

ПРОУЧВАНЕ НА ХИМИЧНАТА НЕЕДНОРОДНОСТ НА КАДМИЙ И ОЛОВО В ТРОФИЧНА ВЕРИГА: АВТОТРОФНИ ОРГАНИЗМИ – ДРЕБНИ ПРЕЖИВНИ ЖИВОТНИ В АНТРОПОГЕННИ ЕКОСИСТЕМИ С ПОВИШЕН ТЕХНОГЕНЕН КЛАРК

Байко Байков¹, Христо Христов², Димо Пенков², Christine Willeke-Wetstein³, Joerg Steinbach³, Моника Китанова⁴, Ботьо Захаринов⁴

¹ Лесотехнически университет – София

² Аграрен университет – Пловдив

³ Justus –Liebig University, Giessen, Germany

⁴ Нов български университет

През ХХ век е доказана химичната нееднородност не само в абиотичните компоненти на биосферата, но и в живите организми. Проучванията са провеждани основно с оглед установяване степента на концентриране или разсейване на химични елементи в автотрофните организми в сравнение с количеството им в почвата, като основание за такъв подход е фактът, че 90% от живото вещество е представено от автотрофни организми (Доброволский, 1984, 1998 и др.). Досегашните ни проучвания са проведени с птици при моделирани условия (Вауков, 1994; Вауков et al., 1995, 1996, 1996-а) и при хидробионти (Вауков et al., 1999). Повечето от опитите с птици са проведени при моделирани условия с обогатяване на дажбата с различни количества кадмий и олово.

В настоящите изследвания си поставихме следните задачи:

1. Да определим техногенния кларк на олово и кадмий в почвата и съдържанието им в първичната и вторична биологична продукция.
2. Чрез разработения от нас критерий “Фактор на биоконцентрация” (ФБ) да преценим движението на олово и кадмий в първичната и вторична биологична продукция.
3. Да преценим съществуват ли видови различия в биоаккумуляцията на олово и кадмий.

Материал и методи

Проучванията са проведени с 2 групи (n=10) изравнени по пол, възраст и порода кози (*Capra hircus*) и овце (*Ovis aries*) в първа технологична възраст (от раждането до 70-дневна възраст). За изследване на химичната нееднородност на автотрофното равнище е формирано растително съобщество от типични за региона растения: 30% житни, в които преобладават видовете *Andropogon ischaemum*, *Poa bulbosa*, *Festuca ovina*; 5% бобови от видовете *Genista tinctoria*, *Onibrychis arenaria*, *Sanguisorba minor*, 55% разнотреви, които включват видовете *Euphorbia cyparissias*, *Tecrium chamaedris*; *Thymus montana*; *Filagi germanica*; *Sclerantus annus*, *Vverbascum thapsiformae*, *Eringuim campestre*; *Sempervivum patens*; 5% храсти – *Juniperus communis*, *Rubus idaeus*, *Caprinus orientalis* и 5% дървета – *Pinus silvestris*. Периодично са вземани проби от растителното съобщество, като всяка проба включва житни, бобови и разнотреви. При яретата и агнетата са изследвани биомаса, разход на фураж, здравословно състояние, кланични показатели. Почвата от повърхностния почвен слой, пасищната трева и сено, мускулатура, черен дроб и бъбреци са изследвани за съдържание на олово и кадмий и по метода на Jorchrem (1993) с AAS тип Perkin-Elmer 4100.

Химичната нееднородност на почвата е преценена количествено по кларка на концентрация (К), а биоаккумуляцията на автотрофното и първото хетеротрофно равнище по разработения от нас критерий (ФБ). Кларкът на концентрация (К) = съдържание на изследвания елемент в почвената проба / средния кларк за почвата. ФБ е определян на две равнища: $ФБ_1$ = количество на химичния елемент в mg на 1 kg суха биомаса / съдържание в mg на 1 kg почва; $ФБ_2$ = количество на химичния елемент в mg на 1 kg суха биомаса / съдържание в mg / 1 kg фураж.

Резултати и обсъждане

В табл. 1 са отразени резултатите от проучване на химичната нееднородност на екотопа. Кларкът на оловото е 4,27, а на кадмия 49,14.

