



**РЕПУБЛИКА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА**



**УНИВЕРЗИТЕТ „СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“ – БИТОЛА**



**ФАКУЛТЕТ ЗА БИОТЕХНИЧКИ НАУКИ – БИТОЛА**

**М-Р ДАРКО ВЕЉАНОВСКИ**

**„МУЛТИПЛИЦИРАНИ ПРИДОБИВКИ ОД  
СЛОЖЕН САМООДРЖЛИВ ТЕХНИЧКИ СИСТЕМ  
ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА МЕСО И МЕСНИ  
ПРОИЗВОДИ“**

**ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА**

БИТОЛА, 2022

## **ЧЛЕНОВИ НА КОМИСИЈА:**

1. Проф. д-р Вангелица Јовановска, ментор – редовен професор на Факултетот за биотехнички науки – Битола

-----

2. Проф. д-р Елена Јошевска – вонреден професор на Факултетот за биотехнички науки – Битола

-----

3. Проф. д-р Љупче Кочовски – редовен професор на Факултетот за биотехнички науки – Битола

-----

4. Проф. д-р Живко Јанкулоски – редовен професор на Факултетот за биотехнички науки – Битола

-----

5. Проф. д-р – Елизабета Христовска – редовен професор на Технички факултет – Битола

-----

## ИЗЈАВА ЗА ОРИГИНАЛНОСТ НА ТРУДОТ

*Јас м-р Дарко Вељановски, кандидат за одбрана на докторската дисертација со наслов „ **МУЛТИПЛИЦИРАНИ ПРИДОБИВКИ ОД СЛОЖЕН САМООДРЖЛИВ ТЕХНИЧКИ СИСТЕМ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА МЕСО И МЕСНИ ПРОИЗВОДИ**” **изјавувам** под морална, материјална и друга одговорност дека при изработката на трудот ги почитувам позитивните законски прописи од областа на заштитата на интелектуалната сопственост и не користев трудови на други автори без да бидат почитувани пропишаните методолошки стандарди. Користената литература достоино ја бележев во подбележките и во литературата, составен дел на темата. Тоа значи дека трудот е оригинален, не е плагијат.*

*Битола, 20.06.2022 год.*

*Кандидат: Дарко Вељановски*

## БЛАГОДАРНОСТ

*Сакам да изразам благодарност до сите кои помогнаа при реализирањето на оваа докторска дисертација, за истата да ја добие потребната форма и содржина во која ќе биде презентирана.*

*Најголема и искрена благодарност за моралната и стручната поддршка, стручните совети, консултации, сугестии и насоката за изработката на оваа докторска дисертација, упатувам до мојата почитувана менторка проф. д-р Вангелица Јовановска, како и на другите членови од Комисијата за одбрана на дисертацијата.*

*Се заблагодарувам и на Наставничкиот совет, кој одлучи да работам на оваа тема која за мене е од посебен интерес како од стручен, така и од научен карактер.*

*Искрена благодарност до моето семејство, мојот син, сопруга и моите родители за нивната огромна поддршка во секој аспект на изработката и одбраната на докторскиот труд.*

*Исто така изразувам благодарност до сите кои со стручен материјал и со совети ми помагаа за добивање оригинален карактер на мојот труд.*

Битола, 20.06.2022 год.

м-р Дарко Вељановски

# „МУЛТИПЛИЦИРАНИ ПРИДОБИВКИ ОД СЛОЖЕН САМООДРЖЛИВ ТЕХНИЧКИ СИСТЕМ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА МЕСО И МЕСНИ ПРОИЗВОДИ“

## АПСТРАКТ

Во истражувањата направени во оваа докторска дисертација се испитувани повеќе параметри во тек на работа и производство, вклучувајќи параметри на работење на биогасна централа, параметри во тек на производство на биогас, параметри во производство на јајца, параметри во тек на работа на месна индустрија.

Испитувањата кои се направени за оваа докторска дисертација сè со цел да се потенцираат повеќебројните придобивки од работата на сложениот самоодржлив технички систем за производство на месо и месни производи. Во тој систем се вклучени неколку помали потсистеми, меѓусебно тесно поврзани, кои според направените истражувања претставуваат една беспрекорно функционална целина која резултира со производство на висококвалитетни месни производи, но покрај тоа и јајца и електрична енергија од отпадните материји на тие два потсистеми.

Производството на електрична енергија во делот на овој сложен систем, уште попозната како зелена или биоенергија, со направените испитувања покажува дека ни малку не влијае на квалитетот на производите, односно нејзиното производство воопшто не влијае на загадувањето ниту на околината, ниту пак на самите производи.

Добиените резултати од многуброните истражувања и испитувања направени за потребите на оваа докторска дисертација, целосно се во прилог на докажувањето на тоа дека мултиплицирани придобивки се позитивен резултат од работењето на еден сложен самоодржлив технички систем за производство на месни производи.

**Клучни зборови:** технички систем, биогориво - биогас, биоенергија, конзумни јајца, месни производи.

## ABSTRACT

In the research done in this doctoral dissertation, several parameters during operation and production have been examined, including parameters of operation of a biogas plant, parameters during production of biogas, parameters in egg production, parameters during operation of meat industry.

The researches that have been done for this doctoral dissertation are in order to emphasize the numerous benefits from the work of the complex self-sustaining technical system for production of meat and meat products. This system includes several smaller subsystems, closely interconnected, which according to research represent a flawlessly functional unit that results in the production of high quality meat products, but also eggs and electricity from waste materials of those two subsystems.

The production of electricity in the part of this complex system, better known as green or bioenergy, with the performed tests shows that it does not affect the quality of the products at all, ie its production does not affect the pollution at all, neither the environment nor the products themselves.

The results obtained from the numerous researches and examinations made for the needs of this doctoral dissertation, are completely in favor of proving that the multiplied benefits are a positive result from the operation of a complex self-sustaining technical system for production of meat products.

**Key words:** technical system, biofuel - biogas, bioenergy, eggs, meat products.

<b>ВОВЕД</b> .....	1
<b>ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРАТА</b> .....	3
<b>1. ТЕХНИЧКИ СИСТЕМ И ПРОЦЕС ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА БИОГАС</b> .....	3
1.1 Создавање на биогаз .....	4
1.2 Влијание на околината во создавање на биогаз .....	7
1.2.1 Влијание на кислородот .....	7
1.2.2 Температура.....	8
1.2.3 pH вредност .....	9
1.2.4 Обезбедување на хранливи материи .....	10
1.2.5 Инхибитори .....	12
<b>2. ПАРАМЕТРИ ЗНАЧАЈНИ ЗА ТЕКОТ НА ПРОИЗВОДНИОТ ПРОЦЕС</b> .....	15
2.1 Обем на органската материја и време на задржување .....	15
2.2 Техника и опрема за производство на биогаз .....	24
2.3 Разграничување и карактеристики на различните фази во текот на производството на биогаз .....	25
2.3.1 Содржина на суви материи во ферментационен супстрат.....	25
2.3.2 Начин на полнење .....	26
2.3.3 Процесни фази.....	28
2.3.4 Работење на биогазната постројка .....	29
2.3.5 Параметри со кои се контролира биолошкиот процес .....	30
2.3.6 Супстрати кои се користат за производство на биогаз .....	42
2.3.7 Супстрати кои потекнуваат од земјоделскиот сектор.....	43
2.3.8 Супстрати кои потекнуваат од преработувачката индустрија .....	47
<b>3. ТЕХНИЧКИ СИСТЕМ ЗА ОДГЛЕДУВАЊЕ НА ЖИВИНА ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА ЈАЈЦА И ПИЛЕШКИ МЕСНИ ПРОИЗВОДИ КАКО ДЕЛ ОД СЛОЖЕНИОТ ТЕХНИЧКИ СИСТЕМ</b> .....	53
3.1 Технички систем за одгледување на живина .....	53
3.2 Одгледување живина – кокошки .....	54

3.3	Современи системски решенија на објектите и опремата за одгледување на кокошки .....	65
3.4	Тов на пилиња .....	67
<b>4.</b>	<b>ТЕХНИЧКИ СИСТЕМ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА МЕСНИ ПРЕРАБОТКИ СО ВИСОК КВАЛИТЕТ .....</b>	<b>69</b>
<b>5.</b>	<b>ТЕХНИЧКИ СИСТЕМ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА ЈАЈЦА И ПРОИЗВОДИ ОД ЈАЈЦА.....</b>	<b>71</b>
<b>6.</b>	<b>ПРИДОБИВКИ ОД УПОТРЕБАТА НА СИСТЕМОТ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА БИОГАС КАКО ДЕЛ ОД СЛОЖЕНИОТ ТЕХНИЧКИ СИСТЕМ .....</b>	<b>84</b>
<b>7.</b>	<b>ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ НА ИСТРАЖУВАЧКАТА РАБОТА .....</b>	<b>86</b>
7.1	Материјали и методи .....	86
7.2	Процес за производство на биогаз .....	87
<b>8.</b>	<b>РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА .....</b>	<b>133</b>
<b>9.</b>	<b>ДИСКУСИЈА – испитувања и истражувања во прилог на претходно зададените задачи и тези.....</b>	<b>143</b>
9.1	Прва задача – поставените прва и втора теза.....	143
9.2	Втора задача – поставената трета теза .....	150
9.3	Трета задача – третата поставена теза .....	174
<b>10.</b>	<b>ЗАКЛУЧОК .....</b>	<b>199</b>
	<b>КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА.....</b>	<b>201</b>



## ВОВЕД

Проучувањето и изучувањето на аспектите на зачувување на животната средина во голема мера го помагаат живеењето, како и одржувањето и зачувувањето на здравјето. Здрава животна средина значи средина со ниска стапка на загаденост, средина во која доминира вниманието и посветеноста, затоа што вниманието насочено кон неа значи внимание насочено кон самите нас, од едноставна причина што во неа живееме, дишеме и од неа се храниме.

Најголемите загадувачи во денешно време за сите нас се неопходни, затоа што самите тие ги создаваат нашите потреби, каде главен претставник е електричната енергија, која во најголема мера ја добиваме со преработка на јаглен во рударските комбинати, а како негативен (нус) производ на сето тоа се добива огромното загадување кое е резултат на нејзиното производство. Но, како и се друго во денешно време и тој начин на производство на електрична енергија е заменлив, со соодветни еколошки односно *обновливи извори на енергија*. Биогасот е еден од најексплоатираните обновливи извори на енергија и може да игра важна улога во функционирањето на современите системи за управување со отпад. (Lindkvist, 2020)

За обновливите извори на енергија постојат правни регулативи на Европската Унија која содржи одредени директиви, од кои најважна е Директивата 2001/77/ЕС (ОЈ L 283, 27.10.2001) на Европскиот парламент и на Советот за промоција на електрична енергија произведена од обновливи извори на енергија на внатрешниот пазар. Директивата го дефинира потеклото на производителот на електрична енергија од обновливи извори. Во нашата држава за промоција и искористувањето на обновливите енергетски извори постои законска регулатива. На ниво на Европска Унија, учеството на електричната енергија од обновливи извори била 25,4% во 2013 година, од кој најголем придонес со 42% е хидроенергија, 26% ветерна енергија и 12% биомаса. Кога станува збор за терминот „биомаса“ – тоа е биоразградлив дел од производите, отпадот и остатоците од земјоделството (вклучувајќи растителни и животински супстанции), шумарството и индустриите поврзани со него, како и биоразградливиот дел од индустрискиот и комуналниот отпад. Главна предност во користењето на биомасата како извор на енергија се обилните потенцијали, не само во поглед на засадените растителни култури, туку и во отпадните материјали во земјоделството и

прехранбената индустрија. Гасовите кои настануваат со употреба на биомасата можат исто така да се употребат во производството на енергија. Предноста на биомасата во однос на фосилните горива е неспоредливо помала емисија на штетни гасови и отпаден материјал, (Митановски Д, 2016).

Биогасот се создава кога органски материјал се распаѓа во анаеробна средина во присуство на микроорганизми. Процесот на распаѓање се нарекува анаеробна дигестија и природно се одвива во многу средини со ограничено присуство на кислород, како на пример: во бари и мочуришта, во оризови полиња, но и во желудниците на преживарите. Овој природен процес може да се искористи во постројките за биогас каде што се става органски материјал. Основен дел на постројката е затворена комора или херметички затворен контејнер (често наречен реактор – дигестор) во кој се одвива реакцијата на дигестија. Краен производ на распаѓањето е гас што може да гори наречен биогас и органски остаток во дигесторот кој содржи минерални материи и е погоден да се користи за ѓубрење како течно или цврсто био – ѓубриво, (Димитровски ет ал, 2011).

## **ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРАТА**

Докторската дисертација потенцира, разработува, оправдува и силно поддржува еден повеќенаменски и комплексен технички систем за производство на месо, месни преработки и јајца. Паралелно со производството на прехранбени производи во овој систем се произведува и електрична енергија која се добива како резултат на согорувањето на претходно произведен биогаз од сопствените отпадни материи со минимални загадувања во однос на животната средина.

Ваквиот начин на работа и производство ја заштитува околината, во тој поглед се заштитува човекот и биодиверзитетот, а воедно се намалува глобалното загадување и придонесува за до намалување на отпадните материи и вкупниот отпад, а притоа создавајќи високо квалитетно земјоделско ѓубриво. Значи станува збор за здрав, стабилен, економски и еколошки оправдан технички систем кој придонесува во сите аспекти на своето функционирање.

### **1. ТЕХНИЧКИ СИСТЕМ И ПРОЦЕС ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА БИОГАС**

Системот претставува поврзаност на повеќе елементи во меѓусебна корелација и функција. Целината која всушност е составена од повеќе меѓусебно поврзани елементи кои на соодветен начин овозможуваат непречена функција и одржување, всушност претставува техничкиот систем. Техничкиот систем се карактеризира со сложеност и специфичност:

- посебна структурна целина составена од помали функционални целини како: систем, потсистем, склопови, подсклопови, елементи итн.
- меѓусебна поврзаност во, но и на самите функционални целини и
- висок степен на сложеност на структура на системот.

Процесот на добивање биогаз може да се подели на три главни чекори. Во првиот чекор (хидролиза) микроорганизмите помогнати од ензимите ги распаѓаат сложените органски соединенија на попусти соединенија, како шеќери и аминокиселини. Во вториот чекор (ферментација) се формираат неколку алкохоли, масни киселини и водороден гас, а во последниот чекор, една група микроорганизми што бараат многу специфични услови во средината, наречени метаногени бактерии, го продуцираат метанот. Метаногените бактерии се размножуваат бавно и „умираат“ ако дојдат во контакт со кислород. Тие бараат да имаат пристап до одредени витамини и се многу осетливи на брзи промени на температурата на која се размножуваат, на промената на киселоста (pH) на средината и на други фактори во средината. (Dimitrovski *et al.* 2011).

Биогазот може да се користи како многу квалитетно гориво во соодветен уред: парен или водогреен котел, печка или гасен мотор во склоп на агрегат за добивање електрична енергија, со истовремено искористување на излезната топлина на гасовите и на разладната вода итн. Биогазот практично содржи од 40-60% чист метан, така што како таков е одличен извор на обновлива енергија, а со тоа го заменува природниот гас и останатите фосилни горива (Karapidakis, 2006).

## 1.1 Создавање на биогаз

Производството на биогаз преку анаеробна дигестија е еколошки процес во кој се користат зголемените количини на органски отпад произведени во целиот свет. (Horváth, 2016).

Биогаз, самото негово име кажува дека тој настанува во биолошки процес, како резултат на анаеробна дигестија, односно тој процес се одвива без присуство на кислород и така од органска маса претходно подготвена се формира мешавина на гасови таканаречена биогаз (Nathaniel Sawyerr *et al.*, 2019). Анаеробната дигестија на органскиот материјал е сложен процес, кој вклучува бројни различни чекори на деградација. Микроорганизмите кои учествуваат во процесот можат да бидат специфични за секој чекор на деградација и затоа можат да имаат различни еколошки побарувања како што се температурата, pH, влагата, изворот на јаглерод, азот и самиот сооднос на јаглерод и азот (Azadeh Babaei *et al.*, 2013).

Освен предизвиканиот процес на производство на биогаз во индустриските погони, тој процес е широко распространет во природата, како пример за тоа се мочуриштата, дното на морињата и океаните, во јамите за течно ѓубриво, дури и во бурагот на преживарите. Во тој процес на природно создавање на биогаз, органската маса со помош на низа микроорганизми готово во целост се претвора во биогаз, а со тоа дополнително настанува извесна количина на топлинска енергија и нова биомаса. Новосоздадената мешавина на гасови во најголема мера се состои од метан (50-75%) и јаглероден диоксид (25-45%) (WBA, Biogas – an important renewable energy source, 2018). Покрај овие примарни гасови во биогазната смеса се наоѓаат и мали количини на водород, водород сулфид, амонијак и други гасови во трагови. Составот на биогазот е варијабилен, а на тоа најмногу влијаат користените супстрати за негово производство, постапката на ферментација, како и различните технички изведби на самиот систем. Процесот на производство на биогазот може да се подели во неколку фази, а притоа од голема важност е поединечните фази на разградување да бидат оптимално меѓусебно ускладени за целокупниот процес да може да се одвива без никакви пречки (WBA, Biogas – an important renewable energy source, 2018).

Прва фаза од создавањето на биогазот или фаза на *хидролиза*, е фазата кога комплексните соединенија од влезните суровини (јаглени хидрати, масти, протеини) се разложуваат на едноставни органски соединенија (аминокиселини, шеќери, масни киселини). Хидролитичките бактерии вклучени во тој процес создаваат ензими кои органската маса ја разложуваат по биохемиски пат.

