
**BIOCENOTIC HETEROGENEITY IN ANTHROPOZOOCENOSES FOR EGGS.
ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENTAL RISK****Veselin Kirov**University of Forestry, Faculty of Veterinary Medicine, Sofia, Bulgaria, kirovvk@gmail.com**Alexander Tchoukanov**University of Ontario Institute of Technology, Faculty of Health Sciences, North Oshawa, Ontario,
Canada, aitchoukanov@yahoo.ca

Abstract: The biosphere and ecosystems are characterized by energy, chemical and spatial heterogeneity. To assess the effectiveness of anthropogenic activity in the transformation of a natural environment into an eco-technical system for eggs, the criterion of "biocenotic heterogeneity" is proposed which connects the said heterogeneities and is therefore considered to be integral.

When biosynthesis is formed in eco-technical systems, a characteristic feature is the continuity of the production process, which requires anthropogenic formation of a new type of trophic chain. The lack of autotrophic organisms in biosynthesis and the transformation of the ecotope from a source of food resources (as in natural ecosystems) into a habitat of the economically useful population is the cause of the torn circle of matter in the eco-systems of egg, meat or milk production. The break of the matter circle is at 4 points: the introduction of biogenic elements and energy with the ration, which includes components derived from ecotopes geographically remote from the ecotechnical system; in drinking water, which also occurs in many farms from a geographically remote ecotope; in the export of the secondary organic production used for human food; in the disposal of organic waste /manure, animal bodies, etc./. The lack of biopotentials of a bioreduction unit forces the resulting waste biomass to be removed from the ecotope.

Two-component mesocosmos model has been applied to modeling the eco-technical system for eggs, and studies have been conducted with 5 lines of laying hens. The increase in biocenotic heterogeneity has led to a hundredfold increase in bio-productivity at the primary bio-consumers level, with the ability to manage the quality of the produced produce. The environmental risk is increased as it stems from the linearity of the technological processes, which results in organic manure. The manure is a prominent risk factor, so this is the reason to make a risk assessment of his storage for 180-days. There are greenhouse gases and nitrogen emission. The environmental risk is also due to pathogenic microorganisms in the manure. In the fresh manure the microbial landscape is as follows: total number – $2.8 \cdot 10^{10}$; *Cl. perfringens* – $3.9 \cdot 10^3$; *E. coli* – $6.1 \cdot 10^4$ and *Enterococcus* – $2.2 \cdot 10^8$. When we have a storage of manure for 180 days, we do not have a microbial decontamination. The changes in a number of *hygiene indicator microorganisms* in the manure (calculated on a dry matter basis) are as follow: increase of total number with 336%; *Cl. perfringens* –with 564%, *E. coli* - with 180,3% and reducing of microorganisms of the genus *Enterococcus* – with 66,4%.

Keywords: biosphere, egg anthroposocenoses, biotechnological heterogeneity, manure, hygiene indicator microorganisms.

**БИОЦЕНОТИЧНА НЕЕДНОРОДНОСТ В АНТРОПОЗООЦЕНОЗА ЗА ЯЙЦА -
ПРЕЦЕНКА НА ЕКОЛОГИЧНИЯ РИСК****Veselin Kirov**University of Forestry, Faculty of Veterinary Medicine, Sofia, Bulgaria, kirovvk@gmail.com**Alexander Tchoukanov**University of Ontario Institute of Technology, Faculty of Health Sciences, North Oshawa, Ontario,
Canada, aitchoukanov@yahoo.ca

Резюме: Биосферата и екосистемите се характеризират с енергийна, химична и пространствена нееднородност. За преценка на ефективността на антропогенната дейност при трансформация на природна в екотехническа система за яйца се предлага критерия „биocenотична нееднородност“, който свързва посочените хетерогенности, поради което се приема като интегрален.

