

Влияние на изходни субстрати и компости върху растежа и развитието на маруля (*Lactuca sativa L.*)

Веселина Василева, Ана Кацарова, Мариана Христова, Иванка Митова, Николай Динев*

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

*E-mail: ndinev@issapp-pushkarov.org

Резюме

Осигуряването на екологична устойчивост в растениевъдството е основна цел през последните години и интересът към използването на органични почвени подобрители, като алтернатива на минералното торене, нараства. Чрез тях се цели оптимизиране на храненето на растенията, повишаване на добива и качеството на продукцията, защитата на почвеното плодородие. Използването на тест култури позволява адекватен бърз отговор на промените в хранителния режим. Марулята е култура с кратка вегетация и интензивно усвоява хранителните елементи от почвата. Тя реагира положително както на минерално, така и на органично торене. Изведен е съдов експеримент при контролирани условия с марули, отгледана върху върху Излужена канелена горска почва (Chromic Luvisol). Изпитано е влиянието на 6 органични почвени подобрителя върху растежа и добива на растенията. Те включват готов вермикомпост компост и изходни субстрати- оборски тор, утайка, слама в различен период на зреене. Във вариантите с най-високо съдържание на калий в почвата след компостиране – компост от калифорнийски червеи и пресен оборски тор е отчетен най-висок добив от марули (съответно 189.48 g и 188.52 g). Установена е положителна корелация на съдържанието на K_2O в почвата и отчетения добив от марули ($R^2= 0.4109$).

Ключови думи: компост; оборски тор; калифорнийски червеи; утайка

Influence of initial substrates and composts on growth and yield of Lettuce (*Lactuca sativa L.*)

Veselina Vasileva, Ana Katsarova, Mariana Hristova, Ivanka Mitova, Nikolai Dinev*

Institute of soil science, agrotechnology and plant protection “Nikola Poushkarov”, Agricultural Academy, Sofia, Bulgaria.

*E-mail: ndinev@issapp-pushkarov.org

Citation

Vasileva, V., Katsarova, A., Hristova, M., Mitova, I., & Dinev, N. (2021). Influence of initial substrates and composts on growth and yield of Lettuce (*Lactuca sativa L.*). *Rasteniavadni nauki*, 58(5) 49-57 (Bg).

Abstract

To ensure environmental sustainability of crop production, there is currently a growing interest in exploring the benefits and opportunities in the usage of organic amendments, as an alternative to mineral fertilization. Organic fertilization can enhance plant nutrition, increase yields and quality, protect soil fertility. The use of test cultures allows an adequate rapid response to changes in plant nutrition. They aim to optimize plant nutrition, increase yields and product quality, protect soil fertility. The use of test cultures allows an adequate rapid response to changes in diet. Lettuce is a crop with short vegetation and intensively absorbs nutrients from the soil. She reacted positively to both mineral and organic fertilization. The experiment was carried out under controlled conditions with lettuce grown on Leached Cinnamon Forest Soil (Chromic Luvisol). The influence of 6 organic

soil organic amendments on plant growth and yield was tested. These include ready-made vermicompost compost and initial substrates - manure, sludge, straw in different maturation periods. In the variants with the highest potassium content in the soil after composting - compost from California worms and fresh manure, the highest yield of lettuce was reported (189.48 g and 188.52 g, respectively). A positive correlation was found between the content of K_2O in the soil and the reported yield of lettuce ($R^2 = 0.4109$).

Key words: compost; manure; california worms; sludge

ВЪВЕДЕНИЕ

В литературата има редица проучвания, посветени на биоконверсията на лигноцелулозни материали, с цел създаване на “зелени“ технологии за тяхната утилизация (Goyal et al., 2005; Lopez et al., 2006; Wan & Li, 2011), но екологичните аспекти и икономическата значимост на тези процеси не са добре осветлени. Най-оправдан от тази гледна точка подход за утилизация на дървесните и листни отпадъци е използването им като средство за наторяване.

На настоящия етап най-подходящо е използването на растителните хидролизати като евтини органични добавки и торове за подобряване на почвеното плодородие. В тази връзка добра перспектива е разработването на нови по-ефективни методи за торене на базата на тези хидролизати, които биха могли да намерят приложение в растениевъдството, зеленчукопроизводството и гъбарството като основа при разработването на биотехнология за производство на екологично чисти култури. Интензивното използване на растителни отпадни продукти за тези и други цели би довело до значително намаляване на разходите по тяхното извозване и съхранение в контролирани сметища, което от своя страна ще намали екологичните и здравни проблеми.

Изследванията на много автори са свързани с оценка на ефектите на хранителни субстрати върху марули. Марулите (*Lactuca sativa L.*) се отглеждат широко и имат висока хранителна стойност – богати са на фибри, витамини, фолиева киселина, каротеноиди и хлорофили (Smith & Euzaguirre, 2007; Cruz et al., 2012; Kim et al., 2016). Те са култура с кратка вегетация и имат пределени изисквания към съдържанието на хранителни вещества в почвата. Усвояват ги интензивно и реагират положително както на минерално, така и на органично торене (Chiesa et al., 2009).

