosmetic industry (Diederichse et al., 1996).

Coriander is a source of vitamin K and α-tocopherol, trace elements and nutrients. These and other features of the coriander plant make it an extremely sought-after raw material, as its market value is determined by the physical and chemical characteristics of the plant, as well as by the quality of the fragrance (Bhat et al., 2014).

Coriander is a fast growing crop, characterized by increased needs for nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and trace elements, due to the relatively short growing season. In terms of nitrogen

учванията установяват много висока степен на акумулация на азот, независимо дали почвите са торени или неторени (Giuffrè de Lopez Camelo et al., 1995; Donega et al., 2013). На базата на тези данни се обсъждат хипотези за екологичния риск при отглеждането на кориандър.

При отглеждане без азотно подхранване, в почви, бедни на азот, се предполага недопустимо и необратимото изчерпване на елемента. Това определя изискванията за допълнително внасяне на азотни торове, като изследванията показват увеличаване на добива от 4% до 70% при внасяне на органичен или минерален азот (Carrubba et al., 2014). Излишъкът от органични или неорганични азотни торове води до нитратно замърсяване по хранителната верига.

Екологична алтернатива за повишаване на добивите и реализиране на продукция с биологична стойност, е използването на биостимуланти, чрез които се повишава ефективността на използване на минералните нутриенти и внасянето на азот може да бъде ограничено. От различни проведени изследвания, вече е известен положителният ефект върху растежа и биомасата от прилагането на биохумус като почвен подобрител при отглеждане на медицински и ароматни растения като лайка, живовляк, кориандър, копър, анасон и др. (Shirkhodaei et al., 2014). Друга възможност за справяне с азотната необходимост е внасянето на жизнено важните елементи чрез листно третиране.

Целта на настоящето проучване е да се установи ефектът върху растежните характеристики на кориандър (*Coriandrum sativum* L.) от листното третиране с комплексни органични препарати, разработени в Лаборатория “Биологично активни вещества за растениевъдството” към Институт по Криобиология и Хранителни Технологии-София.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Проучването е проведено през периода 2009-2011 г. върху бивша ливадно-блатна слабо засолена, песъкливо-

sequestration, studies have found a very high degree of nitrogen accumulation, whether the soils are fertilized or non-fertilized (Giuffrè de Lopez Camelo et al., 1995; Donega et al., 2013). Based on this data, hypotheses about the environmental risk in the cultivation of coriander are discussed.

While growing without nitrogen nutrition in soils poor in nitrogen, it is suggested unacceptable and irreversible depletion of the element. This determines the requirements for additional nitrogen fertilization, and studies show an increase in yields of 4% to 70% when organic or mineral nitrogen is introduced (Carrubba et al., 2014). The excess of organic or inorganic nitrogen fertilizers leads to nitrate contamination along the food chain.

Ecological alternative for increasing the yield and realizing production with biological value is the use of biostimulants, which increases the efficiency of the mineral nutrients utilization and the introduction of nitrogen may be limited. From various studies, the positive effect on growth and biomass production of biohumus applied as soil improver in cultivation of medicinal and aromatic plants such as chamomile, plantain, coriander, fennel, anise, etc. was already known (Shirkhodaei et al., 2014). Another option for dealing with nitrogen need is providing the essential elements through foliar treatment.

The aim of the present study was to determine the effect of foliar application of complex organic preparations, developed in the Laboratory "Biologically active substances for plant breeding" at the Institute of Cryobiology and Food Technologies in Sofia, on the growth characteristics of coriander (*Coriandrum sativum* L.).

MATERIAL AND METHODS

The study was conducted during the period 2009-2011 on a former meadow-pond low salinity sandy-clay soil

глинеста почва в експерименталната база при Аграрен Университет - Пловдив. Съдържанието на основните хранителни елементи в почвения слой 0-20 cm е: N - 26.65 mg/100g; P_2O_5 – 11.21mg/100g; K_2O– 27.47 mg/100g; хумус – 2.39%.

