

Последствие от приложеното торене върху продуктивността и качеството на спанак (*Spinacia oleracea*)

Иванка Митова*, Николай Динев

ИПАЗР „Н. Пушкиarov”, София

E-mail*: smolyanovci@abv.bg

Резюме

Изпитано е последствието от органично (компост), минерално (N,P,K) и комбинирано органично-минерално торене върху растежните прояви, добива и качеството на спанак сорт „Зимен едър“. Опитът е заложен върху Алувиално-ливадна почва (Fluvisol), предзимно през ноември като част от многогодишно зеленчуково сеитбообращение. През вегетацията са правени по две подхранвания, с листни торове – Лебозол – Калий и Аминозол. Във варианта с последствие от органичното торене с Аминозол, във варианта след минерално торене с Лебозол – Калий, а във варианта със смесено торене – първото подхранване е с Лебозол – Калий, а второто с Аминозол.

Опитните резултати показват, че биометричните показатели (височина на растенията, брой и маса на листата, маса листни дръжки и петури, както и листна площ) на растенията от спанак, които ползват последствието от торенето на предходната култура (картофи) показват най-високи стойности след торене с минерален тор. Статистически доказани са разликите в масите на растенията като, масата на растенията с последствие от минералното торене е водеща - 50,03 грама на растение. Най-висок добив ($117,2 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) е реализиран от варианта с последствие от минерално торене и две листни подхранвания с Лебозол- Калий. Докато при показателите сухо вещество и общи захари липсват статистически доказани разлики между вариантите на опита, то най-високо измерено хлорофилно, както и нитратно съдържание има в растенията с последствие от минералното торене - $57,4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, като измерените съдържания във вариантите на опита са много под санитарно допустимите, което определя продукцията като безопасна за консумация.

Ключови думи: компост, органично торене, минерално торене, качество

Effect of applied fertilization on productivity and quality of spinach (*Spinacia oleracea*)

Ivanka Mitova*, Nikolai Dinev

IPAZR "N. Pushkarov", Sofia

Corresponding author*: smolyanovci@abv.bg

Citation: Mitova, I., & Dinev, D. (2021). Последействие от приложеното торене върху продуктивността и качеството на спанак (*Spinacia oleracea*). *Bulgarian Journal of Soil Science Agrochemistry and Ecology*, 55(3-4), 35-44.

Abstract

The after-effect of organic (compost), mineral (N, P, K) and combined organo-mineral fertilization on the growth, yield and quality of winter variety "Winter big" was tested. The experiment was based on Alluvial-meadow soil (Fluvisol), pre-winter on November as part of a perennial vegetable crop rotation. During the vegetation, two feedings were made, with foliar fertilizers - Lebozol - Potassium and Aminoazole. In the variant with after-effect of organic fertilization with Aminoazole, in the variant after mineral fertilization with Lebozol - Potassium, and in the variant with mixed fertilization - the first feeding is with Lebozol - Potassium, and the second with Aminoazole.

Experimental results showed that the biometric indicators (plant height, number and weight of leaves, mass of leaf stalks and petioles, as well as leaf area) of spinach plants benefit from the fertilization of the previous crop (potatoes) showed the highest values after fertilizing with mineral fertilizer. The differences in the masses of the plants are statistically proven, as the mass of the plants with the effect of the mineral fertilization is leading - 50.03 grams per plant. The highest yield (117.2 kg.ha⁻¹) is realized by the variant with the effect of the mineral fertilization and two foliar feeds with Lebozol-Potassium. While the indicators dry matter and total sugars do not have statistically proven differences between the variants of the experiment, the highest measured chlorophyll and nitrate content is in plants with effects of mineral fertilization - 57.4 mg.kg⁻¹, as the measured contents in the variants of the experiment are much below the sanitary permissible ones, which defines the production as safe for consumption.