Марулите са калиеволюбива култура, но имат ниски изисквания за съдържанието на фосфор в почвата. Азотът е един от основните макроелементи, необходими за оптимално развитие на марулите, но балансът и наличността му в почвата са компрометирани, особено в интензивно използвани почви. Марулите не усвояват азота ефективно, поради това е и необходимо той да е в лесно усвоима форма и наличен по време на цялата им вегетация. Балансираното азотно торене е изключително важно за тази култура - марулите предпочитат нитратен азот, а високите нива на амониев са токсични за тях. Високите нива на достъпен азот в почвата са свързани с натрупване на повече азот в продукцията, а марулята е зеленчук с висок капацитет на акумулация на нитрати – опасни за човешкото здраве (Maynard et al., 1976; Sanz de Galdano et al., 1991; Custic et al., 1994; Sorensen et al., 1994; Stancheva et al., 2004).

Оптималното управление на торовете и ефективното използване на хранителни елементи са ключови за получаване на максимален добив с по-високо качество (Fageria, 2009). Някои проучвания показват, че висок добив марули може да се постигне с прилагане на по-ниски азотни норми (Soundy & Smith, 1992), според други обаче – за постигане максимални добиви са необходими високи нива на N (Carling et al., 1987). Препоръките за оптимални норми за торене на марули са 4-8 kgN da⁻¹, 5-6 kg P₂O₅ da⁻¹ и 5-6 kg K₂O da⁻¹ (Rankov et al., 1991).

Редица автори препоръчват прилагане на минерални торове, заради ясения химичен състав и бързото усвояване. Това е и причината в практиката да преобладава минералното торене (Zech et al., 1990; Sorensen et al., 1994; Sady et al., 1995). Прекомерното използване на минерални торове в селското стопанство обаче предизвиква редица проблеми – то води до повишаване на нивото замърсители, които се натрупват в продукцията,

води до намаляване на почвеното плодородие, а също и до замърсяване на почвите и подпочвените води от интензивното използване на N торове (Hernández et al., 2010; Mitova et al., 2017).

През последните години е налице тенденция на нарастващ интерес към органичните почвени подобрители, като алтернатива на минералното торене за оптимизиране на храненето на растенията, повишаване на добива и качеството на продукцията, защитата на почвеното плодородие и осигуряване на екологична устойчивост в растениевъдството (Silva et al., 2010; Martínez-Blanco et al., 2013; Gobbi et al., 2016; Nair et al., 2017; Demiraj et al., 2018). Khater (2012) счита, че на компостите трябва да се гледа по-скоро като на почвени подобрители, а не толкова като торове, заради високото съдържание на органично вещество (90-95%) и това, че се характеризират със значително по-ниско съдържание на азот, фосфор и калий (в сравнение с широко прилаганите в практиката минерални торове). Оценка на влиянието им върху растежа, развитието и качеството на продукцията е обект на редица изследвания (Steiner et al., 2007; Chiesa et al. 2009; Libutti et al., 2020).

Целта на настоящата работа е да се оцени влиянието на различни изходни суровини, ползвани при компостирането и зрели компости върху морфологичното развитие на марули.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Във вегетационна къща е изведен съдов експеримент върху излужена канелена горска почва (Chromic Luvisol) от опитно поле на ИПАЗР „Никола Пушкиarov” в Чelopeчene (София). Опитът е заложен в съдове с вместимост 2 kg, като те са компостирани с 10% подобрител (маса/маса) за 60 дни при поддържане на 70% от пределната полска влагоемност. Изпитани са 6 органични подобрителя.

Почвата е с ниско съдържание на минерален N (23.0 mg kg^{-1}), определя се като добре запасена с K_2O ($21.9 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) и слабо запасена с P_2O_5 ($8.2 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$).

Схемата на опита, включва 7 варианта:

1. вариант – контрола;

2. вариант – 10% готов компост (1.74% N; 1.50% P и 0.30% K);

3. вариант – 10% оборски тор на 2 месеца (1.66% N; 0.58% P и 1.30% K);

4. вариант – 10% пресен оборски тор (2.44% N; 0.84% P и 1.90% K);

5. вариант – 10% калифорнийски червеи (1.67% N; 0.70% P и 2.20% K);

6. вариант – 10% утайка (2.52% N; 0.16% P и 0.29% K);

7. вариант – 10% готов компост Цалапица (1.36% N; 0.50% P и 1.10% K).

За експериментална култура е избрана маруля (*Lactuca sativa L.*). Във всеки съд са засадени по 4 растения от предварително произведен разсад. Опитът е заложен в 3 повторения. На 18-я и 26-я ден от засаждане на растенията е отчетено свежа маса на растенията – надземна част и корен, на 40 ден – и биометрични показатели и общ добив (стопански и биологичен). Продължителността на експеримента е 45 дни.

