

---

**BIOCENOTIC HETEROGENEITY IN ANTHROPOZOONOSIS FOR EGGS -  
ECOTECHNOLOGICAL CHAINS OF DETRITY TYPE FOR THE LIMITING OF  
LINEARITY OF TECHNOLOGIES**

**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)

**Abstract:**Experiments have been conducted that looked into the transformed ecotope in eggs that have undergone anthrozoosis, in which there was introduced, a group of age matched, biomass and health ascribed status of birds of species of Gallus gallus category laying hens, breed ISA-Brough (ISA-Brown) at 18 weeks of age, 5 lines aligned for age, and grown for 300 days.

Involved are 3 models of detritus trophic chain, which are trophotechnological, and also are representative of reproducing technologies for the processing of manure on the basis of the degradation of organic substances used in practice: biotechnological chain for anaerobic degradation of fertilizer (AR); biotechnology for controlled aerobic degradation (composting) (K), and detrital technological chain for extensive aerobic degradation, replicating good farming practices (DFP), which include the creation of conditions for uncontrolled aeration for duration of 180 days.

Aerobic technologies use open technology systems with free (DFP) or regulated (K) atmospheric air flow. Providing aerobic conditions is related to the release of some of the biogenic elements in the manure as gaseous products that pollute the atmosphere. The nitrogen is partially released in the form of ammonia (under the simulated/ modeled conditions, the amount of ammonia reaches 20 ppm). For this reason, there is a redistribution compared to the outputted raw material: the content of nitrogen in the standing fertilizer (DFP) is 74.6%, in the compost - 94%, in AR the amount is 135%. The dynamics of the other investigated macronutrients listed in Table 1 are analogous to this. Redistribution of toxic elements is also established (Table 2). Regardless of the differences in their dynamics, in all three technologies of processing, the content of toxic elements is regulated as acceptable levels for application and use in soil, with the exception of zinc, which has a low toxicity. A modified mathematical model is proposed to optimize the technological parameters of AR. Organic fertilizer with a dry matter content of 48.16% is introduced at the entrance to the system with AR. In order to obtain optimal concentration (7-8%) for maximum ecological efficiency (criteria R – which is the maximum degree of degradation of organic matter in the fertilizer), a sevenfold dilution of the substrate is required. A sevenfold increase in product (biosludge) with a relatively low dry matter content of 4.08% is obtained.

**Keywords:**anthrozoosis for eggs, fertilizer, biogenic elements, anaerobic degradation, composting

**БИОЦЕНОТИЧНА НЕЕДНОРОДНОСТ В АНТРОПОЗООЦЕНОЗА ЗА ЯЙЦА -  
ЕКОТЕХНОЛОГИЧНИ ВЕРИГИ ОТ ДЕТРИТЕН ТИП ЗА ОГРАНИЧАВАНЕ НА  
ЛИНЕЙНОСТТА НА ТЕХНОЛОГИИТЕ**

**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:** Експериментите са преведени в трансформиран в анропозооценоза за яйца екотоп, в който е интродуцирана група от 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, които се отглеждат продължение на 300 дни.

Разаботени са 3 модела на детритна верига, които възпроизвеждат технологии за преработка на тора прилагани в практиката: биотехнологична верига за анаеробно разграждане на тора /AP/; 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.

ДФП са предпочитана технология, поради възможността да се провежда и при екстензивни условия с минимални капитални разходи и разход на енергия. При аеробните технологии се използват отворени технологични системи със свободен /ДФП/ или регулиран /К/ приток на атмосферен въздух. Осигуряването на аеробни условия е свързано с отделяне в атмосферата на част от биогенните елементи на тора като газообразни продукти. Азотът частично се отделя под формата на амоняк /при моделираните условия количеството на амоняка достигна 20 ppm/. По тази причина има преразпределение в сравнение с изходната суровина: съдържанието на азот в престоялия тор /ДФП/ е 74,6%, в компоста - 94%, при АР количеството му е 135%. Аналогична е диамиката и при останалите изследвани макроелементи посочена в таблица 1. Установява се преразпределение и на токсичните елементи /таблица 2/. Независимо от промените след трите технологии на преработка съдържанието на токсични елементи е под регламентираните в наредбата, с изключение на цинка, който е с ниска токсичност. За оптимизиране на технологичните параметри на АР е предложен модифициран математически модел. На входа на системата при АР се внася органичен тор със съдържание на сухо вещество 48.16%. 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. Получава се седемкратно по-голямо количество продукт /биошлам/ с относително ниско съдържание на сухо вещество – 4.08%.