В продължение на 2 вегетационни сезона е проведен полски опит по блоков метод, в четири повторения и рандомизирано разположение на вариантите, с големина на реколтната парцела 15 m^2, след предшественик пшеница. Приложено е минерално торене. Фосфорният тор е внесен преди оранта, а азотният с последната предсеитбена обработка.

Сеитбата е извършена през третата десетдневка на месец октомври със сорт Местен дребноплоден при междуредие 12-15 cm и посевна норма 1.3 kg da^{-1}, на дълбочина 3-4 cm. За борба срещу плевелите е използван хербицид, внесен след сеитбата, преди поникване в доза 2000 ml ha^{-1}.

Изпитано е влиянието на 5 препарата, разработени на основата на хуминови източници с различен състав:

1. Х-80 (800 ml ha^{-1}) – препарат - прототип на разпространен в търговската мрежа продукт, с високо съдържание на калиев хумат.
2. Т-100 (2500 ml ha^{-1}) – екстракт от биохумус.
3. Н-40 (300 ml ha^{-1}) – производно съединение на растежен регулатор с природоидентичен характер.
4. ХН-100 (1000 ml ha^{-1}) – препарат, съдържащ хуминови соли и производни на феноксикиселина с растеж-стимулиращо действие.
5. ТН-140 (2500 ml ha^{-1}) – екстракт от биохумус, обогатен с фитостимулатори.

Внасянето на препаратите е във фаза бутонизация, посредством листно третиране при разходна норма на работния разтвор 250 L ha^{-1}.

Отчетени са показателите: височина на растенията, брой сенници на растение, маса на плодовете в растение, маса на 1000 плода, хектолитрова маса и добив на семена. За биометричните измервания от всяка парцела на изпит-

in the experimental base at Agricultural University - Plovdiv. The content of the main nutrients in the soil layer 0-20 cm is: N - 26.65 mg/100g; P_2O_5 - 11.21mg/100g; K_2O - 27.47 mg/100g; humus - 2.39%.

In the course of 2 consecutive growing seasons, field experiments have been established using randomly assessed block design, in four replicates per variant, plot size of 15 m^2 each, after a wheat predecessor. Mineral fertilization was applied as follows: the phosphorous fertilizer - before ploughing and the nitrogen fertilizer - at presowing.

Sowing was carried out during the third decade of October with a local variety “Drebnoploden” at 12-15 cm row spacing, seeding rate 1.3 kg da^{-1}, at a depth of 3-4 cm. For weed control a post-sowing pre-emergence herbicide was applied at the dose of 2000 ml ha^{-1}.

The influence of 5 preparations developed on the basis of humic sources of different composition has been tested:

1. X-80 (800 ml ha^{-1}) - a prototype of a commercially available product with a high potassium humate content.
2. T-100 (2500 ml ha^{-1}) – vemicompost extract
3. H-40 (300 ml ha^{-1}) - a growth regulator derivative compound of naturally identical origin.
4. XH-100 (1000 ml ha^{-1}) - preparation containing humic salts and derivatives of phenoxy acid with growth-stimulating action.
5. TH-140 (2500 ml ha^{-1}) - extract from biohumus, enriched with phytostimulators.

The preparations were applied as foliar spray at the phase of budding, at a rate of working solution 250 L ha^{-1}.

Reported indicators are: plant height, number of canopies per plant, fruit mass per plant, mass of 1000 fruit, hectolitre mass and seed yield. For biometric measurements 20 plants from each plot were taken. The values are

ваните варианти са взети по 20 растения. Стойностите са осреднени за едно растение. Получените данни за добива са обработени математически по метода на дисперсионния анализ.

averaged over a plant. The data obtained for the yield were processed mathematically by the dispersion analysis method.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

