

---

**BIOCENOTIC HETEROGENEITY IN ANTHROPOZOONOSIS FOR EGGS -  
TRIMODULATE ECOTECHNICAL AGROCENOSIS FOR EFFECTIVE USE OF  
MANURE**

**Veselin Kirov**

University of Forestry Faculty of Veterinary Medicine, Sofia, Bulgaria, [kirovvk@gmail.com](mailto:kirovvk@gmail.com)

**Alexander Tchoukanov**

University of Ontario Institute of Technology, Faculty of Health Sciences, North Oshawa, Ontario,  
Canada, e-mail: [aitchoukanov@yahoo.ca](mailto:aitchoukanov@yahoo.ca)

**Abstract:** There are three models of detritus chains that reproduce the technology for processing manure applied in practice for utilization of fertilizer from hens that were raised with floor adherence to the technological standards: biotechnological chain for anaerobic degradation of fertilizer (AR); for controlled aerobic degradation (composting, K) and installation of a plant that carries out processes of extensive aerobic degradation, and there is also reproduction of good farming practices (GFP) which include the creation of conditions for uncontrolled aeration for the duration of 180 days. It is established that the AR combines to a maximal degree, environmental priorities with economic priorities as there is the production of a gas fuel and a biosludge, which exists in its highest value as a fertilizer. A modified mathematical model is proposed to optimize the technological parameters of AR. In order to obtain optimal concentration (7-8%) to achieve maximum environmental efficiency (criteria R - maximum degree of degradation of organic matter in fertilizer), a sevenfold dilution of the substrate in water is required. Seven times the amount of product (biosludge) with a relatively low dry matter content- 4.08 %, is obtained.

The possibility of separating the biosludge has been studied. The liquid phase, which contains 65% of the dry matter, is found to include 60% of the organic matter and forms the predominant part of the biogenic elements: 87% of the nitrogen, in point, and 92% of the ammonium ions; 90% of the potassium, 74% of the magnesium and 79% of the calcium. More than a 1/3 of the dry matter (35%) and 40% of the organic matter remain in the solid phase, but its content of the plant-based macronutrients is much lower: for nitrogen- 13%, for phosphorus- 24%, for potassium- 10%, for magnesium- 26% and for calcium- 21%.

About 20% of the energy generated as biogas is consumed for the separation and granulation of the solid fraction. To improve energy efficiency, proposed is the creation of a three-module ecotechnical system for efficient utilization of biosludge, by depositing in the soil of the agrocenosis for feed production by the method of Petrov et al (1981) every 10 months yearly and separating the biosludge during the other two months, through which soil tillage is impossible due to meteorological conditions. During this period, the liquid phase is stored in cement reservoirs and separation is managed appropriately to avoid sedimentation of the solid phase of the biosludge during storage.

**Keywords:** anthropozoonosis for eggs, manure, biogenic elements, toxic elements, anaerobic digestion

**БИОЦЕНОТИЧНА НЕЕДНОРОДНОСТ В АНТРОПОЗООЦЕНОЗА ЗА ЯЙЦА-  
ТРИМОДУЛНА ЕКОТЕХНИЧЕСКА АГРОЦЕНОЗА ЗА ЕФЕКТИВНО  
ОПОЛЗОТВОРЯВАНЕ НА ТОРА**

**Veselin Kirov**

University of Forestry Faculty of Veterinary Medicine, Sofia, Bulgaria, [kirovvk@gmail.com](mailto:kirovvk@gmail.com)

**Alexander Tchoukanov**

University of Ontario Institute of Technology, Faculty of Health Sciences, North Oshawa, Ontario,  
Canada, [aitchoukanov@yahoo.ca](mailto:aitchoukanov@yahoo.ca)

**Резюме:** Разработени са 3 модела на детритна верига, които възпроизвеждат технологии за преработка на тора прилагани в практиката за оползотворяване на тора от кокошки-носачки отглеждани подово съобразно технологичните норми: биотехнологична верига за анаеробно разграждане на тора /АР/ ; за контролирано аеробно разграждане /компостиране / /К/ и инсталация за екстензивно аеробно разграждане, възпроизвеждащ добрите фермерски практики /ДФП/ които включват създаване на условия за неконтролирано аериране в продължение на 180 денонощия. Установява се, че АР съчетава в максимална степен екологични с икономически приоритети, тъй като се получава газово гориво и биоплам, който е най-