Характерна особеност при формиране на биоценозата в екотехническите системи е непрекъснатостта на производствения процес, което изисква антропогенно формиране на нов тип трофична верига. Липсата на автотрофни организми в биоценозата и превръщането на екотопа от източник на хранителни ресурси /както е в природните екосистеми/ в местообитание на стопански ползвателна популация, е причина за разкъсвания кръговрат на материята в екотехническите системи за производство на яйца, месо или мляко. Разкъсването на кръговрата на материята е в 4 пункта: при внасянето на биогенни елементи и енергия с дажбата, която включва компоненти получени от екотопи, географски отдалечени от екотехническата система; при внасяне на водата за пиене, която също в много ферми се получава от географски отдалечен екотоп; при изнасяне на вторичната биологична продукция, използвана за храна на човека; при изнасяне на отпадъчната биологична продукция /тор, трупове на животни и др./. Липсата в биоценозата на звено на биоредуцентите налага получената отпадъчна биомаса да бъде отстранена от екотопа.

При моделиране на екотехническа система за яйца е приложен двукомпонентен модел тип „мезокосмос“, като са проведени проучвания с 5 линии кокошки-носачки. Нарастването на биоценотичната хетерогенност довежда до стократно увеличаване на биологичната продуктивност на равнище първични биокунсументи, с възможност управление на качеството на произведената продукция. Значително се повишава екологичния риск, произтичащ от линейността на технологичните процеси, поради която се получава органичен тор. Торът е високозначим рисков фактор, поради което се прави преценка за риска при неговото съхранение за 180 денонощия. Установява се емитиране на парникови газове и на азотни съединения. Екологичният риск се дължи и на патогенните микроорганизми в тора. В свежия тор микробният пейзаж е както следва: общ брой – $2.8 \cdot 10^{10}$; *S. perfringens* – $3.9 \cdot 10^3$; *E. coli* – $6.1 \cdot 10^4$ и *Enterococcus* – $2.2 \cdot 10^8$. При съхранение на тора в продължение на 180 денонощия не се постига микробно деконтаминиране. Промените в броя на санитарноиндикаторните микроорганизми в тора /изчислени на база сухо вещество/ както следва: увеличаване на общия брой с 336%; на *S.perfringens* – с 564%, на *E.coli* - със 180,3% и намаляване броя на микробите от род *Enterococcus* – с 66,4%.

Ключови думи: биосфера, антропозооценоза за яйца, биоценотичната нееднородност, тор, санитарноиндикаторни микроорганизми

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Вернадски (1926) дефинира биосферата като сложна, многокомпонентна, устойчива динамична система обхващаща пространството в които има живи организми или продукти от жизнената им дейност. Хетерогенни структури /атмосфера, хидросфера и литосфера/ се интегрират в единна и устойчива структура от живите организми. Тя се управлява и прогресивно развива благодарение на живото вещество. Хетерогенните структури формират „организирана нееднородност, придаваща на биосферата уникални качества, изразяващи се в нейната изключителна устойчивост с агрегатна, енергийна, пространствена, зонална и геохимична нееднородност /Водопянов, 1981/.

Anderson (1977) посочва, че независимо от неравномерното разпределение на ресурсите (енергия +биогенни химични елементи), по цялата планета съществуват условия за живот. Различията в разпределението на ресурсите са причина за пространствена хетерогенност, която зависи от множество фактори: релеф, климат на региона, химична нееднородност и енергийни ресурси. За преценка на интегралния ефект от химичната, енергийната и свързаната с климата и релефа хетерогенност ние предлагаме критерия „биоценотична нееднородност“ не само за биосферата, но и за организмово равнище екосистема. Този критерий прилагаме и за преценка на интегралния ефект от антропогенните въздействия, които се проявява чрез промени в енергетиката, движението на химичните елементи и промените в климата при антропогенно трансформиране на природните екосистеми в екотехнически. Тази нееднородност количествено се характеризира чрез биологичната продуктивност, която Дажо /1975/ дефинира като „количеството живо вещество /биомаса/ произведено на единица площ /обикновено m^2 / или единица обем /при водни и почвени биоценози /за единица време/ денонощие или година“.