Новонастанатите интермедијарни производи продолжуваат во таканаречена *киселинска* фаза (ацидогенеза), каде со помош на ферментативните (ацидогени) бактерии понатаму ги разлагаат материите на нижи масни киселини (оцетна, пропионска и бутерна киселина) како и јаглероден диоксид и водород, но покрај тоа во оваа фаза се формираат мали количини на млечна киселина и алкохол. На видовите производи кои се создаваат во оваа фаза влијае концентрацијата на интермедијарно формируваниот водород.

Овие производи после тоа во рамката на ацетогенезата односно *оцетната* фаза, со помош на ацетогените бактерии конвертираат во прекурсорни супстанции на биогазот (оцетна киселина, водород и јаглероден диоксид). Во тој контекст огромно значење има парцијалниот притисок на водородот. Преголемата содржина на водород од енергетски

причини спречува конверзија на интермедијарните производи на ацетогенезата. Како последица од тоа доаѓа до акумулација на органски киселини како проприонска, изобутерна, изовалеријанска и каприонска киселина, но и инхибирање на настанувањето на метанот. Ацетогените бактерии (бактериите кои формираат водород) оформуваат тесна животна заедница со метаногените археи кои во текот на настанувањето на метанот заедно со јаглеродниот диоксид го трошат создадениот водород (интерспециски трансфер на водород), така што за ацетогените бактерии да обезбедуваат прифатливи услови во окружувањето.

Во наредната, а воедно и последна фаза од создавањето на биогазот т.н. *метаногенеза*, пред сè оцетната киселина, водородот и јаглеродниот диоксид, со помош на строго анаеробните метаногени археи се конвертираат во метан. Хидрогенотрофен метаноген метан се произведува од водород и јаглероден диоксид, додека ацетокласичен метаноген метан се формира со цепање на киселините.

Начелно четирите фази ( фаза на хидролиза, киселинска фаза, оцетна фаза и фаза на метаногенеза) на анаеробно разградување се одвиваат истовремено, меѓутоа бактериите во поединечните фази на разградување имаат различни побарувања во поглед на животната средина, како контролирана температура и рН-вредност, затоа во самата процесна техника мора да се најде компромис. Метаногените микроорганизми поради малата брзина на растот претставуваат најслаба алка во биоценозата, а најосетливите реагираат на промените, додека условите во окружувањето (средината) мора да се прилагодат на барањата на метаногените микроорганизми. Направени се обиди да се оддели киселинската фаза и хидролизата со два одвоени процесни чекори од метаногената фаза, но тоа практично успева само условно бидејќи и покрај малата рН-вредност во фазата на хидролиза каде рН-вредноста е помала од 6,5 повторно доаѓа до делумно формирање на метан. Со тоа гасот формиран во фазата на хидролиза покрај јаглерод диоксидот и водородот, содржи и метан, така што со оглед на тоа тој гас понатаму задолжително мора да се третира или да се искористи, сè со цел да се избегнат лоши влијанија врз животната средина, како и безбедносни ризици.

Различните услови во околината кои влијаат на составот и микробиолошката активност на биоценозата, можат да настанат во зависност од конструкцијата и начинот на работа на биогазната постројка, но и поради различниот состав на и концентрација на свежата маса која се користи како супстрат кај повеќестепените процеси во

поединечните фази на ферментација, а со тоа директно влијаат на формирањето на метаболитичките производи.

## **1.2 Влијание на околината во создавање на биогаз**

Околината преку условите кои владеат во неа – кислородот, температурата, рН може да има директно или индиректно влијание на процесот на создавање на биогаз. Според овие услови разликуваме два типа на ферментација меѓу кои треба да се прави разлика а тоа се: мократа ферментација и ферментацијата на цврсти материи попозната како сува ферментација. Овие две постапки се и тоа како различни, пред сè во поглед на содржината на вода, хранливи материи, како и транспортот на материјалот кои е подложен на ферментација.

### **1.2.1 Влијание на кислородот**

Метаногените археи спаѓаат во едни од најстарите живи суштества на земјата и настанале пред три до четири милијарди години, многу години пред настанувањето на атмосферата онака како што ја знаеме денеска. Метаногените археи се микроорганизми кои произведуваат  $\text{CH}_4$ . Тие се строго анаеробни, припаѓаат на архејата како филогенетски разновидна група, класифицирана во пет утврдени поредоци: Methanobacteriales, Methanococcales, Methanomicrobiales, Methanosarcinales и Methanopyrales, а понатаму поделени во 10 семејства и 31 род (Liu&Whitman, 2008).

Метаногените археи т.н. метаногени се група на микроорганизми кои имаат развиено уникатна метаболитичка патека за добивање на енергија. Метаногените археи се користат во производството на биогаз и третманот на отпадните води, а биотехнологијата ги искористува ензимите на екстремофилните археи кои можат да издржат високи температури и органски растворувачи (Wikipedia.org, 2021) Во таа група карактеризирани се повеќе од 150 видови и се продолжува со откривање на нови, а тие микроорганизми и ден денес имаат потреба од бескислородни животни услови и успеваат да растат на температури од 0-122°C. Метаногените археи кои растат на иста температура може да имаат различна стапка на раст (Jabłonski, 2015). Повеќето видови од нив изумираат и при контакт со минимални количини на кислород, но сепак внесот на кислород во делот каде се одвива ферментацијата по правило не може да се избегне во целост. Факт е и тоа дека сите метаногени археи нема целосно да бидат спречени во своите активности или потполно да изумрат, но условени се од околноста дека живеат

во заедница со бактериите што трошат кислород од претходните фази за разградување на биоматеријалот, дел од нив се и факултативно анаеробни бактерии, бактерии кои можат да преживеат и во присуство на кислород, но и потполно без кислород. Се додека внесот на кислород е во одредени минимални количини, тој не е опасен за метаногените археи бидејќи околните останати бактерии ќе го потрошат него пред тој да ги оштети метаногените археи за кои неопходни се анаеробните услови. Поради тоа и атмосферскиот кислород кој поради биолошка десулфуризација се внесува во гасниот простор на ферментаторот, нема да има негативно влијание на формирањето на метанот.

### 1.2.2 Температура

Во принцип важи правилото дека повеќето хемиски реакции се одвиваат толку побрзо, колку што е повисока температурата на околината. Сепак, ова може условно да се примени на процесот на биоразградливост. Во тој поглед треба да се земе предвид дека различните микроорганизми вклучени во метаболичките процеси имаат потреба од различни оптимални температури. Неисполнувањето или надминувањето на температурите оптимални за развој на микроорганизмите, може да доведе до нивна инхибиција, а во најлош случај и нивно непоправливо оштетување. Микроорганизмите кои се вклучени во процесот на разградување според нивната оптимална температура можат да се поделат во три групи: психрофилни, мезофилни и термофилни. (P. Vindis et.al, 2009)

- Психрофилни – оптимална температура за нивниот раст и развој е под 25 °C, за постигнување на таа температурата не е потребно дополнително загревање на супстратот, односно масата која се ферментира, но капацитетот на разградување и производство на гас е мал. Со оглед на тоа не е можна економски оправдана и исплатлива работа на биогазната постројка.
- Најголемиот дел од познатите метаногени микроорганизми својот оптимален раст го остваруваат во мезофилниот температурен опсег од 37-42 °C. Во пракса најраспространети се постројките кои работат во мезофилен режим бидејќи во тој режим се добиваат релативно високи приноси на гас, но и добра стабилност на процесот.
- За процесот на ферментација најсоодветни се термофилните култури чијашто оптимална температура се движи од 50-60 °C. Во присуство на овие микроорганизми и високата процесна температура се остварува побрзо



разградување, но и помала вискозност. Сепак треба да се земе предвид дека за да се загрее процесот на ферментација потребно е повеќе енергија, а и тоа дека самиот процес во тој температурен опсег е чувствителен на промените, нерегуларностите во дотурот на супстрат или промената во режимот на работа на ферментаторите бидејќи во термофилните услови има многу помал број на метаногени микроорганизми.

Во принцип границите во поглед на температурниот опсег може да се преминат, но треба да се внимава бидејќи брзата промена на температурата доведува до оштетување на микроорганизмите, додека во случај на бавна промена на температурата метаногените микроорганизми можат да се прилагодат на различните температурни нивоа. Со оглед на тоа за стабилен тек на самиот процес не е одлучувачки фактор апсолутната температура, туку константното ниво на температурата (P. Vindis et.al, 2009).

Паралелно со тоа значајно е да се напомене ефектот на самозагревање кој често се воочува во пракса. Тој ефект настапува кога се користи супстрат кој во поголем дел содржи јагленихидрати, а сето тоа искомбинирано со изоставување на течните влезни материи и добро изолираните резервоари. Самозагревањето е предизвикано од производството на топлина од страна на поедини групи микроорганизми во текот на разградувањето на јаглените хидрати, а тоа за последица може да има во изворно мезофлниот режим на работа, температурата да нарасне и до 43 °C, односно 48 °C. Од тие и слични на нив причини мора да се спроведуваат интензивни пратечки анализи и регулација на процесите врз основ на тие анализи, а промена на температурата може да се изврши со мало намалување на производство на гас. Но, во прилог на таквата промена ако не се извршат неопходните интервенции во самиот процес (пр. намалувањето на количината на влезен материјал), микроорганизмите нема да можат да се адаптираат на промената на температурата и во најлош случај доаѓа до потполн застој во производството на гас.

### **1.2.3 рН вредност**

Условите за температурата се слични, скоро и идентични со условите за рН вредноста. Микроорганизмите вклучени во различните фази на разградување побаруваат различна рН вредност при која можат оптимално да растат. Така оптималната рН вредност на хидролизирачките и ацидогените бактерии се движи од 5,2

до 6,3. Но, сепак за нив не е дотолку неопходно тоа, а супстратите можат да ги разградуваат и при нешто повисока рН вредност, со тоа што единствено што се намалува е нивната активност. Спротивно на тоа, ацетогените бактерии и метаногените археи имаат неопходна потреба од рН вредност во неутрален опсег од 6,5 до 8. Ако процесот на ферментација се одвива во еден ферментатор, рН вредноста соодветно на тоа мора да се одржува на даденото ниво.

Независно од тоа дали процесот е едностепен или повеќестепен, рН вредноста во системот автоматски се регулира од алкалните и киселите метаболички производи кои се формираат во текот на анаеробното разградување. Меѓутоа, со оглед на тоа дека таа рамнотежа е осетлива, доаѓа до сериска реакција: кога во процесот се додаде во кратко време поголема количина на органска материја или пак формирањето на метан е од одредени причини инхибирано, доаѓа до акумулирање на кисели метаболички производи на ацидогенезата. Во нормален случај рН вредноста се одржува на неутрално ниво како резултат на карбонатниот и амонијачниот пуфер. Во случај кога пуферскиот капацитет на системот е исцрпен, односно ако се акумулирани премногу органски киселини, рН вредноста опаѓа, а со тоа повторно се зголемува инхибирачкото дејство на водород сулфидот и проприонската киселина, така да во најкраток рок може да дојде до прекин на процесот во ферментаторот. Спротивно на тоа, вредноста на рН може да порасне ако со разградување на органските соединенија на азотот се ослободува амонијак, кој заедно со водата гради амониум. Секој процес има потреба од контрола, така што во тој поглед треба да се има во превид дека рН вредноста поради својата инертност може да се користи, но само условно во делот на регулирање на постројката и нејзиното функционирање, но бидејќи има големо значење во самиот процес на производство мора постојано да се мери и следи нејзиното ниво.

#### **1.2.4 Обезбедување на хранливи материи**

Во анаеробното разложување се вклучени микроорганизми кои поседуваат специфична потреба за витамини, макро и микроелементи. Расположливоста и концентрацијата на тие компоненти влијае на брзината на растот и активноста на различната популација. Постои еден вид својствена минимална и максимална концентрација која е тешко да се утврди заради мноштвото на различни култури и нивната делумно изразена способност за прилагодување. Генерирањето на што е можно повеќе метан од искористените супстрати, условено е со оптимално обезбедување и снабдување на микроорганизмите со хранливи материи. Колку метан во горна линија ќе

се генерира од користените супстрати се одредува според нивната содржина на протеини, масти и јаглени хидрати. Тие фактори подеднакво влијаат на специфичната потреба за хранливи материи.

За да се обезбеди стабилен тек на процесот потребно е да има стабилен и балансиран сооднос на макро и микроелементи. По јаглеродот, азотот претставува најпотребната хранлива материја. Тој е потребен за формирање на ензими кои го спроведуваат метаболизмот. Од тие причини односот јаглерод – азот кај искористените супстрати е од особено значење. Ако овој сооднос е превисок, односно ако има многу јаглерод, а малку азот, постојниот јаглерод не може да се конвертира во целост, како резултат на недоволниот метаболизам, а тоа доведува до не постигнување на максимален принос на метан. Во спротивниот случај кога има поголема концентрација на азот, најчесто доаѓа до настанување на прекумерна количина на амонијак ( $\text{NH}_3$ ), кој уште во мали концентрации го инхибира растот на бактериите, дури може да доведе и до потполно уништување на целокупната популација на микроорганизмите. Од тие причини, за непречен тек на процесот односот на јаглерод и азот треба да се движи во распон од 10 до 30. Покрај јаглеродот и азотот, фосфорот и сулфурот исто така претставуваат значајни хранливи материи. Сулфурот е составен елемент на аминокиселините, додека фосфорните соединенија се неопходни за формирање на енергија АТФ (аденозин трифосфат) и NADP (никотинамид аденин динуклеотид фосфат). За микроорганизмите да можат во доволна мера да се снабдуваат со хранливи материи односот на јаглерод/азот/фосфор/сулфур во реакторот треба прецизно да биде одреден.

Покрај макроелементите, од животно значење за микроорганизмите е расположливоста на одредени микроелементи. Кај поголемиот дел на земјоделски биогазни постројки потребата за микроелементи по правило е задоволена, особено во случај на користење на животинскиот измет.

Абубакар и Исмаил ја испитувале ефективноста на измет од крави за биогазното производство. Просечниот кумулативен принос на биогаз и содржината на метан е 0,15 L / kg додаден и 47%, соодветно (Abubakar&Ismail, 2012).

Алварез и Лиден го проучувале производството на биогаз при анаеробна ферментација во единиците во одредена фарма, а самата ферментација обично се изведувала под мезофилни услови. Добиениот биогаз се користи за производство

домашно гориво и стабилизирање на животински отпад за употреба на дигестираното (искористено ѓубриво во процес на производство на биогаз) ѓубриво како земјоделско. Резултатите покажуваат дека во систем во кој ферментира мешавина од ѓубриво од овци на ниска температура (18-25°C) приносот на метан добиен во експериментот бил во опсег од 0,07-0,14 м<sup>3</sup>/ кг додаден супстрат, со концентрација на метан во гасот од 47% до 55% (Alvarez&Liden, 2009).

### **1.2.5 Инхибитори**

Постојат голем број на причини кои може да предизвикаат инхибиција на создавањето на гасот и одвивањето на процесот. Од една страна може да бидат оперативни-технички причини, а од друга страна инхибиторите можат да го забават понатамошното одвивање на процесот. Инхибиторите се материи кои во одредени околности и во незначителни концентрации можат да го намалат капацитетот на разградување, односно да се прекине процесот на деградација во случај на токсични концентрации. Секогаш треба да се прави разлика помеѓу инхибитори кои во ферментаторот стигнуваат со додавање во супстратот и оние инхибитори кои се создаваат, односно настануваат како интермедијарни производи на поедините фази на разградување како што е феноменот на амониумска инхибиција кој се јавува кога анаеробните дигестори работат со ѓубриво од животинско потекло и косупстрат од протеинска биомаса. Сепак амониумската инхибиција не е директно поврзана со вкупниот амониум, туку повеќе со концентрацијата на слободен амонијак (Sutaryo et.al, 2014).

Во текот на додавање на супстрати во ферментаторот треба да се води сметка да не биде тоа прекумерно бидејќи може да ја инхибира самата ферментација како процес, затоа што начелно секоја компонента од супстратите во преголеми количини може да се одрази негативно на бактериите. Тоа важи пред сè за материите како што се антибиотиците, дезинфекционите средства или растворувачите, хербицидите, соли или тешки метали кои во мали количини можат да го инхибираат процесот на разградување. Внесените антибиотици најчесто потекнуваат од додавање на органско ѓубриво, животински масти, при што инхибирачкото дејство на различни антибиотици во голема мера е различно. Покрај тоа значајно е и тоа дека и есенцијалните микроелементи во преголеми концентрации можат да бидат токсични за микроорганизмите. Бидејќи микроорганизмите до одредена мера може да се прилагодат на таквите материи, концентрациите, всушност границите до кои одредена материја е штетна, тешко можат

да се утврдат. Исто така некои други инхибитори доаѓаат во интеракција со други материји. Во тој поглед тешките метали во процесот на ферментација делуваат штетно само ако се во растворен облик. Меѓутоа тие се врзуваат со водород-сулфидот кој исто така настанува во процесот на ферментација и се таложат како тешко растворливи суфиди. Бидејќи во процесот на метанска ферментација во принцип секогаш настанува водород-сулфид или познато како сулфурна киселина, по правило не треба да се очекуваат пречки во процесот на ферментација и создавање на гас и при присуство на тешки метали. Ова не е случај за бакарните соединенија кои заради нивната антибактериска активност се токсични и при многу ниски концентрации.