Данните са обработени статистически - Multi-factor ANOVA и Duncan Multiple Range Test (DMRT) при 5% ниво на достоверност чрез Statgraphics Centurion.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Използването на органични торове влияе пряко върху почвеното плодородие; и не само води до увеличаване на съдържанието на хранителни вещества директно, но и действа като бавно освобождаващ тор, който осигурява N, P и K. (Purbajanti et al., 2016). Освобождаването на азот от повечето органични подобрители е бавно и зависи от процесите на минерализация в почвата (съотношение C/N), а усвояването му от растенията влияе върху редица физиологични процеси, морфологични характеристики и компоненти на добива (Tiemens-Hulscher et al., 2014).

В Таблица 1 са представени почвените характеристики на изходната почва преди и след компостирането. След приложението на органичните материали във всички варианти се наблюдава повишаване на почвената реакция и от слабо кисела почвата става неутрална към слабо алкална. Наблюдава се и увеличено съдържание на $\text{NO}_3\text{-N}$, P_2O_5 и K_2O при всички варианти,

Таблица 1. Почвени анализи**Table 1.** Soil analysis

	pH _(KCl)	NO ₃ -N	NH ₄ -N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		mg kg ⁻¹		mg 100g ⁻¹	
Исходна Почва/ Soil before composting	5.92	18.7	4.30	8.2	21.9
1. Контрола/ Control	6.22	56.6	0.43	8.6	23.8
2. Готов компост/ Compost	6.64	138.0	0.49	48.7	31.2
3. Оборски тор на 2 месеца/ Farmyard manure - 2 months	7.04	73.4	0.73	27.0	82.5
4. Пресен оборски тор/ Fresh farmyard manure	6.82	163.0	0.41	21.5	73.6
5. Калифорнийски червеи/ Compost of California worms	6.84	134.0	0.46	21.2	79.5
6. Утайка/ Sludge (Plovdiv station)	6.07	265.0	1.11	18.3	26.5
7. Готов компост Цалапица/ Compost of waste of methane station	7.01	136.0	0.63	38.8	63.7

в различна степен в зависимост от вложения подобрител (Таблица 1). Промяната в съдържанието на хранителни елементи следва пропорционално и процентното им съдържанието в използваните подобрители. Най-високо съдържание на NO₃-N е получен при използването на утайка (265.0 mg kg⁻¹), при компостиране с готов компост е отчетено най-високо съдържание на P₂O₅ (48.7 mg 100 g⁻¹), а най-много достъпен за растенията K₂O е отчетен при компостирането на оборски тор на 2 месеца (82.5 mg 100 g⁻¹).

