

<https://doi.org/10.61308/HFLA2286>

## Влияние на CO<sub>2</sub> емисия от птицеферма върху микроелементния състав на отглеждана в оранжерия маруля (*Lactuca sativa*)

**Иван Янчев**

Селскостопанска академия, Институт по животновъдни науки – Костинброд

Кореспондиращ автор: [ijantcev@mail.bg](mailto:ijantcev@mail.bg)

**Резюме:** Целта на настоящото проучване е да се оцени ефектът от повишените нива на CO<sub>2</sub> като компонент от смесена газова емисия от птицеферма (транспортиран по въздуховод в оранжерия) върху микроелементния състав на маруля. Експериментът е проведен в експерименталната птицеферма на Института по животновъдни науки - Костинброд през Май и Юни 2019 г. в продължение на 40 дни. По време на експеримента бяха контролирани и измерени следните параметри както в контролната, така и в експерименталната оранжерия (групи марули): Средно ниво на CO<sub>2</sub>, температура на въздуха в помещенията и относителна влажност - три пъти седмично по време на напояване по обяд чрез портативен IAQ Monitor SM-2100; Средно ниво на амоняк (NH<sub>3</sub>) - три пъти седмично по време на напояване по обяд чрез портативен Aeroqual Series 200 Monitor. В края на експеримента бяха взети проби почва и растения от двете групи и изследвани за съдържание на 15 микроелементи - Ванадий (V), Хром (Cr), Манган (Mn), Кобалт (Co), Никел (Ni), Мед (Cu), Цинк (Zn), Арсен (As), Селен (Se), Молибден (Mo), Сребро (Ag), Кадмий (Cd), Калай (Sn), Живак (Hg) и Олово (Pb) чрез метода масова спектрометрия с индуктивно свързана плазма (ICP-MS). Получените резултати показват, че трикратното увеличение на концентрацията на кобалт при опитната група (P<0,001) определено може да се свърже с повишената фотосинтеза и очакваните нива на Vit. B<sub>12</sub>. Представяват интерес и нивата на елементите ванадий и хром - съответно 3,3 и 10,7 пъти по-високи при опитната в сравнение с контролната група (P<0,001). Съдържанието на мед и селен в растенията кореспондират с високото им ниво в почвата, но при медта акумулирането при опитната група е подтиснато (P<0,01), докато за селена може да предположим, че CO<sub>2</sub> стимулира до известна степен натрупването му (P<0,05).

**Ключови думи:** Вълглероден диоксид; птицеферма; маруля; микроелементи

## Influence of carbon dioxide emission from poultry on some trace elements content in greenhouse planted lettuce (*Lactuca sativa*)

**Ivan Yanchev**

Agricultural Academy, Institute of Animal Science – Kostinbrod

Corresponding author: [ijantcev@mail.bg](mailto:ijantcev@mail.bg)

**Citation:** Yanchev, I. (2024). Influence of carbon dioxide emission from poultry on some trace elements content in greenhouse planted lettuce (*Lactuca sativa*). *Bulgarian Journal of Animal Husbandry*, 61(6), 35-43 (Bg).

**Abstract:** The aim of the present study was to evaluate the effect of increased CO<sub>2</sub> levels as a compound of mixed emissions from a poultry housing (transported by an air duct into a greenhouse), on lettuce' trace elements content. The experiment was carried out at the experimental poultry farm of the Institute of Animal Science - Kostinbrod in May and June, 2019, for 40 days. During the experiment the following parameters were controlled and measured both in control and experimental greenhouses (lettuce groups): average level of CO<sub>2</sub>, indoor air temperature and relative humidity, - three times a week during irrigation at noon by handset IAQ Monitor SM-2100; Average level of ammonia (NH<sub>3</sub>) - three times a week during irrigation at noon by handset Aeroqual Series 200 Monitor. At the end of the experiment, soil and plants samples from both groups

were taken and tested for the content of 15 microelements - Vanadium (V), Chromium (Cr), Manganese (Mn), Cobalt (Co), Nickel (Ni), Copper (Cu), Zinc (Zn), Arsenic (As), Selenium (Se), Molybdenum (Mo), Silver (Ag), Cadmium (Cd), Tin (Sn), Mercury (Hg) and Lead (Pb) by mass spectrometry with inductively coupled plasma (ICP-MS). The obtained results show that the triple increase in the cobalt concentration in the experimental group ( $P < 0.001$ ) can definitely be associated with the increased photosynthesis and the expected Vit. B<sub>12</sub> levels. Of interest are also the levels of the elements vanadium and chromium – respectively, 3.3 and 10.7 times higher in the experimental group compared to the control group ( $P < 0.001$ ). The content of copper and selenium in the plants corresponds to their high level in the soil, but in copper the accumulation in the experimental group is suppressed ( $P < 0.01$ ), while for selenium we can assume that CO<sub>2</sub> stimulates to some extent its accumulation ( $P < 0.05$ ).