В категорията на антропогенните и екотехническите системи са включени агроценози /за продукти от растителен произход / и антропозооценози/ за продукти от животински произход - вторична биологична продукция. Като критерий за комплексна екологична преценка на антропогенната трансформация на природна екосистема в екотехническа – ферма за производство на яйца ние прилагаме критерия биоценотична нееднородност. Целта е да се обективизира информацията за последиците от промените в биоценотичната хетерогенност като се посочат положителните за обществото страни и неблагоприятните последици за човека и природата, които дефинираме като екологичен риск.

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Експериментите са преведени в екотоп, който е трансформирана природна екосистема в интегриран с два модула модел на екотехническа система за яйца, равнище „ мезокосмос “ по класификацията на Одум /1986/. Първият модул включва модифицирана трофична верига от пасищен тип, която се характеризира с разкъсан кръговрат на материята и внасяне на ресурси /материя и енергия/ от външни за системата екотопи.

Първият модул /трофична верига от пасищен тип/ включва антропогенно модифициран екотоп: климатизирани помещения в експериментална ферма.

Абиотичните параметри на жизнената среда са в съответствие с Наредба № 25/2006 /Дв. Бр. 42/2006/ на МЗХ, както следва: температура на въздуха 16-22°C, относителна влажност 50-72 %; скорост на движение на въздуха в жизнената зона -0,2 -0,5 м/сек, интензивност на светлината – 40 лукса, съдържание на токсични газове – въглероден диоксид -0,1%, амоняк и сероводород – следи. Птиците са поени с вода от централен водоизточник отговаряща на изискванията на Наредба № 9/2001 год. В екотопа е интродуцирана група от 80 изравнени по възраст, биомаса и здравословен статус птици от вида Gallus gallus, категория кокошки-носачки, порода ИСА-БРОУН (ISA-Brown) на 18 седмична възраст, от 5 линии изравнени по възраст както следва: група А - хисекс бял (леки), група В - хисекс бял (тежки), група С - хисекс кафяв, група Д - хибрид РА - 4, група Е – линия Е на хибрид СЗ – 80, които се отглеждат в продължение на 300 дни.

През опитния период птиците получават дажба, със съдържание: 18% суров протеин, 0,44% усвоим фосфор, 3,8 3% калций, 0,91% лизин, 0,76%, метионин + цистеин и обменна енергия 2750 kcal/kg фураж.

Биотичните фактори се регулират чрез прилагане на утвърдените в практиката профилактични програми и чрез регулиране абиотичните фактори /интензивността на въздухообмена/ за лимитиране микробното замърсяване на въздуха. Птиците са отглеждани подово без постеля, при плътност 6 кокошки/м² подова площ.

Вторият модул е модел на детритна верига реализиран в три варианта, които възпроизвеждат технологии прилагани в практиката биотехнологична верига за анаеробно разграждане на органичните вещества на тора /AP/, за контролирано аеробно разграждане /компостиране/ и модел за екстензивно аеробно разграждане, възпроизвеждащ добрите фермерски практики (ДФП), които включват създаване на условия за неконтролирано аериране в продължение на 180 денонощия.

За оптимизиране на метановата ферментация приложихме модела на Chen и Hashimoto /1979/, модификация Chen & Varel /1980/, използвана от Baykov & Tugawska, 1991.

Вторият вариант на биотехнологична система е модел на контролирано аеробно минерализиране, реализиран в лабораторна инсталация за компостиране, описана в /Kirov et al.,2018/.

Третият модел възпроизвежда аеробно разграждане на органичните вещества на тора при екстензивни, неконтролирани условия, прилагани широко в практиката и известни като „Добри фермерски практики“. В мащабен модел на торохранилище, от устойчива пластмаса, торът се съхранява 180 денонощия.