Key words: compost, organic fertilizer, mineral fertilization, quality

Въведение

Спанакът (*Spinacia oleracea* L.) е ценна зеленчукова култура, богат източник на витамини - А, С, Е, К, В2, В6, на магнезий, манган, фолиева киселина, бетаин, желязо, калций, калий, фолиева киселина, мед, фосфор, цинк, желязо, ниацин, селен, протеин и омега-3 мастни киселини. В 100 g пресни листа от културата се съдържат: вода 89,7 g, енергия

105 kJ (25 kcal), протеин 2,8 g, мазнини 0,8 g, въглехидрати 1,6 g, диетични фибри 2,1 g, Са 170 mg, Mg 54 mg, P 45 mg, Fe 2,1 mg, Zn 0,7 mg, каротин 3535 µg, тиамин 0,07 mg, рибофлавин 0,09 mg, ниацин 1,2 mg, фолат 150 µg, аскорбинова киселина 26 mg (Holland et al, 1991; Solangi et al., 2015; USDA, 2005). В допълнение към високата хранителна стойност по отношение на микроелементите, спанакът е добър източник на флавоноидни антиоксиданти.

Съдържа също оксалова киселина и свободни нитрати, но те не се считат за вредни, когато средната консумация е по-малка от 100 g спанак на ден.

Като култура с бърз темп на растеж спанакът изисква подходящи условия за култивирането си – достатъчна обезпеченост с хранителни вещества, напояване и растителнозащитни практики, за да се осигури оптимално развитие и да се отговори на високите пазарни критерии (напр. наситено зелен цвят и свежа, тургурна листна маса). Адекватното торене, като източник на почти всички основни хранителни вещества, е важен фактор за растежа на културата (Ogunlele et al., 2005). Ролята на макронутриентите, особено азот (N), фосфор (P) и калий (K) е много важна за правилното развитие, добив и качество на продукцията през целия жизнен цикъл на растенията. В много случаи обаче прилаганите производствени практики, съчетани с плитка коренова система (Aaron Heinrich et al., 2013; Schenk et al., 1991) и кратък производствен цикъл увеличават риска от замърсяване на околната среда, продукцията и причинява поражения върху здравето на потребителите (Vigar et al., 2020). Спанакът е посочен от Работната група по околна среда в САЩ, като една от „Мръсните дузини“ (EWG’s, 2021; USDA, 2021). „Мръсната дузина“ е списък на плодовете и зеленчуците с най-високи нива на замърсяване с пестициди. Според анализа на данни от USDA в списък са класирани 46 групи храни с пестицидно замърсяване. Класирането се основава не само на процента на пробите с пестициди, но и на броя и количество пестициди върху всички проби и върху отделни проби. Изследването направено през март 2021 г. е установило, че повече от 90% от пробите ягоди, ябълки, череша, спанак, нектарини са положителни за остатъци от два или повече пестицида. Средно пробите от спанак са имали 1,8 пъти повече остатъци от пестициди по показател тегло, отколкото всяка друга тествана култура.

Целта на направеното изследване е да се установи влиянието на последствието от приложеното органично, минерално и комбинирано органично и минерално торене

върху растежните показатели, продуктивността и качеството на продукцията от спанак.

Материал и методи

Опитът със спанак сорт „Зимен едър“ е заложен върху Алувиално-ливадна почва (Fluvisol), предзимно на 5.11.2019 г., като част от многогодишно зеленчуково сеитбообращение. В сеитбообращението той е засят след култура картофи. Вариантите на опита се „налагат“ върху една и съща площ. През вегетацията си спанакът ползва последствието от торенето на предходната култура. Вариантите на торене на картофите са:

Схема на опита

- 1 вариант: Контрола – без торене
- 2 вариант: Органично торене - компост (17,87 t.ha⁻¹)
- 3 вариант: Минерално торене – N₂₀₀P₁₀₀K₁₈₀
- 4 вариант: Смесено торене – 50% компост + 50% минерален тор (N₁₀₀P₅₀K₉₀)

Торовата норма във варианта с минерално торене на картофите е била N₂₀₀P₁₀₀K₁₈₀. След преизчисляване въз основа на съдържанието на общия азот в компоста е определено, че нормата от 200 kg N.ha⁻¹ отговаря на 17,87 t.ha⁻¹ компост. Така, че торените варианти в предходния опит са изравнени по съдържание на внесения азот, но не и за фосфор и калий. Остатъчните съдържания на подвижни форми на N, P и K след прибиране на картофите, които се явяват и изходни при залагане на опита със спанак са показани в таблица 1. Почвата в опитната площ (0-30 cm) е слабо хумусна със слабо алкална реакция. Остатъчното съдържание на минерален азот, е ниско – между 9,2 и 19,0 mg.kg⁻¹ почва. Съдържанието на подвижен фосфор варира от ниска запасеност - 10,2 mg.100g⁻¹ почва в не торения вариант до депресиращо висока - 40,9 mg.100g⁻¹ във варианта с органично торене. Подвижният калий в почвата също варира и определя опитния участък като средно запасен (11,3 - 20,5 mg.100g⁻¹ почва) с този хранителен елемент.