висока стойност като тор. За оптимизиране на технологичните параметри на AP е предложен модифициран математически модел. За да се получи оптимална концентрация /7-8 %/ за постигане на максимална екологична ефективност /критерии Р – максимална степен на разграждане на органичните вещества на тора/ е необходимо седемкратно разреждане на субстрата с вода. Получава се седемкратно по-голямо количество продукт /биошлам/ с относително ниско съдържание на сухо вещество – 4.08%.

Проучена е възможността на сепариране на биошлама. Установява се, че течната фаза, която съдържа 65% от сухото вещество включва 60% от органичните вещества и преобладаващата част на биогенните елементи: 87% от азота, в тч. и 92% от амониевите йони; 90% от калия, 74% от магнезия и 79% от калция. Над 1/3 от сухото вещество /35%/ и 40% от органичните вещества остават в твърдата фаза, но в нея съдържанието на основните за растенията макроелементи е значително по-малко: за азота -13%, за фосфора 24%, за калия -10%, за магнезия 26% и за калция 21%. За сепарирането и грантулирането на твърдата фракция се изразходва около 20% от получената енергия като биогаз.

За повишаване на енергийната ефективност се предлага създаване на тримодулна екотехническа система за ефективно оползотворяване на биошлама, чрез депониране в почвата на агроценоза за производство на фураж по метода на Петров и сътр /1981/ през 10 месеца в година и сепариране на биошлама през двата месеца, през които е невъзможна обработка на почвите поради метеорологичните условия. През този период течната фаза се съхранява с циментови резервоари, а сепарирането е целесъобразно за да се избегне седиментиране на твърдата фаза на биошлама по време на съхранението.

**Ключови думи:** антропозооценоза за яйца, тор, биогенни елементи, токсични елементи, биошлам

## 1. ВЪВЕДЕНИЕ

Увеличаването на биоценозната хетерогенност позволява стократно увеличаване на биологичната продуктивност на равнище първични биокунсументи/кокошки носачки/, с възможност управление на качеството на произведената продукция/яйца/. Високата плътност на стопански ползваната популация, непрекъснатостта на производството, както и превръщането на ектопа само в местообитание /без звено на биоредуктори/ са причина за значително нарастване на екологичния риск, произтичащ от линейността на технологичните процеси. Установява се, че основен рисков фактор е торът, поради което в досегашни изследвания 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. Досегашните сравнителни изследвания на три технологии за преработка на тора /естензивно компостиране чрез съхранение в продължение на 180 денонощия; управляемо компостиране в компостиращи инсталации и анаеробно разграждане /AP// показват икономическа целесъобразност поради производство на газово гориво и агроекологични предимства на AP, при който се получава продукт за повишаване на плодородието на почвата /биошлам/, който е с повишено съдържание на биогенни химични елементи в сравнение с изходната суровина. Целта на настоящите проучвания е да се оптимизира AP чрез ефективно оползотворяване на биошлама.

## 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Експериментите са преведени в трансформиран в антропозооценоза за яйца ектоп, в който 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, които се отглеждат 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.

Преценяват се три технологии за преработка на тора. Анаеробното разграждане /AP/ е анаеробна биотехнология в затворена производствена система. AP моделът включва разработен от нас лабораторен ферментор от каскаден тип с възможности за регулиране на технологичните параметри съгласно в съответствие с резултатите от математическо моделиране на процеса анаеробно разграждане на биомаса. За оптимизиране на метановата ферментация е приложен модела на Chen и Hashimoto /1979/, който прилаган при много широк диапазон на стойности на отделните променливи, както и при различни субстрати (Chen & Vareš, 1980, модификация описана от Baykov & Tyrawska, 1991/.