В първичната биологична продукция (пасищни треви и сено) се установява разсейване като ФБ е 0,06 за олово и 0,21 за кадмия. Химичната нееднородност е ясно изразена в изследваните органи и тъкани на животните от първо хетеротрофно равнище – в случая овце и кози. По критерия $ФБ_1$ се установява разсейване, което е в различна степен по отношение на оловото и на кадмия. При първия елемент степента на биоаккумуляция е от порядъка на 0,01n, а при кадмия от порядък 0,1n, като се ус-

тановяват видови различия – в организма на агнетата стойностите на ФБ_1 са по-високи в сравнение с тези при яретата. При преценка на химичната нееднородност по критерия ФБ_2 се установяват видови и топографски различия. В мускулатурата и на двата изследвани вида животни има висока степен на разсейване на оловото и на кадмия. В черния дроб на яретата и на агнетата е установено разсейване на оловото, но ФБ_2 се приближава до 1 (0,81 и 0,89). По отношение на кадмия видовите различия са съществени – ФБ_2 в черния дроб на яретата е 0,68, а в черния дроб на агнетата 1,19. Проведените проучвания показват, че съществува биоаккумуляция (при сравняване с автотрофните организми) на кадмия в бъбреците (ФБ_2 при яретата е 1,04, а при агнетата 2,65). По отношение на оловото различията между двата вида животни са по-малки: ФБ_2 в бъбреците на яретата е 0,85, а на агнетата – 1,19.

Таблица 1
Table 1

Химична нееднородност в екотоп с повишен техногенен кларк на Pb и Cd
Chemical heterogeneity in ecotope with increased technogenic klark of Pb and Cd

	Съдържание Contents mg/kg	Олово	Олово	Кадмий	Кадмий
		Lead Ярета Kids	Lead Агнета Lambs	Cadmium Ярета Kids	Cadmium Агнета Lambs
1.	Почва на пасището Soil of pasture Средно съдържание за България Average contents for Bulgaria К	118 25 4,27	118 25 4,27	3,44 0,07 49,14	3,44 0,07 49,14
2.	Ливадна трева /сено/ Hay ФБ	6,63 0,06	6,63 0,06	0,72 0,21	0,72 0,21
3.	Фитофаги Phytophags				
3.1.	Черен дроб Liver ФБ1 ФБ2	1,59/5,42 0,05 0,81	1,77/5,91 0,05 0,89	0,14/0,49 0,14 0,68	0,40/1,37 0,40 1,90
3.2.	Бъбрек Kidney ФБ1 ФБ2	1,10/5,61 0,05 0,85	1,51/7,87 0,07 1,19	0,10/0,51 0,15 1,04	0,36/1,89 0,54 2,65
3.3.	Мускулатура Muscles ФБ1 ФБ2	0,83/3,00 0,02 0,45	0,92/3,15 0,03 0,47	0,03/0,09 0,03 0,12	0,10/0,35 0,10 0,49

В табл. 1 са отразени резултатите от изследване на количеството на олово и кадмий в мускулатурата, черния дроб и бъбреците на агнета и ярета, отглеждани в регион с повишен техногенен кларк на посочените токсични елементи. В числител е посочено съдържанието на изследвания елемент в kg свежа маса, а в знаменател в kg сухо вещество. Най-високо е съдържанието на олово и кадмий в черния дроб, най-ниско в мускулатурата. Хигиенната преценка на база нормативите на ЕС – regulation 466/2001, в съответствие с която е Наредба №12/2002 на Министерство на здравеопазването показва, че техногенно високия кларк на двата токсични елемента дава отражение върху качеството на получената вторична биологична продукция. При ПДК за олово в черния дроб и бъбреците 0,5 mg/kg биомаса установените количества 1,77 mg/kg черен дроб на агнетата и 1,59 mg/kg черен дроб на яретата са съответно 3,54 и 3,18 пъти над ПДК. Високи са стойностите на оловото и в бъбреците – 3,02 пъти над ПДК при агнетата и 2,2 пъти при яретата. Най-високи са стойностите в мускулатурата. При ПДК 0,1 mg/ на 1 kg установените количества: 0,92 mg при агнетата и 0,83 mg при яретата са съответно 9,2 и 8,3 пъти над ПДК. Докато при хигиенната оценка на вторичната биологична продукция по отношение съдържанието на олово са характерни приблизително еднакви стойности, при преценка съдържанието