По време на вегетационния период на спанака са правени по две листни подхранвания, във

Таблица 1. Агрохимичен почвен анализ (0-30 cm) след прибиране на реколтата от картофи
Table 1. Agrochemical soil analysis (0-30 cm) after potato harvest

Вариант/ Variants	pH		\sum N-NH ₄ ⁺ +N- NO ₃ ⁻ (mg.kg ⁻¹)	P ₂ O ₅ (mg.100g ⁻¹)	K ₂ O (mg.100g ⁻¹)	Хумус/ Humus %
	H ₂ O	KCl				
1. Контрола/ Control	7,2	6,4	9,8	10,2	11,3	1,69
2.100% компост/ 100% compost	7,4	6,7	9,2	40,9	15,6	1,76
3.100% минерално торене mineral fertilizer	7,1	6,3	19,0	22,3	20,5	1,53
4. 50% компост и 50% минерални торове 50% compost +50% min.fertilizer	7,2	6,4	17,4	29,8	10,5	1,60
Компост/ compost	7,3	6,7	199,9	189,2	173,7	1,119

фази 4-5 (10.02.) и 7-8 лист (25.02.), с листни торове предоставени от Lebosol България ООД – Лебозол – Калий и Аминозол. Във 2-ри вариант растенията са третирани двукратно с Аминозол, във вариант – 3 с Лебозол – Калий, а във варианта със смесено торене – първото листно подхранване е с Лебозол – Калий, а второто с Аминозол. Лебозол – Калий е торов разтвор с рН стойност - 9, съдържащ 31% водоразтворим калий (465 g/l K₂O) и 3% амиден азот (45 g/l N). Прилага се като 1% работен разтвор в норма 5 l/ha. Аминозол е регистриран съгласно българското законодателство като „Органичен тор“. Съдържа повече от 20 различни аминокиселини и пептиди (56 - 58%), съответно 9,4% N (116 g/l) органично свързан азот. Прилага се в норма 2 - 3 l/ha.

Съдържанието на макро- и микроелементите в почвата е определено по стандартни методики (Arinushkina, 1970). Общият азот – по метод на Келдал; амониев и нитратен азот- колориметрично, подвижни форми на фосфор и калий - метод на Ivanov, 1984; рН - потенциометрично, във воден извлек и разтвор на калиев хлорид В края на изследването при прибиране на опита са отчетени следните биометрични показатели: средна маса от 1 растение (g/растение), маса на листа и листни дръжки (g/растение), брой

листа на растение, височина на растенията (cm), добив (kg.ha⁻¹). Листната площ на листата и на растенията като цяло е определяна тегловно в cm². Определено е съдържанието на пластидни пигменти в свежа маса - (mg/%) по метода на Vernon, 1960. От растителните проби след изсушаване при 650 С с предварителна фиксация е определено сухото вещество (АСВ%) - тегловно. Съдържанието на общи захари е определено рефрактометрично - (%) (Digital refractometer – 32 145), а на нитрати с апарат RQ flex plus 10 на Merck.

Получените резултати са обработени чрез статистически пакет Statgraphics Centurion.

Резултати и обсъждане

Торенето е един от най-важните растежни фактори за контрол върху добива и качеството на зеленчуковите култури. Балансираното хранене на културите, което се постига при адаптиране концепцията 4R на Международния институт по хранене на растенията (IPNI), САЩ за разумния торов продукт, в разумната норма, в разумния срок и разумния начин на внасяне осигурява допустим компромис между добив, качество на продукцията и опазване на околната среда (Koutev et al., 2018; Nikolova

et al., 2014).

В таблица 2 са показани данните за растежните показатели и добива от спанак. Височините на растенията в края на опита при прибирането им са между 13,03 и 27,83 cm и се подреждат в 3 хомогенни групи с доказани разлики между неторените и торени растения, както и между растенията от варианта с последствие на внесения компост и вариантите с последствие от минералното и смесено торене. Подобни резултати за доминиращо влияние на минералния тор (карбамид) върху височините на растения от спанак, торен с оборски, минерален тор и смесено органично-минерално торене са цитирани от Rahmatullah et al., 2019.