Полученият биошлам се сепарира с лабораторен сепаратор на твърда и течна фракция.

Вторият модел на биотехнологична система е модел на контролирано аеробно минерализиране, реализиран в лабораторна инсталация за компостиране, описана в други /Kirov et Tchoukanov, 2019/.

Третият модел възпроизвежда аеробно разграждане на органичните вещества на тора при екстензивни, неконтролирани условия, прилагани широко в практиката и известни катоДФП. За нуждите на експеримента е използван мащабен модел на тороохранилище, изработен от устойчива пластмаса като срокът на съхранение е 180 денонощия.

Лабораторните изследвания са провеждани по следния алгоритъм:

Ежедневно са вземани проби от тор /свеж и отлежаващ/, 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;
- Определяне на общ азот – БДС ISO 11261:2002;
- Определяне на общото съдържание на фосфор /P/, калий /K/, калций /Ca/, магнезий /Mg/, сяра /S/, тежки метали – кадмий /Cd/, хром /Cr/, никел /Ni/, мед /Cu/, цинк /Zn/, олово /Pb/, живак /Hg/ и арсен /As/ – БДС EN-13346:2000, VM-1:200.

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

На входа на системата се внася органичен тор със съдържание на сухо вещество 48.16%. За да се получи оптимална концентрация 7-8% до 10% е необходимо разреждане с вода, като при нашите експерименти със 7% сухо вещество е необходимо разреждане на субстрата почти седемкратно. Поради това технологично изискване се получава седемкратно по-голямо количество продукт /биошлам/ с ниско съдържание на сухо вещество – 4.08%. Нашите проучвания, както и изследванията на други автори /1,2,5,8,9/ показват, че промишлените биогазови инсталации в Европа и Азия функционират с течен субстрат със съдържание на сухо вещество в диапазона 2-12%, поради което представлява проблем оползотворяването на големите обеми биошлам, който при експериментиранияте технологии / в т.ч. и нашите проучвания/ е с относително ниско съдържание на сухо вещество. Основна задача при следващите ни проучвания е да се предложи алгоритъм за оползотворяване на течния биошлам.

Проучванията върху екологичните последици от повишаването на биоценоличната хетерогенност при интензивно производство на яйца показват целесъобразността от прилагане на технологични решения за лимитиране на екологичния риск от линейността на технологичните процеси тор чрез създаване на тримодулна интегрирана агротехническа , която включва:

Модул за производство на яйца, описан в първото съобщение.

Модул за АР преработка на тора и допълнителна инсталация за микробно деконтаминиране

Агроценоза за биологично производство на фуражи, необходими за модул 1 и като кобустрат при производството на биогаз в модул 2.

Целта на разработката е да се съчетаят икономически с екологични приоритети в условията на значително повишаване на биоценоличната хетерогенност на екотопа. За ефективно оползотворяване на биошлама, чрез депониране в почвата на агроценоза за производство на енергийни култури и фураж по метода на Петров и сътр /1981/ през 10 месеца в година и сепариране на биошлама през двата месеца, през които е невъзможна обработка на почвите поради метеорологичните условия. През този период течната фаза се съхранява с циментови резервоари а сепарирането е целесъобразно за да се избегне седиментиране на твърдата фаза на биошлама по време на съхранението. За сепарирането и грантулирането на твърдата фракция се изразходва около 20% от получената енергия от биогаза.

*1 Модул на биоенергийния холдинг – екотехническа система за производство на яйца, отговарящи на изискванията за биологично производство.*

Кокошките-носачки се отглеждат подово при технологични параметри в съответствие с Наредба №1/2013 г. по отношение условията на отглеждане при спазване на изискванията за хуманно отглеждане на птиците и в съответствие с Наредба № 44/2006г. на МЗХ за параметрите на микроклимата, качеството на водата за пиене и ситуиране и изграждане на фермата. В настоящия модел са представени параметри за отглеждане на 50000 кокошки-носачки. Птиците се отглеждат подово в сграда с две халета и свързващ коридор с обща подова площ 1000 m<sup>2</sup> в помещения с прозорци при СК минимум 1:12. Предвиждат се 3000 m<sup>2</sup> за складови помещения и стая за обслужващия персонал.