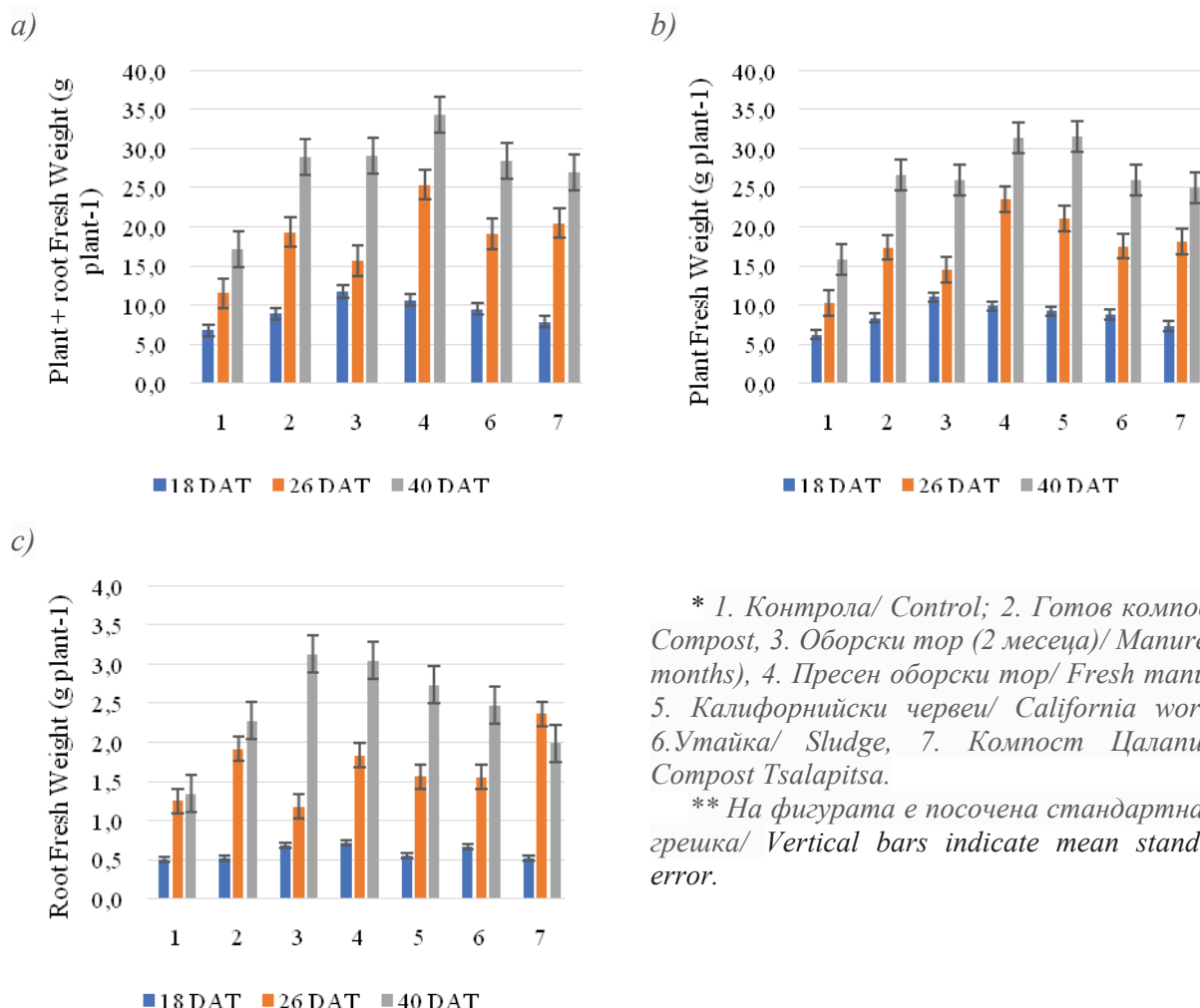
Натрупването на свежа маса в растенията става под формата на биомаса и вода в листата, в резултат от фотосинтетични процеси. Увеличаването на органични вещества в почвата води до повишаване на водозадържащата ѝ способност, увеличава се съдържанието на хранителни елементи, в това число азот, фосфор, калий и микроелементи, концентрирани в горните почвени слоеве (лесно достъпни за растенията).

Органичните торове имат потенциал да оптимизират микробната активност в почвата, като това води до увеличаване на достъпните хранителни вещества и подобряване на фотосинтезата (Subaedah et al., 2016; Slamet et al., 2017).

Хранителните елементи, съдържащи се в органичните подобрители оказват влияние върху вегетативния растеж на марулите (Stopes et al., 1996). За да се проследи влиянието на органичните подобрители в динамика, по време на вегетацията (18, 26 и 40 DAT) е отчетено свежа маса на марули. Данните са представени отделно за надземна част и корен на растенията (Фигура 1

a, b, c) и са съпоставими със сочените в литературата (Stancheva & Mitova, 2002; Hernández et al., 2010; Slamet et al., 2017). Очаквано най-ниски стойности и при трите отчитания са получени от контролния вариант (без вложен подобрител). Най-ниско свежо тегло на корен, надземна част и цяло ратение, от компостираните варианти е отчетено при използването на готов компост от Цалапица, при измерването на 18 и 40 ден (Фигура 1 a, b, c). Това е компостът с най-ниско съдържание на N (1.36%). Подобни данни са докладвани от Stancheva et al. (2004).

Максимална свежа маса на растение и надземна част при първото отчитане (18DAT) е получена от варианта с оборски тор на 2 месеца – съответно 11.79 и 11.10 g, а най-високо тегло на корена е измерено при влагане на пресен оборски тор (0.72 g). Това е вариантът с най-високо съдържание на калий в почвата след компостирането – 82.5 mg 100 g⁻¹, а както и известно марулите са калиеволюбива култура (Таблица 1). Получените в експеримента данни са съпоставими с получените от Mitova (2020). При последващите отчитания (26 и 40DAT) най-голямо тегло на растение и надземна част е получено от марулите, отглеждани във вариант с пресен оборски тор, като при последното теглене данните са изравнени с тези от вариант с компост от калифорнийски червеи (Фигура 1 a, b). Тези резултати кореспондират с получените от Chiesa et al. (2009) и Slamet et al. (2017) с марули и на Libutti et al. (2020) в изследване с манголд.



* 1. Контрола/ Control; 2. Готов компост/ Compost, 3. Оборски тор (2 месеца)/ Manure (2 months), 4. Пресен оборски тор/ Fresh manure, 5. Калифорнийски червеи/ California worms, 6. Утайка/ Sludge, 7. Компост Цалапица/ Compost Tsalapitsa.