Броят на листата на 1 растение е между 9,50 и 14,51 и нарежда вариантите в 2 хомогенни групи при ниво на достоверност от 95,0%. И при броя на листата вариантите с минерално и смесено торене са със статистически недоказани разлики. Липсват доказани разлики по този показател и между неторените растения и тези с внасян компост. Масите на листните петури на растенията са между 22,2 и 34,4 g и са подредени в 3 хомогенни групи със статистически доказаното преимущество от последствието на варианта с минерално торене. В опита листните дръжки са между 8,73 и 15,62 грама на растение, подредени в 2 хомогенни групи - контролата и варианта с компост в едната, а растенията с последствие от минералното и смесено торене в другата група. Съотношението между листната петура и листните дръжки (таблица 2) е важен показател, който може да бъде и сортова особеност, но и указание за условията на отглеждане. Prior, 2003 посочва като оптимално 81,0% за листната петура от теглото на целия лист. За изведеният опит средното съотношение между листните петури и дръжки на листата е 68,43%, като най-близко до соченото за оптимално е при неторените растения - 80,43%.

Статистическият анализ поставя общата листна маса на 1 растение в 4 хомогенни групи с доказани разлики между всички варианти, като водещо по отношение на този показател е минералното торене - 50,03 грама

за растение.

Стойността на променливата p - Value за измерените растежни показатели и добива от спанак е по-малка от нивото на значимост, което по подразбиране е 0,05. Ниските стойности на p - Value съответстват на високи стойности на критерия на Фишер - F (таблица 2). Този факт се счита за доказателство, че разликата между популационните и извадковите средни е значима.

Независимо от ниските изходни нива за съдържание на минерален азот в почвата, не само във варианта след торене с компост ($9,2 \text{ mgN.kg}^{-1}$), но и при растенията с последствие от минералното торене ($19,0 \text{ mgN.kg}^{-1}$) и съпоставяйки резултатите от получените добиви в опита с цитираната литература по темата (Mitova et al., 2017, Mitova et al., 2018; Orde et al., 2018) растенията са формирали добър добив и качествена продукция с високо пигментно съдържание, което вероятно се дължи на ефекта от приложените листни подхранвания. Получените добиви от опита (таблица 2) с последствие от приложено минерално, органично и комбинирано торене при две листни подхранвания на растенията с Амалгерол и Лебозол - Калий са между 65,83 и 117,2 kg.ha^{-1} спанак. Данните от добивите се подреждат в 4 хомогенни групи с доказани разлики между всички варианти, като най-висок добив е реализиран от варианта с последствие от минерално торене и две листни подхранвания с Лебозол - Калий - 117,2 kg.ha^{-1} спанак. Връзката между получените добиви и показателите на растежа (фиг. 1 А и В) е представена чрез корелационните зависимости. Коефициентите на детерминация описващи връзката между добивите и височините на растенията ($R^2 = 0,886$) и броя на листата им ($R^2 = 0,918$) имат високи стойности.

Впечатляваща е и разликата в хлорофилното съдържание между растенията от торените и неторения вариант. Получените резултати от направения анализ за съдържание на пластидни пигменти в листната маса на продукцията (фиг. 2) при прибиране на опита потвърждава тенденцията за най-добро вегетативно развитие

Таблица 2. Биометрични показатели и добив на спанак в резултат от последствието от приложеното торене