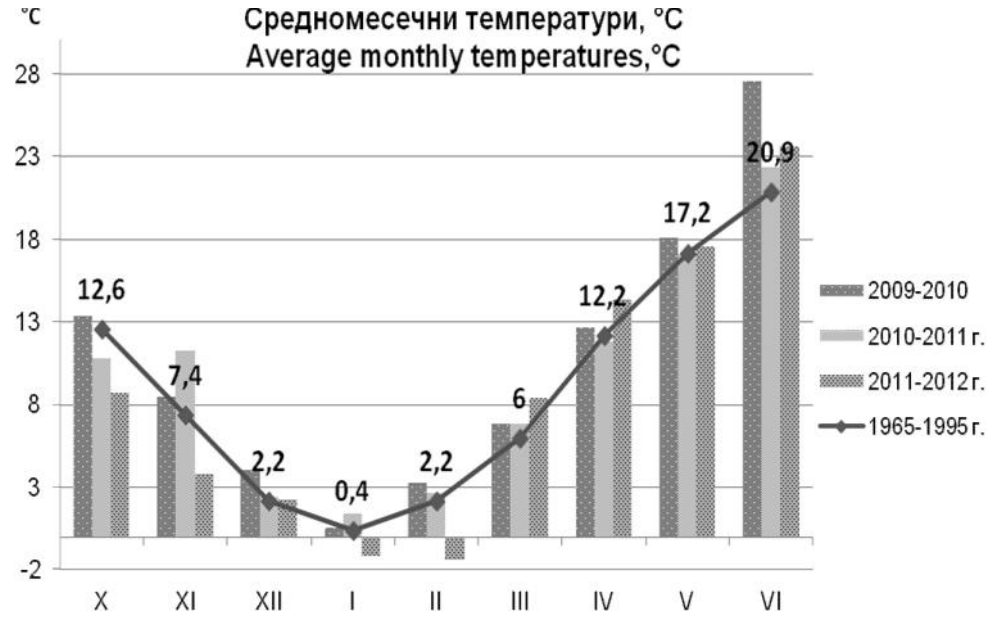
Предимство на отглеждането при кориандъра е, че цялото растение - листа, корен, цветове, плодове, притежава ценни свойства и намира индустриално приложение. Резултатите от проведените вегетационни опити показват, че всички изпитвани препарати-образци, разработени на основата на биологично активни вещества, стимулират растежа на вегетативната маса и повишават добива на семена в степен, зависеща от температурно-влажностния режим през стопанската година.

При фактора средномесечна температура през периодите на проучване не са наблюдавани съществени отклонения, по отношение изискванията на културата и стойностите за многогодишния период (Фигура 1).

RESULTS AND DISCUSSION

Advantage of the cultivation of coriander is that the whole plant - leaves, root, flowers and fruit, has valuable properties and industrial application. The results of the vegetation trials show that all tested sample-preparations, developed on the basis of biologically active substances stimulate the growth of vegetative mass and increase seed yield to a degree depending on the temperature-humidity regime during the harvesting year.

In the average monthly temperature factor during the study periods, no significant deviations were observed in terms of crop requirements and values relating to the multi-annual period (Figure 1).

