

ИВАНКА МИТОВА, РОСИЦА ТОНЧЕВА, СВЕТЛА МАРИНОВА

Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Н. Пушкиров”, София

Обогатеният вермикулит – източник на хранителни елементи за селскостопанските култури

The Enriched Vermiculite – Source of Nutrients for Crops

I. Mitova, R. Toncheva, S. Marinova

N. Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, Sofia, Bulgaria

Abstract

A pot experiment with tomatoes was carried out on Alluvial-Meadow soil. The influence of increasing concentrations of enriched nutrient vermiculite on biometric characteristics and content of nutrients in tomato plants were tested. It was found a positive impact from the application of the tested product on the growth and development of tomato. With increasing participation rates of vermiculite in the experiment and increase the value of the included parameters: plant height, number of leaves, stem diameter, number of blooms, stem mass, leaf mass, mass fruit.

The measured content of total N, P, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn in vegetative mass of tomatoes increased by increasing the percentage of vermiculite in the experiment.

Key words: vermiculite, biometric characteristics, content of nutrients, tomato plants

Съвременните методи в развитието на промишлеността и селскостопанското производство включват и все по-широка употреба на нови, алтернативни продукти с цел подобряване условията на производство. Вермикулитът представлява трислоен глинест минерал, мек, трошлив, жълтеникъв на цвят, кристализиращ в многоклинна сингония. Образува се при изветрянето на биотита или при хидротермална промяна на богати на магнезий скали (Нижегородов, 2012; Николова, 2010). Добитият вермикулит има много-странно приложение. В промишлено развитите страни се използва за производство на повече от 100 продукта. От него се приготвят сухи строителни смеси, огнезащитни бои. При нагряването му се отделя многослоева вода, при което получава топло- и звукоизолационни свойства. При обогатяването на вермикулита с хранителни макро- и микроелементи той успешно може да се прилага и в растениевъдството.

Целта на изследването беше да се установи влиянието на обогатен с хранителни елементи вермикулит върху биометричните показатели и хранителния режим на домашни растения, респективно да се установи пригодността на продукта за приложение в селското стопанство.

Материал и методи

Опитът е заложен върху Алувиално-ливадна почва във вегетационната къща на ИПАЗР „Н. Пушкиров” – София. Реакцията на почвата е средно кисела – рН (KCl) – 5,0, съдържанието на минерален азот е ниско – 18,9 mg/kg, а запасеността с подвижни форми на фосфор (29,1 mg/100 g) и калий (21,8 mg/100 g) – висока и добра.

Реакцията на предоставения за изследването обогатен с хранителни елементи вермикулит е слабо кисела (рН 6,3). Общото съдържание на магнезий е високо – 5,6% в сравнение с това на калция (0,5%). Продуктът е

обогатен с подвижни форми на азот, фосфор и калий: N- NH₄ – 343 mg/kg, N- NO₃ – 267 mg/kg, P₂O₅ – 363 mg 100/g, K₂O – 270 mg 100/g. Подробна характеристика на физикохимичните свойства на почвата и използвания в изследването вермикулит е представена в друга публикация (Митова и Маринова, 2012; Marinova et al., 2012). Опитът е заложен в съдове от 3 kg в четири повторения. Във всеки съд са засявани по 10 семена, като във фаза „кръстосване“ са оставяни по 2 растения.

Вариантите на опита са показани в таблица 1. В отделните варианти са внесени съответно: при варианта с 2% вермикулит – 12,2 mg N/kg почва; при варианта с 5% – 30,5 mg N/kg почва; при варианта с 10% – 61,0 mg N/kg почва; при варианта с 15% вермикулит – 91,5 mg N/kg почва.

Височината и диаметърът на растенията (в основата на стъблото, над кореновата шийка) са измервани в сантиметри (cm), масата на стъблата, листата и плодовете – в грамове (g). През вегетацията са правени две измервания за съдържание на макро- и микроелементи в растенията. Растителните проби са анализирани за общ азот чрез мокро изгаряне със сярна киселина по Келдал; за фосфор и калий – чрез опепеляване при 550 °C и отчитане на фосфора чрез образуване на фосфорванадат-молибденов комплекс (колориметрично), концентрацията на калий – чрез пламъчна фотометрия, а концентрацията на калций и магнезий – чрез атомно-абсорбционна спектрофотометрия.