на кадмий се установяват видови различия. Съдържанието на кадмий в черния дроб на агнетата и на яретата е под ПДК (ПДК=0,5). Значително по-ниско е съдържанието на токсичния елемент и в бъбреците на яретата – при ПДК 1 се установява при агнетата 0,36 и 0,10 при яретата. При ПДК на кадмий 0,05 за мускулатура при агнетата се установява съдържанието, което е двукратно по-високо от регламентираното, докато при яретата е под допустимите стойности на ПДК. Съществени са видовите различия: количеството на кадмия в черния дроб на агнетата е 2,9 пъти по-високо в сравнение с това на яретата, на бъбреците 3,6 пъти и в мускулатурата 3,3 пъти. При клинично изследване на животните не бяха установени отклонения от нормалните показатели на температура, пулс, дишане, състояние на лигавиците. Не бяха установени и признаци за остра или хронична интоксикация.

Получените резултати позволяват да се направят следните изводи:

1. В екоотоп с повишен техногенен кларк на олово и кадмий получената вторична биологична продукция, която се използва за храна на човека, е със съдържание на олово и кадмий, което за черния дроб и бъбреците е значително над ПДК регламентирано от ЕС. По отношение количеството на изследваните елементи в мускулатурата, изводът е аналогичен с изключение на мускулатурата на яретата, която отговаря на хигиенни изисквания за ПДК на кадмия. Следва да се отбележи, че този критерий (ПДК съгласно нормите на ЕС) е хигиенен, а не екологичен и не дава информация за движението на материята в антропогенната екосистема на равнище хетеротрофни организми.

2. Използването на критерия ФБ дава възможност за преценка, че на равнището на автотрофните организми съществува разсейване на олово и кадмий във висока степен. Във вторичната биологична продукция тази особеност се запазва, но преценена по предшестващото трофично равнище, където се установяват видови и топографски различия.

3. При прилагане на критериите ФБ₁ и ФБ₂ се установяват видови различия при агнетата и яретата по отношение биоаккумуляцията на олово и кадмий в изследваните тъкани, които дават основание в еко-топи с техногенно висок кларк на олово и кадмий да се интродуцира популация от кози, вместо овце.

Литература

1. Добровольский, В. В. Проблемы геохимии в физической географии, М., Просвещение, 1984.
2. Добровольский, В. В. Основы биогеохимии, М., Высшая школа, 1998.
3. Baykov, B. An objective method for assessment of the movement of chemical elements in anthropogenic ecosystem /domestic animal farms, *Toxicol. Environ. Chem.*, 42, 227–233, 1994.
4. Baykov, B. et al. New ecological approach the prognosis of heavy metal content in products of animal origin, *Toxicol. Environ. Chem.*, 49, 119–121, 1995.
5. Baykov, B. et al. Cadmium and lead bioaccumulation in male chickens for high food concentration, *Toxicol. Environ. Chem.*, 54, 155–159, 1996.
6. Baykov, B. et al. Lead and cadmium bioaccumulation in fowl eggs depending on different food concentration, *Toxicol. Environ. Chem.*, 54, 149–154, 1996.
7. Baykov, B. et al. A new criterion for assessment of the chemical heterogeneity in the organisms of hydrobionts, *Toxicol. Environ. Chem.*, 68, 471–474, 1999.
8. Jorchem, L. Determination of Metals in Foodstuffs by AAS, *J of AOAC International*, 76 (4), 798–813, 1993.

INVESTIGATION OF CHEMICAL HETEROGENITY OF CADMIUM AND LEAD IN FOOD CHAIN: AUTOTROPHIC ORGANISMS – SMALL RUMINANT ANIMALS IN ANHTROPOGENIC ECOSYSTEMS WITH INCREASED TECHNOGENIC KLARK

Bayko Baykov¹, Hristo Hristev², Dimo Penkov², Christine Wielke-Weststein³, Joerg Steinbach³, Monika Kitanova⁴, Botio Zacharino⁴

¹University of Forestry – Sofia, ²Agriculture University – Plovdiv, ³Justus – Liebig University, Gressen, Germany; ⁴New Bulgarian University – Sofia

Summary

Owr study discuss the movements of lead and cadmium in the anthropogenic ecosystem with increased technogenic klarck, investigating the changes in autotrophic organisms and secondary biological production from kids and lambs. We offer a new measure for estimation of chemical heterogeneity and it was found the topographic difference and difference of species in the bioaccumulation of these toxic elements.

Key words: lead, cadmium, bioaccumulation, sheeps, kids