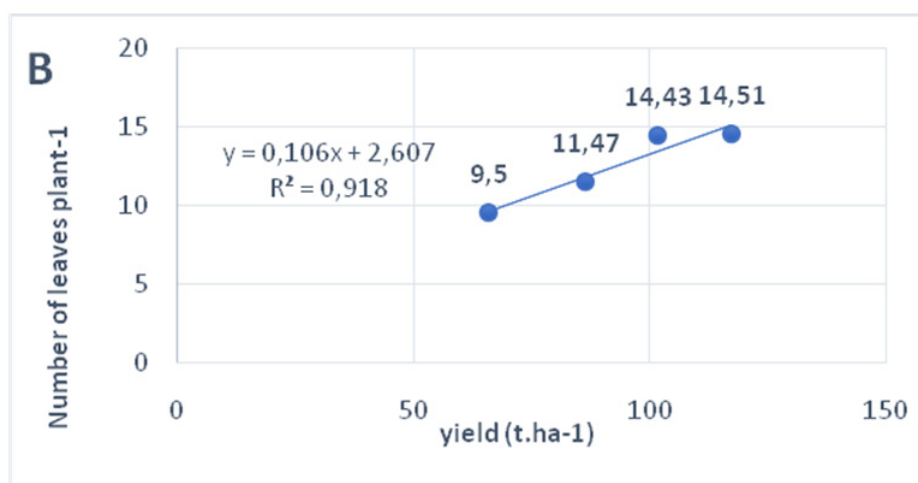
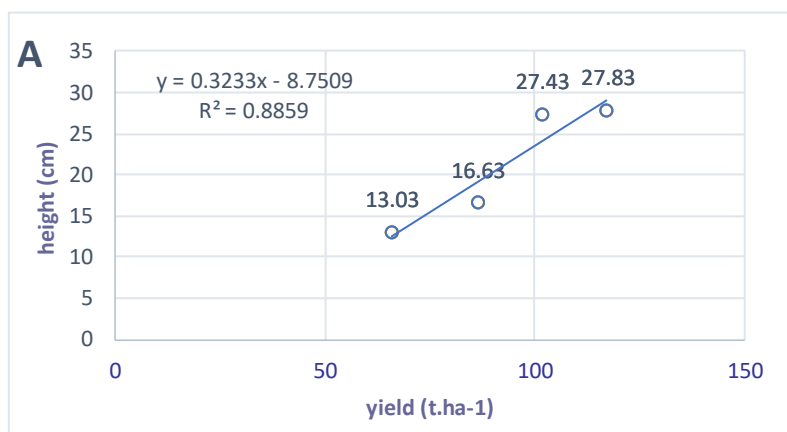
Table 2. Biometrical parameters and yield of spinach as a result of after-effect of fertilization

Вариант/ Variants	Височина на растение /Height of plants (cm)	Брой листа на растение /Number of leaves plant ¹	Маса листа нарастение/ Leaves mass (g.plant ⁻¹)	% на листните петури към масата на листа на 1 растение/ % of leaf blades to the leaf mass of 1 plant	Маса лист- ни дръжки нарастение/ Mass of leaf stalks of a plant (g.plant ⁻¹)	Маса листа +маса лист- ни дръжки на растение / Total biomass (g.plant ⁻¹)	Добив/ Yield (kg.ha ⁻¹)
1. Control	13,03	9,50	22,20	80,43	8,73	27,6	65,83
2. 100% compost	16,63	11,47	24,63	68,42	11,03	36,0	86,3
3. 100% mineral fertilizer	27,83	14,51	34,40	68,76	15,62	50,03	117,2
4. 50% com- post +50% min. fertilizer	27,43	14,43	28,37	65,17	15,17	43,53	101,6
Average	21,23	12,48	27,40		12,64	39,29	92,7
St. dev	6,993	2,432	5,240		3,261	9,148	20,385
Стандартна грешка	1,054	0,696	1,417		0,851	1,800	3,202
F - ratio	51.12	12,24	14,05		15,27	28,89	46,86
P - value	0,0000	0,0023	0,0015		0,0011	0,0001	0,0000
LSD – 95,0%	3,438	2,271	4,620		2,776	5,871	10,443
LSD – 99,0%	5,002	3,304	6,723		4,039	8,543	15,195

на растенията след минерално торене и подхранване. В случая този ефект се дължи не само на различната запасеност на почвата с минерален азот, а най-вече на разликата в действието на двата листни тора.

Листната площ на растенията в опита (таблица 3) със спанак е биометричен показател, но в случая е включена в таблица с биохимичните показатели характеризиращи качеството на продукцията защото в сборникът “Контрол на

качеството на пресни плодове и зеленчуци“ на МЗХ от 2004 г. видът и едрината на листата на спанака са посочени като показател за качествено му оценяване. Листната площ и съдържанието на хлорофили в растенията присъстват в редица изследвания (Parwada et al., 2020) не само като качествен показател, но и като индикатор за балансирано хранене на растенията. В зависимост от измерената листна площ при прибиране на растенията вариантите



Фиг. 1 А, В. Корелационни зависимости между височините на растенията и броя на листата и добивите от спанак

Fig. 1A, B. Correlation between height of plants, leaves number and yield of spinach

на опита се разделят в две хомогенни групи. С най-голяма листна площ са растенията след минерално торене, макар че попадат в една хомогенна група с варианта със смесено торене. При средна за опита листна площ 326,2 cm²/растение, варианта с минерално торене е формирал листна маса с площ на едно растение по-голяма с 18,1% от средната за опита и с 46,9% по-голяма от тази на контролния вариант.