Яйцата са събирани и изследвани ежедневно. Белтъкът, жълтъкът и черупката се разделят и претеглят поотделно. Ежедневно са вземани проби от тор /свеж и отлежаваш/, биошлам и компост и периодично на 10 дни от фураж и питейна вода/, които са изследвани по стандартизирани методи: Определяне на нативна маса и сухо вещество — БДС EN 12880:2003; - общ органичен въглерод — БДС EN 13137:2005; общ азот — БДС ISO 11261:2002; минерални азотни форми: амониев /NH₄⁺-N/ и нитратен /NO₃⁻-N/ азот — БДС ISO 14255:2002; Определяне на енергията (в KJ) с електронен калориметър KL-10.

Биологичната продуктивност на системата се определя по количеството на получената енергия, която се получава от 1 м² площ на екотопа за денонощие.

Микробиологичните изследвания на предоставените от нас проби са проведени от Попова /2015/ в рамките на изпълнение на договор с ФНИ, със стандартизирани методи, описани в отчета /6/.

Статическата обработка на получените резултати е направена на статическата програма - Origin® 7.0 SR0, V 7.0220 (B220) и на екселската програма. Критерий на статическата достоверност беше P < 0.05.

3. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Резултатите от проведените проучвания са представени в таблица 1.

Табл. 1. Биологичната продуктивност – динамика в резултат на антропогенна трансформация на системата.

№ по ред	Обект/ позиция в трофичната верига	Дименсия	Биологична продуктивност
1.	Природна екосистема-нископродуктивно пасище –	МДж/1 м ² от	0.018±0.004

	първична биологична продуктивност	екотопа/ денонощие	
2.	Първична биологична продуктивност в антропозооценоза за яйца	МДж/1 м ² от екотопа/ денонощие	A-10.48 ± 1.12 B-10.52±1.44 C-11.94±0.98 D-12.14±1.56 E-12.07±0.95
3.	Вторична биологична в антропозооценоза за яйца а/яйца	МДж/1 м ² от екотопа/ денонощие	A-1.72±0.42 B-1.91±0.56 C-2.22±0.72 D-1.72±0.77 E-1.71±0.94
4.	Вторична биологична в антропозооценоза за яйца в/ тор	МДж/1 м ² от екотопа/ денонощие	A-1.78 ± .88 B-1.79±0.94 C-2.00±0.87 D-1.74±0.78 E-1.91±0.88

Данните в таблицата показват, че антропогенната дейност е причина е значими промени в биоценотичната нееднородност при трансформация на природен екотоп /нископродуктивно пасище/ в екотехническа система за производство на яйца. При използване на еднаква дименсия: продуктивност в МДж/ за м² от екотопа за денонощие се установява над 500 пъти увеличаване на биологичната продуктивност на равнището на автотрофните организми / фуражни растения/. Установяват се различия в биологичната продуктивност на първото трофично равнище, преценено по разхода на фураж при отделните групи птици: A-10.48 ± 1.12; B-10.52±1.44; C-11.94±0.98; D-12.14±1.56; E-12.07±0.95. Следва важно за практиката уточнение: тази първична продуктивност е антропогенно модифицирана, тъй като не отразява първичната биологична продуктивност в екотопа. Независимо, че е внесена отвън тази продукция осигурява висока продуктивност и на следващото трофично равнище: на първичните биоконсументи /кокошки-носачки/ и произведената от тях вторична биологична продукция: яйца и тор. В природната екосистема не бяха установени биоконсументи / фитофаги и зоофаги/ със стопанско значение. В резултат на антропогенните фактори при експлоатация на екотехническата система се постига биологична продуктивност при фитофагите /кокошки-носачки/, която в двата потока на вторичната биологична продукция превишава продуктивността на природната екосистема както следва: при яйцата: от 95 до 123.3 пъти, която при отделните групи е както следва: A-1.72±0.42; B-1.91±0.56; C-2.22±0.72; D-1.72±0.77; E-1.71±0.94 МДж/1 м² от екотопа/ денонощие. Биологичната продуктивност на втория компонент на вторичната биологична продукция тора – е от 97 до 111 пъти по-висока в резултат на антропогенната трансформация на екосистемата. Тези резултати показват, че трансформацията на природната екосистема в екотехническа е възможност да се произведе стократно повече вторична биологична продукция: пълноценна храна за човека /яйца/ и тор, който е третиран като отпадъчен продукт който е носител на екологичен риск.