**Keywords:** Carbon dioxide; poultry; lettuce; trace elements

## ВЪВЕДЕНИЕ

Емисиите на CO<sub>2</sub> от затворени животновъдни сгради с принудителна вентилация могат да бъдат оценени доста точно. С изключение на емисиите от изгаряне на природен газ за отопление, които са приблизително постоянни, основният източник на CO<sub>2</sub> в птицевъдството е честотата на дишане на птиците и разлагането на органични вещества в зависимост от използваната технология. (Knižatová et al., 2010). Нивото на протеини и други хранителни фактори също осигуряват повишен метаболизъм и производство на CO<sub>2</sub> (Mihina et al., 2012). Производството на въглероден диоксид от пилета-бройлери е пропорционално не само на техния брой, но и на производството на топлина при метаболизма и по този начин на метаболитното телесно тегло на бройлерите, което от своя страна се влияе от температурата и тяхната активност (Vučemilo et al., 2007).

От друга страна, ползите от третирането с повишени нива на въглероден диоксид върху растежа и производството на растения в парникова среда са добре изследвани в продължение на много години (Makino and Mae, 1999). Повечето култури показват, че за дадено ниво на фотосинтетично активна радиация (PAR), увеличаването на нивото на CO<sub>2</sub> до 1000 ppm ще увеличи фотосинтезата с около 50% спрямо нормалните нива на CO<sub>2</sub>. Като цяло, както е обобщават Prior et al. (2011), по-

вишеният CO<sub>2</sub> увеличава растежа на растенията (както на надземните, така и на подземните им части) и подобрява усвояването на водата от растенията (намалява транспирацията и увеличава ефективността на използването на водата).

Много микроелементи са от съществено значение за растежа и развитието на растенията, тъй като те изпълняват различни функции в метаболизма им. Още от 18-ти век са провеждани многобройни изследвания на разнообразните механизми на поглъщане на тези микроелементи, транслокация, взаимоотношения, физиологично използване, ефекти на дефицит и токсичност, както и на стратегии за справяне с последните проблеми (Andresen et al., 2018, Vatansever, et al., 2017). Повечето проучвания обаче се съсредоточават върху усвояването им при различни концентрации в почвата и техния ефект върху растежа на растенията, а конкретно при маруля такова проучване имат Pinto et al. (2014). Малко са изследванията върху обратния процес - промени в биоаккумуляцията на микроелементите от растенията при различни нива на фотосинтетична активност. Едно такова проучване на връзката между нива на микроелементи и физиологията на фотосинтезата правят ZhenZhu et al. (2018).

Затова и целта на настоящото проучване бе да се оцени ефектът от повишените нива на CO<sub>2</sub> като компонент от смесена газова емисия от птицевъдство (транспортиран по въздуховод

в оранжерия) върху микроелементния състав на маруля.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Експериментът е проведен в експерименталната птицеферма на Института по животновъдни науки - Костинброд през Май и Юни 2019 г. в продължение на 40 дни.

В птицевъдната сграда (ширина 12 м, дължина 45 м и височина 3,50 м) в началото бяха отглеждани 1800 кокошки носачки Коб 500 (Cobb) и Ломан-Браун Класик (LBC) на възраст 10 месеца и 750 в края на експеримента. Отглеждането бе на дълбока несменяема постеля, а вентилацията се осъществяваше през 8 електрически вентилатора с диаметър 500 mm с капацитет 7200 m<sup>3</sup> / h, които автоматично се включваха и изключваха при вътрешна температура от 18 °C.

От един от вентилаторите беше свързан въздуховод от алуминиево фолио с диаметър 110 mm, осигуряващ въздушен поток от 1584 m<sup>3</sup> / h в 12 m<sup>3</sup> експериментална оранжерия от полиетилен (площ 6 m<sup>2</sup>). Същата контролна полиетиленова оранжерия бе разположена близо до експерименталната и хумусният слой в двете оранжерии бе идентичен. Агрехимичните показатели на почвения анализ показват високо съдържание на калий, хумус 1,27% и азот - 11,5 mg kg<sup>-1</sup>.

Разсад от маруля (*Lactuca sativa*) със средно тегло 21,43 ± 6,41 g е закупен от Института за декоративни и лечебни растения - Негован, София и растенията са засадени в двете оранжерии по 55 растения на всеки 4 реда, напоявани 3 пъти седмично през експеримента от местен водоизточник.