При биологичното производство на яйца се изисква птиците да произхождат от ферми за биологично производство на яйца и да се хранят с фураж произведен по биологичен начин. Люпилията и помещенията за подрастващи птици са пространствено изолирани от описаните в този раздел сгради за кокошки-

носачки.Технологията за биологично производство на яйца е в съответствие със система за управление на качеството по ISO 9001-22000 системата HACCP.

### *II Модул на биоенергийния холдинг – биотехнологичен модул за АР*

Включва биогазова инсталация и модул за деконтаминиране с варианти химична дезинфекция или пастьоризиране.

Въз основа на моделните опити предлагаме следния алгоритъм на технологичните процеси в инсталация на АР за птичи тор:

1. Полученият тор от производствените сгради ежедневно се транспортира с автоцистерни до торохранилище с обем 100 t. В торохранилището субстратът се хомогенизира и след определяне при лабораторни условия на сухото му вещество чрез разреждане с вода то се довежда до оптималната концентрация за протичане на метановата ферментация.

2. Субстратът преминава през груба решетка с оглед задържане на едрите частици, след което субстратът се внася във ферментор със съответен обем в зависимост от търсения ефект по един от двата критерия. Пълненето на ферментора се осъществява за 15 денонощия, след което се създават условия за активно протичане на метанова ферментация; както следва:

- температура 33°C; рН 7,2 – 7,4; хомогенизиране периодично на всеки 120 min в продължение на 5 min;
- ежедневна подмяна на 6,6 % от субстрата;

Полученият метан (CH<sub>4</sub>) се отвежда в газхолдери и се използва съгласно разработената технология за оползотворяването му (загриване на вода, получаване на електрически ток и др.);

• Технологията за производство на биогаз дава възможност ежедневно да се получава метан с енергиен еквивалент 740.8 MJ енергия на 24 h. При най-неблагоприятния за преценка на ефективността вариант/функциониране през зимата/, 50 % от получената енергия се изразходва за покриване на енергийните потребности на инсталацията, остава за оползотворяване 37.3 MJ енергия, на денонощие, Модулът за обеззаразяване е в непосредствена близост до биогазовата инсталация. Полученият 530.3 kg/ден биошлам чрез регламентираната от ЕС пастьоризация при 70°C за 1h или химични съединения: формалин, моноамониев фосфат (Амофос) на гранули от 1 до 5 mm от Агрикола - България. Съдържание на азот (N) – 12,6%. Съдържание на фосфат (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) – 52,4%. Влага – 1,10%.; Диамониев фосфат (DAP) на гранули от 1 до 4 mm от Агрикола - България. Съдържание на азот (N) – 18,74%. Съдържание на фосфат (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) – 46,90%. Влага – 0,81%. Азотните съединения са приложени в крайна концентрация на азота 200 ppm. Ефектът от тези методи на деконтаминация е описан в други наши публикации

### *III Модул на биоенергийния холдинг – Агроценоза за производство на фуражни култури*

Концепцията ни е чрез формиране в тримодулната система на трофотехнологична верига от детритен тип да се затвори цикъла на движение на биогенните и токсични елементи в антропозооценоза за яйца. Пространственото интегриране на антропозооценозата за яйца с агроценоза за енергийни култури и за фуражи е възможност за допълнително пространствено изолиране на стопански ползвателната популация и ограничаване на екологичния риск от аерогенни инфекции. Нашият модел предвижда създаване на пояс със ширина 30 м около модула с производствените сгради за кокошки-носачки, който е от бързорасящия вид *Paulownia elongata*. Този вид, както показват наши проучвания /6,7 / е с висок прирост на биомаса, съчетава функциите на механичен филтър, с възможностите за микробно деконтаминиране на въздуха от биологично активни фитонциди. При биологичното производство на продукти от животински произход основно изискване е фуражът да бъде произведен по биологичен начин. Недопустимо е използването на минерални торове В приложенията към Наредба №1/2013 г. е регламентирано използването на престоял птичи тор, компост или биошлам от ферми за екстензивно отглеждане на птици за повишаване на почвеното плодородие. Лимитирано е количеството на внасяния в почвата азот до 170 kg на ха годишно. Като се има предвид че от 1 птица за 1 производствен цикъл се получава 480.75 - 486 g, азот под формата на азотни съединения. Годишното количество на азота в тора на 50000 птици (каквото е модела) е 2403.75-2430 kg, които при спазване на Нитратната директива са ресурс за повишаване на почвеното плодородие на 14.14-14.30 ха обработваеми земи.