** На фигурата е посочена стандартната грешка/ Vertical bars indicate mean standard error.

Фигура 1. Влияние на органичните подобрители върху свежата маса на марули
Figure 1. Effect of organic amendments on Lettuce Fresh Weight

Таблица 2. Ефект на органичните подобрители върху растежните показатели на марули (40 ден)
Table 2. Effect of organic amendments on Lettuce Growth Parameters (40DAT)

	Брой листа/ Leaves per plant	Височина/ Height	Ширина/ Width	Свежа маса/ Fresh Weight								
				Растение + корен/ Plant + Root		Растение/ Plant		Корен/ Root				
				cm		g 2 plant ⁻¹						
1	11.67	a	11.07	a	7.67	a	34.42	a	31.73	a	2.69	a
2	11.00	a	14.10	bc	10.40	bcd	58.03	b	53.47	bc	4.56	bc
3	11.67	a	13.73	b	9.33	ab	58.34	bc	52.07	b	6.27	c
4	14.00	a	13.23	ab	11.47	cd	68.94	d	62.84	c	6.10	c
5	12.67	a	16.47	c	12.00	d	68.64	cd	63.16	c	5.48	bc
6	12.67	a	16.47	c	11.07	bcd	57.06	b	52.10	b	4.96	bc
7	11.67	a	14.87	bc	10.10	bc	54.16	b	50.17	b	3.99	b
Average	12.19		14.28		10.29		57.08		52.22		4.86	
Std. dev.	1.990		2.174		1.643		12.025		10.982		1.484	
Std. error	1.208		0.839		0.612		3.434		3.227		0.610	
LSD _{≥95%}	3.665		2.546		1.855		10.416		9.788		1.850	

* 1. Контрола/ Control; 2. Готов компост/ Compost, 3. Оборски тор (2 месеца)/ Manure (2 months), 4. Пресен оборски тор/ Fresh manure, 5. Калифорнийски червеи/ California worms, 6. Утайка/ Sludge, 7. Компост Цалапица/ Compost Tsalapitsa.

** Различните букви в колоните показват статистическа разлика (p < 0.05) между вариантите/ Different letters in column indicate significant differences (p < 0.05) between treatments.

В края на експеримента са отчетени растежни показатели на марулите, съпоставени в зависимост от използвания почвен подобрител (Таблица 2). Максимален брой листа на растение е получен при влагането на пресен оборски тор (14 бр.), а най-малко листа са отчетени от варианта с готов компост (11 бр). Получените разлики са в рамките на статистическата грешка и не са значими. С най-голяма височина и ширина се характеризират растенията, торени с компост от калифорнийски червеи (съответно 16.47 и 12.00 cm), със значими разлики между вариантите (Таблица 2).

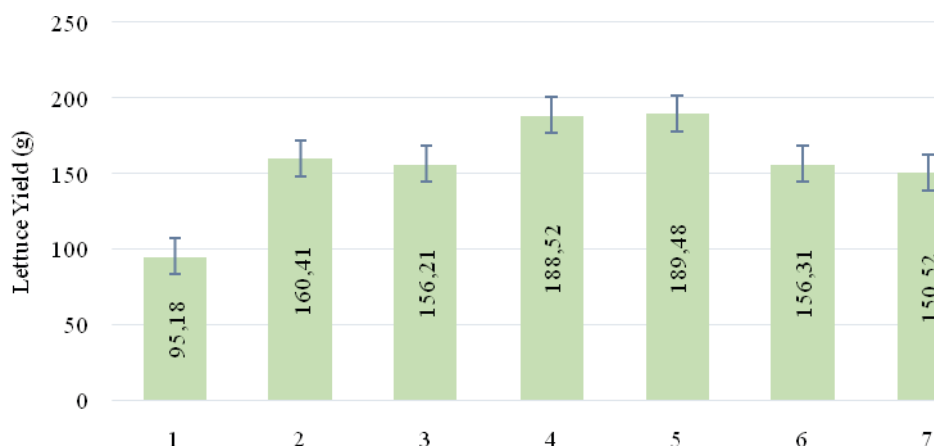
При растенията, торени с пресен оборски тор и компост от калифорнийски червеи е отчетена най-висока свежа маса на цяло растение (съответно 68.94 g и 68.64 g) и на надземна част (62.84 g и 63.16 g), разликите с останалите варианти са значими статистически. Данните кореспондират с получените от Stancheva & Mitova (2002).