Средната температура на въздуха и относителната влажност на въздуха през експерименталния период бе 16,4 ± 7,6 °C и 60,2 ± 8,3%, съответно според данните от метеостанция София на Националния институт по метеорология и хидрология.

По време на експеримента бяха контролирани и измерени следните параметри (Табл. 1) както в контролната, така и в експерименталната оранжерия (групи марули):

1. Средно ниво на CO<sub>2</sub>, температура на въздуха в помещенията и относителна влажност - три пъти седмично по време на напояване по обяд чрез портативен IAQ Monitor SM-2100;

2. Средно ниво на амоняк (NH<sub>3</sub>) - три пъти седмично по време на напояване по обяд чрез портативен Aeroqual Series 200 Monitor.

В края на експеримента бяха взети проби почва и растения от двете групи и изследвани за съдържание на 15 микроелементи - Ванадий (V), Хром (Cr), Манган (Mn), Кобалт (Co), Никел (Ni), Мед (Cu), Цинк (Zn), Арсен (As), Селен (Se), Молибден (Mo), Сребро (Ag), Кадмий (Cd), Калай (Sn), Живак (Hg) и Олово (Pb) чрез метода масова спектро-

**Таблица 1.** Показатели за микроклимата в оранжерии по обяд

**Table 1.** Microclimate indices in greenhouses at noon

	Температура, °C Temperature, °C		Влажност, % Humidity, %		CO <sub>2</sub> , ppm CO <sub>2</sub> , ppm		NH <sub>3</sub> , ppm NH <sub>3</sub> , ppm	
	Опитна група Experimental group	Контролна група Control group	Опитна група Experimental group	Контролна група Control group	Опитна група Experimental group	Контролна група Control group	Опитна група Experimental group	Контролна група Control group
X <sub>ср.</sub> Mean	23.87417	24.50583	60.63833	64.315	602.72417	461.0758	10.0358	0.183333
±Sx ±Sx	2.834167	2.949167	3.102222	4.754167	98.040833	24.81042	6.99681	0.216111

метрия с индуктивно свързана плазма (ICP-MS).

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Резултатите от анализите на почвените и растителни проби за съдържание на 15-те микроелементи в  $\mu\text{g}/\text{kg}$  сухо вещество (СВ) са представени на Таблица 2, като за улеснение само някои от по-високите концентрации (на манган, мед и цинк) са представени в  $\text{mg}/\text{kg}$  СВ.

## Ванадий

Определен интерес представлява интерес нивото на елемента ванадий (V)- 3,3 пъти по-високо при опитната в сравнение с контролната група ( $P < 0,001$ ). Ванадият (V) е широко разпространен в околната среда по няколко начина, включително при излужването на скали, изгарянето на въглища или петролни продукти, замърсяването от използването на торове и остатъчни шлаки от стоманодобивната промишленост. В резултат на това ванадият все повече се изпуска в почвата,