Во текот на ферментацијата се формираат низа на материји кои можат да го инхибираат процесот. Во овој контекст, важно е да се истакне уште еднаш големата способност на бактериите да се прилагодат. Пред сè анјонски слободниот амонијак  $\text{NH}_3$  веќе во мали концентрации влијае штетно на бактериите што се одразува на концентрацијата на амониум  $\text{NH}_4^+$  (амонијакот реагира со водата, притоа формирајќи амониум и еден  $\text{OH}^-$  јон, а и обратно). Тоа значи дека при зголемена базична рН вредност, при зголемена концентрација на  $\text{OH}^-$  јоните, се нарушува рамнотежата и се зголемува концентрацијата на амонијакот. Во таков случај порастот на рН вредност од 6,5 – 8,0 доведува до пораст на концентрацијата на слободен амонијак до 30 пати, дури и повеќе. И во случај на пораст на температурата во ферментаторот доаѓа до поместување на рамнотежата во правец на инхибирачкиот амонијак. Кај системите за ферментација кои не се прилагодени за високи концентрации на азот, граничниот праг се движи во распон од 80-250 ml/l  $\text{NH}_3$ . Тоа во зависност од рН вредноста и температурата на ферментација соодветствува на концентрација на амониум од 1,7-4 g/l. Искуството покажува дека во случаите кога вкупната концентрација на амонијачен азот од 3000-3500 mg/l мора да се смета со инхибирачко дејство на азотот во самиот процес на настанување на биогасот.

Водород сулфид, сулфурната киселина или  $\text{H}_2\text{S}$  е уште еден производ на процесот на ферментација кој во недисоциран, растворен облик како клеткин отров уште во минимални концентрации од 50mg/l може да го инхибира процесот на разградување. Со опаѓањето на рН вредноста расте и уделот на слободна сулфурна киселина, со што опасноста од инхибиција на процесот расте. Единствена можност за намалување на концентрацијата на  $\text{H}_2\text{S}$  е во нејзиното сталожување со помош на јоните на железото формирајќи суфиди.  $\text{H}_2\text{S}$  реагира и со други тешки метали каде со формирање на

сулфидни јони ( $S^{2-}$ ) се врзува и сталожува. Сулфурот сам по себе претставува и хранителен материјал кој поради формирањето на ензимите мора да биде расположлив во доволна концентрација, според тоа и преголемо сталожување на сулфурот во облик на сулфиди од друга страна може да предизвика инхибиција на метаногенезата.

Инхибирачкото дејство на поедини материи соодветно на тоа зависи од повеќе фактори и тешко е да се постават фиксни гранични вредности. Дел од инхибиторите на процесот на метаногенеза се прикажани во следната табела со број 1.

**Табела бр. 1** Инхибирачкото дејство на поедини материи

<b>Инхибитор</b>	<b>Инхибирачка концентрација</b>	<b>Важно да се знае</b>
<b>Кислород</b>	> 0,1 mg/l	Ги инхибира целосно анаеробните метаногени археи
<b>Сулфурна киселина</b>	> 50 mg/l $H_2S$	Инхибирачкото дејство расте со намалување на нивото на рН вредноста
<b>Испарливи масни киселини</b>	> 2.000 mg/l $HA_c$ ( рН = 7,0)	Инхибиторното дејство се зголемува со намалување на рН вредноста и имаат големо прилагодување спрема бактериите
<b>Амонијачен азот</b>	> 3500 mg/l $NH_4^+$ (рН =7,0)	
<b>Тешки метали</b>	$Cu > 50$ mg/l $Cr > 100$ mg/l $Zn > 150$ mg/l	Само растворените метали делуваат инхибиторно, а нивното отстранување се врши со сталожување во форма на сулфиди
<b>Дезинфекциони средства и антибиотици</b>	Нема податоци	Секој производ има посебен начин на инхибирање

## 2. ПАРАМЕТРИ ЗНАЧАЈНИ ЗА ТЕКОТ НА ПРОИЗВОДНИОТ ПРОЦЕС

### 2.1 Обем на органската материја и време на задржување

Во текот на изградбата на биогазната централа или постројка, во прв план главно се внимава на економскиот аспект и нејзината исплатливост, така во текот на изградбата на биогазната постројка не се тежнее само кон максимален принос на гас, односно потполно разградување на органските материи кои се содржат во супстратот. Доколку се цели кон целосно разградување на органските состојки, помеѓу другото би било потребно многу подолго време на задржување на супстратот во ферментаторот, а тоа ја повлекува потребата од резервоари со поголема работна зафатнина бидејќи некои материи се разградуваат во текот на подолг временски период, ако воопшто и се разградат. За таа цел треба да се тежнее кон обезбедување прифатливи трошоци, а паралелно со тоа и оптимален капацитет на разградување.

Во тој поглед обемот на органската материја (ООргМ) претставува значаен процесен параметар. Тој покажува колку килограми органска сува материја (оСМ) во ферментаторот може да се додаде на  $m^3$  работна зафатнина во единица време. Обемот на органската материја се изразува во  $kg\ oSM/ m^3\ d^{-1}$ .

$$OOrgM = \frac{m \cdot c}{Vr \cdot 100} (kg\ oSM/ m^3\ d^{-1})$$

Равенство 1: Обем на органска материја -  $OOrgM$

$m$  – додадено количество на супстрат за единица време (  $kg/d$  )

$c$  – концентрација на органска материја % (оСМ)

$Vr$  – зафатнина на реакторот ( $m^3$ )

Обемот на органската материја може да се наведе за секоја фаза (гасно непропустлив, изолиран и загреан резервоар), за целокупниот систем (збир на работниот обем за сите фази), како и со или без земање предвид рециркулирањето на материјалот т.н. рециркулат. Со промена на референтните големини за обемот на органската материја кај една постројка се добиваат прилично различни резултати. За да може да се направи споредба и да може да се добиваат референтни и споредливи резултати за обемот на

органската материја кај различни биогазни постројки, односно системи се препорачува одредувањето да се однесува на целокупниот систем без да се зема предвид рециклирачкиот материјал, односно само за свеж супстрат.

Дополнителен параметар е хидрауличното ретенционо време (HRT – hydraulic retention time) кое всушност го претставува временскиот период во кој додадениот супстрат теоретски во просек останува во ферментаторот до своето излегување од него. Пресметувањето на хидрауличното ретенционо време се врши со помош на количникот помеѓу зафатнината на реакторот ( $V_r$ ) и дневната додадена количина на супстрат ( $V$ ). Хидрауличното ретенционо време се изразува во денови.

$$HRT = \frac{V_r}{V}$$

Реалното време на задржување (реално ретенционо време) се разликува од хидрауличното бидејќи зависи од мешањето (настанување на кратки споеви), кога поедини компоненти го напуштаат ферментаторот со различна брзина. Помеѓу хидрауличното ретенционо време и обемот на органската материја постои тесна поврзаност. Така кога би имале константно еднаков состав на супстратот, со зголемување на обемот на органската материја, во ферментаторот се додава поголемо количество на влезен материјал, а со тоа се скратува времето на задржување. Со цел да се одржи процесот на ферментација, хидрауличното ретенционо време треба да се избери така што при константна замена на содржината во реакторот да не се изнесуваат повеќе микроорганизми од она што за исто време можат да настанат ( бидејќи времето за кое се дуплира бројот на некои метаногени археи изнесува 10 и повеќе денови). Покрај тоа треба да се земе предвид дека со кратко време на задржување на микроорганизмите им останува малку време да го разградат супстратот, така што на тој начин се остварува само недоволен принос на гас. Оттука може да се констатира дека подеднакво е важно времето на задржување на супстратот, да се прилагоди на специфичната брзина на разградување на супстратот. Во случај кога е позната количината на дневен внес, комбинирано со способноста за разградување и проектираното време на задржување, оттука може да се пресмета потребната зафатнина на реакторите.

Наведените процесни параметри на биогазните постројки, првично се користат за опис на состојбата, обемот, споредба на различни биогазни постројки и сл. Овие параметри во поглед на бавната, но континуирана контрола на процесите, можат



единствено да бидат во прилог само во фазата на пуштање во работа на постројките. При тоа вниманието се насочува на обемот на органската материја. Ретенционото време има поголема важност кај постројките со голема количина на течности во влезниот материјал, како и ниска количина на разградувачки органски материји (постројки базирани на течно ѓубриво).

### Принос базиран на продуктивноста и степен на разградување

За описот на степенот на ефикасност на биогазната постројка во најсоодветни показатели се параметрите за продуктивност ( $P_{CH_4}$ ), принос ( $Pr_{CH_4}$ ) и степенот на разградување ( $\eta_{oSM}$ ). Кога производството на гас ќе се стави во однос на зафатнината на ферментаторот, тогаш станува збор за продуктивност. Таа се дефинира како коефициент на дневното производство на гас и зафатнината на реакторот, и соодветно на тоа дава информации за ефикасноста. Продуктивноста може да се однесува на производството на биогаз ( $P_{biogas}$ ), како и на производството на метан ( $P_{CH_4}$ ) и се изразува во  $Nm^3 / (m^3 \cdot d)$ .

$$P_{CH_4} = \frac{V_{CH_4}}{V_R}$$

Кога производството на гас ќе се стави во однос на влезниот материјал, тогаш станува збор за приносот, кој може да се однесува на биогазот ( $Pr_{(biogas)}$ ) или принос на метан ( $Pr_{CH_4}$ ). Тој е дефиниран како коефициент на произведената количина на гас и додадената количина органска материја и се изразува во  $Nm^3/t$  oSM. Приносите ја означуваат ефикасноста на производството на биогаз, односно метанот од додадените супстрати. Меѓутоа тие како поединечни параметри немаат голема показна моќ бидејќи не се зема предвид ефективниот обем на ферментаторот. Од тие причини приносите секогаш мора да се набљудуваат заедно со обемот на органската материја.

$$Pr_{CH_4} = \frac{V_{CH_4}}{m_{oSM}}$$

Приносот на метан се пресметува со горенаведената формула, а се изразува во:  $[Nm^3 * t^{-1} * oSM]$ . Од формулата за принос на метан:  $V_{CH_4}$  – производство на метан се изразува во  $[Nm^3/d]$ , а  $m_{oSM}$  – внесена сува материја, а се означува со  $[t/d]$ .

Степенот на разградување ( $\eta_{oSM}$ ) обезбедува информации за ефикасноста на искористувањето на дополнителните супстрати. Степенот на разградување може да се утврди врз основа на органската сува материја (oSM) или хемиската потрошувачка на кислород (НРК). Утврдувањето на степенот на разградување ( $\eta_{oSM}$ ) на органската сува материја односно биомасата се препорачува поради анализата која најчесто се спроведува во пракса.

$$\eta_{oSM} = \frac{oSM_{sup} * m_{do} - oSM_{od} * m_{od}}{oSM_{sup} * m_{do}} * 100 [\%]$$

Од равенството за степенот на разградување на биомасата ( $\eta_{oSM}$ ),  $oSM_{sup}$  го означува уделот на органската сува материја во додадената свежа маса (kg/t SvM), додека  $m_{do}$  е ознака за додадената свежа маса, а се мери во тони. Ознаката  $oSM_{od}$  го означува уделот на органската сува материја во изнесенiot материјал од ферментаторот (kg/t SvM), количество на остаток за ферментација (t).

### **Мешање на содржината на ферментаторот**

Со цел да се овозможи поголемо производство на биогаз, потребен е интензивен контакт помеѓу бактериите и супстратите, а тоа се постигнува со мешање на содржината во ферментаторот. Не може секоја биомаса непреработена да се користи во биогазниот конвенционален дигесторот. Тоа значи дека треба да се направи одредена подготовка на биомасата пред да влезе во конвенционалниот биогазен дигестор (Марковски, 2015). Поради разликите во самиот состав на биомасата, ефектот на ферментација се подобрува со мешање на различните компоненти во неа, а со тоа се зголемува производството на гас во текот на самиот процес на анаеробна ферментација (Feng Zhang et. al, 2020).

Во ферментаторот каде содржината не е добро мешана, по одредено време може да се воочи разединување на содржината, формирање на слоеви, а сето тоа е предизвикано од различната густина на поедини состојки на користените супстрати, како и нивно испловување на површина со самото формирање на гасот. При тоа поради големата густина на супстратот, најголемиот дел на бактериите се задржува во долниот дел, а најчесто супстратот кој треба да се разгради најчесто се собира во горниот слој. Во ваквите случаи контактната зона е ограничена е на допирната површина на тие два слоеви, а со тоа разградувањето е слабо. Покрај тоа од цврстите материи кои

испловуваат на површината се формира слој кој плови, а истовремено го отежнува издвојувањето на гасовите.

Мешањето на содржината во ферментаторот е значајно за подобрување на контактот помеѓу микроорганизмите и супстратот. Спротивно на тоа треба да се внимава и да се избегнува интензивно мешање бидејќи бактериите кои ја формираат оцетната киселина, а се активни во ацетогенезата, како и археите на метаногенезата формираат тесна животна заедница која е од големо значење за несметан процес на настанување на биогаз. Ако таа животна заедница се наруши поради силните раскинувачки сили настанати од силниот интензитет на мешањето, може да се предизвика негативно влијание на анаеробното разложување. Од тие причини потребно е да се најде компромис кои ќе ги задоволува двата услови. Во пракса тоа се постигнува со бавно ротирачки мешалки кои произведуваат слаби раскинувачки сили, а од друга страна содржината во реакторот се меша во интервали (само кратки, претходно дефинирани периоди).

### **Потенцијал за формирање на гас, метаногена активност и потенцијален принос на биогаз**

Количината на произведен биогаз во биогазната постројка во принцип зависи од користените супстрати. За нејзино утврдување најдобро е да се направи ферментациски тест на дадената смеса на супстрати. Алтернативен начин е со пресметувањето на збирот на приноси на гас од содржаните супстрати во влезниот материјал, така што на тој начин да се процени вкупниот принос на гас, доколку за тие поедини супстрати постојат табеларни податоци за приносот на гас. За одредени т.н. егзотични супстанции, за кои нема расположливи податоци добиени врз основа на ферментациони тестови, процената на приносот на гас може да се изврши преку нивниот коефициент на сварливост бидејќи постојат паралели помеѓу процесот на разградување во биогазниот процес и процесот на варење кај преживарите. Индикаторите потребни за тоа, во случај на обнова на суровините можат да се согледаат во табелата број 2, за хранлива вредност на фуражните култури. Во неа можат да се проследат информации за содржината на пепел (SP), сировите влакна (SV), масните (SirMa), протеините (SPr), безазотните екстрактивни материи (baE) сведени на сува материја (SM), преку анализа на храната со Венееров метод како и нивните коефициенти на сварливост (KS). Уделот на сировите влакна и

безазотните екстрактивни материи заедно учествуваат и ја покажуваат содржината на јаглени хидрати. Специфичниот принос на биогаз и содржината на метан на поединечните групи на материи, може да се проследи во наредната табела со број 2.

**Табела бр. 2** Специфичниот принос на биогаз и содржината на метан

	Принос на биогаз (l/kg oSM)	Содржина на метан ( vol.-% )
Сварлив протеин (SPr)	700	71
Сварлива маст (SirMa)	1250	68
Сварливи јаглени хидрати (SV+baE)	790	50

Од горенаведените табеларно изнесени податоци може да се пресмета органската сува материја и споменатата маса за поединечни групи на сварливи материи по килограм сува материја:

Содржина на органска сува материја:

$$(1000 - \text{сирова пепел (g/kg)}) / 10 \quad \% \text{ (SM)}$$

Сварлив протеин:

$$(\text{Сиров протеин} \cdot K_{SPr}) / 1000 \quad \text{kg/kg (SM)}$$

Сварлива маст:

$$(\text{Сирова маст} \cdot K_{SirMa}) / 1000 \quad \text{kg/kg (SM)}$$

Сварливи јаглени хидрати:

$$((\text{сирови влакна} \cdot K_{SV}) + (\text{baE} \cdot K_{baE})) / 1000 \quad \text{kg/kg (SM)}$$

Понатамошната пресметка што е прикажана во подолната табела се базира на пример на тревната силажа покосена во средината на цветниот период – табела број 3.

**Табела бр. 3** Пример показатели за тревна силажа

35	SM - (%)
102	Сиров пепел (SP) - g/kg SM
112	Сиров протеин (SPr) - g/kg SM
62	KS <sub>SPr</sub> - %
37	Сирова маст (SirMa) - g/kg SM
69	KS <sub>SirMa</sub> - %
296	Сирови влакна (SV) - g/kg SM
75	KS <sub>Sv</sub> - %
453	baE - g/kg SM
73	KS <sub>baE</sub> - %

Според погоре прикажаните формули и пример показателите произлегува:

1. Содржина на органска сува материја (oSM):  $(1000 - 102)/10 = 89,9 \%$  (SM)
2. Сварлив протеин:  $(112 \cdot 62)/1000 = 0,0694 \text{ kg/kg SM}$
3. Сварлива маст:  $(37 \cdot 69\%)/1000 = 0,0255 \text{ kg/kg SM}$
4. Сварливи јаглени хидрати:  $((296 \cdot 75\%) + (453 \cdot 73\%))/1000 = 0,5527 \text{ kg/kg SM}$

На овој начин можат да се пресметаат количините на поединечните групи на материји по kg oSM, а потоа овие резултати се множат со вредностите од табелата број 2 и се добиваат приносите на биогаз и метан кои се прикажани во табелата број 4.

**Табела бр.4** Принос на биогаз и содржина на метан од тревната силажа

	Принос на биогаз (l/kg oSM)	Содржина на метан (vol.%)
Сварлив протеин (SPr)	48,6	34,5
Сварлива маст (SirMa)	31,9	21,7
Сварливи јаглени хидрати (SV+baE)	436,6	218,3
Збир ( по kg oSM)	517,1	274,5

Според тоа, по kg свежа маса произлегуваат 165,2 литри биогаз, а во него околу 53% содржан е метан. Во овој контекст мора да се напомени дека приносот во пракса е секогаш прилично поголем од оној што е претходно пресметан бидејќи не постои статистички доволно прецизен и одговорен метод со чијашто помош може прецизно да се пресмета приносот на гас. Со претходно прикажаниот метод е овозможено само меѓусебно споредување на супстратите.