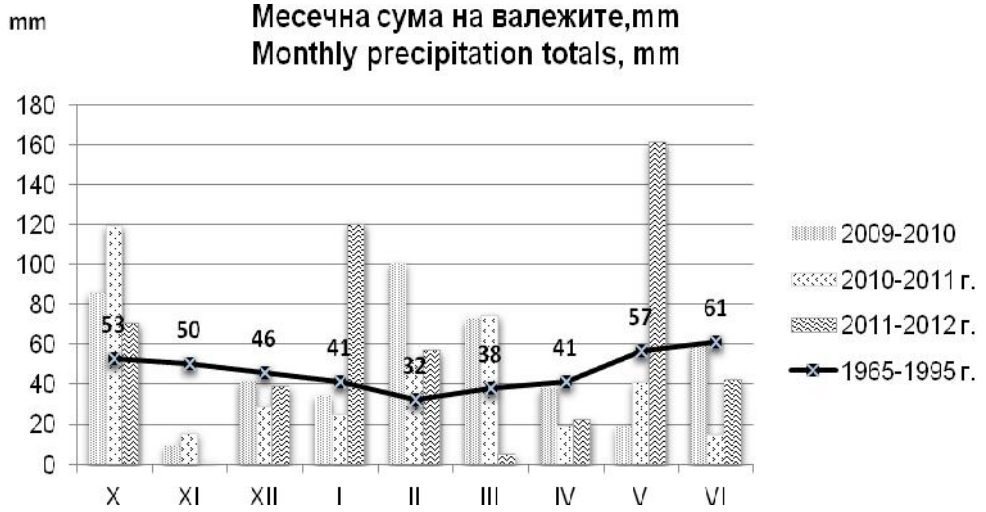


Фиг. 1. Средномесечни температури през вегетационния сезон на кориандъра

Fig. 1. Average monthly temperatures during the growing season of coriander

Данните за разпределението на месечната сума на валежите (Фигура 2) показват различие през двете стопански години. Реколтата от 2010 г. се характеризира с по-ниска обезпеченост с влага през месец май, когато културата встъпва в критичната фаза бутонизация. През 2011 г. Бутонизацията и цъфтежът са протекли при повисока запасеност с влага – сума на валежите през периода май-юни е 82,3 mm/m^2 спрямо многогодишната норма от 68 mm/m^2.

Data on the distribution of precipitation totals (Figure 2) shows a difference over the two economic years. The harvest of 2010 is characterized by lower moisture availability in May, when culture enters the critical phase of budding. In 2011, budding and flowering occurred at a higher moisture supply - the precipitation totals in the May-June period was 82.3 mm/m^2 versus the multi-year rate of 68 mm/m^2.



Фиг. 2. Разпределение на месечната сума валежите през вегетационния сезон на кориандъра

Fig. 2. Distribution of monthly precipitation totals during the growing season of coriander

Данните от морфометричните анализи показват, че в края на вегетацията височината на третираните растения превишава контролния вариант с 4-10 cm (Таблица 1). Прилагането на препаратите стимулира и образуването на сенници с 3 до 6 броя. Тези ефекти са ясно изразени в 2011 година, характеризираща се с по-благоприятното съчетаване на климатичните фактори.

Morphometric data analyses show that at the end of vegetation the height of treated plants exceeds the control variant by 4-10 cm (Table 1). The application of the formulations also stimulates the formation of canopies with 3 to 6 pieces. These effects are very pronounced in the 2011 year characterized by more favourable combination of climatic factors.

Таблица 1. Влияние на експериментални препарати-фитостимулатори върху морфометрични характеристики на кориандър
Table 1. Influence of experimental preparations-phytiostimulators on the morphometric characteristics of coriander

Варианти Variants	Височина на растенията Plant height, cm			Брой сенници на 1 растение Number of canopies per plant			Брой плодове на 1 растение Number of fruits per plant		
	2010	2011	Средно/Mean	2010	2011	Средно/Mean	2010	2011	Средно/Mean
Х-80	85.7	105.5	95.6	28.6	31.1	29.9	346.5	269.0	307.8
ХН-100	86.7	101.6	94.2	29.2	30.0	29.6	358.4	246.0	302.2
Т-100	86.5	106.6	96.6	30.0	33.2	31.6	387.5	262.0	324.8
ТН-140	84.0	102.3	93.2	31.3	34.6	33.0	395.7	274.3	335.0
Н-40	84.2	104.0	94.1	28.4	34.0	31.2	363.0	255.0	309.0
Контрола Control	83.4	94.0	88.7	28.0	28.2	28.1	332.7	230.0	281.4

N=20. Preparations were applied at the stages of budding.

Всички изпитвани препарати оказват положително влияние върху основните показатели, формиращи добива – брой плодове и техните физични характеристики (Таблица 2).

All test preparations have a positive impact on the main indicators forming the yield – number of fruit and its physical characteristics (Table 2).