**Таблица 2.** Съдържание на микроелементи в почвени и растителни проби

**Table 2.** Trace elements content in soil and plant samples

Елемент / Проба Element / Sample	Почва Контр Soil Control	Почва Оп. Soil Experim.	Маруля Контр. Lettuce Control ( $n=6$ ) <sup>a</sup>	Маруля Оп. Lettuce Experim. ( $n=6$ ) <sup>b</sup>
Ванадий (V) $\mu\text{g}/\text{kg}$ Vanadium (V) $\mu\text{g}/\text{kg}$	94761	96356	1596 $\pm$ 676***	5293 $\pm$ 360
Хром (Cr) $\mu\text{g}/\text{kg}$ Chromium (Cr) $\mu\text{g}/\text{kg}$	11522	12147	835 $\pm$ 80***	8909 $\pm$ 1191
Манган (Mn) $\text{mg}/\text{kg}$ Manganese (Mn) $\text{mg}/\text{kg}$	703	749	54 $\pm$ 1,9*	84 $\pm$ 12,9
Кобалт (Co) $\mu\text{g}/\text{kg}$ Cobalt (Co) $\mu\text{g}/\text{kg}$	12613	14335	336 $\pm$ 99***	1130 $\pm$ 63
Никел (Ni) $\mu\text{g}/\text{kg}$ Nickel (Ni) $\mu\text{g}/\text{kg}$	8733	9776	1639 $\pm$ 911*	5123 $\pm$ 1314
Мед (Cu) $\text{mg}/\text{kg}$ Copper (Cu) $\text{mg}/\text{kg}$	32,4	33,9	24 $\pm$ 1,3**	13 $\pm$ 0,6
Цинк (Zn) $\text{mg}/\text{kg}$ Zinc (Zn) $\text{mg}/\text{kg}$	58,5	60,6	40,7 $\pm$ 1,2	50,8 $\pm$ 12
Арсен (As) $\mu\text{g}/\text{kg}$ Arsenic (As) $\mu\text{g}/\text{kg}$	4766	5299	330 $\pm$ 110	406 $\pm$ 34
Селен (Se) $\mu\text{g}/\text{kg}$ Selenium (Se) $\mu\text{g}/\text{kg}$	886	944	102 $\pm$ 12,4*	292 $\pm$ 106
Молибден (Mo) $\mu\text{g}/\text{kg}$ Molybdenum (Mo) $\mu\text{g}/\text{kg}$	175	142	472 $\pm$ 84	321 $\pm$ 73
Сребро (Ag) $\mu\text{g}/\text{kg}$ Silver (Ag) $\mu\text{g}/\text{kg}$	40	51	23,2 $\pm$ 4,9	16,2 $\pm$ 2
Кадмий (Cd) $\mu\text{g}/\text{kg}$ Cadmium (Cd) $\mu\text{g}/\text{kg}$	127	128	133 $\pm$ 2,7	191 $\pm$ 27,9
Калай (Sn) $\mu\text{g}/\text{kg}$ Tin (Sn) $\mu\text{g}/\text{kg}$	27553	15789	131 $\pm$ 19,7	239 $\pm$ 32,3
Живак (Hg) $\mu\text{g}/\text{kg}$ Mercury (Hg) $\mu\text{g}/\text{kg}$	102	116	96,3 $\pm$ 7,3	72,2 $\pm$ 7,2
Олово (Pb) $\mu\text{g}/\text{kg}$ Lead (Pb) $\mu\text{g}/\text{kg}$	12933	13156	2822 $\pm$ 1610	1425 $\pm$ 271

<sup>a/b</sup>  $P < 0,5$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$

водата и атмосферата (Ringelband and Hehl, 2000). Ефектът на ванадия върху растежа на растенията е докладван от Wang and Liu (1999) при опити със соя. Установено е, че ако концентрацията от ванадий, добавен към почвата, надвишава 30 mg/kg, се получават значително намалени добиви от издънки и корени като се наблюдават жълти и изсъхнали листа на разсада. Vachirapatama et al., 2011 също установяват при хидропонни опити с домати затормозяване в растежа на растенията при концентрации от над 40 mg/l амониев метаванадат. В случая при нашия експеримент може да се допусне предварително замърсяване на почвата с ванадий, а повишените му нива при опитната група е логично да се свържат с повишената фотосинтеза.

### **Хром**

Още по-драстична е разликата между двете групи по отношение на елемента хром (Cr) - 10,7 пъти по-високи при опитната група ( $P < 0,001$ ). Според много изследвания нивата на хром в растенията не надвишават 2000  $\mu\text{g}/\text{kg}$  сухо вещество дори когато растежът им е намален от високи концентрации в почвата. Хромът не е есенциален за растенията елемент, а високите концентрации на хром водят до тежка хлороза, некроза и множество други аномалии в растежа и анатомични нарушения (Samantaray et al., 1998). При изследвания на 6 зеленчука (вкл. и маруля) през сухия и влажен сезон в Нигерия, Audu and Lawal (2006) установяват съдържание на хром между 570 и 870  $\mu\text{g}/\text{kg}$  СВ при марулята. Това корелира с получените от нас стойности за контролната група, но значително по-високите нива на хром при опитната група нямат логично обяснение, трудно биха могли да се свържат само с повишената фотосинтеза и изискват по-задълбочено проучване. При експерименти с орлова папрат в различни райони на Полша на замърсени с хром и никел два типа почви (средно 99 000  $\mu\text{g}/\text{kg}$  хром) Kubicka et al. (2015) също установяват максимална стойност от 11 000  $\mu\text{g}/\text{kg}$  СВ хром в корените и не повече от 3700  $\mu\text{g}/\text{kg}$  СВ хром в листата.

### **Манган**

Манганът преминава от почвите в растенията в йонна форма, а усвояването му се блокира само при силно алкални почви. Поради тази причина много рядко може да се наблюдава манганов недостиг при животните и човека, обусловен от недостиг в храните, и то главно при варовикови и льосови формации (Henry, 1995). Отново по-ниски нива на манган имат житните растения, а по-високо - бобовите. Впечатление прави високата концентрация на този елемент в многогодишните растения. Някои автори (Neadoe et al. 1996) установяват повишаване на концентрацията на манган при някои растителни видове с напредване на вегетацията, което обясняват с повишаване на киселинността на почвите. Установените от нас концентрации в растенията корелират с нормалните стойности (40-60 mg/kg СВ), незначително, макар и достоверно по-високо е съдържанието на манган при опитната група. Kleiber (2014) при опит с хидропонно отглеждане на маруля установява значително влияние на нарастващата концентрация на манган, приложена при фертигация, върху съдържанието на: N, K (за Mn-IV); P, Fe, Cu (за Mn-III и Mn-IV); Mg, Zn (за Mn-II до Mn-IV) в надземните части на марулята.