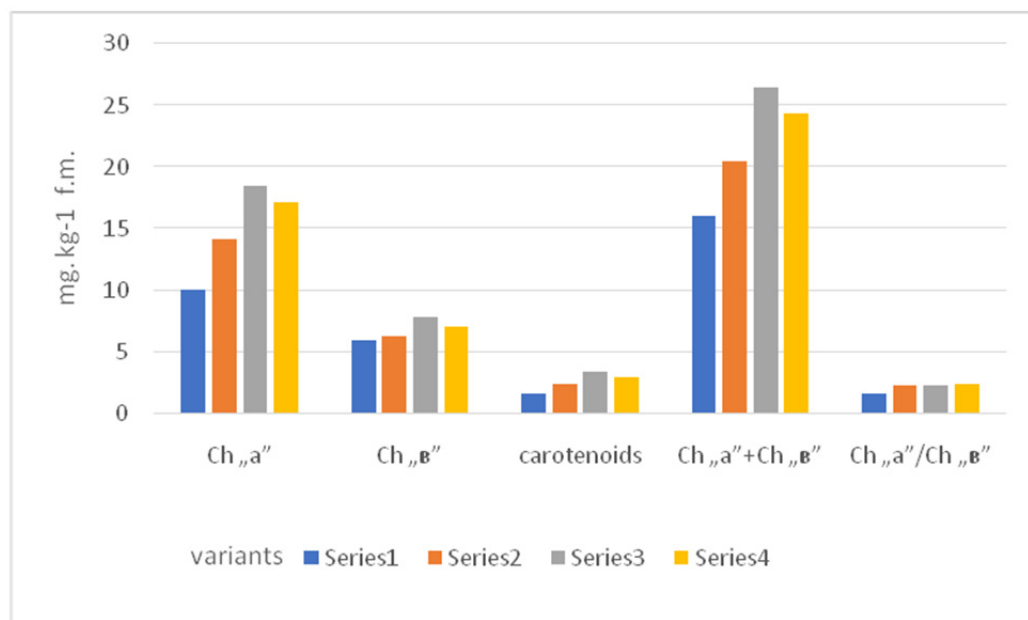
Вариантите от опита се нареждат в две хомогенни групи по съдържание на сухо

вещество в листната си маса (таблица 2), като липсват статистически значими разлики между торените варианти. При осреднено съдържание на сухо вещество от 11,64% за изведения опит, листната маса на контролния вариант е формирала най-голяма суха маса - 13,27%. Причината за това вероятно е слабото развитие на спанака от тази част на опита - дребни растения, с пожълтяване и повяхване на листатата.

В многофакторен опит със спанак Orde et. al.,

Таблица 3. Показатели характеризиращи качеството на продукцията.
Table 3. Plant quality parameters

Вариант/ Variant	Листна площ на растение /Leave area (cm ²)	АСВ Dry matter(%)	Общи захари /Total sugars(%)	Нитрати/ Nitrate (mg.kg ⁻¹)
1. Control	262,3	13,27	9,73	18,47
2.100% compost	277,7	10,36	9,50	17,83
3.100% mineral fertilizer	385,3	11,27	8,97	57,40
4. 50% compost +50% min. fertilizer	379,7	11,67	9,36	33,77
Average	326,2	11,64	9,39	31,87
St. dev	67,049	1,292	0,688	17,746
Стандартна грешка	21,489	0,463	0,422	3,915
F - ratio	9,23	6,85	0,58	22,44
P - value	0,0056	0,0134	0,645	0,0003
LSD – 95,0%	70,079	1,510	1,377	12,768
LSD – 99,0%	101,971	2,197	2,004	18,578



Фиг. 2. Съдържание на пластидни пигменти (mg.kg⁻¹) в листна маса от спанак
Fig. 2. Plastid pigment content (mg.kg⁻¹) in leaves

2018, изпитват влиянието на фактори - година, сорт и дати на засяване (есенно и предзимно) върху синтеза на захари и установяват, че съдържанията на общи захари в изпитваните сортове се движат в широки граници - между 6,4 и 11,7% с по-високи нива на показателя при есенно в сравнение с ранно пролетното реколтиране. При показателя общи захари в изведения от нас опит (таблица 2) получените данни са между 8,97 и 9,73%. Р - стойността на F - теста в изследването е по-голяма от 0,05, при което вариантите на опита са в една хомогенна група и няма статистически доказани разлики между тях. Прави впечатление факта, че макар да няма статистически доказани разлики между вариантите на опита, съдържанието на захари в неторените растения (както при сухото вещество) е най-високо, което може да се обясни с „ефекта на разреждане“ (Guichard et al., 1999).