Проведените изследвания са база за преценка на позитивните стопански резултати и екологичния риск при традиционното технологично решение съгласно ДФП.

Положителните страни от трансформацията на системата са обект на множество публикации и се заключават в стократно повишаване на производството на пълноценни храни – яйца и възможност за управление на производството за гарантиране на безопасност на храните. Високата степен на концентрация на живо вещество /голям брой кокоски-носачки или бройлери/ на ограничена площ, която не е източник на хранителни ресурси и непрекъснатостта на производството са причина цикличното движение на биогенните елементи, характерно за природните екосистеми, да бъде заменено с линейност, в резултат на която се отделят отпадъчни продукти. Линейността е характерна за всички екотехнически системи и са рисков фактор за здравето на човека поради замърсяване на жизнената му среда.

Във фермите за яйца съгласно ДФП торът се третира като отпадъчен продукт. За преценка на екологичния риск, органичният тор, респективно животновъдната ферма се сравнява със „замърсителния ефект“ на селищна система, като се определя замърсяващия еквивалент в сравнение с определен брой жители.

В настоящия анализ внасяме ново съдържание в понятието „замърсителен ефект“ като го дефинираме, като екологичен риск, който включва преценка на основни опасности за здравето на човека и на екосистемите от органичните торове.

Интегрална преценка се базира на още три рискови фактора: количество и форми на азота, емитирането на парникови газове и наличие на патогенни микроорганизми.

За екологична преценка на екологичния риск от тора при ДФП са анализирани основни показатели представени в табл. /Таблица 2/

Таблица 2. Агрохимична и химична характеристика на твърд и течен оборски тор – проби от теренни изследвания на антропозооценози тип „макрокосмос“ (n = 6).

Показатели	Течен тор, пресен /ГТ-св/	Течен тор, престоил /ГТ-пр/	Тор при сухо почистване – пресен /ТСП-св/	Тор при сухо почистване – престоил /ТСП-пр/
pH	7,66	7,54	7,54	7,11
Сухо в-во, %	7,88±0,24	6,20±0,36	48,16±1,84	40,14±1,14
Орг. С, %	38,03± 2,11	26,78±1,24	30,72±2,46	20,41±1,34
Общ N, %	6,41±0,64	4,78±0,57	6,48±0,21	4,12±0,19
Подвижни N-NH ₄ , %	0,81±0,26	0,48±0,09	0,78±0,24	0,44±0,19
N-NO ₃ , %	3,96±0,86	34,24±2,14	3,18±0,77	35,18± 3,98

Проведените проучвания показват, че при съхранение на органичните торове намалява количеството на сухото вещество: при течния тор с 21.4%, а при тор ТСП – с 16.7%. Намаляването на сухото вещество средно с 1/5 е съпроводено с емитиране на метан, въглероден диоксид, амоняк, индол, скатол и др. Съхранението на тора съгласно ДФП, е причина за намаляване на количеството на органичния въглерод и при двете категории съответно с 29.6% и 33.6% или средно с около 1/3. Тези резултати са индикативни за интензивността на минерализиране на органичните вещества – приблизително една трета от органиката се превръща в минерални соли, които променят физикохимичните показатели на тора, като се увеличава количеството на достъпни за растенията и необходими за почвеното плодородие минерални соли на основните биогенни елементи, но в същото време намалява и количеството на енергията в ресурса, а част от тази енергия според нашата концепция следва да се оползотвори като енергия на газовото гориво, а другата част – като енергия на органичните съединения, които при внасяне в почвата формират хумуса.