### **Кобалт (Co)**

Концентрацията на елемента кобалт на различните нива на екологичната трофична верига проявява висока степен на вариране. В земната кора средното му съдържание е 40 mg/kg, а разпространението му в различните видове почви предвид на геоложкия им произход е както следва: в черноземните и основните видове почви - в по-високи концентрации, а в торфените, песъчливите и блатистите – по-ниски. В райони с нормално съдържание на кобалт в средата, почвите съдържат средно 8,8 mg/kg. (Henry et al, 1997). Това корелира с получените от нас резултати от почвените анализи за съдържание на кобалт от 12-14 mg/kg. Не е така обаче при растителните проби. Трикратното увеличение на концентрацията на кобалт при опитната група ( $P < 0,001$ ) опре-

делено може да се свърже с повишената фотосинтеза. Според Kosiorek and Wyszowski (2019) съдържанието на кобалт в растенията има положителен ефект върху производството на беталаини и вторични метаболити, а кобалтът е отговорен и за пигментацията на листата при основно при бобовите растения. Освен това той служи като катализатор в много ензимни процеси и е част от молекулата на Вит. В<sub>12</sub>. Последницата от превишаването на допустимата доза при растенията е спирането на процесите на растеж и появата на болестни симптоми като хлороза, некроза или тъканна смърт. Фотосинтезата се нарушава, междуклетъчните пространства стават по-малки и структурата на хлоропласта се разпада (Chaudhari et al., 2017). Подобни процеси в края на опита наблюдавахме и ние, но свързваме това явление с повишения метаболизъм на растенията. Необходимо е по-сериозно проучване, вкл. и за концентрацията на Вит. В<sub>12</sub>.

### **Никел (Ni)**

Резултатите и дискусията по-горе за хрома се отнасят в почти същата степен и за елемента никел. В опитната група е установено достоверно по-високо около трикратно по-високо ниво на никел спрямо контролната група. В цитираното вече изследване Audu and Lawal (2006) установяват при марулята съдържание на никел между 1030 и 1520 µg/kg СВ. Тези стойности също корелират с получените от нас за контролната група, но и тук, както и при хрома е необходимо по-задълбочено изследване. Есенциалитетът на елемента никел не е установен за висшите растения, но са докладвани някои благоприятни негови ефекти върху растежа им (Welch, 2008). Високите нива на никел са фитотоксични и възможните полезни ефекти на Ni върху растежа на растенията са слабо дефинирани. Авторът съобщава, че никелът е необходим за растежа на някои бактерии, а при висшите растения никелът е необходим за оптимален растеж на някои видове борови дървета. Леки увеличения в растежа на редица растителни видове

се дължат на ниските нива на никел, а покълването на семена от няколко вида се стимулира чрез третиране с Ni соли.

### **Мед (Cu)**

Добре е проучена ролята на медта като незаменим компонент на редица съдържащи мед ензими и белтъчини, предимно в окислително-възстановителните процеси. Излишъкът от мед, както това добре е илюстрирано от Yruela (2005), инхибира растежа на растенията и влошава важни клетъчни процеси (т. нар. фотосинтетичен електронен транспорт). Резултатите показват, че съдържанието на мед в растенията кореспондира с високото й ниво в почвата, но при опитната група акумулирането й е подтиснато ( $P < 0,01$ ). Повечето изследвания установяват различна концентрация на мед в почвите в зависимост от геоложкия й произход (Anke et al., 1988), но средното й съдържание варира около 10 mg/kg. Тоест при едно трикратно по-високо ниво на медта в почвата на двете оражерии е логично да се очаква подобно наднормено натрупване и в растенията, още повече, че много автори установяват най-високи нива мед в началото на вегетационния период през пролетта (Szentmihalyi et al., 1986). При контролната група марули наистина се достига близо 5 пъти по-висока концентрация от нормалната (ок. 6 mg/kg СВ), но при опитната група повишената фотосинтеза вследствие на емисията CO<sub>2</sub> редуцира нивата на мед само до около два пъти над нормалните. Според Teklić et al. (2008) излагането на растения от маруля на излишък от мед в хранителна среда води до променен метаболизъм на растенията поради оксидативен стрес.