Допустимото количество на нитрати в тъканите се определя от Регламент (ЕО) № 1881/2006 на Комисията - за определяне на максимално допустимите количества на някои замърсители в храните. Научният комитет по храните, в своето становище от 22 септември 1995 г. (1), посочва, че общият прием на нитрати обикновено е доста под приемливия дневен прием от 3,65 mg/kg телесно тегло (EC Commission Regulation No. 1881/2006). По отношение съдържанието на нитрати продукцията от вариантите на опита оформя три хомогенни групи. При ниво на достоверност от 95,0% единствено между контролния и варианта с последствие от компоста няма доказана разлика в нитратното съдържание. Спанакът подобно на останалите листни зеленчуци е култура, която акумулира значителни количества нитрати, като количеството им зависи от редица фактори - прилагана агротехника - на първо място торене, напояване, производствени направления, почвена и въздушна температури, слънчева радиация, сортови особености (Nikolov & Koutev, 2019; Koutev et al., 2011). Както и може да се очаква най-високо измерено съдържание на нитрати (таблица 2) има в растенията с последствие от минералното торене - 57,4 mg.kg⁻¹. Измерените

съдържания на нитрати във вариантите на опита са много под санитарно допустимите количества, което определя продукцията като безопасна за консумация.

Изводи

1. Получените добиви от опита с последствие от приложено минерално, органично и комбинирано торене при две листни подхранвания на растенията с Амалгерол и Лебозол - Калий са между 65,83 и 117,2 kg.ha⁻¹ спанак, като най-висок добив е реализиран от варианта с последствие от минерално торене и две листни подхранвания с Лебозол - Калий.

2. Биометричните показатели (височина на растенията, брой и маса на листата, маса листни дръжки и петури) на растенията от спанак, които ползват последствието от торенето на предходната култура (картофи) показват най-високи стойности след торене с минерален тор. Статистически доказани са разликите в масите на растенията като , масата на растенията с последствие от минералното торене е водеща - 50,03 грама на растение.

3. Коефициентите на детерминация описващи връзката между добивите и височините на растенията ($R^2 = 0,886$) и броя на листата им ($R^2 = 0,918$) имат високи стойности.

4. При средна за опита листна площ 326,2 cm²/растение, варианта след минерално торене е формирал листна маса с площ на едно растение по-голяма с 18,1% от средната за опита и с 46,9% по-голяма от тази на контролния вариант.

5. При показателите сухо вещество и общи захари липсват статистически доказани разлики между вариантите на опита ползващи последствието от торенето на предходната култура. Най-високо измерено хлорофилно, но и нитратно съдържание има в растенията с последствие от минералното торене - 57,4 mg.kg⁻¹, като измерените съдържания във вариантите на опита са много под санитарно допустимите, което определя продукцията като безопасна за консумация.

Благодарности изследването е проведено

с финансовата подкрепа на договор КП-06-НЗ6/1 (ръководител Н. Динев) с фонд “Научни изследвания” към Министерство на образованието и науката

Литература

Arinushkina, E. V. (1970). *Guide for Chemical Analyses of Soil*. Moscow. Published by “Colossus”, (Ru).

EC (European Commission). Commission Regulation (EC) No. 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. *Off. J. Eur. Comm.*, 364, 5-24.

Guichard, S., Gary, C., Longuenesse, J. J., & Leonardi, C. (1999). Water fluxes and growth of greenhouse tomato fruits under summer conditions. *Acta Horticulturae*, 507, 223-230.

Hashimi, R., Afghani, A. K., Karimi, M. R., & Habibi, H. K. (2019). Effect of organic and inorganic fertilizers levels on spinach (*Spinacia oleracea* L.) production and soil properties in Khost Province, Afghanistan. *IJAR*, 5(7), 83-87.