Приносот на биогаз е условен и од други фактори, а тука може да се напоменат времето на задржување на супстратот во ферменторот, содржината на сува материја, содржината на масни киселини, како и можното присуство на инхибитори кои влијаат на сето тоа. Така со зголемување на ретенционото време се остварува поголем степен на разградување и со самото тоа и поголемо производство на биогаз, паралелно со тоа и метан. Секоја промена на било кој од гореспоменатите фактори може да ја променат средината на активност на бактериите и микроорганизмите во внатрешноста на дигесторот (ферментатор), а тоа да предизвика одредени промени, дури и неуспех на самиот процес на ферментација (S. M. Ngaram et. al, 2016)

Содржината на сува материја во ферментаторот може да влијае на два начини врз приносот на гас. Од една страна со поголема количина на сува материја се отежнува транспортот на материјалот, така што микроорганизмите материјалот може да го

разградуваат само во нивната непосредна близина. При прилично високи содржини на сува материја (повеќе од 40%) може да предизвика престанок на ферментацијата, дури и во целост бидејќи тогаш нема доволна количина на вода за раст на микроорганизмите. Од друга страна високата количина на сува материја може да предизвика проблем со инхибиторите бидејќи нивната концентрација со ниската содржина на вода се зголемува, а тие остануваат поконцентрирани. Механички или термички предтретман на користените супстрати може да го зголеми приносот бидејќи супстратот на тој начин е достапен за бактериите.

Ферментаторот и бурагот се два слични системи кои во погоре изнесеното се споредени, всушност кај нив има повеќе паралели како системи, но тие процеси кои се одвиваат во нив само условно можат да се споредат бидејќи кај тие два т.н. системи може да дојде до различни синергетски ефекти кои влијаат на настанувањето на гасот. Со тоа, според претставениот метод за пресметување на приносот на гас, односно метан може само да се процени, но не и тој метод да се користи за пресметување на процесните или економски параметри. Меѓутоа, претставениот метод овозможува тенденциозна процена на приносите на биогаз и споредување на различните супстрати.

### **Квалитет на создадениот гас**

Биогазот се состои во најголема мера од метан, јаглероден диоксид, делумно водена пара, како и останати гасови во трагови. Според тоа, од најголемо значење во примарна линија е метанот бидејќи тој е горивниот дел на биогазот и со тоа директно влијае на неговата долна топлинска моќ. Целното регулирање на процесот само ограничено може да влијае на составот на биогазот. Најчесто тоа зависи од составот на влезниот материјал, но покрај тоа на содржината на метан влијаат процесните параметри како што се температурата на ферментација, состојбата на обемот на реакторот во поглед на органската материја, хидрауличното време на задржување, како и процесните проблеми и постапките на биолошка десулфуризација.

На остварливиот принос на метан при тоа влијае составот на користениот супстрат, уделот на масти, протеини и јаглени хидрати, а при тоа специфичните приноси на метан од сега наведените материјали се намалуваат согласно со нивниот редослед.

Согледувано во однос на масата, со мастите може да се создаде поголем принос на метан отколку со јаглените хидрати.

Во поглед на квалитетот на сместа на гасови значајна улога игра и концентрацијата на водород сулфидот во трагови ( $H_2S$ ). Така од една страна концентрацијата не би требало да е преголема, затоа што и неговите минимални концентрации веќе делуваат инхибиторно на разградувачките процеси. Од друга страна пак високите концентрации на водород сулфид во биогазот, при користење доведуваат до корозивни оштетувања на когенеративните постројки и котли.

Во следната табела со број 5 е претставен просечниот состав на биогазот.

**Табела бр. 5** Просечен состав на биогаз

Компонента	Концентрација
Метан ( $CH_4$ )	50-75 vol %
Јаглерод диоксид ( $CO_2$ )	25 – 45 vol %
Вода ( $H_2O$ )	2 – 7 vol % (20 - 40 °C)
Водород сулфид ( $H_2S$ )	20 – 20000 ppm
Азот ( $N_2$ )	$\leq 2$ vol %
Кислород ( $O_2$ )	$\leq 2$ vol %
Водород ( $H_2$ )	$\leq 1$ vol %

## 2.2 Техника и опрема за производство на биогаз

Производството на биогаз се прави на многу различни начини со различна технологија и различна опрема, секогаш соодветна на потребите и условите во кои тој се создава. Можностите за комбинирање на компонентите и агрегатите кои ќе го



сочинуваат системот за производство на биогаз се неограничени. Од тие причини поедини агрегати се испитуваат во конкретни технички примери, но за секој поединечен случај потребно е да се изврши проверка на погодностите и соодветноста на специфичните агрегати и системи, како и прилагодување на нивните капацитети од страна на стручни лица обучени за работа со нив.

Техниката, а паралелно со неа и опремата за производство на биогаз се развиваат и унапредуваат многу брзо, пред сè има многу иновативни концепти за ферментација (дигестија) и мешање на супстратот, новитети во начинот на одделување на течната и цврстата фаза на ферментација, континуирана примена на процесни модели и автоматски контролни уреди, примена на иновативни сензори, контрола на интензитетот на производството на биогаз и сл. (Scholwin, 2015)

Во делот на изградба на биогазни постројки (централи), во принцип изградбата ја изведува еден изведувач (генерален изведувач), што за инвеститорите донесува и предности и недостатоци.

## **2.3 Разграничување и карактеристики на различните фази во текот на производството на биогаз**

Производството на биогаз се одвива преку низа на различни постапки, кои имаат различни критериуми на класифицирање со специфични карактеристики како: содржина на суви материи во супстратот (мокра и сува ферментација), начин на полнење (дисконтинуиран, полуконтинуиран и континуиран), број на процесни фази (еднофазен или двофазен начин) и процесна температура (психрофилна, мезофилна и термофилна).

### **2.3.1 Содржина на суви материи во ферментационен супстрат**

Конзистенцијата на супстратот зависи од содржината на суви материи. На тоа е основана начелната поделба на технологијата за производство на биогаз на постапката мокра ферментација и постапката сува ферментација. Со користење на постапката на мокра ферментација се користат супстрати кои можат да се испумпуваат, додека при користење на постапката на сува ферментација се користат цврсти супстрати.

Поимите мокра ферментација и ферментација на цврсти материи (наречена сува ферментација) нема јасно дефинирано разграничување. Според мислењето на Министерството за животна средина, базирано на соодветни регулативи, сувата ферментација е поврзана со одредени услови. Тука спаѓа содржина од најмалку 30 масени единици и обем на органската материја од најмалку 3,5 kg oSM/ (m<sup>3</sup>·d) во ферментаторот.

При користење на постапката на влажна ферментација во ферментационата течност можат да се најдат суви материи до 12 маслени единици. По правило важи гранична максимална вредност од 15 масени единици, а при тоа медиумот да може да се испумпува, но тој податок важи само од квалитативен аспект, но не е меродавен за сите влезни материи. Некои супстрати со ситнодисперзни честички и висок процент на растворени материи и при содржина на суви материи до 20 масени единици, уште можат да се пумпаат, како дисперзираните остатоци на измет од цистерна. Спротивно на тоа, другите супстрати уште при 10-12 масени единици имаат цврст облик, како на пример корите од овошје и зеленчук.

Биогасните постројки најчесто користат влажна ферментација во класични цилиндрични резервоари. Реализираните, пак, постројки за сува ферментација, веќе имаат достигнато пазарна зрелост и се користат во областа на ферментација на обновливи суровини.

### **2.3.2 Начин на полнење**

Не може секоја биомаса непреработена да се користи во биогасниот конвенционален дигесторот. Тоа значи дека треба да се направи одредена подготовка на биомасата пред да влезе во конвенционалниот биогасен дигестор (Марковски, 2015). Режимот на полнење на ферментаторот во биогасната постројка, во голема мера зависи од расположливоста на свеж супстрат за микроорганизмите, а со тоа се одржува производството на биогас. Во принцип се прави разлика помеѓу дисконтинуиран, полуконтинуиран и континуиран начин на полнење.

## **Континуирано и полуконтинуирано полнење**

Тука се прави разлика помеѓу проточната постапка и комбинираната полупроточна постапка. За разлика од континуираното полнење, кај полуконтинуираното полнење, најмалку еднаш во текот на денот се врши полнење на ферментаторот со нов, свеж, неферментиран супстрат. Најпогодно се покажува повеќекратното полнење во помали порции, неколку пати во денот.

## **Проточна постапка**

Во минатото поголемиот дел на биогазни постројки се изградени според проточната постапка. Од складишниот резервоар, односно предјамата, супстратот повеќепати во текот на денот се испумпува во ферментаторот. Истата количина, по ферментацијата, која првично во вид на свеж супстрат се додава во ферментаторот, со повлекување или преливање стигнува во резервоарот за остаток на ферментацијата. Со користењето на оваа постапка ферментаторот е секогаш полн, единствено се празни тогаш кога ќе има потреба од негово сервисирање или поправање, а паралелно со тоа оваа постапка се карактеризира со скоро константно производство на биогаз и добро искористување на ферментаторот. Освен тоа користењето на оваа постапка донесува и опасности како кратките струења кои можат да се појават низ ферментаторот, а поради тоа треба да се има предвид дека можно е мал дел од свежо внесениот супстрат веднаш ќе биде повлечен од ферментаторот. Во продолжение, онаму каде се користи отворен резервоар во кој се собира остатокот на ферментацијата, можно е да постои емисија на метан од него, но со новите законски регулативи на Европската унија, отворен резервоар за остаток на ферментација дозволена е само во случај на ферментација на течно ѓубриво, а со тоа се намалува бројот на постројки кој ќе го имплементираат овој систем.

## **Комбиниран полупроточен систем**

Биогазните постројки кои работат според комбинираниот полупроточен систем, резервоарот за остаток на ферментација е затворен (покриен). Со оглед на покриеноста, биогазот кој се создава дополнително во резервоарот за остаток на ферментација се собира и се користи еднакво на биогазот создаден во резервоарот за ферментација бидејќи резервоарот за остаток на ферментација служи подеднакво како и резервоарот. Во продолжение на процесната линија од овој складишен дел на постројката продолжува проточен ферментатор, а од него по потреба кога има голема количина на ферментиран

супстрат за нагубрување може да се повлече супстратот. Со оваа постапка производството на биогаз е константно. Ретенционото време (времето на задржување) не може да се утврди бидејќи и кај проточниот ферментатор можна е појава на т.н. краткотрајни струења. Оваа процесна техника им одговара на актуелната развиеност на техниката. Инвестициските трошоци кој ќе настанат за покривање на резервоарот за остаток на ферментација многу брзо се рефинансираат преку дополнителните приноси на биогаз.

### **Полнење кое не е континуирано**

Во случај на ферментација на серијата, ферментаторот целосно се полни со супстрат и херметички се затвора. Така супстратот во ферментаторот останува до крај на избраното ретенционо време без никакво дополнување или одземање (повлекување) на супстрат. Ферментаторот по истекот на ретенционото време се празни и повторно се полни со свеж супстрат, при што многу мал дел од ферментираниот супстрат може да остани во ферментаторот за инокулација на наредното полнење. За да може празнењето и полнењето на ферментаторот да се изведува брзо, дополнително е потребен и резервоар за резервите и резервоар за складирање. Кај оваа постапка стапката на производство на гас е зависна од времето, така на почеток по полнењето производството на гас полака започнува, така што во зависност од супстратот по неколку дена го постигнува максималното производство на гас и потоа континуирано опаѓа. Тоа покажува дека во поединечните ферментатори не е гарантирано континуираното производство на биогаз, а тоа може да се компензира со временски одложено полнење на неколку ферментатори, тоа е постапката со неколкуте алтернативни резервоари. Со тоа се исполнува минималното ретенционо време потребно за одвивање на процесите. Во пракса сериската постапка со поединечни ферментатори нема особено значење и употреба, додека постапката со алтернативни (дополнителни) резервоари се применува во постројките каде се користи сувиот супстрат.

### **2.3.3 Процесни фази**

Процесната фаза е претставена со биолошката околина, односно хидролизата како фаза во текот на создавањето на биогазот, односно метанизација со дополнителни услови на самиот процес (температура и рН вредност). Кога преработката на супстратот (суровината) се одвива во еден резервоар, станува збор за водење на еднофазен процес,

додека спроведувањето на хидролизата и метанизацијата во одвоени резервоари станува збор за двофазен процес. Степенот го означува процесниот резервоар потполно независно од биолошката фаза. Најлесно може да се прикажи во пример каде концепцијата на постројката се состои од предјама, ферментатор и постферментатор, а со тоа е прикажан еднофазен, но тростепен процес. Тука треба да се напомени дека отворената предјама не претставува засебна фаза, додека затворениот резервоар за складирање се смета за засебна фаза – фаза на хидролиза, додека ферментаторот и постферментаторот заедно се третираат како метанска фаза.

### **2.3.4 Работење на биогазната постројка**

Расположливоста и искористеноста на целокупниот процес кај добро испланирана биогазна постројка, имаат значајно влијание врз нејзината економската исплатливост. Паралелно со тоа значајни фактори претставуваат функционалноста и оперативната безбедност на техничката опрема што се користи, како и константно високиот степен на разградување во рамките на биолошкиот процес.

Биогазната постројка во одредени делови мора да поседува соодветни инструменти, апарати и опрема за откривање, идентификација и отстранување на пречките и грешките кои се неизбежни кај техничките уреди при работа на биогазната централа. Контролата на процесот на работа секогаш се врши во интеракција со вработените, при што степенот на автоматизација на самата постројка (централа) може да биде различен. Предноста на целосната автоматизација на контролните и регулационите алгоритми е во нивната перманентна расположливост, како и постигнување на извесна независност во однос на стручен персонал во таа област. Во тој поглед далечинскиот пренос на податоци овозможува надзор над процесот без присуство на персонал во самата постројка. Единствен недостаток на целосното автоматизирање на постројката е тоа што се генерираат дополнителни трошоци.

Предностите и недостатоците во поглед на конфигурацијата на биогазната централа имаат различно значење и според тоа не може да се постави стандардизирана мерно-техничка опрема за биогазните постројки. Инструментите кои се користат во една биогазна централа се прилагодуваат на специфичните услови.

### 2.3.5 Параметри со кои се контролира биолошкиот процес

Предизвик е да се контролира и да се регулира самиот биолошки процес. Остварувањето на константната стапка на производство на метан е главна цел на процесот на анаеробно разградување во нормален случај. Практично најчесто применувана постапка е континуираниот, односно полуконтинуираниот реактор со мешалки со целосно мешање на супстратот. Кај ваквата постапка константно производство на метан се постигнува со воспоставување на стационарна погонска состојба. Кај стационарната погонска состојба, промените на процесните големини се еднакви на нула (прикажано во равенството) и се остваруваат специфични процесни максимални стапки на конверзија.

$$V \frac{dS}{dt} = Q_{ul} * S_{do} - Q_{iz} * S + V * r_s = 0$$

Равенство за стационарна погонска состојба каде:

$Q$  – волуменски проток (влезен/излезен материјал) ( $l \cdot d^{-1}$ )

$V$  – реакционен волумен (l)

$r_s$  – стапката на реакција ( $g \cdot l^{-1}$ )

$S_{do}$  – концентрација на супстратот во довод ( $g \cdot l^{-1}$ )

$S$  – концентрација на супстратот во одвод ( $g \cdot l^{-1}$ )

Оттука, може да се потврди дека големините како ретенционото време (времето на задржување на супстратот), оптоварување на органската материја, остварливиот степен на разградување и производната стапка на гасот, се одредени со димензиите на постројката и користениот супстрат. Операторот на постројката мора да обезбеди што е можно по константно ниво на овие вредности. Практично стационарната состојба не може да се оствари, од причина што појавата на пречки е неизбежна, а тие пречки едноставно се предизвикани од самата промена на карактеристиките на супстратот, пречки предизвикани при откажување на пумпа, пречки настанати при внесување на дезинфекциони средства, но и од други причини, кои доведуваат до отстапување од

зададената состојба, а истите мора да се детектираат, со цел да се отстранат причинителите за тие отстапувања.

Отстапувањето од стационарната состојба може да се воочи директно по пат на балансирање на текот на материјалите, практично се прави прецизно мерење на материјалниот состав на влез и излез, а во многу случаи и мерење на вистинската количина на супстрат, а паралелно со тоа и произведената количина на гас

### **Стапка на производство и состав на биогазот**

Значајна големина претставува настанатиот биогаз, а како вредност мора да се мери. Производната стапка на биогаз всушност претставува произведената количина на биогаз за единица време, така што со позната количина на полнење и состав на супстратот служи како основа за пресметување на специфичното производство на биогаз. Мерењето на произведениот биогаз е неопходно за балансирање на метаболитичките процеси и за да може да се оцени продуктивноста на метаногената популација.

Инсталирањето на уредите за мерење на протокот на гас мора да се направи и внимателно и професионално и да се на прави точно позиционирање на сензорот. Во случај да се потребно надгледување на состојбата на процесот во поединечните ферментатори, нивната производствена стапка на биогаз мора да се евидентира поединечно. Онаму каде се користат мембранските покривни конструкции во текот на пресметувањето треба да се земе предвид и складишниот волумен, а тоа може да се направи со мерење на нивото на наполнетост, мерниот притисок и температурата во гасниот простор. Сензорите во гасниот простор мора да исполнуваат одредени барања во поглед на заштитата од експлозија и во пракса мора да бидат отпорни на корозија и висока влажност. Бидејќи мембранските кровови се користат за складирање на биогаз, мерењето на производствената стапка на гас и расположливиот волумен за складирање е од големо значење и за регулирањето на моќноста на когенеративната постројка.