Микроелементите са определени чрез „сухо“ изгаряне в муфелни пещи и последващо разтваряне в 20% HCl с отчитане на атомно-абсорбционен спектрофотометър.

Резултатите са подложени на дисперсионен анализ чрез статистически пакет Statgraphics (Anova).

Резултати и обсъждане

Влияние на торенето с вермикулит върху биометричните показатели на растенията от домати. В табл. 1 са представени биометричните показатели на растения от домати в края на изследването – фаза формиране на плодове от 1-во съцветие. Нарастването на процентното съдържание на вермикулита в опита се отразява благоприятно върху височините на доматените растения.

Растенията с 15% вермикулит са със 109,3% по-високи в сравнение с неторените и с 44,6% от тези с 2% обогатен вермикулит. Доказаност на разликите при P ≥ 95% има между неторения и всички останали варианти, както и между вариантите с 2% и 5% вермикулит и максимално торения с 15% вермикулит. Разликите между контролния и максимално торения вариант, както и между растенията с 2% и 15% вермикулит са доказани и при P ≥ 99%.

Облистеността на растенията е свързана с тяхната видова и сортова принадлежност, но в значителна степен зависи и от условията на отглеждане (Горбанов, 2010). Тя е важен показател, свързан и с фотосинтетичната дейност на растенията (Горбанов, 2010; Mitova et al., 2005). По отношение облистеността на доматените растения в опита се забелязва същата закономерност, както при ръста на растенията. Максимално торените растения имат с над 2 пъти (223,3%) повече листа от неторените и с 64,7% от тези с 2% вермикулит. Доказаност на разликите в полза на растенията, получили максимално торене, при P ≥ 99% има дори между съседните варианти с 10% и 15% вермикулит.

Диаметърът на стъблото е важен показател, характеризиращ съразмерното развитие на растенията и индикатор за добра агротехника при отглеждане на растенията (Митова, 2007в). В опита измерените дебелини в основата на стъблата, над кореновата шийка, нарастват от 1-ви към 6-ти вариант. Дебелините на стъблата на растенията с 15% вермикулит са със 103,9% по-големи от тези на контролата и с 32,5% по-големи от тези на стъблата, при торене с 2% вермикулит. Разликите между контролния и останалите варианти, както и между растенията с 2% и 5% вермикулит и максимално торения вариант са статистически доказани и при P ≥ 99%.

Разликите в броя на съцветията по варианти не са с такава висока степен на доказаност както при изброените вече показатели. Висока статистическа доказаност при P ≥ 99% по този показател има между неторените растения и тези с 15% вермикулит, като максимално торените растения имат с 93,1% повече формиращи съцветия от контролните – неторени растения. Достоверност на разликите при P ≥ 95% има и между вариантите с 2% и 5% вер-

Таблица 1. Влияние на обогатения с хранителни елементи вермикулит върху биометричните показатели на домати растения в края на изследването

Table 1. Influence of nutrient enriched vermiculite on the biometric characteristics of tomato plants at the end of the study

Варианти	Височина на растение, см	Диаметър на стъбло, см	Брой листа	Брой съцветия	Маса стъбла, g	Маса листа, g	Маса плодове, g
1. Контрола	25,4	0,52	4,33	2,33	10,17	9,42	2,27
2. Вермикулит							
3. 2% вермикулит	36,76	0,80	8,5	3,0	36,23	20,7	3,28
4. 5% вермикулит	41,55	0,81	10,5	3,0	46,15	30,04	6,28
5. 10% вермикулит	43,86	0,99	12,0	3,5	52,60	38,81	8,50
6. 15% вермикулит	53,16	1,06	14,0	4,5	63,88	52,7	14,15
НМДР при P ≥ 95%	8,645	0,165	1,773	1,289	9,063	9,444	5,842
НМДР при ≥ 99%	13,098	0,235	1,784	1,954	13,732	14,310	8,851

Таблица 2. Влияние на обогатения с хранителни елементи вермикулит върху съдържанието на хранителни елементи в домати растения във фаза формиране на 1-во съцветие