Проведените изследвания установяват, че различните видове тор, съхранен при различни технологии отговаря на изискванията на Наредба №1/2013, като източници на биогенни елементи да се използват торове от ферми за екстензивно отглеждане на селскостопански животни.

На база на натрупания опит и проведени експерименти ние предлагаме модификация на разработената от Петров и сътр./ по 3 / *“Технология за дълбоко почвено депониране на течен оборски тор”* за оползотворяване на биошлама. Предимство на предложеното от нас технологично решение е, че не се изисква сепариране на тора, каквото е опитът на Германия, а освен това се избягва допълнителния разход на

вода, който е необходим при непреработен тор с оглед неговото по-лесно транспортиране, което е необходимо в технологията на Петров и сътр. При нашите изследвания съдържанието на сухо вещество в биошлама е около 3,0-3,5% и поради това, че степента на минерализация около 50% /което е причина за промяна на вискозитета на течността/ е възможно транспортирането с временен тръбопровод с диаметър 100 мм и помпа за гъсти течности с подходяща мощност. Тъй като във ферментора се внася биомаса с големина на частиците до 12 мм, а в биошлама субстратът е хомогенен не се налага допълнително хомогенизиране. С оглед изискванията на Наредба №35 и Нитратната директива като максимално количество биошлам на хектар се определя средно 17 м<sup>3</sup> годишно /като се определя на база на съдържанието на азот/. Препоръчва се дълбоко депониране /на 60 см/ в почвата, което се осъществява с риголвъчен плуг, агрегиран с трактор С-100. След като са напълни браздата с течност, се прави следващата бразда, при което се заорава цялото количество биошлам в съседната бразда. За всеки отделен обект се разработва циклограма, като се предвижда повторно внасяне на биошлам на четвъртата година /за разлика от оригиналната технология на дълбоко депониране в почвата, когато повторното внасяне на след 6-8 години, но в този случай не нарушава Наредба № 35, тъй като регламентираното количество на хектар е 600-1200 т течен тор/.

При прилагане на технологията е необходимо спазване на някои хигиенни нормативи.

Необходимо е нивото на подпочвените води да бъде под 2 м.

Недопустимо е използването на терени във вододайни зони.

Разработената технологична схема има редица предимства пред прилаганите в конвенционалното земеделие технологии за оползотворяване на тора. По-важни от тях са следните:

1. В почвата се внася биошлам, който за разлика от течния тор не съдържа патогенни микроорганизми.

2. Получаваният след метановата ферментация продукт е без характерната за тора неприятна миризма, поради което при транспортирането му до полето и в процеса на внасянето му не се замърсява въздуха с токсични газове и неприятно миришещи вещества.

3. В полученият биошлам напълно се запазват необходимите за растенията биогенни химични в оптимално за автотрофните организми съотношение на макро- и микроелементи. Поради елиминиране от системата на елементите в газова фаза /кислород, въглерод и водород/ настъпва преразпределение на химичните елементи което е свързано с релативно повишаване на основните биогенни макро и микроелементи, както и на токсичните, но без да се превишават допустимите граници, както показват досегашни наши проучвания. За разлика от описаните в предишни публикации аеробни технологии, които се осъществяват в отворени по отношениеи на кислорода системи, при АР поради херметизирането на системата, което е императивно изискване за технологията, няма загуба на биогенни елементи под формата на парникови газове.