Движението на въглерода при съхранение на тора следва да се анализира при преценка на екологичния риск. И при двете технологии на почистване на помещениата при съхранение на получения тор има редуциране на органичния въглерод с 1/3 - показател за интензивно емитиране на въглероден диоксид и метан.

За демонстриране значимостта на проблема представяме следния резултат от проведените проучвания: за 1 производствен цикъл е получен 7.500 kg сух тор, който съдържа 2852 g органичен въглерод. При загуби на 30% от въглерода количеството му само от тора за 1 птица е 855 g , което означава че реалния риск от емитиране на метан е 89.775 L само от 1 птица за един производствен цикъл. Като се имат предвид количествата на тора следва да се направи оценка, че при съхранение на тора се емитират значителни количества парникови газове, между които определящо значение има метана, който е с 28-30 пъти по-силно изразен парников ефект в сравнение с въглеродния диоксид. Проведени проучвания от много автори (по Костадинова, 2003) показват, замърсяване на въздуха с амоняк.

Преценката на екологичния риск включва анализ на движението на азота в екотехнологичната верига за съхранение на тора /Генчева, 2015/. При рационални технологии за преработка на тора съдържанието на азот само в екскрементите на 1 птица за 1 година при нашите опити варира от 480.75 до 486g при значителни количества на амониев , нитратен и нитритен азот/подвижни форми/.

Основен елемент на екологичния риск е наличието в тора на санитарноиндикаторните микроорганизми, които са основен показател при преценка на органичните подобрители на почвата съгласно Наредбата за утайките на МЗХ.

В Таблица 3 са представени данни за съдържанието на санитарноиндикаторни микроорганизми в различни органични торове, като за първи път се използва критерия „микробни тела на 1 g сухо вещество“

Таблица 3. Общ брой на микроорганизмите и съдържание на санитарно показателни бактерии в тор от кокошки-носачки, (Микроорганизми – CFU/g)

Материал	В нативен материал				В сухо вещество			
	Общ брой	<i>Cl. perfringens</i>	<i>E. coli</i>	<i>Enterococcus sp.</i>	Общ брой	<i>Cl. perfringens</i>	<i>E. coli</i>	<i>Enterococcus sp.</i>
Пресен	1,4.10 ^{10±}	2,0.10 ^{3±}	3,1.10 ^{4±}	1,1.10 ^{8±}	2,8.10 ^{10±}	3,9.10 ^{3±}	6,1.10 ^{4±}	2,2.10 ^{8±}
	0,3	0,1	0,4	0,2	0,6	0,2	0,8	0,4
Отлежал	4,2.10 ^{10±}	1,0.10 ^{4±}	5,1.10 ^{4±}	3,3.10 ^{6±}	9,4.10 ^{10±}	2,2.10 ^{4±}	1,1.10 ^{5±}	7,4.10 ^{6±}
	0,7	0,3	0,3	0,2	1,6	0,7	0,7	0,5

За първи път се правят сравнителни проучвания на база брой микроорганизми (CFU) в 1 g суха маса. В свежият тор броят на микробния пейзаж е както следва: общ брой – $2.8 \cdot 10^{10}$; *Cl. perfringens* – $3.9 \cdot 10^3$; *E. coli* – $6.1 \cdot 10^4$ и *Enterococcus* – $2.2 \cdot 10^8$. Проведените проучвания показват, че при съхранение на тора в продължение на 180 денонощия се променя броят на санитарноиндикаторните микроорганизми в тора /изчислени на база сухо вещество/ както следва: увеличаване на общия брой с 336%; на *Cl. perfringens* – с 564%, на *E. coli* – със 180,3% и намаляване броя на микробите от род. *Enterococcus* – с 66,4%. Тези резултати са от особено значение за практиката, тъй като се установява, че при съхранение в почвата се създават условия за размножаване на опасни за здравето на животните микроорганизми в резултат на, което значително се повишава техният брой след престой, който цели тяхното лимитиране в субстрата.