Table 2. Influence of nutrient enriched vermiculite on the content of nutrients in the tomato plants in the phase formation of the first bloom

Варианти	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
	%					mg/kg			
1.	0,56	0,50	2,4	1,70	0,33	194	6	80	41
2.									
3.	0,69	0,65	2,8	2,19	0,48	121	7	54	29
4.	1,70	0,55	2,8	2,00	0,62	107	7	64	40
5.	1,90	0,63	3,2	1,99	0,81	125	7	78	68
6.	2,00	0,75	2,8	1,83	0,81	154	9	71	112

Таблица 3. Влияние на обогатения с хранителни елементи вермикулит върху съдържанието на хранителни елементи в домати растения във фаза формиране на плодове в 1-во съцветие

Table 3. Influence of nutrient enriched vermiculite on the content of nutrients in the tomato plants in the phase formation of fruits in the first cluster

Варианти	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
	%					mg/kg			
1.	0,97	0,47	3,2	1,72	0,59	172	15	89	50
2.									
3.	1,42	0,65	4,0	2,95	0,83	252	16	48	44
4.	2,09	0,65	6,2	2,07	0,94	314	16	62	54
5.	2,70	0,68	7,0	1,86	1,05	348	17	86	65
6.	3,20	0,85	5,8	1,84	1,30	345	20	84	75

микулит и тези с 15%, като максимално торените растения имат с 50% повече съцветия от тези с 2% вермикулит.

Масата на стъблата нараства с увеличаване на процентното участие на вермикулита. Разликите между варианта с максимално

торените и неторените растения по този показател са доказани при $P \geq 99\%$ и са над 5 пъти по-големи в полза на растенията, торени с 15% вермикулит. Между варианта с 2% вермикулит и този с 15% разликата е 74,4% в полза на максимално торените растения.

Тенденцията в натрупването на листна маса във вариантите на опита е аналогична както тази при стъблата. Максимално торените растения имат над 5,5 пъти по-голяма листна маса в сравнение с неторените. Между варианта с 15% вермикулит и растенията с 2% вермикулит разликата в листните маси е 154,6% в полза на максимално торените растения. Разликите между неторените растения, тези с 2% и 5% вермикулит и тези с 15% вермикулит са доказани при $P \geq 99\%$.

Масата на плодовете в края на изследването показва същата закономерност както при останалите показатели, а именно: нарастване с увеличаване процентното съдържание на вермикулита. Масата на набраните плодове от вариант 6 е с 6,32 пъти по-голяма от тази на контролните растения и с 4,31 пъти – от растенията с 2% вермикулит. Тези разлики са доказани при $P \geq 99\%$. При $P \geq 95\%$ статистически доказани разлики има между контролата и растенията с 10% вермикулит, както и между растенията с 5% и 15% вермикулит.

Влияние на обогатения с хранителни елементи вермикулит върху съдържанието на хранителни елементи в доматените растения. Общо и за двете фази на отчитане може да се каже, че докато стойностите на биометричните показатели монотонно нарастват с нарастване процентното съдържание на вермикулит в почвата, то натрупаните в растителната маса хранителни елементи невинаги следват тази тенденция.

Съдържанието на общ азот в сухата растителна маса и в двете фази на отчитане е много под посоченото като оптимално (4 – 5%) в литературата (Митова и Кънчева, 2004; Митова, 2007а). С нарастването на вермикулита в почвата азотното съдържание в растенията се увеличава, като и през двете фази е най-високо при варианта с 15% вермикулит, но не достига оптимални нива (фиг. 1). За нормалното развитие на растенията е необходимо внасянето на по-големи количества обогатен вермикулит.

Съдържанието на фосфор в растителните тъкани също показва тенденция на нарастване от 1-ви към 6-ти вариант. И при двете фази на отчитане фосфорното съдържание е малко над допустимите (0,4 – 0,6%) граници за вида (Митова, 2007а; Stoykov and Mitova, 2006) (фиг. 2). Като се има предвид, че кривата, описваща зависимостта „съдържание на P – вегетативна маса“ не е достигнала максимума си, а в същото време натрупаният в растението фосфор е над оптималния, явно се касае за нарушение в хранителния баланс (Mengel and Kirkby, 1982).