Таблица 2. Ефект от листно третиране с фитостимулатори върху физични характеристики на плодовете при кориандър
Table 2. Effect of foliar treatment with phytostimulators on the physical characteristics of coriander fruits

Варианти Variants	Маса на плодове в 1 растение Mass of fruits per plant, g			Маса на 1000 плода Mass of 1000 fruits, g			Хектолитрова маса Hectolitre mass,kg		
	2010	2011	Средно/Mean	2010	2011	Средно/Mean	2010	2011	Средно/Mean
Х-80	1.19	2.00	1.60	3.41	9.71	6.56	32.4	33.0	32.7
ХН-100	1.13	2.20	1.66	3.37	9.11	6.24	32.0	34.0	33.0
Т-100	1.21	2.50	1.86	3.52	10.00	6.76	33.6	32.0	32.8
ТН-140	1.24	2.60	1.92	3.65	10.40	7.02	33.5	35.0	34.3
Н-40	1.16	2.20	1.68	3.43	9.00	6.22	33.0	34.2	33.6
Контрола Control	1.09	1.96	1.53	3.24	8.70	5.97	32.1	33.0	32.6

N=20. Preparations were applied at the stages of budding.

През двете стопански години стимулиращият ефект при показателя „брой плодове за едно растение“ е най-силно изразен при препаратите Т-100 и ТН-140, като средно за периода съответните стойности са 324 и 335 броя/растение, което превишава с 15-19 % контролата (281 броя/растение). При останалите препарати ефектът е 7-9%. Прилагането на Т-100 и ТН-140 води до

In the two harvesting years, the stimulating effect on the "number of fruit per plant" indicator is most pronounced in the T-100 and TH-140 preparations, with average values over the period being 324 and 335 pcs. per plant, that is by 15-19% higher in comparison to control (281 pcs. per plant). In the other preparations, the effect is 7-9%. The application of T-100 and TH-140 results in an increase in the

увеличаване масата на плодо-вете средно с 26%, при увеличение 7-13% за другите препарати. Стойностите на хектолитровата маса за вариантите ТН-140 и Н-40 са по-високи от контро-лата през двете стопански години, а за препарат ХН-100 – само в годината с по-благоприятни климатични условия.

На Таблица 3 са отразени резултатите за ефекта от третирането върху добива. Средно за периода, полученият добив семена при контролата е 1.992 t ha^{-1}. При прилагането на комплексните хуминови препарати добивите варират от 2.073 до 2.299 t ha^{-1}. За всички третирани варианти е отчетено достоверно повишаване на добивите от 4 до 16%.

mass of fruit by an average of 26%. The rest of preparations provide an increase of 7-13%. Hectolitre mass values after application of TH-140 and H-40 variants are found higher than the control over the two years and for XH-100 only in the year with more favourable climatic conditions.

Results shown on Table 3 reflect the effect of treatment on seed yield. Over the period of two years the yield of control variant was 1.992 t ha^{-1} on the average. In variants treated with complex humic preparations the yields range from 2.073 to 2.299 t ha^{-1}. In all treatments a significant increase from 4% to 16% has been established.

Таблица 3. Ефект от листно третиране с фитостимулатори върху добива на зърно при кориандър
Table 3. Effect of foliar treatment with phytostimulators on the seed yield of coriander

Варианти Variants	2010		2011		Средно за периода Average over the period	Разлика Difference	Към контролата To control
	t ha^{-1}	%	t ha^{-1}	%	t ha^{-1}	t ha^{-1}	%
Х-80	1.738	103.5	2.407*	104.5	2.073	8.1	104.1
ХН-100	1.752	104.3	2.460*	106.8	2.106	11.4	105.7
Т-100	1.800*	107.1	2.620*	113.7	2.210	21.8	110.9
ТН-140	1.865*	111.0	2.732*	118.6	2.299	30.7	115.4
Н-40	1.773	105.5	2.540*	110.2	2.157	16.5	108.3
Контрола Control	1.680	100.0	2.304	100.0	1.992		100
LSD, 5 %	0.057		0.071				

*Results differ significantly at P<0.05

Най-високи добиви са получени при внасяне на препаратите на основата на екстракт от лумбрикогенен тор: Т-100 (2.210 t ha^{-1}) и ТН-140 (2.299 t ha^{-1}) – 11/16% увеличение. При останалите препарати Х-80, Н-40, ХН-100 увеличаването на добивите е от 4.1% до 8.3%.