Во текот на мерењето на протокот на гас во цевководите, треба да се поведе сметка за тоа да се обезбедени од страна на произведувачот зададените сливни секции со цел да се формираат тие ламинарни струења. Мерните уреди од подвижните елементи во струењето на биогазот се подложни на пречки поради нечистотиите кои постојат во

биогасот. Во делот на производство на биогаз се користат апарати, уреди и технички помагала кои се основани на термички и флуидни принципи на мерење, како и циркуларни мерачи на проток.

### **Составни компоненти на биогазот**

Различните фактички состојби се оценуваат пред сè преку составот на биогазот. Во него се содржани различни компоненти, а истите имаат свое значење за процесот. Биогазот се состои од метан, водород-сулфид, водород, кислород и јаглероден диоксид (Dr.V. Bharathiraja et. al, 2018).

#### **- Метан**

Процентот на присутност на метанот во вкупното количество биогаз служи за оценка на севкупната состојба на метаногената биоценоза. Врз база на производната стапка на биогаз, може да се пресмета производната стапка на метан, така што ако овој параметар при константно полнење видно се намалува, треба да се тргни од тоа дека настанало инхибирање на метаногените археи. Со цел да може да се оцени продуктивноста на метанот треба да се предвидат мерни места во поединечните ферментатори. Мерењето на концентрацијата на метанот во биогазната технологија се прави со помош на инфрацрвени сензори или сензори за топлотна спроводливост. За когенеративната постројка е значајно единствено тоа содржината на метан да не падне под 40 – 45%, од таа причина што при такви услови моторите нема да можат да го искористат биогазот.

#### **- Кислород**

Присутноста на кислородот во биогазот би требало да се докажува и проверува, ако истиот се додал претходно поради биолошка десулфуризација. Во таа прилика концентрацијата на кислород се мери само за да послужи за нејзино регулирање во поглед на потребите за десулфуризација. Присуството и количеството на присутен кислород може да се мери со помош на парамагнетски и електрохемиски сензори.



- Јаглероден диоксид

Јаглеродниот диоксид настанува во киселинската, односно фазата на хидролиза, дури и во метаногената фаза. Тој се раствора во водата и на тој начин формира хидрогенкарбонатен пуфер. Во случај кога односот на метан и јаглероден диоксид во биогазот опаѓа, а составот на супстратот е непроменет, причината може да биде во посиленото формирање на киселини во однос на метанот. Во тој случај се нарушува рамнотежата на масените токови во процесот на разградување. За причина се смета осцилацијата во влезната количина на супстрат или инхибирање на метаногената популација. Како и кај метанот, и тука кај јаглеродниот диоксид, мерењето се прави со помош на инфрацрвени сензори, како и сензорите за топлотна проводливост.

- Водород

Водородот претставува значаен интермедиерен производ во процесот на формирање на метан кој најчесто се ослободува (создава) во киселинската или оцетната фаза, пред истиот да се конвертира во метан. Имало обиди концентрацијата на водород во биогазот да се искористи за детектирање на пречките во самиот процес. Концентрацијата на биогазот може да се мери со помош на електрохемиски сензори, за кое мерење може да послужи парцијалниот притисок на водородот во ферментациониот супстрат, кој претставува параметар соодветен за регулирање на процесот, но практично тоа не е во голема мера испитувано, ниту докажано.

Поголемиот дел од произведувачите на уреди за анализа на гасот од областа за производство на биогаз, имаат модуларни уреди при што потрошувачот може да бира кои сензори, колку на број и слично ќе ги вгради. Единствено мора при користење на електрохемиските сензори, треба да се внимава на тоа дека истите се трошат, а тоа значи дека по одредено време се заменуваат и поседуваат силна девијација споредбено на пример со инфрацрвените сензори. Значајно е и тоа дека секој сензор мора да се калибрира, не само по потреба, туку и во точни и навремени интервали.

- Водород – сулфид

Со негово оксидирање се создаваат производи кои имаат силни корозивни својства, затоа произведувачите на когенетивни постројки поставуваат и гранични вредности за неговата концентрација. Оттука може да се изведи заклучок дека мерењето се прави со цел да се заштити постројката во прв план. Влијанието на високите

концентрации на водород-сулфидот врз метаногените археи се случува дури по надминување на вредноста од 20000 ppm на водород-сулфид во биогазната постројка, а тоа многу ретко се случува. Мерењето на неговата концентрација се прави со помош на електрохемиски сензори.

## **Температура**

Зголемувањето на температурата начелно ја зголемува брзината на реакцијата. Во тој поглед треба да се земе предвид дека во рамките на биолошкиот процес потребни се оптимални вредности на температурата бидејќи органските структури како што се протеините за пример, со растењето на температурата можат да се дестабилизираат и да ја изгубат својата функционалност. Кај анаеробните процеси кои технички се применуваат може да се разликуваат два температурни режими:

- од 37 – 43 °C – мезофилен режим и
- од 50 – 60 °C – термофилен режим.

Бидејќи топлина не се создава кај анаеробната ферментација, со исклучок кај постројките кои користат обновливи суровини, во таков случај супстратот мора да се загрее на температура соодветна за негова ферментација, а при тоа важно е одржувањето на константна температура, особено кај термофилниот процес бидејќи тој реагира многу осетливо на температурните осцилации.

Во одредени случаи каде во супстратот има и пченкарна силажа доаѓа до загревање, а после тоа потребно е и ладење.

Температурните сензори треба да се поставени на различни нивоа во ферментаторот бидејќи можно е формирање на слоеви и недоволно мешање, а паралелно со тоа истите не треба да се поставуваат во мртви агли, како и да не се блиску до уредите за регулација на температурата. Мерењето на температурата најдобро се прави со отпорнички сензори или термоелементи.

## **Ниво на супстратот во ферментаторот и количина на влезен материјал**

Прецизното мерење на додадената количина супстрат апсолутно е неопходно за да се има балансиран процес на разградување. Додавањето на супстрат во ферментаторот, претставува додавање на течен и на цврст супстрат, поради тоа се применуваат различни начини на мерење. Цврстиот супстрат најдобро се мери на ваги,

со помош на колски ваги или соодветни уреди за мерење на тежината поставени на - системите за внес во ферментаторот, истите се многу попрецизни и едноставно се интегрираат во автоматизираните системи за регулирање на процесот. Како уреди за мерење на тежината се користат сензори за притисок кои имаат потреба од т.н. лебдечки резервоари за да функционираат правилно. Затоа во пределот на тие сензори мора да се избегнуваат нечистотии и редовно да се дополнува складирачкиот резервоар во текот на полнењето на ферментаторот.

За разлика од цврстиот супстрат, за течните супстрати може да се користат уреди за мерење на проток кои се поставуваат на самите цевководи, а во случај да се користат предјами додадената количина може да се измери со помош на уредите за мерење на нивото на полност. Нивото на полност, дури и за ферментаторите може да се утврдува со помош на сензори за притисок, хидростатски притисок, или со мерење на оддалеченоста до површината со помош на радар или ултразвук. Во текот на изборот на сензори кои ќе се користат, мора да бидат земени предвид нивната отпорност на корозија, како и отпорност на валкање бидејќи чистењето на ферментаторот е многу сложена постапка, исто така мора да се внимава и на нивното распоредување бидејќи во различна погонска состојба можат да се создадат различни седименти како талог од песок на дното, пена, може да се наталожи сулфур во гасниот простор, а сето тоа да не дојде до пречки во самото мерење. Паралелно со тоа мора да се превземаат и заштитни мерки од експлозии.

Мерењето на протокот најдобро е покажано со инструменти кои работат без движечки елементни во мерниот медиум. пред сè најдобро е да се користат индуктивни и капацитивни сензори, а делумно се користат и ултразвучните и сензорите за топлотна спроводливост. Во зависност од постапката, секогаш треба да се води сметка за сливниот дел пред сензорот да биде доволен за да може да се формираат ламинарни струења во цевката. Мерењето на протокот ја имаа таа предност што во случај на соодветно поставен регулационен вентил, со еден цевовод може да се спроведе полнење на неколку линии, а истите да се контролираат со еден мерен уред.

### **Супстратот и неговите карактеристики**

Составот и концентрацијата на супстратот мора да бидат познати за да може покрај количеството на додаден супстрат, да се утврди и масениот биланс на супстратот. За одредувањето на концентрацијата се користат збирни параметри како што е

содржината на сувата материја и содржината на органската сува материја, додека за течниот супстрат може да се користи и хемиската потрошувачка на кислород, а паралелно со тоа повремено се применува и мерењето на вкупниот органски јаглерод, а овие начини и практично се докажани и најчесто се употребуваат.

Прв чекор во утврдувањето на разградувачкиот удел во супстратот е одредувањето на содржината на вода или содржината на сува материја. За оваа цел еден соодветен примерок се зема и истиот се суши во лабораториски услови на температура од 105 ° C до постигнување на константна тежина. Во поново време се прават и посоефицирани сензори кои работат на база на микробрани, како и блискост на инфрацрвена светлина, со чијашто помош истото може да се утврди и следи онлајн без лабораториски анализи.

Оценувањето на разградливоста има свои индикатори кои се добиваат со утврдување на уделот на органски компоненти во сувата материја. Така органската сува материја претставува збирен параметар кој се утврдува со жарење на претходно исушен примерок на температура од 550 ° C. Масениот губиток, односно губитокот при жарење ја претставува органската сува материја, а таа збирна вредност не покажува информации за разградувањето или очекуваните приноси на биогаз од испитуваните материји кои во тој момент не се содржани во резултатите од анализата. Поради тоа кај ацидифицираните супстрати како што е силажата, може да настанат грешки во текот на процената на гасниот потенцијал и затоа е развиена далеку покомплицирана корективна постапка со која се земаат предвид и испарливите материји.

Со жарењето на примерокот всушност на крајот се добива жарен остаток кој претставува удел на инертни компоненти во супстратот. Кај супстратот кој содржи поголема количина на песок, со жарењето може да се утврди уделот на песок, а со дополнително сеење и гранулометрискиот состав на песокот. Содржината на песок поради своите абразивни својства и поради своето сталожување во ферментаторот е од големо значење кај некои супстрати како што се фекалиите од живината.

Дополнително прецизирање на карактеристиките на супстратот може да се направи со класификација според Вендер на компонентите на супстратот и тоа сирови влакна, сирови протеини, сирови масти, безазотни екстрактивни материји, кои во комбинација со коефициентот на сварливост ја покажуваат соодветноста на органските материји за користење како сточна храна, исто така и според класификацијата на Ван

Соест според која се утврдува присуството на хемицелулоза, целулоза и лигнин. Овие компоненти го утврдуваат видот на интермедиерните производи кои не можат да се разградат, од причина што не постои соодветна бактериска популација или постои но со ниска стапка на раст. Со помош на детална анализа на сточната храна може да се одредува и очекуваниот принос на гас попрецизно отколку врз основ на содржината на органски суви материи. Ваквата анализа е истовремено и погодна за оцена на квалитетот на супстратот.

Одредувањето на концентрацијата на супстратот претставува вредност која е апсолутно потребна за правилно и одговорно балансирање на масата, додека пак дополнителното одредување на составот, може да се користи и за оцена на квалитетот на супстратот.

### **Одредување на концентрацијата на органски киселини**

Интермедиарен производ кој настанува при производството на биогаз се органските киселини. Во зависност од нивната рН вредност тие дисоцираат во воден раствор. Нивниот удел може да се пресмета на следниот начин:

$$f = \frac{10^{pK_s - pH}}{1 + 10^{pK_s - pH}}$$

Во стационарна состојба брзината на формирање на киселина и конверзија е истата, со што концентрацијата во ферментаторот е константна. Во случај да дојде до засилено формирање на киселина и/или инхибиција на разградувањето, доаѓа до акумулирање на формираните киселини и концентрација на растот. Зголемувањето на бројот на бактерии зависи од концентрацијата на супстратот, а зголемената концентрација на киселини со себе повлекува зголемување на брзината на раст, по што процесот во извесни граници се стабилизира сам. Во случај кога брзината на формирање на киселини трајно го надминува капацитетот на микроорганизмите кои ги разградуваат киселините, тогаш концентрацијата на киселините продолжува да расте. Во таков случај ако не се интервенира киселините се акумулираат до точка кога пуферниот капацитет на ферментациониот супстрат биде искористен и рН вредноста почнува да опаѓа. Разградувањето на киселините кај зголемените концентрации дисоцираниот удел на киселините е инхибирано, а при тоа доаѓа до инхибиција на тоа дејство во случај кога рН вредноста опаѓа.

За процесот да може да се анализира, пред сè е важно концентрацијата на киселините да биде константна, во случај таа концентрација да расте мора да се внимава.

Освен збирниот параметар киселини, исто така и концентрацијата на поединечни киселини може да даде додатни информации. Ако тој спектар покажува дека повеќе – синцирестите киселини остваруваат поголем пораст во однос на оцетната киселина, тоа значи дека настанала инхибиција на конверзијата на тие киселини во оцетна киселина. Конверзијата на повеќе – синцирестите киселини во оцетна киселина претставува ендоген процес кој се одвива само при ниски концентрации на водород, а освен тоа и стапката на пораст на микроорганизми е ниска. Ваквиот парцијален процес поради сите овие неповолни услови може да прерасни во тесно грло на целокупниот процес. Исто така соодветно на овие услови и зголемените концентрации на пропионска киселина бавно се разградуваат. Одредени автори укажуваат на односот помеѓу оцетната и пропионската киселина, како параметар за анализа на процесот, но во тој поглед до сега не е докажано постоењето на општоважечки образец.

Постојат разни постапки за утврдување на концентрацијата на органските киселини и за таа цел мора да се земе примерок кој ќе се анализира во лабораторија:

- збирен параметар, со дестилација со водена пареа (надвор од употреба);
- како спектар, со гасна хроматографија (најпрецизна постапка);
- врз база на емпириски пресметани параметри, пресметани од резултатите на титрацијата.

### **pH вредност и нејзиното влијание**

pH вредноста има големо влијание врз голем број биолошки процеси. Оптималниот опсег на pH вредноста за да може да се формира метан се движи во границите од 7 до 7,5, при што формирањето на гас сè уште е можно под и над овие граници. Кај едностепените постапки по правило автоматски се воспоставува оптимална pH вредност бидејќи групите на бактерии формираат систем кој се регулира сам. Кај двостепените процеси pH вредноста е значително пониска, а во нормален случај е од 5 – 6,5 бидејќи ацидогените бактерии тогаш го остваруваат својот оптимум. Во метанската фаза благодарение на пуферскиот капацитет на медиумите и активноста на разградувањето pH вредноста одново се подигнува на неутрално ниво.

pH вредноста ја контролира рамнотежата на дисоцијација на значајните метаболитички производи, како што се амонијак, водород сулфид и органските киселини. Стабилната pH вредност во нормални околности ја обезбедува пуферскиот капацитет на медиумите, главно амониумот и хидроген карбонатот. Во таков случај ако дојди до значајни промени, а pH вредноста не е повеќе во оптималниот распон, тогаш има показатели за сериозни пречки, така што мора веднаш да се интервенира.

### **Влијанието на концентрацијата на микроелементите процесот на производство на биогаз**

Минералите кој се појавуваат во многу мали концентрации се нарекуваат микроелементи. Во централите кои користат исклучиво обновливи сировини како и комина, може да дојде до пречки во самиот производствен процес, кои пречки можат да се отстранат само со додавање на микроелементи. Манифестирањето на пречките е во форма на зголемената киселост, како и намалено производство на гас. Оние постројки кои работат на течно ѓубриво не можат да се соочат со вакви пречки. Бидејќи до сега никој не ги дефинирал, а и не е можно да се дефинираат и идентификуваат точните механизми и лимитирачките материи, но концентрацијата на микроелементите во обновливите сировини е далеку под онаа утврдената кај органските ѓубрива.

Одредени произведувачи нудат прилагодени смеси од микроелементи кои би се користеле за оптимизирање на производниот процес, а тука постојат и ознаки и упатства за додавање на јоните на железото, во форма на хлориди или хидроксида на железо кои се користат за десулфуризација, а можат да имаат стабилизирачко дејство. Нивната функција се објаснува со тоа што сулфидот формира тешко растворливи метални сулфиди, а со тоа ја ограничува расположливоста на микроелементите. При додавањето на микроелементите треба да се поведи сметка за тоа дека во ваквите случаи се работи за тешки метали кои во високи концентрации можат да делуваат инхибирачки, а самите се сметаат за штетни материи. Додавањето на микроелементите мора да се врши според принципот онолку колку што е потребно, а истовремено што е можно помалку.

## Влијание на азот, амонијак и амониум врз создавањето на метан како биогаз

Органските материи кои содржат азот, со своето разградување го претвораат азотот во амонијак –  $\text{NH}_3$ , а амонијакот со своето дисоцирање во вода предизвикува создавање на амониум.

Азотот е потребен за развој на клетките и со тоа претставува живото потребна хранлива материја. Паралелно со тоа значајно, а и докажано е и тоа дека високите концентрации на амонијак/амониум во самиот супстрат делуваат инхибирачки на создавањето на метан. За точен механизам на делување, кој доведува до инхибирање на создавањето на метан, се уште не постои единствено мислење, но бактериите најверојатно се во состојба да се прилагодуваат на зголемените концентрации. Од таа причина тешко е да се постават гранични вредности бидејќи реакциите на зголемените вредности на концентрацијата на амонијак/амониум во текот на процесот се многу специфични.