### **Цинк (Zn)**

Варирането на цинка в почвите е в широки граници – от 122-160 mg/kg за гнайсови и делувиални шисти до 2,5 mg/kg за почви върху мраморна основа или средно 25 до 70 mg/kg. Както и при медта, трансферът на цинка от почвите в растенията е геоложки обусловен (Siegert et al., 1986). Редица автори (Anke et al.,

2004) установяват сезонна динамика в усвояването на цинк от растенията, която намалява с напредване на вегетацията. От резултатите, получени от нас може да се заключи, че както в почвата, така и в растенията съдържанието на цинк е напълно в границите на нормалното, като между двете групи маруля не се наблюдават достоверни разлики.

### **Арсен (As)**

Концентрацията на As в почвата е средно около 6 mg/kg (Bombach et al., 1994) като изветрените видове почва съдържат средно до 1,8 mg/kg As, пясъчниците и варовиците - до 1 mg/kg, а шистите - до 13 mg/kg. Затрудненията при проучванията върху трансфера на арсена по екологичната верига, за разлика от тези при другите тежки метали, произлизат главно от факта, че токсичността на арсеновите съединения се определя в много по-голяма степен от тяхната форма (органични или неорганични) и от валентността на арсена в тях (Hattermer-Frey et al., 1994). Нормалните стойности на арсен в растенията според Anke et al. (1982) са между 100 и 300 µg/kg СВ. Установените от нас стойности за нивата на арсен в почвата и растенията, макар и съвсем леко по-високи, корелира напълно с тези изследвания.

### **Селен (Se)**

Съдържанието на селен в растенията кореспондира с високото му ниво в почвата, но може да предположим, че CO<sub>2</sub> стимулира до известна степен натрупването му (P<0,05). Средно в почвите се съдържа по 0,2 mg/kg селен, като в изветрените и варовитите почви се съдържа 10 пъти по-малко селен, отколкото в шистите. Селенът присъства в почвите под формата на селенити и селениди, като присъстват и малки количества селенати и органични селенови съединения, по-високи в алкални и с добра аерация почви. Киселите неплодородни почви съдържат повече селенити, като в тях селенът се блокира от железните соли и образува неразтворими съединения. Съответно можем да заключим, че почвата в

двете оранжерии е много добре обезпечена с този елемент, макар усвояването на селена от растенията, въпреки той да не е есенциален за тях елемент, зависи от много фактори: рН, наличието на желязо, окислително-възстановителния потенциал и аерацията на почвата, количеството на сулфати и органично вещество, както и от използването на минерални торове (Wagner et al., 2004). За нормални нива в растителността Borowska and Koper (2000) приемат средно 0,1 mg/kg СВ, а Angelow (1987) - 0,15 mg/kg СВ. Данните от изследванията на други автори заемат междинно положение. Затова можем да допуснем, че в контролната група марули концентрацията е близо до долната граница на нормата, въпреки добрата селенова обезпеченост на почвата, докато при опитната група е налице много добро ниво на този елемент от гледна точка на есенциалитета му за хората и животните. Налага се заключението, че повишената фотосинтеза при тези растения, стимулира натрупването и на селен, но разбира се, тук са необходими по-задълбочени проучвания и анализи.

### **Молибден (Mo)**

Молибденът изпълнява важна функция в растенията и играе относително по-малка роля в метаболизма на животните и човека. Усвояването на молибден от растенията и особено от животните и човека е в пряка зависимост от съдържанието на сяра (Neunhäuserer et al., 2001). Сравнявайки литературните данни и получените от нас резултати за нивата на молибден в почвата и растенията, можем да направим извода, че дори може да се говори за известен минимален недостиг на този елемент.

### **Сребро (Ag), Кадмий (Cd), Калай (Sn), Живак (Hg) и Олово (Pb)**

Тези елементи са възприемани по-скоро като токсични, както за растенията, така и за животните и човека и поради тази причина тук сме склонни да говорим по-скоро за пределно допустими концентрации, които не бива да се надхвърлят, отколкото за някакъв

есенциалитет. При получените от нас резултати от анализа на почвени и растителни проби няма основания за такива опасения, още повече, че не са налице и никакви съществени разлики между групите, които да дадат основание за по-задълбочени анализи.

## ИЗВОДИ

- Трикратното увеличение на концентрацията на кобалт при опитната група ( $P < 0,001$ ) определено може да се свърже с повишената фотосинтеза и очакваните нива на Vit. B<sub>12</sub>;
- Представяват интерес и нивата на елементите ванадий и хром - съответно 3,3 и 10,7 пъти по-високи при опитната в сравнение с контролната група ( $P < 0,001$ );
- Съдържанието на мед и селен в растенията кореспондират с високото им ниво в почвата, но при медта акумулирането при опитната група е подтиснато ( $P < 0,01$ ), докато за селена може да предположим, че CO<sub>2</sub> стимулира до известна степен натрупването му ( $P < 0,05$ ).