4. В резултат на метановата ферментация се минерализират 49,27 %, от органичните вещества, като напълно се запазват необходимите за автотрофните организми биогенни химични елементи, с изключение на кислорода, водорода и въглерода, които не представляват лимитиращи фактори за функционирането на автотрофното звено на агроекологичната система. Около половината елементите с литосферен произход са в минерализирана форма, което ги прави достъпни за растенията, а останалите се съдържат в по-трудно разградими органични комплекси, които поснтепенно се разграждат до минерални соли за 2-3 години в зависимост от почвените условия.

Тази технология в модифицирания от нас вариант е приложима през 9-10 месеца от годината, през които е възможно работа на селскостопанската техника на полето. При нейното осъществяване не е необходима специализирана техника, а се използват конвенционални машини в системата: ферментор – помпа за гъсти течности – тръбопровод – напоителни бразди.

През зимните месеци, когато работата на машините на терен е невъзможна п редлагаме сепариране на биошлама и съхранение на течната фракция з продължение на 2-3 месеца. Моделните експерименти показват че след предварителна дезинфекция /описана в т.1/ и сепариране, течността е без характерната миризма на тор и с подходящ вискозитет за изпомпване след приключване на зимния сезон.

При разделяне на биошлама от сепаратора на течна и твърда фаза минералните (хранителните) вещества в тях се разпределят в различно съотношение (.Табл. 1).

Табл.1. Разпределение на биогеенните елементи в биошлама / в мг на 100 г субстрат/

Течна фаза (%)		Твърда фаза (%)	
Сухо вещество	2.65	Сухо вещество	1.43
Органичен въглерод	9.07	Органичен въглерод	6.04
Общо количество на азота	8.58	Общо количество на азота	1.28
Общо количество на фосфора	6.44	Общо количество на фосфора	2.03
Общо количество на калия (К)	2.99	Общо количество на калия (К)	0.32
Магнезий (Mg)	1.73	Магнезий (Mg)	0.61
Калций (Ca)	6.18	Калций (Ca)	1.64

Установява се, че течната фаза, която съдържа 65% от сухото вещество включва 60% от органичните вещества и преобладаващата част на биогеенните елементи: 87% от азота, в тч. и 92% от амониевите йони; 90% от калия, 74% от магнезия и 79% от калция. Над 1/3 от сухото вещество /35%/ и 40% от органичните вещества остават в твърдата фаза, но в нея съдържанието на основните за растенията макроелементи е значително по-малко: за азота -13%, за фосфора 24%, за калия -10%, за магнезия 26% и за калция 21%.

Проведените досега проучвания / 2 съобщение/ показват, че количеството на токсични елементи / с изключение на цинка, който е с ниска токсичност/ не представляват риск за агроценозите.

Проведените анализи показват, че е възможно през 2-3 зимни месеца, когато технически не е възможно риголване на почвата. Полученият биошлам да се съхранява след сепариране. В противен случай, както показват лабораторните модели се стига до седиментиране на твърдата фракция и технологични трудности при изпопване на течността. Лабораторните опити показват, че след сепариране съхраняването на течната фракция не е съпроводено с подобни технологични проблеми.

Поради особеностите на континенталния климат с четири сезона, препоръчваме дефиниран подход при оползотворяване на биошлама. Основната част, през 9-10 месеца от годината, когато е възможна ефективна работа на машините на полето биошламът се оползотворява без сепариране. През останалото време предлагаме сепариране със сепаратор и инсталация за изсушаване и гранулиране на твърдата фракция. Произведените пелети се използват за повишаване на плодородието на почвата, а в Германия се предлагат като гориво. Проведени тестове за топлинния капацитет на такива пелети показват отделяне на близо 4 kWh енергия за килограм. Като сравнение, изгарянето на пелети от зърнени култури с лошо качество предоставя 4,5 kWh енергия за килограм, а от един килограм дървесни пелети се отделят 4,9 kWh енергия.

Един литър гориво за отопление има топлинна стойност 10 kWh, което по енергийна стойност са равнява на 2,04 кг. дървесни пелети.