Голем број показатели укажуваат на тоа дека инхибирачкото дејство потекнува од недисоцираниот удел, потоа од амонијакот бидејќи постои зависност на инхибирачкото дејство од самата постоечка концентрација, температурата и рН вредноста. Од тоа произлегува како последица потврдена во пракса тоа дека постројките во термофилниот режим на високите концентрации на амониум реагираат поосетливо од постројките во мезофилен режим. Нивната меѓусебна зависност прикажана е со равенката:

$$C_{\text{NH}_3} = C_{\text{NH}_4} * \frac{10^{\text{pH}}}{e^{\frac{6344}{273+T}} + 10^{\text{pH}}}$$

Равенство – Пресметка на концентрацијата на амонијакот

Микроорганизмите под услов да имаат долго време за прилагодување (и до една година) можат да се адаптираат на високите концентрации на амонијак. Истржувањата со реакторите со неподвижен слој на катализатори, покажале дека тие можат подобро да се прилагодуваат на повисоките концентрации на котловските реактори со потполно мешање. Сето тоа води до заклучок дека за адаптација главна улога има староста на бактериите, а долгото време на задржување во котловските реактори со потполно мешање, претставува стратегија за контрола на инхибирачкото дејство.



До сега не постојат јасни сознанија за тоа каде се границите за концентрацијата на амонијак, оптоварувањето со органска материја, како и времето на задржување (познато како ретенционо време). Прилагодувањето бара време и поврзано е со променливиот капацитет на разградување. Покрај тоа процесот на прилагодување е поврзан со економски ризик. Секогаш се утврдува концентрацијата на амонијак/амониум, а паралелно со утврдувањето на таа содржина треба да се утврдува и рН вредноста, во случај на пречки концентрацијата на амониум може да помогне во идентификација на причините.

### **Влијание на слоевите кои пловат**

Постројките кои користат влакнести супстрати може да имаат проблеми поради формирањето на слоеви кои пловат. Таквите слоеви се формираат така што влакнестият материјал испливува на површината каде се заплеткува и формира цврста структура, така што ваквиот слој мора со посебни мешалки да се разбива бидејќи ако не се разбива, истиот ќе се зголемува и ќе нарасне до дебелина од неколку метри, а дури тогаш ќе мора да се отстрани рачно.

Третирањето на слојот кој плови претставува проблем за оптимизацијата, кој проблем во повеќето случаи од страната на операторите се решава преку визуелната контрола, преку окно. До сега не е утврдена мерна техника со која се детектира формирањето на ваквите слоеви кои пловат.

### **Влијанието на формирањето на пена врз создавањето на метан**

Материите кои се активни на површината го намалуваат површинскиот напон, а како последица на тоа се јавува формирањето на површинска пена. Вистинскиот причинител за формирањето на пена во процесот на производство на биогаз не е познат. Тоа се случува кога нема оптимални услови како расипана силажа, високи концентрации на амониум комбинирано со преоптовареност на резервоарот. Можен причинител е акумулирањето на интермедиерните производи активни на површината или групите бактерии во процесот во комбинација со интензивното формирање на гас.

Пената може да биде сериозен проблем, ако дојди до загушување на гасоводот и ако поради притисокот на пената во ферментаторот се истискува преку сигурносниот

вентил за натпритисок. Краткорочно решавање на овој проблем е со антипеначи, но долгорочното решавање на ваквиот проблем побарува пронаоѓање и отстранување на причинителот.

Од мерно – технички аспект формирањето на пена може да се детектира со комбинирање на различните уреди за мерење на нивото на полност, така што сензорот за притисок нема да реагира на пената, додека ултразвучните сензори пената ќе ја детектираат како промена на површината. Разликата помеѓу овие два сензори ќе ја одредува количината на создадена пена.

### **Оценување на процесот**

Анализирањето и разгледувањето на утврдените мерни вредности се употребуваат за оценување на процесот. При тоа како што е утврдено, балансирањето на масените протоци претставува најодговорен метод за оцена на процесот. Практично, освен поврзано со трошоците, на економски исплатлив начин не е поинаку изводливо.

### **2.3.6 Супстрати кои се користат за производство на биогаз**

Во ова поглавје на докторската дисертација детално ќе се разработат одбраните супстрати кои се користат во производството на биогаз. Освен тоа ќе се разгледуваат, коментираат и споредуваат и нивните карактеристики како органската сува материја, сува материја, натриум, фосфор, калиум или постоечките органски штетни материи. Во тој поглед ќе се изведат информации за очекуваните приноси на гас, квалитетот на гас како и начинот на манипулација со супстратот.

Со цел да се добијат основни критериуми за анаеробното варење на смесата на ѓубривото од живина и пченична слама се оценувани ефектите на различните температури и стапките на органско оптоварување врз приносот на биогаз и содржината на метан. (Azadeh Babaei, Jalal Shayegan & Anis Roshani , 2013)

Податоците за приносот на биогаз, метан се наведуваат во нормирани метри кубни бидејќи зафатнината на гасот зависи и од температурата на гасот и воздушниот притисок, а самото нормирање на волуменот овозможува да се направи споредба во различните услови на работа.

## **2.3.7 Супстрати кои потекнуваат од земјоделскиот сектор**

### **Органско ѓубриво**

Статистички како држава имаме огромни количини на фекалии од живинарските фарми во прв ред, говедарските и свињарските фарми. Со зголемувањето на бројот на сточни фарми и зголемените еколошки барања и очекувања во поглед на понатамошното користење на фекалиите, мора да се пронајдат алтернативни начини за нивно искористување и третман на настанатото како цврсто, така и течно ѓубриво. Паралелно со тоа од аспект на климатските промени, неопходно е искористување на органското ѓубриво со цел да се оствари значајно намалување на емисиите на гасови кои настануваат при негово складирање.

Користењето на течно ѓубриво од говеда или свињи за добивање на биогаз е лесно за манипулација, побарува многу помалку софистицирана опрема и залагање во поглед на неговото складирање, транспорт, пумпање и чување, во однос на цврстото ѓубриво од пердвестата живина – кокошките (на што е базирано производството на биогаз во постројката „ЕлектроШари“ во с. Требош - Тетово, Р.С. Македонија), кое побарува многу пософистицирана технологија, постручни кадри, соодветна опрема, како и апсолутна посветеност на работењето со таквиот вид на биогазна постројка.

### **Обновливи суровини**

Во контекст на производството на електрична енергија од биогаз, на обновливите извори на енергија со новите измени на Законот за обновливи извори, им се дава посебно значење, а од тогаш во голем дел новоизградените биогазни центри се користат со таквите суровини. Со донесување на одлука за производство на обновливи суровини не треба во прв план да се гледа најголемиот поединечен принос на културите, туку интегрирано разгледување на целокупната култура, како и севкупна оптимизација на производството на обновливи суровини.

Биолошката конверзија на биомасата во метан во последниве години добива се поголемо внимание. Рачно и механички подредени комунални цврсти отпадоци и скоро 100 родови цврсти отпадоци од овошје и зеленчук, лисја, треви, шуми, плевели, морска и слатководна биомаса се истражени за нивниот потенцијал за анаеробното производство на биогазот (Gunaseelan, Anaerobic digestion of biomass for methane production, 1997).

- Пченка

Супстрат кој најчесто и во голема мера се користи при производството на биогаз во биогазните постројки. Поради големите енергетски приноси по хектар и добрите ферментациони својства, тој е прилично соодветен за користење во биогазното производство. Жетвените приноси во голема мера зависат од местоположбата, условите, околината и може да се движат од 35 – 65 тони на хектар свежа маса на високоприносните локации. Просечен принос на пченка е околу 45 t/ha свежа маса (SvM). Пченката сама по себе не бара некое посебно внимание во текот на одгледувањето. При жетвата, целокупното растение се бери и ситни со сецкалицы и се складира во сило-ровови. При тоа содржината на сува материја не треба да биде под 28%, но не и повеќе од 35%. Штом содржината на сува материја е под 28% се очекува повеќе исцедна вода, а тоа резултира со енергетски губитоци, додека пак ако содржината на сува материја е над 35% тоа е показател дека силажата содржи поголемо количество на лигнин, а тоа влијае на нејзината разградливост. Покрај тоа нејзината компримираност не е повеќе оптимална, а тоа негативно влијае на квалитетот на силажирањето и со самото тоа и на складирачката стабилност. По складирањето во силосите, иситнетите делови на растенијата се компримираат, по фазата на силажирање во рок од 12 седмици силажата може да се користи во биогазната постројка.

Покрај користењето на цели растенија во вид на пченкарна силажа, во пракса извесно значење има користењето само на кочанот и листовите или мешавината на зрната и кочанот или пченката во зрно, се најчестите варијанти на пченкарната силажа. Само кочанот и листовите, како и мешавината на зрното и кочанот, се силажираат после жетвата. Пченката во зрно може да се силажира влажна, да се иситни и да се силажира или да се суши.

Поради зголемените посеви со пченка во изминатите години, европската регулативна комисија примената на пченката и зрната житарици во биогазните постројки ги ограничува на максимално 60% од вкупниот масен удел (Ake Nordberg and Mats Edstrom, 1997).

- Силажа од цели житни растенија

Производството на силажа од цели житни растенија е условено од времето на зреење на сите видови житни растенија и нивната мешавина, ако истите созреваат истовремено. Жетвената постапка е иста како и кај пченката бидејќи кај житните

растенија цел засад сосе стебло се ситни и силажира. Жетвата, во зависност од системот на користење треба да се направи во периодот кога приносот на сува материја е најголем, а тоа кај повеќето видови житни растенија е на крајот на нивната млечна зрелост. Кај житните култури во зависност од местоположбата и годината може да се оствари принос на сува материја од 7,5 – 15 t сува материја на хектар површина.

Производството на силажа од зелен 'рж практично широко е распространето, при тоа 'ржта многу порано се силажира во двофазна жетвена постапка. Тоа всушност значи дека првично тој се коси и се остава ден до два да венее и дури потоа се ситни и силажира. Непосредно по жнеењето на зелениот 'рж, по правило се засева нова култура која е наменета за производство на енергија. Ваквата постапка поради големата потрошувачка на вода не е погодна за секоја локација, а освен тоа во случај на премногу ниска содржина на сува материја во жетвената маса, доведува до проблеми во самото силажирање, како што е појавата на процедурна вода и сл.

#### - Тревна силажа

Како и кај пченката, тревната силажа може добро да се обработува, а жетвата се спроведува во двофазна постапка, при што свенатата трева може да се собира со помош на самотоварачка приколка со ножеви за дробење или дробилка. Кога се користи тревна силажа во биогазната постројка, за подобро искористување и подобар капацитет на ситнење предност треба да се даде на варијантата со дробилка.

Тревната силажа може да се произведува од едногодишни или повеќегодишни посеви од трева во ораниците или од трајните пасишта. Приносите се различни, а нивното варирање зависи од локацијата, условите во окружувањето и интензитетот на користење на пасиштата. Во зависност од временските прилики и климатските услови, при интензивно користење, можни се три до пет откоси годишно, но паралелно со тоа треба да се земат предвид високите трошоци за механизацијата од една страна и од друга страна можната појава на високо оптоварување со азот, а тоа може да доведе до проблеми во текот на самата ферментација. Тревната силажа може да се добие и од екстензивно користените површини во заштитените природни подрачја, но при тоа освен високата содржина на лигнин, се остваруваат ниски приноси на гас. покажува дека погоре споменатите тревести растенија пченична слама, слама од просо, овесни култури, пченка, пченка и сорго имале приноси на метан и до 0,3 м<sup>3</sup> / kg додаден без претходен подготвителен третман (Nathaniel Sawyerr et al., 2019).

Во прилог на погоренаведеното треба да се укажи на тоа дека при производство на тревна силажа за биогазните постројки во прв план треба да стои нејзината разградливост. Со оглед на тоа треба да се внимава, содржината на сува материја по можност да не преминува 35% бидејќи колку повеќе сува материја толку повеќе лигнин и влакна, со што доаѓа до се поголемо опаѓање на степенот на нејзино разградување, а со тоа и приносот на метан во однос на органската сува материја. Таквата тревна силажа може да се внесе во процес, но поради високата содржајност на суви материи и делумно долгите влакна може да предизвика процесно технички проблеми како што се брзото формирање на лебдечки слој, намотување околу крилата на самата мешалка итн.

#### - Репка

Сточната или шеќерната репка е исклучително соодветна како обновлива суровина пред сè поради својот масен прираст. Посебно шеќерната репка е корисна за производство на биогаз, а во некои региони таа веќе и традиционално се одгледува. Поради агрономските предности тежиштето на производството на шеќерна репка се намалува во поглед на одгледување на шеќерна репка за производство на шеќер, за сметка на тоа дека се зголемува одгледувањето на шеќерна репка за производство на биогаз.

Одгледувањето и производството на шеќерна репка е поврзано со посебни барања во однос на земјиштето и климатските услови, односно за остварување на високи приноси потребна е блага клима и длабоко хумусно земјиште. Можноста за наводнување на земјиштето во голема мера придонесува во обезбедувањето на приносите. Тие зависат од локациските предуслови и условите на окружувањето и во принцип се движат од 50 – 60 тони сува материја на хектар обработливо земјиште шеќерна репка, додека приносите на сточна репка се движат од 60 - 90 тони сува материја на хектар обработливо земјиште.

Репката сама по себе повлекува припрени постапки како чистење од остатоците од земја која се сталожува на дното на ферментаторот, а со тоа го намалува просторот за ферментација, а за тоа се користи и сувото и воденото чистење како постапки. Освен тоа складирањето на репката е проблематично и затоа во тој поглед во пракса се спроведува силажирање на кашеста репка во сило-кули или во јами прекриени со фолија (еден вид на лагуни).

Во пракса се прави мешана силажа од силажна пченка, слама, силажен кочан и лист или мешавина од зрно и кочан. Складирањето на репката во зимски услови и постапките на нејзино користење се уште во пробна фаза.

- Житни зрна

Житните зрна како дополнување на постојниот супстрат се посебно корисни за употреба во биогазните постројки. Покрај високите приноси на биогаз кои ги даваат и брзата разградливост, посебно се корисни за прецизно управување со производството на биогаз, неважно за кој вид на житни зрна станува збор. Со цел да се обезбеди брза дезинтеграција, важно е зрната пред дозирањето да се иситнат (гмечење, дробење), почитувајќи ги ограничувањата соодветно со законските одредби.

### **2.3.8 Супстрати кои потекнуваат од преработувачката индустрија**

Супстратите кои потекнуваат од преработувачката индустрија, всушност се материи, споредни производи кои настануваат во текот на самата преработка на растенијата, односно при преработка на составните делови на растенијата.

#### **Супстрати кои настануваат од производство на биодизел**

Споредни производи кои произлегуваат при производството на биодизел се погачите на маслената репка, како и сиров глицерин, а и двете материи поради високиот принос на биогаз се погодни како косупстрат во биогазните постројки. Висината на приносот на гас од погачите на маслената репка, зависи од преостанатото, всушност задржаното масло, кое пак зависи од прилагодувањето на маслените преси и секако содржината на масло во суровините. Според некои пресметковни информации се покажува дека во текот на производството на еден тон биодизел се создаваат околу 2,2 тона погачи од маслената репка, како и 200 килограми глицерин.

Користењето на споредните производи од производството на биодизел создава одредени проблеми и сето тоа мора детално да се испита и разработи пред да се премине на нивно користење. Проблемите се создаваат од неколку причини меѓу кои најзначајно е тоа што погачите од маслената репка создаваат голема количина на водород сулфид во биогасот, а тоа е поради високите концентрации на протеин и сулфур во погачите од маслената репка. Освен маслената репка проблеми се создаваат од причина што суровиот глицерин содржи преку 20 тежински проценти метанол, кој пак во високи

концентрации делува инхибиторно на метаногените бактерии. Од таа причина глицеринот треба во самиот процес да се внесе во ниска количина.

Суровиот глицерин, ферментирајќи заедно со обновливите суровини и органски ѓубрива, како кофермент со масен удел од 6% предизвикува значајно (најголемо) коферментациско дејство, а тоа значи дека се произведува значително поголемо количество на метан во споредба со произведениот метан без додаден глицерин во супстратот. Паралелно со тоа, кога количината на суровиот глицерин се додаде во количина од 8%, тогаш позитивното коферментациско дејство се губи, односно може да дојде и до инхибирање на настанувањето на метанот.

Севкупно, може да се заклучи дека споредните производи од производството на биодизел се соодветни косупстрати во производството на биогаз (метан), но кога тие се користат само во мали удели.

### **Супстрати кои настануваат при преработка на компир, при производство на шеќер и при преработка на овошје**

При производството на скроб од компир, како спореден производ освен органските отпадни води се јавува и т.н. компирова пулпа. Самата пулпа најчесто се состои од кората на компирот, клеточните сидови и недезинтегрираните клетки на скробот кои остануваат по добивањето на истиот. Со преработка на еден тон компир, со цел да се добие компиров скроб, се добива околу 250 килограми пулпа, како и околу 750 литри компиров сок, а паралелно со тоа се собира околу 400-600 литри процесна вода. Кога не постои посоодветен начин на искористување едниот дел од пулпата се користи како сточна храна, а најголемиот дел од компировиот сок се изнесува на обработливото земјиште како дополнително органско ѓубриво. Бидејќи користењето на компировата пулпа не може во целост да ги задоволи потребите за исхрана на животните, а растурањето на компировиот сок по земјоделските површини како дополнително органско ѓубриво може да предизвика претерано ѓубрење на површината и засладување на подземните води, среднорочно се бараат алтернативни начини за нивно искористување.