От получените резултати може да се заключи, че като цяло, изпитваните серии от комплексни хуминови препарати имат положително влияние върху растежа и развитието на кориандъра. Стимулиращото действие

The highest yields were obtained after foliar application of the preparations based on the extract of vermicompost: T-100 (2.210 t ha^{-1}) and TH-140 (2.299 t ha^{-1}) – 11/16% increase. In the other preparations X-80, H-40, XH-100 the yield increase is from 4.1% to 8.3%%.

From the results obtained it can be concluded that, in general, the tested series of complex humic preparations have a positive impact on growth and development of the coriander. The stimulating effect is determined by the

се определя от наличието на високоусвоими органо-минерални комплекси и биологично активни вещества в състава. В потвърждение на това е повисоката ефективност на препаратите Т-100 и ТН-140 на основа на биохумус, дължаща се на по-богатото съдържание на фитостимулатори, макро- и микроелементи, включително и на лесно усвоими азотни съединения в лумбрикогенния екстракт, което го прави подходящ източник на нутриенти за кориандъра и други култури с повишени изисквания към азота и други есенциални елементи. Установените резултати са в съответствие с изследвания относно положителния ефект от хумусно торене на почвата. Новоразработените препарати-фитостимулатори по своя състав са приложими за целите на органичното земеделие.

presence of highly absorbable organo-mineral compounds and biologically active substances in the composition.

In confirmation of this is the better efficiency of the biohumus based preparations T-100 and TH-140, due to the rich content of phytostimulators, macro- and trace elements, including easy available nitrogen compounds in the vermicompost extract, which makes it a suitable source of nutrients for coriander and other crops with increased demand for nitrogen and the other essential elements supply. The results established are consistent with studies on the humus fertilization effect. The newly developed products-phytostimulators are by their composition applicable for the purposes of the organic farming.

ИЗВОДИ

Листното третиране с комплексни препарати-образци, съдържащи активни хуминови субстанции във фаза бутонизация на кориандър стимулира растежа и развитието при кориандър сорт местен „Дребноплоден“. Препаратите, разработени на основата на екстракти от лумбрикогенен тор (Т-100 и ТН-140) са с най-ефективно действие. В условията на проведените полски опити тяхното приложение допринася за повишаване на добивите средно с 11% и 16%. Препарати с подобен състав са изключително подходящи за органичното земеделие.

CONCLUSIONS

Foliar treatment with complex sample-preparations containing active humic substances in the phase of budding stimulates growth and development of the coriander local variety ”Drebnoploden”.

Formulations developed on the basis of the vermicompost extract (T-100 and TH-140) have the most effective influence. In the conditions of the established field trials, its application contributes to an increase in yield by 11% and 16% on the average. Preparations of this composition are extremely suitable for organic farming.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Bhat, S., P. Kaushal, M. Kaur and H. K. Sharma**, 2014. Coriander (*Coriandrum sativum* L.): Processing, nutritional and functional aspects. *African Journal of Plant Science*, 8 (1), 25-33.
2. **Carrubba, A.**, 2014. Organic and chemical N fertilization on coriander (*Coriandrum sativum* L.) in a Mediterranean environment. *ELSEVIER Industrial Crops and Products*, 57, 174-187.
3. **Diederichsen, A.**, 1996. Coriander (*Coriandrum sativum* L.). Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 3.Institute of Plant Genetics and Crop Plant research/International Plant Genetic Resources Institute, Gatersleben/Rome.

4. **Donega, M. A., S. C. Mello, R. M. Moraes and C. L. Cantrell**, 2013. Nutrient uptake, biomass yield and quantitative analysis of aliphatic aldehydes in cilantro plants. *Ind. Crops Prod*., 44, 127-131, http://dx.doi.org/10.1016/j. indcrop.2012.11.004.
5. **Giuffrè de Lopez Camelo, L., O.S. Heredia and A. Gil**, 1995. Nitrogen, phosphorus, and potassium accumulation in coriander (*Coriander sativum* L.). *J. Herbs Spices Med.Plants*, 3 (4), 35-40.
6. **Shirkhodaei, M., M. Taghi Darzi and M. Haj Seyed Hadi**, 2014. Influence of Vermicompost and Biostimulant on the growth and biomass of coriander (*Coriandrum sativum* L.). *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 2 (3), 706-714.