Ключови думи: антропозооценоза за яйца, тор, биогенни елементи, анаеробно разграждане, компостиране

## 1. ВЪВЕДЕНИЕ

Увеличаването на биоценогичната хетерогенност довежда до стократно увеличаване на биологичната продуктивност на равнище първични биокунсументи, 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 биоредукенти/ 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. Целта на настоящите проучвания е да се ограничи екологичния риск като се интегрира модифицираната трофична верига от пасищен тип /с крайна цел производство на яйца/ с трофотехнологична верига от детритен тип за ефективно оползотворяване на биогенните химични елементи, които съдържа.

## 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, 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 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.

Разработен е модел на детритна верига в 3 варианта, които възпроизвеждат технологии за преработка на тора прилагани в практиката: биотехнологична верига за анаеробно разграждане на тора /АР/при която се получава газово гориво биогаз и продукт за повишаване на плодородието на почвата биошлам; за контролирано аеробно разграждане за производство на компос /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.

АР 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 & Varel,1980, модификация описана от Baykov & Turawska, 1991/

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 енергията (в KJ) с електронен калориметър KL-10, производство на Полската академия на науките по лиценз на HP – САЩ.
- Съдържание на въглерод, азот, калий и фосфор със стандартизирани методи, описани от Kirov et al.,2018.

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

Данните в Таблица 1 показват, че при двете биотехнологии за преработка на тора (К и АР) се получава субстрат /компост, биошлам/ при който има преразпределение на изследваните макроелементи: азот, фосфор, калий, калций и магнезий. Като се има предвид, че С, Н и О не са лимитиращи за растенията следва преценката, че получените продукти и при двете експериментирани технологии са с по-висока агрохимична стойност поради относително по-голямото количество на лимитиращите за растенията макроелементи – азот, фосфор, калий.

*Таблица 1. Биогенни макроелементи при различни технологии на преработка на тор от кокошки-носачки (n=6)*

Вид суровина	Общи количества макроелементи (в % от сухото вещество)				
	N [%]	P [%]	K [%]	Ca [%]	Mg [%]
Свеж тор от кокошки-носачки	6,41±0.64	5,10±0.25	1,58±0.33	3,56±0.77	1,23±0.32
Тор преработен поДФП	4,78±0.57	5,48±0.29	2,33±0.12	3,94±0.63	1,08±0.18
Биошлам от тор от кокошки-носачки /АР/	8,68±0.87	8,74±0.91	3,32±0.55	7,82±0.94	2,34±0.57
Компост от тор от кокошки-носачки /К/	6,02±0.26	6,63±0.42	2,84±0.35	8,18±0.57	1,72±0.14

Най-близко до процесите в природата е екстензивното компостирането, което е предпочитана технология, поради възможността да се провежда и при екстензивни условия с минимални капитални разходи и разход на енергия. За осигуряване на аеробната среда са необходими отворени технологични системи, което е свързано с отделяне на част от биогенните елементи като газообразни продукти. Пример в това отношение е азотът, който както показват нашите проучвания частично се отделя под формата на амониак /при моделираните условия количеството на амониака достигна 20 ppm/. По тази причина количеството на биогенните елементи е значително по-ниско в компоста в сравнение с наличието му в биошлама, получен по двете технологии, които са обект на настоящото сравнение. Както е известно АР се осъществява в напълно затворена система и освен С, Н и О, които напускат системата под форма на биогаз и минимални примеси към него, не е възможно да има други загуби на биогенни елементи. Установено бе съдържание на азот в престоения тор съгласноДФП е 74,6%, в компоста 94% в сравнение с изходната суровина, докато при АР количеството му е 135%. Аналогична е диамиката и при останалите изследвани макроелементи. От гледна точка на агроекологията при създаване на технологична верига за интензивно разграждане на органичните вещества по целесъобразно е АР, което се осъществява в напълно затворена система без риск от загуба на биогенни елементи (и които имат редица други предимства: получаване на два продукта, носители на биогенни елементи, в неорганична и органична форма, кратък период на престой във ферментора, микробно

деконтаминиране и дезодориране и др.). Получените данни корелират с един от основните критерии за преценка екологичната цеесъобразност на биодеградацията – степента на минерализация на субстрата и промени в съдържанието на сухо вещество при двете технологии.

За аграхимична оценка на субстрата, който се популчва след приложената технология за преработка на тора е важна степента на преразпределение на токсичните елементи. Резултатите от проведените проучвания са показани в Таблица 2. Установява се еднопосочност на движение на токсичните елементи с литосферен произход: най-ниско съдържание в изходната суровина, увеличение в компоста, и в най-висока степен на концентриране при АР. Тази динамика корелира с особеностите в промените на сухото вещество и процента на минерализиране на субстрата. Тъй като носители на енергия са съединения, съдържащи водород и кислород настъпва прееразпределение на всички химични елементи с литосферен произход и съответно до концентриране на токсичните елементи. Резултатите от проучванията посочени в настоящия раздел показват, че в антропогенно формирана верига за разграждане на органичните вещества се наблюдава натрупване на токсични елементи, в различна степен, което корелира със съдържанието на органично вещество.