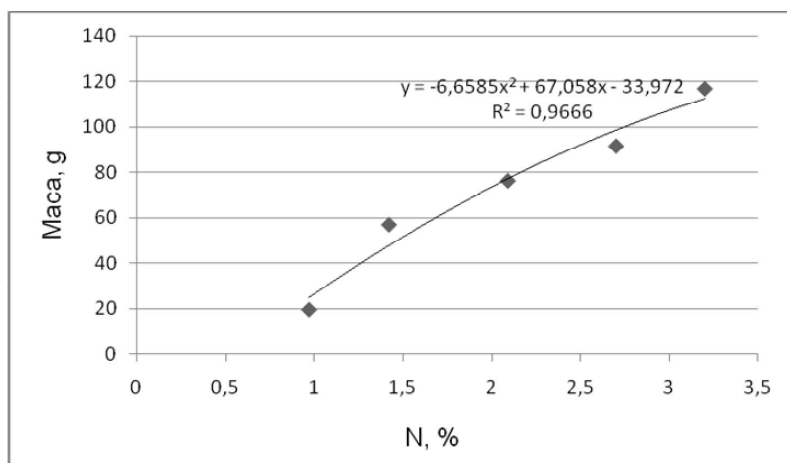
Съдържанието на калий и при двете измервания е най-високо във варианта с 10% вермикулит (оптимално съдържание в растителната маса 5,93%), като при първото отчитане (фаза „формирание на I съцветие“) е под посоченото в литературата (Mitova et al., 2005; Mengel and Kirkby, 1982; Nzanza et al., 2005) като оптимално (6,0 – 7,0%) (фиг. 3). След 5-ти вариант при по-нататъшно нарастване на количеството внесен вермикулит процентното му съдържание в растителната маса намалява.

Наблюдава се тенденция калциевото съдържание в растенията да намалява с нарастване процентното съдържание на вермикулита. Посоченото съдържание е най-ниско във вариант 6 и при двете отчитания. При всички опитни варианти калциевото съдържание е по-ниско от посоченото като оптимално (2,5 – 3,0%) от някои автори (Митова, 2007а; Nzanza et al., 2005).

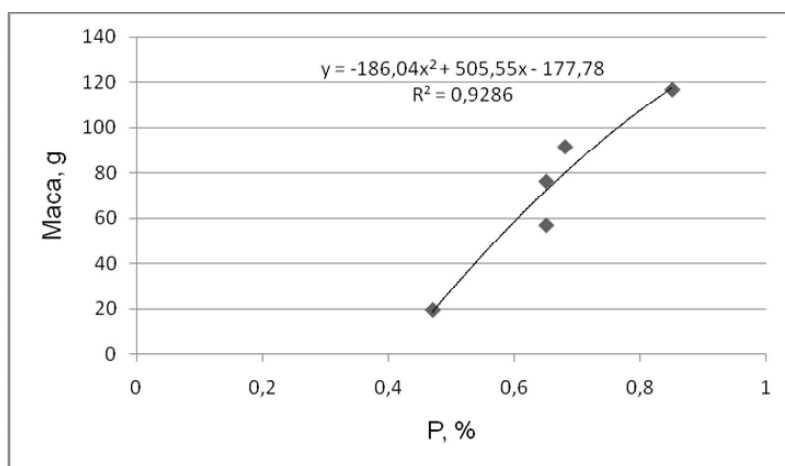
Съдържанието на магнезий в растенията показва обратна тенденция на това на калция и е по-високо от посоченото като оптимално (0,4 – 0,5%) в литературата (Костадинов и Ботева, 2010). Магнезият в сухата вегетативна маса нараства в посока от 1-ви към 6-ти вариант.

Съдържанието на желязо във вегетативните органи нараства с нарастване нормата на вермикулита, като при първото отчитане е с оптимални стойности 80 – 200 mg/kg (Митова, 2007а), а през втората фаза надхвърля значително посочените като оптимални граници.