## ЛИТЕРАТУРА

- Andresen, E., Peiter, E. & Küpper, H.** (2018). Trace metal metabolism in plants. *Journal of Experimental Botany*, 69(5), 909–954.
- Angelow, L.** (1987). Selenic deficiency and the selenium status of goats, doctoral thesis, FSU-Jena (De).
- Anke, M., Groppe, B., Krause, U., Angelow, L., Arnold, W., Masaoka, T., Barhoum, S. & Zervas, G.** (1988). Normal manganese, zinc, copper, iron, iodine, molybdenum, nickel, arsenic, lithium and cadmium supply dependent on the geological origin of the site and its effects on the status of these elements in wild and domestic ruminants. In: Trace elements in man and animals, 6. Hurley, L.S. (ed.). New York (USA). *Plenum Press*, 663-665.
- Anke, M., Hoffmann, G., Gruen, M., Groppe, B. & Riedel, E.** (1982). Absorption, distribution and excretion of arsenic-76 in hens and ruminants. In: *The use of isotopes to detect moderate mineral imbalances in farm animals*. Joint FAO/IAEA Div. of Isotope and Radiation Applications of Atomic Energy for Food and Agricultural Development, Vienna (Austria), 135-146.
- Anke, M., Müller, R., Hoppe, C. & Schäfer, U.** (2004). Zinc in the food chain – its biological importance. Part One: Zinc in the flora. In: M. Anke, et al. (eds.). *Mengen- und Spurenelemente 22 Workshop*, 2, 1800-1805.
- Audu, A. & Lawal, A.** (2006). Variation in Metal Contents of Plants in Vegetable Garden Sites in Kano Metropolis. *J. Appl. Sci. Environ. Mgt.*, 10(2), 105 – 109.
- Bombach, G., Pierra, A. & Klemm, W.** (1994). Arsenic in contaminated soil and river sediments. In: *Frese-nius's Journal of Analytical Chemistry*, 350(1-2), 49-53.
- Borowska, K. & Koper, J.** (2000). Total selenium and total available phosphorus content in soils and Lucerne from from Kujawy Upland. In: M. Anke, et al. (eds.). *Mengen- und Spurenelemente 20 Arbeitstagung*, 173-179.
- Chaudhari, B. H., Parmar, J. K., Mali, R. H. & Bumbadiya, N. H.** (2017). Effect of Co level and FYM on growth and yield of fodder maize. *International Journal of Chemical Studies*, 5(1), 327-329.
- Hattemer-Frey, H. A., Lau, V. & Krieger, G. R.** (1994). A preliminary evaluation of the soil, plant and chemical parameters that influence root uptake of some metals. In: Trace substances, environment and health. Coth-ern, C.R. (ed.). Northwood (United Kingdom). *Science Reviews Ltd.*, 53-61.
- Henry, P. R.** (1995). Manganese bioavailability. In: C. B. Ammerman, D. H. Baker, A. J. Lewis (eds.), *Bioavail-ability of Nutrients for Animals*, Academic Press, NY, 239-256.
- Henry, P. R., Littell, R. C. & Ammerman, C. B.** (1997). Bioavailability of cobalt sources for ruminants. 1. Effects of time and dietary cobalt concentration on tissue cobalt concentration. *Nutrition Research*, 17(6), 947-955.
- Kleiber, T.** (2014). Effect of Manganese Nutrition on Content of Nutrient and Yield of Lettuce (*Lactuca Sativa* L.) in Hydroponic. *Ecological Chemistry and Engineering S.*, 21(3), 529-537.
- Knížatová, M., Brouček, J. & Mihina Š.** (2010). Seasonal differences in levels of carbon dioxide and ammonia in broiler housing. *Slovak Journal of Animal Science*, 43, 105–112.
- Kosiorek, M. & Wyszowski, M.** (2019). Effect of cobalt on environment and living organisms - a review. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(5), 11419-11449.
- Kubicka, K., Samecka-Cymerman, A., Kolon, K., Kosi-ba, P. & Kempers, A.** (2015). Chromium and nickel in *Pteridium aquilinum* from environments with various levels of these metals. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 22, 527–534.
- Makino, A. & Mae, T.** (1999). Photosynthesis and Plant Growth at Elevated Levels of CO<sub>2</sub>. *Plant Cell Physiol.*, 40(10), 999-1006.
- Mihina, Š., Sauter, M., Palkovičová, Z., Karandušovská, I. & Brouček, J.** (2012). Concentration of harmful