Можноста за нивно искористување во процесот на производство на биогаз е само еден од можните алтернативни начини за нивно искористување. Начинот за нивно чување, хигиенските мерки и начинот за нивно складирање, не се пропишани, но мора да се има предвид дека сокот од компир, како и процесната вода, во случај да се чуваат



во резервоари за самата постапка на ферментација, мораат повторно да се загреат, а за тоа секако е потребна дополнителна енергија.

Со текот на преработка на шеќерната репка за производство на кристален шеќер, се создаваат различни споредни производи, кои во принцип се користат како сточна храна. Од една страна како споредни производи се јавуваат свежите резанки од шеќерна репка, кои се создаваат во процесот на ситнење на репката и екстракцијата на шеќерот, а од друга страна како спореден производ се јавува меласата која останува по издвојувањето на кристалниот шеќер од згуснатиот шеќерен сируп. Едниот дел од резанките се меша со меласата и се суши, а на тој начин се преработува во сушени репни резанки и се користи како сточна храна.

Меласата освен за производство на сточна храна се користи и како суровина во фабриките за квасец и во дестилериите, но поради преостанатата количина на шеќер во нив претставуваат солиден косупстрат за производство на биогаз. За нивното складирање нема некои посебни барања, така што палетираните резанки се силираат или како поединечен супстрат или како смеса, а тоа може да биде заедно со пченкарната силажа. Освен резанките и меласата се користи во процесот на производство на биогаз, а претходно се складира во соодветни резервоари бидејќи производството на шеќерна репка е сезонско, а тие може да се употребуваат во текот на цела година.

Како супстрати за производство на биогаз можат да послужат и споредните производи од преработката на овошје. Со преработката на грозјето во вино и овошјето во сокови, се создава комина како спореден производ. Комината најчесто поради високите концентрации на шеќер во себе се користи за производство на алкохол, но покрај тоа може да се користи и како сточна храна или суровина за производство на пектин. При добивање на 100 литри вино се создава околу 25 килограми комина, а при добивање на 100 литри сок се создава околу 10 килограми комина. Поради начинот на нивно создавање не треба да се очекува присуство на непосакувани материи, а со оглед на тоа не е ни потребна хигиенизација на супстратот, но во случај на подолго нивно складирање, потребно е силирање на супстратот. Поголемиот број на тестираните примероци на отпадоци од овошје и зеленчук дадоа монофазни криви на производство на метан (Gunaseelan, 2004).

## Супстрати кои настануваат при производство на алкохол

Комината (лушпестиот дел) претставува спореден производ во производството на алкохол, од житарки, репка, компири или овошје. При производство на алкохол, со производство на еден литар алкохол се создава 12 пати повеќе комина, која по нејзиното сушење најчесто се користи како сточна храна или ѓубриво. Користењето на свежа комина поради ниската содржина на сува материја, а со тоа и ниската исплатливост за транспорт во повеќето случаи само условно е можно и се користи. Во тој контекст се укажува на можностите кои произлегуваат од користењето на биогаз во врска со производство на алкохол. Со ферментација на комината се произведува биогаз, тој повторно може да се користи во когенеративната постројка со што би се обезбедила енергија потребна за производство на алкохол во вид на електрична или топлотна енергија. На тој начин се овозможува каскадно користење на обновливите сировини, а тоа претставува поодржлива и во поглед на ресурсите поефикасна алтернатива во однос на досега применетите постапки за понатамошно искористување на комината.

Петровски & Филковски, (2005) го утврдиле составот и топлинската моќ на биогаз добиен со анаеробна ферментација на отпадоци од свињарска фарма. Имено, тие направиле пресметка дека од една свиња од 100kg дневно произлегуваат околу 2,51 урина и 4l фекалии, односно, заедно со водата, вкупна маса од околу 7kg отпадни материји. Резултатите укажуваат на тоа дека со методот на анаеробна ферментација во постројка со дигестор се продуцирале околу 0.15 Nm<sup>3</sup> биогаз од еден килограм сува материја дневно (0.15 Nm<sup>3</sup>/kgCM ден), што, со оглед и на некои други технолошки фактори во процесот, одговарале приближно на 25 Nm<sup>3</sup> биогаз годишно од една свиња од 100 kg.

(Stanković, 2018) во своите истражувања за производство на биогаз од течен отпадок, утврдил дека од свиња со просечна тежина од 50,3kg се произведува околу 11,43kg течно ѓубриво. Односно утврдил дека од една фарма за свињи која има годишен циклус на производство од 30000 товеници, може да се добие 3530 m<sup>3</sup>/ден биогаз, односно доколку се претвори вредноста во топлинска енергија, се добива околу 22.614 kWh/дневно енергија, која е многу значајна, за потребите на топлина и електрична енергија на фармата.

(Budimir&Prskalo, 2012) во своите истражувања утврдиле дека производството на биогаз од ѓубриво од страна на условно грло на возрасно животно кај една говедарска фарма се движи од 0,9 -1,6 m<sup>3</sup>/ден. Она што влијаело на квантитетот е начинот на кој се

одгледувани говедата, (врзани или слободни). Она што може да го зголеми производството на биогаз до 50% е постилката (легло) која се користи во објектот. Авторите препорачуваат употреба на ситно сечкана слама од житни култури со должина од 2-5 cm поради подобро разградување на органската материја.

Потенцијалното производство на биогаз кај свињарска и добиточна фарма во Војводина е околу 9,5 милиони  $m^3$ . Вкупната количина на произведена електрична енергија, од фарми за свињи и добиток е околу 20 GWh годишно, а топлината е околу 8GWh (Tešić, 2008)

(Popović, 2010) вршел истражувања за производство на биогаз од живинарска фарма од околината. Утврдил дека најголема потрошувачка на енергија била потребна за загревање на просториите за одгледување на бројлерите (околу  $31^{\circ}C$ ). За потребите на фармата бил произведен околу 80.000  $m^3$ /годишно биогаз од производство на органска материја (сено и слама) по турнус (временски период на хранење околу 40 дена).

Апостолоски, (2016) вршел истражувања за биоразградливиот отпад како идеална суровина за производство на биогаз од околни места во нашата држава. Во истражувањата утврдиле дека одгледувањето на говедата и овците до 30% е на фарми, од каде што се продуцира околу 60.000 t годишно отпад во вид на измет и 20.000 t отпад во вид на урина. Авторот констатира дека ако наведените податоци се искористат за производство на биогаз, исто само 30%, (односно 20.000 t отпад во вид на измет, односно повеќе од 50 t на ден, 6.000 t во вид на урина, односно 16 t на ден), тогаш би се работело за добивање на значителни количини на биогаз и квалитетно органско ѓубриво.

Големите количини отпад од фармите со интензивно сточарство и живинарство, ја оптоваруваат животната средина, поради што отпадот се одлага на мал простор и што неговата диспозиција, во услови на класична употреба, бара поголеми земјоделски површини за негово искористување на традиционален начин.

Доколку се користи биогазот како суровина од животинско потекло, тогаш енергетскиот потенцијал според (Jordanović-Vasić, 2009) би бил од едно условно грло (едно или повеќе од нив) 1-2 молзни крави се добива приближно  $1.3m^3$  биогаз дневно со моќност од  $6 kWh/Nm^3$ , од 2-6 свињи се добива приближно  $1.5m^3$  биогаз дневно со моќност од  $6 kWh/Nm^3$  и од 250-320 кокошки несилки се добива приближно  $2.0m^3$  биогаз дневно со моќност од  $6.5 kWh/Nm^3$ .

(Петровски & Филкоски, 2005) го утврдиле составот и топлинската моќ на биогаз добиен со анаеробна ферментација на отпадоци од свињарска фарма. Имено, тие направиле пресметка дека од една свиња од 100kg дневно произлегуваат околу 2,5l урина и 4l фекалии, односно, заедно со водата, вкупна маса од околу 7kg отпадни материи. Резултатите укажуваат на тоа дека со методот на анаеробна ферментација во постројка со дигестор се продуцирале околу 0.15 Nm<sup>3</sup> биогаз од еден килограм сува материја дневно (0.15 Nm<sup>3</sup>/kgCM ден), што, со оглед и на некои други технолошки фактори во процесот, одговарале приближно на 25 Nm<sup>3</sup> биогаз годишно од една свиња од 100 kg.

(Stanković, 2018) во своите истражувања за производство на биогаз од течен отпадок, утврдил дека од свиња со просечна тежина од 50,3kg се произведува околу 11,43kg течно ѓубриво. Односно утврдил дека од една фарма за свињи која има годишен циклус на производство од 30000 товеници, може да се добие 3530 m<sup>3</sup>/ден биогаз, односно доколку се претвори вредноста во топлинска енергија, се добива околу 22.614 kWh/дневно енергија, која е многу значајна, за потребите на топлина и електрична енергија на фармата.

(Budimir&Prskalo, 2012) во своите истражувања утврдиле дека производството на биогаз од ѓубриво од страна на условно грло на возрасно животно кај една говедарска фарма се движи од 0,9 -1,6 m<sup>3</sup>/ден. Она што влијаело на квантитетот е начинот на кој се одгледувани говедата, (врзани или слободни). Она што може да го зголеми производството на биогаз до 50% е постилката (легло) која се користи во објектот. Авторите препорачуваат употреба на ситно сечкана слама од житни култури со должина од 2-5 cm поради подобро разградување на органската материја.

Потенцијалното производство на биогаз кај свињарска и добиточна фарма во Војводина е околу 9,5 милиони m<sup>3</sup>. Вкупната количина на произведена електрична енергија, од фарми за свињи и добиток е околу 20 GWh годишно, а топлината е околу 8GWh (Tešić, 2008).

(Porović, 2010) вршел истражувања за производство на биогаз од живинарска фарма од околината. Утврдил дека најголема потрошувачка на енергија била потребна за загревање на просториите за одгледување на бројлерите (околу 31°C). За потребите на фармата бил произведен околу 80.000 m<sup>3</sup>/годишно биогаз од производство на органска материја (сено и слама) по турнус (временски период на хранење околу 40 дена).

(Апостолоски, 2020) вршел истражувања за биоразградливиот отпад како идеална суровина за производство на биогаз од околни места во нашата држава. Во истражувањата утврдиле дека одгледувањето на говедата и овците до 30% е на фарми, од каде што се продуцира околу 60.000 t годишно отпад во вид на измет и 20.000 t отпад во вид на урина. Авторот констатира дека ако наведените податоци се искористат за производство на биогаз, исто само 30%, (односно 20.000 t отпад во вид на измет односно повеќе од 50 t на ден, 6.000 t во вид на урина, односно 16 t на ден), тогаш би се работело за добивање на значителни количини на биогаз и квалитетно органско ѓубриво.

### **3. ТЕХНИЧКИ СИСТЕМ ЗА ОДГЛЕДУВАЊЕ НА ЖИВИНА ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА ЈАЈЦА И ПИЛЕШКИ МЕСНИ ПРОИЗВОДИ КАКО ДЕЛ ОД СЛОЖЕНИОТ ТЕХНИЧКИ СИСТЕМ**

#### **3.1 Технички систем за одгледување на живина**

Живинарството како една голема гранка на сточарството, како во светски рамки така и кај нас во последните неколку децении се развива со забрзано темпо, а со тоа во голем број земји зазема значајно место. Паралелно со интензивниот развој на живинарството како сточарска гранка, во голема мера се забрзува потрошувачката на двата основни производи на живинарството, односно живинското месо и јајцата. Потрошувачката на месо на годишно ниво се разликува по глава на жител од само неколку килограми до повеќе од 15 килограми, исто така и потрошувачката на јајца која се движи од околу 100, сè до повеќе од 300 јајца по глава на жител на годишно ниво.

Живината кај нас, како и во околните држави се чува и одгледува на повеќе начини. Поголемиот дел од живината се одгледува во мали неспецијализирани фарми, каде што одгледувањето е прилично екстензивно. Истовремено постојат и големи и високо специјализирани фарми, кои имаат и повеќе од 50.000 кокошки несилки и тоа во објекти со повеќе од 20.000 грла. Во ваквите големи фарми, со интензивно одгледување на кокошки, се имплементира соодветна опрема, која работи според утврдени софтверски програми, всушност сè е потполно автоматизирано.

Помеѓу двата начини на одгледување на живина постојат различни можности за преодни решенија, но сепак тоа зависи од тоа дали нивната примена во секој поединечен случај оправдана.

Современиот начин на чување на живина е оправдан од повеќе фактори:

- Чувањето на живината е независно од производните земјоделски површини;
- Обезбедување и користење на стандардизирана и потполно изедначена храна;
- Набавка и користење на потполно изедначен произведен (товен или природен) материјал;

Кај живинарството како сточарска гранка многу јасно се разликуваат две основни насоки: производство на јајца за масовна потрошувачка и производство на живинско месо. Во насока на производство на јајца за масовна потрошувачка, се подразбира и производство на јајца за приплод, односно за производство на приплодни грла. Меѓутоа таквото производство во пракса не се разликува од производство на т.н. конзумни јајца.

Современото производство на живина се јавува првенствено во затворени згради со цел да се заштитат птиците од времето, предаторите и ширењето на болести од дивите птици. Ова им овозможи на одгледувачите значително да ја зголемат ефикасноста на производството, а истовремено значително да го намалат потребниот труд. Поголемиот дел од производството на јајца се изведува со употреба на конвенционален систем на кафези, каде живината слоевито живее во кафези и имаат релативно ограничена подвижност (Zaheer, 2015).

### **3.2 Одгледување живина – кокошки**

Производството на конзуми јајца во специјализираните фарми зависи од поголем број на фактори, кои всушност директно или индиректно, во помала или поголема мера влијаат на рентабилноста на производството. Покрај начинот на одгледување врз квалитетот на јајцата влијаат и генетските предиспозиции на кокошките несилки, исхраната, возраста на несилките, амбиенталната температура, режимот на осветлување (Škrbic Z., et. al, 2004). Истите тие фактори кај екстензивното одгледување на кокошки често се потценуваат и поради тоа производството на јајца е воглавно сезонско од пролет, до есен.

Успешноста во производството на јајца зависи од степенот на обезбедување на оптимални услови на одгледување и тоа:

- Обезбедување на квалитетна храна и вода во доволна количина,
- Обезбедување на соодветни климатски услови и температура во објектите каде се одгледуваат кокошките,
- Користење на соодветна опрема со која се спречува било какво повредување на грлата или јајцата.

Најголем удел во вкупните трошоци на производството на јајца има секако храната, на два начини: потрошувачка на храна по единица производ, како и губитоци на храна (зависно од коритената техничка опрема).

Влијанието на температурата и влагата на воздухот е големо во однос на општата производност на кокошките и со оглед на тоа, интензивно одгледување на кокошки може да се оствари само во затворени објекти, со обезбедување на соодветни услови. Со оглед на тоа, одгледувањето на кокошки со испуштање од објектите, практично било потполно напуштено, сè до последните неколку години, од кога повторно се враќа, но сепак во малку изменета форма во поглед на претходниот период.

Треба да се проверат сите системи (осветлување, напојување, наводнување, вентилација и сл.). Во соодветни садови треба да има или да пристигнува свежа храна, чиста вода преку соодветни корита за наводнување и на правилно одредени места чисти легла. Ако воведувањето на живината во делот за нејзино одгледување се одвива за време на студено време, препорачливо е претходно загревање на просторија до 15 ° C два дена пред пристигнувањето на стадото (PRODUCTION NATIONAL RESEARCH INSTITUTE OF ANIMAL, , 2018).

Најсоодветна температура на воздухот во просториите за одгледување на кокошки е температурата од 16 °C, во тесен распон од 2-4°C. Оваа температура при интензивното држење на кокошки тешко се одржува во текот на жешките летни месеци. Релативната влага на воздухот исто така има доста ниски вредности од околу 70% и отстапување во распон од околу 5%, што сепак во текот на зимските месеци тешко се одржува.

Интензивното производство на јајца е под значително влијание на осветлувањето на просторот во кој самите кокошки живеат. Осветлувањето во значителна мера влијае

на секојдневниот ритам на кокошките и тоа во позитивна корелација. Доволно осветлување може да се постигни само со помош на вештачкото осветлување, така кај младите грла (пилиња) должината на осветленоста почнува со 24 часовно дневно непрекинато осветлување, а потоа се намалува секоја седмица за околу 45 минути, се додека не пораснат до околу 5 месеци. Од тогаш осветленоста повторно се зголемува (во периодот кога започнуваат да положуваат јајца), а потоа во периодот кога најинтензивно произведуваат јајца осветлувањето се одржува на стандардни 14 часови дневно, а потоа се зголемува за по околу 15 минути секоја седмица.

Подното одгледување на кокошки има сè уште големо значење, но исклучиво кога се одгледуваат мали јата до околу 100 тина грла. Овој начин на одгледување кокошки во однос на кафезниот, побарува поголем простор и повеќе рачна работа и затоа од тие и слични на нив причини сè повеќе се напушта. Кај веќе постоечкото екстензивно одгледување на кокошки, подниот начин може да се подобри, поради тоа го задржува своето значење. Дефинитивно е тоа дека подното одгледување на кокошки полесно се прилагодува на веќе постоечките објекти, кога истите се реконструираат и се користат за производство на јајца. Кај подното одгледување на кокошки целиот расположлив простор се дели на три дела:

- Простор кој е постелен,
- Простор со летви и
- Простор со гнезда.

Просторот кој е постелен зазема од  $1/3$  до  $1/2$  од вкупниот простор во самата просторија, а ако овој простор се намали за сметка на останатиот простор, тогаш кокошките се присилуваат подолго време да поминуваат над просторот за изметот, а со тоа се постигнуваат две предности: просторот кој е постелен останува во подобра состојба подолг временски период бидејќи постелката е поздрава и почиста и е во задоволувачка состојба, а чистењето на целиот простор севкупно е полесно.