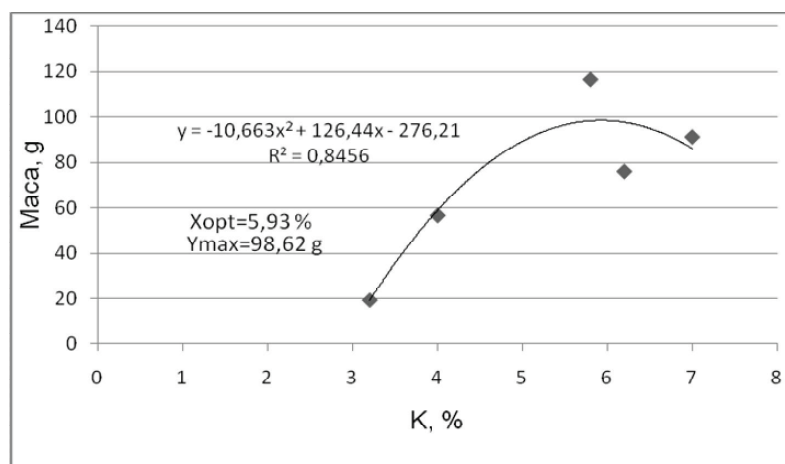
Съдържанието на мед и цинк в сухата маса на растенията показва аналогична тенденция както при желязото и е в оптимални граници за медта (7 – 20 mg/kg) и (30 – 100 mg/kg) цинка.



Фиг. 1. Зависимост между съдържанието на общ азот (%) във фаза „формиране на плодове в I съцветие” и вегетативната маса (стъбла + листа)
 Fig. 1. Relationship between the content of total nitrogen (%) in phase "formation fruit in the I-st bloom" and vegetative mass (stems + leaves)



Фиг. 2. Зависимост между съдържанието на фосфор (%) във фаза „формиране на плодове в I съцветие” и вегетативната маса (стъбла + листа)
 Fig. 2. Relationship between the content of Phosphorus (%) in phase "formation fruit in the I-st bloom" and vegetative mass (stems + leaves)



Фиг. 3. Зависимост между съдържанието на калий (%) във фаза „формиране на плодове в I съцветие” и вегетативната маса (стъбла + листа)
 Fig. 3. Relationship between the content of Potassium (%) in phase "formation fruit in the I-st bloom" and vegetative mass (stems + leaves)

Интерес представлява поведението на мангана, който независимо от това, че нараства в растителните тъкани с увеличаването на нормата на вермикулита, остава много под оптимума (100 – 300 mg/kg), посочен в литературата (Митова, 2007а). В същото време не са наблюдавани признаци на манганов дефицит (Smilde and Roorda Van Eysinga, 1986). Вероятна причина за подоптималните съдържания на общ азот и манган в растенията е есенно-зимното им отглеждане – през октомври и ноември. Понижените почвени и въздушни температури влияят отрицателно върху протичащите в почвата окислително-редукционни процеси, които от своя страна играят важна роля в растителния метаболизъм на някои елементи като N, P, K, Fe, Mn и др. Завишените концентрации на магнезий, внесени в почвата с вермикулита и антагонистичните отнoшения между Mg и Mn при постъпването им

в растенията също могат да бъдат причина за дефицит в усвояването на манган от растенията (Митова, 2007а; Митова, 2012).

В заключение може да се обобщи, че получените в това изследване резултати се различават от данните в аналогично проучване (Митова и Маринова, 2012) с друга опитна култура – маруля. Анализирайки получената информация за торене на домати с обогатен вермикулит, може да се препоръча продължаване на изследванията в тази област при полски условия и с други култури, с включване на листно торене като подхранващо звено във вегетацията им.

Задължително при изпитването на нови продукти като почвени подобрители или торни средства, освен степента им на обогатяване с химични елементи и характеристиката на почвата трябва да се има предвид видът и сортът на опитната култура.

Изводи

Установено е положително влияние от прилагането на обогатен с хранителни елементи вермикулит в проведения вегетационен опит върху изследваните биометрични показатели и съдържанието на някои хранителни елементи в растителната продукция.