ОБОБЩЕНИЕ И ИЗВОДИ

Проведените проучвания показват, че е възможно посредством моделиране на екотехническа система за яйца да се прецени биоценотичната хетерогенност в динамика. Този критерий е интегрален и обединява последиците на антропогенната дейност, предизвикваща промени в енергийната, геохимичната и пространствената нееднородност в екосистемата. Подследиците от антропогенната дейност са:

1. Стократно увеличаване на вторичната биологична продуктивност използвана за храна /яйца/ с възможност за управление на нейното качество.
2. Значително повишаване на екологичния риск, произтичащ от линейността на технологичните процеси и получаване на органичен тор.
3. Торът е високозначим рисков фактор при традиционни технологии съгласно ДФП, тъй като част от въглеродните и азотни съединения стават източник на парникови газове и на азотни съединения в компоста.
4. Екологичният риск се дължи и на наличието на патогенни микроорганизми в тора. В свежия тор микробният пейзаж е както следва: общ брой – $2.8 \cdot 10^{10}$; *Cl. perfringens* – $3.9 \cdot 10^3$; *E. coli* – $6.1 \cdot 10^4$ и *Enterococcus* – $2.2 \cdot 10^8$. При съхранение на тора в продължение на 180 денонощия, съгласно изискванията „на добри земеделски практики“ не се постига микробно деконтаминиране. Промените в броя на санитарноиндикаторните микроорганизми в тора /изчислени на база сухо вещество/ както следва: увеличаване на общия брой с 336%; на *C. perfringens* – с 564%, на *E. coli* – със 180,3% и намаляване броя на микробите от род. *Enterococcus* – с 66,4%.

ЛИТЕРАТУРА

- Вернадски, В.И., (1967). Биосфера, М., Наука, с.277
- Водопьянов, П.А.,(1981). Устойчивость и динамика биосферы, Минск, Наука и техника, с 246
- Генчева, А., (2015). Проучвания на екосистемната биоенергетика в птицеферма за яйца с оглед намаляване на енергоемкостта за производството, Дисертация за присъждане на научнообразователна степен „Доктор“, Ст.Загора, Тр.У;
- Дажо, Р.,(1975). Основы экологии, М., Прогресс, с. 416;
- Костадинова, Г. (2003). Проучване въздействието на екотехнически системи за производство на краве мляко върху околната среда, Дисертация за ОНС „Доктор“, Стара Загора;
- Отчет, 2013. ДДВУ 02/3 Научноизследователски проект: „Екологизация на анаеробни биотехнологии чрез комбиниране на енергийни култури и отпадъчна биомаса“;
- Anderson, F.R., (1977). Resources for the Future Book, Baltimore, Johns Hopkins Press, p.384;

Baykov & Tyrawska, (1991) Baykov, B.D., D. Tyrawska. 1991. Ecological studies on antropogenic ecosystems. Publishing office, Institute of ecology. p180;

Chen, Y.R., A.Hashimoto, (1978). Kinetic parameters of thermophilic digestion of swine manure. *Trans. ASAE*. Vol.27.№5., 1491-1498;

Chen, Y.R., V.H. Varel.,(1980). Studies into using manure in a biorefinery concept. *Appl Biochem Biotechnol*. Spring; 121-124: 999-1015;

Veselin Kirov, Alexander Tchoukanov, Abdul Karim Hallak and Bayko Baykov, New Criteria for Chemical Heterogeneity of the Biosphere 2. Distribution of Cadmium and Lead in the Egg of Hens, *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, Online ISSN: 2319-7706, Volume 7 Number 7, 2018, page 1192-1203