Максимално тегло на корените е получено от вариантите, торени с оборски тор (пресен и на 2 месеца) – съответно 6.27 g и 6.10 g, но данните са изравнени и значими са разликите само с контролата и вариант с готов компост от Цалапица (Таблица 2). Според Nagiadi et al. (2015) използването на органични торове, като оборския тор, може да подобри значително биологичните свойства на почвата, съдържанието на хранителни вещества в нея, производството и качеството на културите. Оборският тор е ценен източник на хранителни за растенията елементи, а чрез

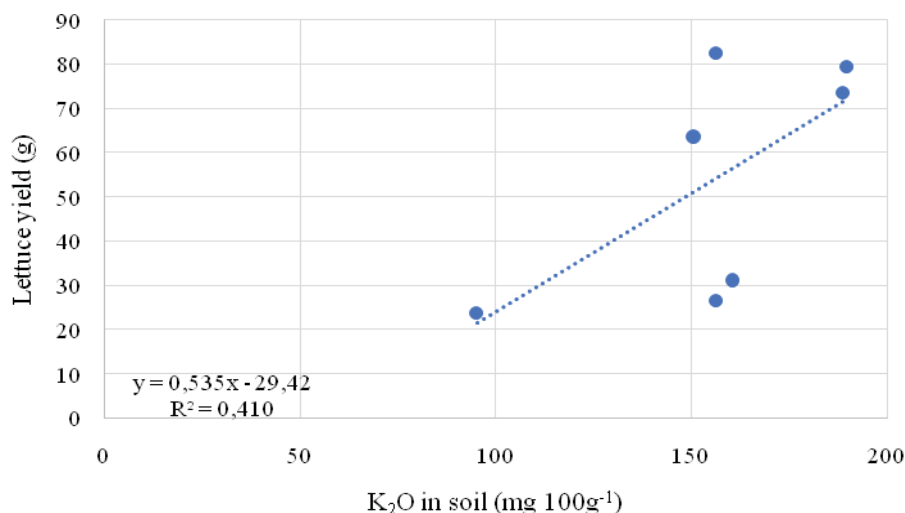
използването му може да се подобри качеството и производителността на почвата.

Някои автори съобщават за повишен растеж и добив на растенията при внасяне на компост от калифорнийски червеи и оборски тор (Smith et al., 2001; Abbey et al., 2012; Doan et al., 2015). За да се оцени влиянието на различните почвени подобрители са отчетени добивите от марули (Фигура 2). Максимален добив е отчетен при използването на компост от калифорнийски червеи (189.48 g), но добивът е изравнен с този, получен от марулите, торени с пресен оборски тор (188.52 g). Разликите на тези варианти с останалите, включени в изследването, са значими (Фигура 2). Подобни резултати в експерименти с листни зеленчуци са докладвани от Smith et al. (2001) и Abbey et al. (2012), които наблюдават по-висок растеж и добив при използване на компост от битови отпадъци и остатъци от култури и вермикомпост.

Добивът и качеството на растенията са в пряка връзка със съдържанието на азот и фосфор в почвата, поради тяхната роля за повишаване на резистентността към болести и метаболитните функции на калия (Marschner, 1995). Зеленчуковите култури имат различни реакции към съдържанието на K_2O в почвата (Alt, 1987), Soundy & Smith (1992) докладват позитивна корелация с добива от марули. Според Hoque et al., 2010 при високи нива 94.5-148.8 mgK kg⁻¹ подобна връзка не се открива. В настоящата работа изчислените корелационни коефициенти за връзката на доби-



Фигура 2. Добив от марули в зависимост от приложения органичен подобрител
 Figure 2. Lettuce Yield affected by organic amendments



Фигура 3. Връзка между добив от марули и съдържание на K₂O в почвата
Figure 3. Relationship between Lettuce Yield and K₂O in soil

ва със съдържанието на NO₃-N и P₂O₅ са много ниски (съответно R²= 0.1966 и R²= 0.0941), но е установена положителна корелация между съдържанието на K₂O в почвата и отчетения добив от марули, с изчислен R²=0.4109 (Фигура 3).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящата работа е установено, че вида органичен подобрител оказва влияние върху растежните показатели и добива от марули.

Максимална свежа маса на растение при първото отчитане (18DAT) е получена от варианта с оборски тор на 2 месеца –11.79 g, при последващите отчитания (26 и 40DAT) най-голямо тегло на растение и надземна част е получено от марулите, отглеждани във вариант с пресен оборски тор (съответно 25.42 g и 34.47 g), като при последното теглене данните са изравнени с тези, от вариант с компост от калифорнийски червеи. Максимален добив е отчетен при използването на компост от калифорнийски червеи (189.48g) и пресен оборски тор (188.52 g). След компостирането това са вариантите с най-високо съдържание на калий в почвата, като това потвърждава факта, че марулите са калиеволюбива култура.

Налице е положителна корелация на съдържанието на K₂O в почвата и отчетения добив от марули (R²= 0.4109).