**Таблица 2.** Съдържание на тежки метали в свеж и престоял тор от кокошки-носачки (n=6)

Съдържа-ние на тежки метали и арсен <sup>1</sup>	Свеж тор – безпостелно отглеждане на кокошки-носачки	Престоял тор от кокошки носачки	Компост	Биошлам	ПДК, съгласно Наредба 3 (mg/kg)
As [mg/kg]	Под 0.5	Под 0.5	Под 0.5	Под 0.5	-
Cd [mg/kg]	Под 0.4	Под 0.4	Под 0.4	Под 0.4	3,0
Co [mg/kg]	0.85±0.15	1,42±0.15	1.64±0.15	2.02±0.25	-
Cr [mg/kg]	5.88±0.26	6.41±0.46	7.12±0.36	9.44±0.85	200
Cu [mg/kg]	67.98±5.4	65.35±4,1	72.33±0.51	96.22±0.92	260
Fe [mg/kg]	490±19	1086±43	980±34	1230±14	-
Mn [mg/kg]	420±27	726±17	806±11	1110±9	-
Ni [mg/kg]	7.58±0.11	8.47±2,4	7.11±1.15	10.06±0.54	70
Pb [mg/kg]	0.69± 0.25	1,44±0,39	1.11±0.25	2.06±0.14	80
Zn [mg/kg]	358.1±19	397.2±8	324±9	414±11	340
Hg [mg/kg]	0.09± 0.01	0,195±0.15	0.124±0.11	0.218±0.09	1,0

<sup>1</sup> (на база сухо вещество)

При настоящите изследвания един от акцентите е качеството на биошлама като алтернатива на високоенергоемките минерални торове. Един от критериите за преценка е съдържанието на токсични елементи. В последната графа на таблица 2 са посочени ПДК на токсични елементи в почвата съгласно Наредба № 3/2007. Установява се, че трите продукта, които са обект на нашите експерименти са със съдържание на токсични елементи под регламентираните в наредбата, с изключение на цинка, който е с ниска токсичност и проблем за агрохимията е дефицита на цинк, а не излишъка му, тъй като в тези количества няма токсикологично значение /2/.

В описаните тук експерименти за изследване на формираната технологична верига на движение на енергията и материята, която довежда до частично минерализиране на субстрата са сравнени три

технологични решения, които възпроизвеждат протичащи в природните екосистеми процеси. В агроценозите и в пасищните екосистеми яробното разграждане е основен път на минерализиране на органичните вещества от растителен и животински произход. Като поредица от химични процеси то е сравнимо със съхраняването на тора съгласно препоръките за ДФП. И при двете биотехнологии се постига минерализация на органичните вещества и частично микробно деконтаминиране, но и при двете технологии поради несъвършенства във възприетите решения и използване на инсталации от открит тип (с достъп на атмосферен кислород, който е необходим за функциониране на звеното на биоредуцентите) в атмосферата се отделят парникови газове /въглероден диоксид, метан/. Освен това за контролираното К в специално изградени инсталации е необходима енергия, количеството на която зависи от технологията на компостиране. Като перспективна възможност се разглежда АР, поради факта, че се осъществява в затворени производствени системи, които изключват загуба на химични елементи по време на технологичните процеси, замърсяване на въздуха и водите с парникови газове и регулиране на технологичните процеси.

В трите типа екологични вериги поради загуба на биогенните елементи въглерод, водород и кислород, като при „отворените“ (компостиране и съхранение) биотехнологии има загуба и на азот. По тези причини настъпва преразпределение, както на биогенните, така и на токсичните елементи. В настоящия анализ акцентираме върху различията в трите типа технологични вериги. Азотът и неговите съединения преценени от гледна точка изискванията на Нитратната директива се превръщат в лимитиращ фактор за масово прилагане на органичните торове като подобрители на почвата, поради което акцентираме върху факта, че биошлама е 135% по-високо съдържание на азот в сравнение с изходната суровина. При моделиране на аеробно минерализиране се установява намаляване на количеството на азота в компоста /94% спрямо изходната суровина/. При интерпретиране на данните за движението на азота в двата основни продукта на разграждане на тора следва да се имат предвид два типа процеси: от една страна преразпределение на химичните елементи поради включване на кислород, въглерод и водород в биогаза /около 50% от сухото вещество/ и от друга страна загубата на летливи азотсъдържащи съединения при аеробните процеси – емитиране на амоняк и др.