Heinrich, A., Smith, R., & Cahn, M. (2013). Nutrient and water use of fresh market spinach. *HortTechnology*, 23(3), 325-333.

Holland, B., McCance, R. A., Widdowson, E. M., Unwin, I. D., & Buss, D. H. (1991). *Vegetables, herbs and spices: Fifth supplement to McCance and Widdowson's The Composition of Foods (Vol. 5)*. Royal Society of Chemistry. ISBN: 0851863760 9780851863764.

Ivanov, P. (1984). New acetate-lactate method for determining the plant available to anions and cations in soil. *Soil Science and Agricultural Chemistry*, 4, 88-96.

Koutev, V., Koleva, N., Venelinov, M., Ivanova, N., Stoyanova, M., & Markov, E. (2018). Change in the soil reaction at fertigation of vegetable crops on Alluvial soil. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 21(1), 317-325.

Kutev, V., Katsarova, A., & Valchovski, I. (2011). Development and testing of a new liquid fertilizer enriched with microelements. *Soil Science, Agrochemistry and Ecology*, XLV(1-4), 237-239.

MAF Plant Growing and Quality Control Directorate for Fresh Fruits and Vegetables (2004). *Quality control of fresh fruits and vegetables*, 46-50 (Bg).

Mitova, I., Dinev, N., Shaban, N., & Kadhum, E. (2018). Post Effect of Organic and Mineral Nutrition in Growth, Yield and Quality of Spinach (*Spinacia Oleracea*). *International Journal of Research Studies in Science, Engineering and Technology*, 5(11), 43-48.

Mitova, I., Nenova, L., & Shaban, N. (2017). Abiotic factors and their impact on growth characteristics of spinach (*Spinacia oleracea*). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 23(5), 806-815.

Nikolov, A., & Koutev, V. (2019). Influence of dif-

ferent forms of fertilizers on the quality of onions in the conditions of fertigation. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 22(2), 230-239.

Nikolova, M., Friksen, P. & Pop, T. (2014). *Good practices for sustainable crop management systems for the development of optimal recommendations for fertilizing field, vegetable, fruit and vineyards*. Minerva, Sofia (Bg).

Ogunlela, V. B., Masarirambi, M. T., & Makuza, S. M. (2005). Effect of cattle manure application on pod yield and yield indices of okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) in semi-arid and subtropical environment. *Journal of Food and Agriculture Environment*, 3, 5-15.

Orde K.M, Eaton, C., & Sideman, R. G. (2018). Yield and Soluble Solids Content of Winter-grown Spinach in Unheated High Tunnels in New England, *HORTSCIENCE*, 53(5), 638–645. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI12956-18>

Parwada, C., Chigiya, V., Ngezimana, W., & Chipomho, J. (2020). Growth and Performance of Baby Spinach (*Spinacia oleracea* L.) Grown under Different Organic Fertilizers. *International Journal of Agronomy*, Article ID 8843906, 6 pages., <https://doi.org/10.1155/2020/8843906>

Prior, R. L. (2003). Spinach as a source of antioxidant phytochemicals with potential health effects. *Proceedings of the national spinach conference*, November 20–21, 2003, Lafayetteville AR, United States.

Schenk, M., Heins, B., & Steingrobe, B. (1991). The significance of root development of spinach and kohlrabi for N fertilization. *Plant and Soil*, 135(2), 197-203.

Solangi, M., Suthar, V., Wagan, B., Siyal, A. G., Sarkc, A., & Soothar, R. K. (2015). Evaluate the effect of nitrogen and phosphorus fertilizer doses on growth and yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Sci.Int.(Lahore)*, 28(1), 379-383.

U. S. Department of Agriculture and the Food and Drug Administration (2021, March 17). *EWG's 2021 Shopper's Guide to Pesticides in Produce™*. Available at <https://www.ewg.org/foodnews/full-list.php>

USDA (2021). *Pesticide Data Program*. Available at: www.ams.usda.gov/datasets/pdp

USDA Nutrient Data Laboratory (2005). *USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 18*. Beltsville Human Nutrition Research Center. [http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp\(2005\)](http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp(2005))

Vigar, V., Myers, S., Oliver, C., Arellano, J., Robinson, S., & Leifert, C. (2020). A systematic review of organic versus conventional food consumption: is there a measurable benefit on human health?. *Nutrients*, 12(1), 7. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu12010007>.