Благодарности

Изследването е реализирано в рамките на проект КП-06-Н36/1, финансиран от Фонд Научни Изследвания (ФНИ) към Министерството на образованието и науката (МОН)

ЛИТЕРАТУРА

- Abbey, L., Young, C., Teitel-Payne, R., & Howe, K.** (2012). Evaluation of proportions of vermicompost and coir in a medium for container-grown Swiss chard. *Int. J. Veg. Sci.*, 18, pp. 109-120.
- Alt, D.** (1987). Influence of P and K fertilization on the yield of different vegetable species. *J. Plant Nutr.*, 10, pp. 1429-1435.
- Carling, D., Michaelson, G., Ping, C., & Mitchell, G.** (1987). The effect of nitrogen fertilization rates on head lettuce yields: A preliminary report. Agricultural and Forestry Experiment Station, School of Agriculture and Land Resources Management, University of Alaska-Fairbanks. Report no. 3, pp. 1-4.
- Chiesa, A., Mayorga, I., & León, A.** (2009). Quality of fresh cut lettuce (*Lactuca sativa* L.) as affected by lettuce genotype, nitrogen. *Advances in Horticultural Science*, 23(3), 143-149.
- Cruz, R., Baptista, P., Cunha, S., Pereira, J.A., & Casal, S.** (2012). Carotenoids of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Grown on Soil Enriched with Spent Coffee Grounds. *Molecules*, 17, pp. 1535-1547.
- Custic, M., Poljak, M., Costic, T., Babik, I., & Rumpel, J.** (1994). Nitrate content in leafy vegetables as related to nitrogen fertilization in Croatia. *Acta Horticulturae*, 371, pp. 407-412.

- Demiraj, E., Libutti, A., Malltezi, J., Rroço, E., Bra-hushi, F., Monteleone, M., & Sulçe, S.** (2018). Effect of organic amendments on nitrate leaching mitigation in a sandy loam soil of Shkodra district, Albania. *Italian journal of agronomy*, 13(1136), 93-102.
- Doan, T., des Tureaux, T., Rumperl, C., Janeau, J., & Jouquet, P.** (2015). Impact of compost, vermicompost and biochar on soil fertility, maize yield and soil erosion in Northern Vietnam: A three year mesocosm experiment. *Sci. Total Environ.*, 514, pp. 147-154.
- Fageria, N.** (2009). The use of nutrients in cropplants. Taylor and Francis Group, Boca Raton, FL.
- Gobbi, V., Bonato, S., Nicoletto, C., & Zanin, G.** (2016). Spent mushroom substrate as organic fertilizer: Vegetable organic trials. *Acta Horticulturae*, 1146, pp. 49-56.
- Goyal, S., Dhull, S., & Kapoor, K.** (2005). Chemical and biological changes during composting of different organic wastes and assessment of compost maturity. *Biores. Technol.*, 96, pp. 1584-1591.
- Hariadi, Y., Nurhayati, A., & Hariyani, P.** (2015). Bio-physical Monitoring on the Effect on Different Composition of Goat and Cow Manure on the Growth Response of Maize to Support Sustainability. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 9, pp. 118-127.
- Hernández, A., Castillo, H., Ojeda, D., Arras, A., López, J., & Sánchez, E.** (2010). Effect of Vermicompost and Compost on Lettuce Production. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 70(4), 583-589.
- Hoque, M., Ajwa, H., Othman, M., Smith, R., & Cahn, M.** (2010). Yield and Postharvest Quality of Lettuce in Response to Nitrogen, Phosphorus, and Potassium Fertilizers. *HortScience horts*, 45(10), 1539-1544.
- Khater, E. S. G.** (2012). Chemical and physical properties of compost. *Misr Journal of Agricultural Engineering*, 29(4), 1567-1582.
- Kim, M., Moon, Y., Kopsell, D., Park, S., Tou, J., & Waterland, N.** (2016). Nutrition Value of Crisped, „Ice-berg“ and Romaine Lettuce (*Lactuca sativa L.*). *Journal of Agricultural Science*, 8(11), 66-73.
- Libutti, A., Trotta, V., & Rivelli, A.** (2020). Biochar, Vermicompost, and Compost as Soil Organic Amendments: Influence on Growth Parameters, Nitrate and Chlorophyll Content of Swiss Chard (*Beta vulgaris L. var. cycla*). *Agronomy*, 10(3), p. 346.
- Lopez, M., Vargas-Garcia, M., Suarez-Estrella, F., & Moreno, J.** (2006). Biodelignification and humification of horticultural plant residues by fungi. *Biores. Technol.*, 57: 24-30.
- Marschner, H.** (1995). Mineral nutrition of higher plants. 2nd Ed. Academic Press Inc., San Diego, CA.
- Martínez-Blanco, J., Lazcano, C., Christensen, T., Muñoz, P., Rieradevall, J., Møller, J., Antón, A., & Boldrin, A.** (2013). Compost benefits for agriculture evaluated by life cycle assessment: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33: 721-732.
- Maynard, D., Barker, A., Minotti, P., & Peck, N.** (1976). Nitrate accumulation in vegetable. *Advances in Agronomy*, 28, pp. 71-117.
- Mitova, I.** (2020). Effect of Nitrogen Form and Arbuscular Mycorrhizal Mushrooms on Salad Development and Quality. *Bulgarian Journal of Soil Science Agrochemistry and Ecology*, 54(3), 41-51.
- Mitova, I., Nenova, L., Stancheva, I., Geneva, M., Hristozkova M., & Mincheva, J.** (2017). Lettuce response to nitrogen fertilizers and root mycorrhization. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 23 (2), pp. 260–264.
- Nair, V., Nair, P., Dari, B., Freitas, A., Chatterjee, N., & Pinheiro, F.** (2017). Biochar in the Agroecosystem Climate Change Sustainability Nexus. *Frontiers in Plant Science*, 8, pp. 1-9.
- Purbajanti, E., Setiadi, A., & Roessali, W.** (2016). Variability and nutritive compounds of guava (*Psidium guajava L.*). *Indian J. Agric. Res.*, 50(3): 273-277.
- Rankov, V., Kanazirska, V., & Vencheva, V.** (1991). Measures for regulation of nitrate content in vegetable poduce. A review, Sofia, CNTII, p. 52 (Bg).
- Sady, W., Rozek, S., Myczowski, J., Adams, P., Hid Ding, A., Kipp, J., Sonneveld, C., & Kreij, C.** (1995). Effect of different forms of nitrogen on the quality of lettuce yield. *Acta Horticulturae*, 401, pp. 409-416.
- Sanz de Galdano, J., Uribarri, A., & Sadaba, S.** (1991). El cultivo de la lechuga. *Agrícola Vergel*, 10(120), pp. 760-763.
- Silva, F., Villas Boas, R., & Silva, S.** (2010). Resposta da alface à adubação nitrogenada com diferentes compostos orgânicos em dois ciclos sucessivos. *Acta Scientiarum Agronomy*, 32(1), pp. 131-137.
- Slamet, W., Purbajanti, E., Darmawati, A., & Fuskhah, E.** (2017). Leaf area index, chlorophyll, photosynthesis rate of lettuce (*Lactuca sativa L.*) under N-organic fertilizer. *Indian Journal Of Agricultural Research*, 51(4): 365-369.
- Smith, D., Beharee, V., & Hughes, J.** (2001). The effects of compost produced by a simple composting procedure on the yields of Swiss chard (*Beta vulgaris L. var. flavescens*) and common bean (*Phaseolus vulgaris L. var. nanus*). *Sci. Hortic.*, 91, pp. 393-406.
- Smith, F., & Eyzaguirre, P.** (2007). African Leafy Vegetables: Their Role in the World Health Organization's Global Fruit and Vegetables Initiative. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 7, pp. 1-9.
- Sorensen, J., Johansen, A., & Poulsen, N.** (1994). Influence of growth conditions on the value of crisphead lettuce: 1. Marketable and nutritional quality as affected by nitrogen supply, cultivar and plant age. *Plant Foods for Human Nutrition*, 46(1), 1-11.
- Soundy, P., & Smith, I.** (1992). Response of lettuce (*Lactuca sativa L.*) to nitrogen and phosphorus fertilization. *J. S. Afr. Soc. Hort Science*, 2, 82-85.