С увеличаване процентното участие на вермикулита нарастват и стойностите на включените в изследването показатели: височина на растенията, облистеност, диаметър на стъблото, брой съцветия, маса стъбла, маса листа, маса плодове.

Измерените съдържания на общ N, P, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn във вегетативната маса на домати нарастват с увеличаване процентното съдържание на вермикулита в опита.

Подоптималните (общ N, K, Ca, Mn), както и високите (Mg, Fe) съдържания на някои от изследваните хранителни елементи в растителните тъкани на домати, показват дисбаланс в постъпването и усвояването им.

С оглед приложение в практиката на изпитвания продукт – обогатен с хранителни елементи вермикулит, може да се препоръча продължаване на изследванията в тази насока и при полски условия с включване на листно торене като подхранващо звено през вегетацията на домати.

Задължително при изпитването на нови продукти като почвени подобрители или торни средства освен степента на обогатяването им с химични елементи и характеристиката на почвата, трябва да се има предвид и видът и сортът на опитната култура.

Литература

Горбанов, С. 2010. Торене на земеделските култури. „Виденов и син“, София.

Костадинов, К., Х. Ботева. 2010. Влияние на листното подхранване с “Kristalon специален” върху вегетативните и продуктивни прояви на патладжан (*Solanum melongena* L.). *Journal of International Scientific Publication: Ecology & Safety*, Vol. 4, Part 3. Publishing by Info Invest, Bulgaria, www.sciencebg.net.

encebg.net. ISSN 1313-2563, Published at <http://www.science-journals.eu>

Маринова, С. и кол. 2011. Оценка на вермикулит и възможности за използването му в селското стопанство. Отчет по договор. Архив ИП „Н. Пушкаров“, София.

Митова, Ив., Р. Кънчева. 2004. Влияние на азотната форма и почвения тип върху добива и

някои растежни показатели при домати. *Екология и индустрия*, т. 6. № 2, 164-165

Митова, Ив. 2007а. Влияние на азотната норма и почвения тип върху съдържанието на хранителни елементи в домати растения. Манганова токсичност. Международна научна конференция „Растителния гефонд – основа на съвременното земеделие” 13 - 14.06.2007 г., ИРГР, Садово, 515- 518

Митова, Ив. 2007в. Доматите. Отглеждане, болести и неприятели, съхранение. „Еньовче”, София, с. 110

Митова, Ив. 2012. Фактори, обуславящи появата и развитието на магнезиевата хлороза при домати. *Почвознание агрохимия и екология*, XLVI, № 3, 50-54

Николова, М. 2010. Калият – хранителен елемент за добив и качество. Международен калиев институт, Хорген, Швейцария, с. 15

Нижегородов, А. 2012. Научное обоснование промышленного применения технологических систем переработки вермикулитовых концентратов и конгломератов. Автореферат. НИ ИрГТУ.

Marinova, Sv., R. Toncheva, E. Zlatareva, H. Pchelarava. 2012. Characteristics of vermiculite and its influence on the yield of lettuce in pot experiments.

Int. conf. BALWOIS-12, Conf. on Water, Climate and Environment, 28.05 - 2.06.2012, Ohrid.

Mengel, K., E. A. Kirkby. 1982. Principles of plant nutrition. International Potash. Institute, Bern, Switzerland.

Mitova, I., K. Simeonov, V. Todorova. 2005. Dynamic of blooming and formation of knots in tomatoes grown over Haplic Luvisol and in dependence of the form of nitrogen source. *Ecology and Industry*, vol. 7, 209-212

Nzanza, B., D. Marais and A. S. Claassens. 2005. Yield and fruit quality of tomato as affected by rates and ratios of K and Ca in water culture. International Symposium on Fertigation; Optimizing the utilization of water and nutrients; Beijing, September 20 - 24, 2005.

Smilde, K. W., J. P. Roorda Van Eysinga. 1986. Nutritional diseases in glasshouse tomatoes. Wageningen, p. 47

Stoykov, H., Iv. Mitova. 2006. The light and potassium limits as factors by growing of winter tomatoes seedling. Proceedings of Ist International Symposium “Ecological approaches towards the production of safety food”, 19 - 20. X. 2006. House of Science and Technology – Plovdiv, 263-268