Кинетичната схема на Contois (по 2). и разработения съгласно нея модел на Chen и Hashimoto (3) обединяващ предимствата на двата преходни модела при моделирането на метановата ферментация в стационарен режим. Този модел е използван от редица автори, анализиран е спрямо резултатите от лабораторни, пилотни и индустриални биогазови инсталации, прилаган е при много широк диапазон на стойности на отделните променливи, както и при различни субстрати (4,5). Тези изследвания са основа за разработка на модел за оптимизиране на метановата ферментация на тор от кокошки-носачки получаван от ферма за 50000 птици

На базата на модела на Chen и Hashimoto (3) и при използване на посочените кинетични зависимости /4,5/ бе разработена модифицирана форма на модела и програма за оптимизационен анализ, като уравнението има следния вид:

$$P = B_0 \cdot 2,6 \cdot 10^3 \left( 1 - \frac{K}{\mu m \theta - 1 + K} \right)$$

$$Y_V = \left( \frac{P}{2,6 \cdot 10^3} \right) \cdot \left( \frac{S_0}{\theta} \right)$$

$$V = \theta \cdot \frac{2,6 \cdot 10^3}{S_0}$$

$$Q = B_0 \cdot 2 \cdot 10^2 \left( 1 - \frac{K}{\mu m \theta - 1 + K} \right), \text{ където означенията са както в описания модел, а освен това:}$$

$Y_V$  – технологичен добив на метан -  $\text{dm}^3 \text{CH}_4/\text{dm}^3$  на ферментатора;  $B_0$  – максимален добив на метан при минерализиране на единица органична материя на субстрата  $\text{dm}^3 \text{CH}_4/\text{gV}_S$ ;  $S_0$  – концентрация на органичната материя на субстрата -  $\text{gV}_S/\text{dm}^3$ ;  $\theta$  – период на обмен – дни;  $K$  – Кинетична константа без дименсия;  $\mu m$  – максимална специфична скорост на растеж на микробната популация –  $\text{ден}^{-1}$ ;  $P$  – общия добив на метан във ферментатор преработващ тора получен от кокошки-носачки бройки и, посочени в таблица 3;  $V$  – обем на ферментатора;  $Q$  – степен на разграждане на органичната материя ( в % )

Таблица 3. Изходни величини за математически модел за оптимизиране на метановата ферментация на тор от 50 00 0 кокошки-носачки

Параметър	Единици	Количество
Количество на тора	kg/ден	5330
Сухо вещество – TS	kg/ден	1060
Летливо органично вещество – VS	kg/ден	870

Като критерии за оптимизиране приемаме: постигане на максимално минерализиране на органичните вещества в субстрата (екологичен критерий = критерий P), съответно максимален общ газов добив или максимален технологичен добив на метан (икономически критерий или критерий  $Y_V$ ). За оптимални стойности на  $S_0$ , T и  $\theta$  приемаме тези, при които повишаването им с  $1 \text{ gV}_s/\text{dm}^3$ ,  $1^\circ\text{C}$  и 1 ден води до повишаване ефективността на процеса с не по-малко от 1 %.

Резултатите от оптимизационния анализ са представени в таблица 4.

Таблица 4. Технологични параметри в резултат от оптимизационния анализ

Параметър	Единици	Критерии	
		P	$Y_V$
Температура – T	$^\circ\text{C}$	33	55
Период на обмен – $\theta$	Дни	15	6
Конц. на субстрата – $S_0$	GVS/1	39	45
Натоварване	GVS/ден	2,6	9,0
Работен обем – V	$\text{m}^3$	32,5	9,7
Общ добив на метан – P	$\text{m}^3/\text{ден}$	21,4	15,5
Технол. добив на метан – $Y_V$	l $\text{CH}_4/\text{ден}$	0,65	1,6
Степен на разграждане – Q	%	49,27	32,76

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 /5,6,8,9/ показват, че представлява проблем използването на биошлама, 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.

#### 4. ИЗВОДИ

Проведените проучвания позволяват да се формулират следните изводи :

И при трите технологии съествува преразпределение на биогенните и токсични химични елементи, като при AP съдържанието на биогенни макро и микроелементи е по-високо в сравнение с другите технологии за преработка на тора.

Биошламът е продукт на частична и технологично управляема степен на минерализация на органичните вещества.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 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.
- Desai AV.(1999). Alternative energy in the third world—a reappraisal of subsidies. *World Dev* 1992;20:959–65.

- Edelmann W, Joss A, Engeli H. (1999). Two step anaerobic digestion of organic solid wastes. In: Mata-Alvarez J, Tilche A, Cecchi F. editors. Proceedings of the second international symposium on anaerobic digestion of solid wastes. Barcelona, Spain; vol. 1. p. 153–60.
- Kirov, V., & Tchoukanov, A., (2019) Biocenotic heterogeneity in anthrozoocenoses for eggs. Assessment of the environmental risk, KNOWLEDGE – International Journal Vol.32.3, July, 2019, ISSN 1857-923X (for e-version), ISSN 2545 – 4439 (for printed version), pp.329-335
- Surendra, K.C., Takara, D., 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