- Stancheva, I., & Mitova, I.** (2002). Effects of Different sources and Fertilizer Rates the Lettuce Yield and Quality under Controlled Conditions. *Bul. J. of Agricultural Science*, 8, pp. 157- 160.
- Stancheva, I., Mitova, I., Atanasova, E., & Toncheva, R.** (2004). Effect of nitrogen sources and rates on yield and quality of lettuce. *Ecology and industry*, 6(1), 82-83 (Bg).
- Steiner, C., Teixeira, W.G., Lehmann, J., Nehls, T., Vasconcelos de Macêdo, J., Blum, W., & Zech, W.** (2007). Long-term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop production and fertility on a highly weathered Central Amazonian upland soil. *Plant Soil*, 291, pp. 275–290.
- Stopes, C., Millington, S., & Woodward, L.** (1996). Dry matter and nitrogen accumulation by three leguminous green manure species and the yield of a following wheat crop in an organic production system. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 57, pp. 189-196.
- Subaedah, S., Aladin, A. & Nirwana, A.** (2016). Fertilization of Nitrogen, Phosphor and Application of Green Manure of *Crotalaria juncea* In Increasing Yield of Maize in Marginal Dry Land. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 9, pp. 20-25.
- Tiemens-Hulscher, M., Lammerts, E., van Bueren, T., & Struik, P.** (2014). Identifying nitrogen-efficient potato cultivars for organic farming. *Euphytica*, 199, pp. 137-154.
- Wan C., & Li Y.** (2011). Effectiveness of microbial pretreatment by *Ceriporiopsis subvermispora* on different biomass feedstocks. *Biores. Technol.*, 102, pp. 7507-7512.
- Zech, W., Haumaier, L., & Hemp Xing, R.** (1990). Ecological aspects of soil organic matter in the tropical land use. In: McCarthy P., Clapp, C., Malcolm, R. L., Bloom, P. R. (eds) *Humic substances in soil and crop sciences*. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, pp. 187-200.