За да се прецени целесъобразността от използване на пелетите като гориво използваме сравнителен анализ с информация от Германия, тъй като в България липсва такава за цената на минералното гориво за тон с тази на дървесните пелети, то един kWh топлина, произведена от гориво за отопление струва около 9,6 цента (при цена на горивото 57 цента за литър), а един kWh топлина, произведена от изгарянето на дървесни пелети би струвало 10,6 цента (при цена на пелетите 195 евро за тон). Високите цени на пелетите се дължат на значителните инвестиции за съоръжения за сепариране на биошлама и преработка на твърдата фракция, както и на необходимата за преработката енергия.

Пелетите, произведени от сухата фракция на биошлама се използват като гориво - отделената топлина служи за отопление, а пепелта се може да се използва за наторяване.

#### 4. ИЗВОДИ

Проведените проучвания позволяват да се формулират следните изводи:

Линейността на технологичните процеси при интензивно производство на яйца е източник на значим екологичен риск, който може да се преодолее чрез интегриране на основната трофична верига от пасищен тип с технотрофологична верига от детритен тип реализирана чрез тримодулен агроценоза.

Възможно е чрез AP на тора и допълнително обеззаразяване да се постигне максимален екологичен и икономически ефект: производство на газово гориво и на продукт /биошлам/, който е алтернатива на минералните торове и който може с относително малки инвестиции да се оползотворява ефективно в агроценоза за енергийни култури или за фураж, която е част от тримодулната екотехническа система.

---

**ЛИТЕРАТУРА**

- Acaroglu, M., Kosar, G., & Hepbasli, A., (2005). The potential of biogas energy. *Energy Sources*. Vol. 27. № 3, pp. 251-259.
- Al Seadi, T., (2001). Good practice in quality management of AD residues from biogas production. Report made for the International Energy Agency, Task 24- Energy from Biological Conversion of Organic Waste. Published by IEA Bioenergy and AEA Technology Environment, Oxfordshire, United Kingdom.
- Baykov & Tyrawska, (1991). Ecological studies on antropogenic ecosystems. Publishing office, Institute of ecology. p180.
- Baykov, B. D., Shindarska, Z., Kirov, V., & Kostadinova, G. (2013). Increasing the effectiveness of a holding company for organic cow milk production by using new biogas substrate. Proceeding of XVIth ISAH Congress 2013 “Animal Hygiene, Health and Welfare as Corner Stones of Sustainable Animal Production”, International Society for Animal Hygiene, Nanjing, China, 385-387, May 5 – 9, 2013.
- Huyard, A., Ferran, B., & Audic, J.M., (2000). The two phase anaerobic digestion process: sludge stabilization and pathogenic reduction. *Water Science and technology*. Vol. 42. № 9 41-47.
- Popova, T., Popova, I., Baykov, B., Petkov, Y., Zaharinov, B., & Marinova, N., (2007). Comparative hygiene assessment of technologies for organic manure utilization with high content of dry matter 1. Reduction of pathogenic microorganisms in a continuous mesophilic process of anaerobic degradation. XIII International Congress in Animal Hygiene ISAH - 2007, June 17 – 21, Animal Health, Animal Welfare and Biosecurity, Tartu, Estonia, Proceedings, Volume 1, 549-552, 2007.
- Popova, T. P., B. Baykov, D., & Shindarska, Z., (2013). Study on decontamination of silage from *Paulownia elongata*. Proceeding of XVIth ISAH Congress 2013 “Animal Hygiene, Health and Welfare as Corner Stones of Sustainable Animal Production”, International Society for Animal Hygiene, Nanjing, China, 278-280, May 5 – 9, 2013.
- Surendra, K.C., Devin T., Andrew G. H., & Khanal,S.K.(2014). Biogas as a sustainable energy source for developing countries: Opportunities and challenges, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 31 (2014) 846–859;
- Zulfan A.P., & Mansour T. (2016). Biogas production from chicken food waste and cow manure via multi-stages anaerobic digestion, Conference: PROCEEDINGS OF THE 3RD INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCE AND TECHNOLOGY (ICAST’18) AIP Conference Proceedings 2016(1):020011