- gases in poultry and pig houses. *Animal Science Papers and Reports*, 30, 395–406.
- Neadoe, A., Richter, D., Anke, S., Schmidt, P., Machelet, B. & Anke, M.** (1996). The effect of the tar exposer of a living area on the manganese transfer from soil to plants and Human. *Proceedings of 2nd Inter. Symp. on “Metal Elements in Environment, Medicine and Biology”*, Romania, 309-314.
- Neunhäuserer, C., Berreck M. & Insam, H.** (2001). Remediation of Soils Contaminated with Molybdenum using Soil Amendments and Phytoremediation. *Water, Air, and Soil Pollution*, 128(1-2), 85-96.
- Pinto, E., Almeida, A., Aguiar, A. & Ferreira, I.** (2014). Changes in macrominerals, trace elements and pigments content during lettuce (*Lactuca sativa* L.) growth: Influence of soil composition. *Food Chemistry*, 152, 603-611.
- Prior, S., Runion, G., Marble, S., Rogers, H., Gilliam, C. & Torbert, H.** (2011). A Review of Elevated Atmospheric CO<sub>2</sub> Effects on Plant Growth and Water Relations: Implications for Horticulture. *Hortscience*, 46(2), 158-162.
- Ringelband, U. & Hehl, O.** (2000). Kinetics of vanadium bioaccumulation by the brackish water hydroid *Cordylophora caspia* (Pallas). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 65, 486-493.
- Samantaray, S., Rout, G. & Das, P.** (1998). Role of chromium on plant growth and metabolism. *Acta Physiologiae Plantarum*, 20, 201-212.
- Siegert, E., Anke, M., Szentmihalyi, S., Regius, A. & Lokay, D.** (1986). The zinc content of the bovine hide depends on the geological origin of the site. In: M. Anke, W. Baumann, H. Bräunlich, Chr. Brückner, B. Groppe (eds). 5. Spurenelementensymposium (Trace Elements), VEB Kongreß- und Werbedruck, Oberlungwitz, DDR, 2, 487-493 (De).
- Szentmihalyi, S., Anke, M., Regius, A., Ravel, J., Lokay, D. & Grun, M.** (1986). The copper supply of the flora in middle Europa. In: M. Anke, W. Baumann, H. Bräunlich, Chr. Brückner, B. Groppe (eds). 5. Spurenelementensymposium (Trace Elements), VEB Kongreß- und Werbedruck, Oberlungwitz, DDR, 2, 377-386.
- Teklić, T., Engler, M., Cesar, V., Lepeduš, H., Paradiković, N., Lončarić, Z., Štolfa, I., Marotti, T. & Mikac, N.** (2008). Influence of excess copper on lettuce (*Lactuca sativa* L.) grown in soil and nutrient solution. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 6(3-4), 439-444.
- Vachirapatama, N., Jirakiattikul, Y., Dicoski, G., Townsend, A. & Haddad, P.** (2011). Effect of vanadium on plant growth and its accumulation in plant tissues. *Songklanakaraj J. Sci. Technol.*, 33(3), 255-261.
- Vatansever, R., Ozyigit, I. I. & Filiz, E.** (2017). Essential and Beneficial Trace Elements in Plants, and Their Transport in Roots: a Review. *Appl. Biochem. Biotechnol.*, 181, 464–482.
- Vučemilo, M., Matković, K., Vinković, B., Jaksić, S., Granić, K. & Mas, N.** (2007). The effect of animal age on air pollutant concentration in a broiler house. *Czech Journal of Animal Science*, 52, 170-174.
- Wagner, H., Petrova I. & Angelow, L.** (2004). Distribution of selenium along the food chain of sheep reared in mountain pasture areas. In: M. Anke, et al. (eds). *Mengen- und Spurenelemente 22 Workshop*, 1, 424-429.
- Wang, J. F. & Liu, Z.** (1999). Effect of vanadium on the growth of soybean seedlings. *Plant and Soil*, 216(1-2), 47-51.
- Welch, R.** (2008). The biological significance of nickel. *Journal of Plant Nutrition*, 3(1-4), 345-356.
- Yruela, I.** (2005). Copper in plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 17(1), 145-156.
- ZhenZhu, F., XiaoYu, D., HeChen, Z., LiMin, W., HuiJuan, W., YanMin, L., Hui, J. & Jie, G.** (2018). Effects of trace elements on growth and photosynthetic physiology of *Phalaenopsis*. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 47(2), 98-100.

Received: November, 22, 2024; Approved: December, 02, 2024; Published: December, 2024