Просторот кој е постелен е дел од самиот под, а истиот кај пошироките простории може да биде покрај сидовите или пак во средина на самата просторија. Овој простор е непосредно поврзан со гнездото, така да мора истиот да се прилагоди и според можностите за собирање на снесените јајца. За постелување се користи сува пилевина, која најчесто се меша со иситнета сува и потополно здрава слама. За материјалот кој се



користи за постелување многу е важно да остане што е можно подолго време растресен, односно, кога би дошло до зголемување на влажноста што поспоро и потешко да се набива истиот. Растресен материјал за постелување со доволна дебелина од околу 15-20 центиметри се внесува во објектот непосредно пред секое ново внесување на живина и се вади со чистењето на крајот на периодот на користење на јатото.

Просторот со летви е издигнат на висина од 70-100 центиметри, со тоа што за полесните раси на кокошки е пониско, додека за повисоките раси е повисоко. Тој дел се прави по страните на просторијата во вид на сид, од специфични импрегнирани штици, со цел да не можат да апсорбираат влага, но со простор помеѓу нив со цел да има проток на воздух.

Површината на целиот простор се покрива со специјална жичана мрежа од челична жица. Мрежата се плети така што окцата да не се поголеми од 2,5x2,5 центиметри. Ваквиот тип на мрежа обезбедува непречено пропаѓање на екстремитетите, но спречува пропаѓање на јајцата во случај да се снесат во делот за измет.

Целата површина на овој дел рамономерно се дели така да на секој 35 центиметри доаѓа по една летва, со димензија од 4x5, 5x5 или 5x6 центиметри, а истите служат како седла за кокошките. Горната страна на летвите мора да биде заоблена, а на 1 метар должина се планира да застанат не повеќе од 4.ри кокошки

Гнездата за несење јајца се поставуваат во најоддалеченото, а со тоа и најмирните краишта на објектот. Гнездата треба да овозможат кокошките без вознемирување да можат да несат јајца, но истовремено треба да спречуваат безпотребно задржување на кокошките во самите гнезда. Од тие причини пристапот кон гнездата се прави во вид на скали, а тие се издигнуваат на висина од 80-100 центиметри во однос на подот. Паралелно со тоа може да се направат и групни гнезда кои се многу поедноставни за изработка, а во нив можат да влезат 4-6 кокошки истовремено. Постелувањето во ваквите гнезда ги привлекува кокошките и овозможува зачувување на јајцата, но собирањето на јајцата во вакви случаи е многу отежнато и затоа кај поголемите јата групните гнезда се избегнуваат.

За разлика од групните, поеднинечните гнезда се изработуваат во 3-4 редови, еден над друг, од дрвени штици. Поедноставната изработка е кога гнездото е полно а задната страна се отвора, за собирање на јајцата, но сепак малку посложената и подобра

изработка на гнездата е со мрежа на дното, која е свиена кон средина и со отвор за полесно собирање на јајцата.

За собирање на јајцата се користи и бескраен ланец со кратки полуги, така што целата содржина на гнездото (јаце и постелка) се изнесуваат надвор од просторијата, а во тој случај јајцата се собираат, а простирката се враќа повторно во гнездата. Користењето на овој начин на собирање на јајцата е многу полесен бидејќи се заштедува работа, но многу помалку ефикасен бидејќи потешко се избегнува оштетувањето на јајцата и затоа во пракса многу малку се користи.

За исхрана на кокошките се користат хранилки корита или хранилки во форма на буквата „U“. И во двата случаи храната по правило се донесува механички. Хранилките и поилките се поставуваат над просторот со летвите. При одредување на просторот за хранење и поење, треба да се внимава секоја кокошка да има по 12 центиметри простор во хранилката корито или пак по 8 центиметри во округлата хранилка. Хранилките во вид на корито се полнат со помош на бескрајна лента, а хранилките кои се кружни добиваат храна со помош на вертикални цевки.

Предностите на подното одгледување на кокошки се вистина големи, но при чување на мали јата бидејќи не побаруваат големи инвестиции. Овој начин во суштина повеќе одговара за самите кокошки бидејќи имаат услови за поголемо движење, а и јајцата подобро се зачувуваат, од причина што оштетувањата по правило се многу мали.

Покрај предностите секогаш постојат и недостатоци, кои секако се значајни. Најголем недостаток е просторот по грло, потоа е зголемената потрошувачка на храна, а и помалото производство на јајца, кои се секако и повеќе извалкани во однос на кафезното производство. Со оглед на сите овие причини, како и потешкото одржување, хигиената, поголемата потрошувачка на лекови, се повеќе го исклучуваат подното одгледување на кокошки, од практична причина.

Кај ваквиот начин на одгледување на кокошки потребно е 1 метар квадратен за 6 кокошки, или 7-8 кокошки на метар квадратен ако се со помал раст и ако побрзо се исклучуваат од производство.

Просториите за подно одгледување на кокошки треба да имаат што поповолен облик бидејќи долгите и ниски простории се неповолни и тоа како по висина на вложените средства, така и во поглед на одржување на климатските услови. Поради тоа

треба да се настојува односот должина наспроти ширина да е што поблизок од 1,5:1 до 2:1. Просториите со ширина под 10 метри побаруваат многу поголеми вложувања, отколку просториите со 12 -15 метри ширина, кои воедно се сметаат и за најповолни.

Кафезното одгледување на кокошки станува се повеќе стандарден начин на одгледување на кокошки за производство на конзумни јајца. Одгледувањето на кокошки во кафези овозможува да се избегнуваат основните недостатоци од подното одгледување: подобро искористување на расположливиот простор, полесно одржување на потребната хигиена, подобра носивост со оглед на подоброто искористување на храната итн.

Посебно е значајно тоа што се троши помалку работна сила по единица производ и тоа што се добиваат потполно чисти јајца. Во некои земји бројот на грла за кафезно одгледување се ограничува, додека пак во некои земји и потополно се забранува, од хумани причини бидејќи на ваков начин се кокошките се приморани да растат и живеат во ограничен простор со потполно вештачко одржување на климата. Како последица на кафезното одгледување на кокошки е лошата состојба на кокошката на крајот на периодот на користење бидејќи на делови од нивното тело немаа пердуви, имаат модрици, во секој случај имаат нехуман изглед. Поради тие причини денес се произведуваат кафези со различни големини и можности за користење. Со тоа е овозможено кафезното одгледување да се користи во различни услови и случаи – од многу мал број на кокошки, до вистинско масовно производство на јајца кај специјализираните фарми. Основната единица на кафезот е со прилично стандардизирана големина, за која мора да се исполнат одредени услови. Таа единица е кафез за 2-5 кокошки, најчесто 3-4 кокошки, при што секоја треба да има приближно површина од околу 450 квадратни сантиметри, што значи дека на еден метар квадратен математички можат да престојуваат околу 22 грла кокошки.

Обликот на кафезот мора да биде таков да за секоја кокошка се обезбедени најмалку 10 сантиметри должина корито за исхрана, додека за поење на грлата мора да биде обезбедена по една поилка за секои две грла.

Подовите на кафезите се изработуваат со поцинкована челична жица, додека останатите делови на кафезите се прават од пластични материјали. Мрежата на подот мора да обезбеди сигурно пропаѓање на екстремитетите на кокошките, затоа мрежите се

со пречник од околу 2 сантиметри. Подот на кафезот мора да има таков пад кој ќе дозволи јајцето веднаш да се истркала надвор.

Исхраната на кокошките може да се реши на начин така што коритото за храна се полни еднаш дневно, но сепак треба да се земе предвид дека ќе има зголемени губитоци на храна од околу 5%. Спротивно на тоа почестото полнење со храна се прави на два начини:

- Со помош на подвижни колички на шини, кои имаат поголем резервоар, со поминување покрај кафезите директно се става храната во хранилките,
- Со помош на подвижна лента во коритото, при што коритото мора да биде широко, а со тоа често се загадува храната.

Поењето на живината се обезбедува со понизок напон во самиот довод, а тоа се постигнува со користење на помошен резервоар за вода, во кој е поставен пловак со кој се одржува нивото на водата. Со количеството на вода во резервоарот се регулира притисокот, а со самото тоа и дотокот на вода во поилките. Резервоарите освен за вода служат и за превентивно давање на витамини и лекови. Обезбедувањето на доволна количина на свежа вода и олеснетата нејзина достапност има големо влијание на производството на јајца. Старите корита, денес се заменуваат со поилки, капалки кои на кокошките вистина им даваат свежа вода. Капалките се сместени на предната, поблиската страна на кафезот, што овозможува контрола и нивна евентуална промена, ако за истото има потреба.

Одржувањето на хигиената на кафезот во најголема мера влијае на начинот на користење на кафезот, односно системите на кафезно одгледување. Тие системи можат да бидат:

- Степенести или каскадни кафези – наједноставното решение за искористување на кафезот, најчесто користени кај малите јата, во просториите кои се прилагодуваат за одгледување на кокошки, кога не се применува механизација за извршување на најважните работни задачи. Ваквите кафези се најчесто во два редови, обезбедуваат добра прегледност на кокошките и доволна пристапност за исхрана и собирање на јајцата.

Изметот од сите кафези паѓа под нив, каде се лагерува за целиот период на користење на кокошката, но може и повремено да се чисти со негово

потискување надвор од просторијата. За одржување на поповолна клима во просторијата, подобро е почесто екскрементите (изметот) што почесто да се отстранува. Користењето на ваков систем за одгледување на кокошки дозволува до 12 грла кокошки на метар квадратен.

- Катните (етажни) кафези значат понатамошно подобрување на степенот на искористување на вкупно расположливиот простор од просторијата, со оглед на тоа дека на 1 квадратен метар може да се одгледуваат од 16-18 грла. Кафезите се поставуваат најчесто на три ката, но под долната и средната етажа се остава доволен простор, низ кој се потиснуваат (паѓаат) екскрементите, односно изметот од кафезите од горниот и средниот кат.

Отстранувањето на изметот може да се прави периодично или на крајот на периодот на користење на кокошката. Па со оглед на горенаведеното и кај овој вид на кафези вложувањата не се големи за некоја посебна опрема и механизација. Меѓутоа долгиот престој на изметот и останатото ѓубриво во самата просторија значително ја нарушува микроклимата, зголемувајќи ја содржината на штетни гасови и влага. Ваквата појава лошо се одразува на здравствената состојба на кокошките, но и на опремата која се наоѓа во објектот. Новите решенија на ваквите системи за одгледување на кокошки имаат неколку измени и дополнувања во опремата и изгледот на кафезите. Кафезите се прават со полни страници, со исклучок на подот. На предната страна во рамките на хранилката се наоѓа граничник за кокошката. Тоа всушност е лим со ширина од десетина сантиметри, кој ја одбива кокошката од хранилката, со што се оневозможува близок приод кон хранилката. Кокошките мора да се потпрат на граничникот и во хранилката ја вовлекуваат само главата. Со тоа значително се намалува растурањето на храната од хранилката. Поењето на живинските грла се прави исклучиво со помош на нипл полица. За таа цел потребно е во секој сегмент на кафезите да се постават по две такви полица, а тоа во пракса значи дека секој пар кокошки има своја полица, кои полица се сместени над тунелот за сушење на ѓубривото. Дополнителна опрема на кафезите се секако тунелите за досушување на ѓубривото. Помеѓу два реда сегментни се наоѓа тунел, кој уредно го дели кафезот или сегментите. Низ тунелот поминува воздух кој се вдувува кон ѓубривото и го суши, со тоа значително се намалува емисијата на амонијак во просторот за ѓубриво, но и влажноста на воздухот. Тунелот е од горната страна

со инкаст облик, така што го собира и одведува вишокот на вода кој може да се создади ако некоја од полиците за вода капи. Во секој случај мора да се направи синхронизација на вкупниот систем за вентилација со системот за сушење на ѓубривото.

- Батериските кафези имаат најчесто три ката, затоа густината на населеноста на кокошките е слична на претходните од 16-18 грла на метар квадратен од вкупниот простор. Ако батериските кафези се на 4 ката, во тој случај се чуваат од 18-20 грла на метар квадратен.

Главна карактеристика на овие кафези е повисокиот степен на механизираност на сите работи. Во основна опрема во секој случај влегуваат бескрајните ленти, кои под секој кат повремено го одведуваат изметот. Исхраната најчесто се решава на вообичаениот начин со помош на количка или лента. Собирањето на јајцата е механизирано со користење на бескрајна лента на која јајцата веднаш паѓаат од кафезите. Кај ваквата механизација најтешко се решава вертикалното спуштање на јајцата од горните катови, при што во најголема мера доаѓа до оштетување на јајцата. Кај големите јата во пракса сепак се механизира освен собирањето на јајцата и сортирањето и паковањето бидејќи рачното собирање одзема многу време од околу 6-8 минути по грло на годишно ниво. Овој систем на кафези е исплатлив само кај објекти со 3000 и повеќе грла грла, каде се поставуваат два и повеќе редови батерии со должина од најмалку 25-30 метри.

- „Flet-dek“ – еднокатните кафези – овозможуваат потполна механизираност на сите работи на многу едноставен начин. Помеѓу два реда кафези се поставуваат поилки, корита за храна и ленти за јајца, додека пак екскрементите (изметот) паѓаат на под, а истите редовно механички се чистат, најчесто со помош на двостран потиснувач (delta-skreper). Помеѓу редовите на кафезите се остава тесен простор за поминување, со цел да може да се прави контрола на грлата и самите кафезни уреди. Освен тоа климатските услови кај ваквиот систем многу лесно се решаваат. Густината на населеноста на кокошките е доста мала и тоа од 12-14 грла на метар квадратен од самата просторија.

Од општите карактеристики на поедините системи на кафезите за кокошките се истакнува секако потрошената работа. Таа е несомнено кај потполно механизираниот батериски систем и еднокатниот кафезен систем најмала. Поради тоа кај овие системи

може еден работник да чува 30 -50 илјади кокошки. Кај другите истеми во просек се пресметува работна сила за само 3000-7000 грла, поради тоа се специјализирани фарми.

Огледувањето на младите грла некогаш бил сезонски бидејќи се прилагодуваше на природните услови обезбедување на потребната топлина. За пилињата е потребно да се обезбеди повисока температура на воздухот, која почнува од 32-33 °C.

Во денешно време изведувањето на пилиња и нивното одгледување се остваруваат континуирано во текот на целата година. Одгледувањето на млади грла има неколку основни цели:

- Мали губитоци и што подобро и порамномерно развивање на грлата;
- Добро искористување на храната;
- Мали работни трошоци.

Грлата можат да се држат според системот на подно и кафезно одгледување. Подното одгледување на младите грла е слично на подното одгледување на кокошките, односно уште послично на подното одгледување на товната живина. Во ваков случај целиот расположлив простор е постелен со квалитетна, сува и растресита постелка, која на почеток се постелува во дебелина од 25-30 сантиметри.

Одгледувањето млади грла е според системот сите внатре, значи со истовремено потполно празнење и полнење. На тој начин работите околу чистењето, сушењето и дезинфекцијата на објектот во голема мера се олеснуваат. Кај подното одгледување во почетна фаза (до 8 седмица) густината на грлата е прилично голема од 15-20 грла на метар квадратен. После тоа се намалува приближно на половина и тоа до 16 седмица од одгледувањето. Од тогаш до пренесувањето младите кокошки се одгледуваат по околу 7-8 грла на метар квадратен.

Пилињата во почетокот се одгледуваат во групи, чијашто големина зависи пред сè од капацитетот на локалниот извор на топлина. За загревање се користат инфра-црвени ламби, чиј капацитет од 250W може да задоволи група пилиња од околу 80 пилиња.

Освен тоа има и друг начин на загревање со помош греачи на гас кои обично се големи, со тоа и групите на пилиња се поголеми од 250-300 пилиња, тие се оградуваат

во групите така што мора да останат во просторот кој се грее. Во тој простор се обезбедува храна со плитки хранилки, како и водата, која мора почесто да се менува.

Исхраната на младите грла после 8.седмица најчесто се механизира со користење на соодветни хранилки за 30-40 грла по хранилка. Хранилките и целиот систем за дистрибуција на храна лесно се отстрануваат на крајот на периодот на одгледување на живината, со што се овозможува несметано чистење на целата површина на просторијата со помош на мобилни средства. На сличен начин се користат и поилки, кои исто така лесно се отстрануваат.

Осветлувањето на просторот на младите кокошки и несилки има огромно значење, така што во првите недели од развојот осветленоста е најголема, но потоа брзо се намалува, така што во периодот од 2. до 17. седмица е најкратка. После тоа должината на осветленоста во текот на денот расте за подоцна да застане на 15-16 часови дневно.

Кафезното одгледување на млади грла се повеќе се наметнува со своите позитивни особини, кои се слични со оние на одгледувањето на кокошки, како што се малата потрошувачка на храна и подобар развој на грлата, малата потрошувачка на работна сила, подобрите хигиенски услови, поголема отпорност на болести итн. Во пракса кафезниот систем на одгледување на млади грла има и свои недостатоци: подоцна задолжително продолжување со кафезно одгледување на кокошките, поголеми барања во однос на климатските услови, лесно вознемирување, појава на канибализам, појава на голи места без пердуви и сл.

Кафезното одгледување има повеќе варијанти:

- Комбинирано одгледување – одгледување на пилиња до 8. седмица на под, а потоа префрлање во кафези за млади грла или пак веднаш во кафези за кокошки, каде грлата остануваат до крајот на користењето – околу 90 седмици живот;
- Одгледување на пилиња во посебни кафези, кои се во засебни простории, а потоа младите грла во други кафези;
- Одгледување на пилиња на еден кат од повеќе катните кафези, а потоа нивно ширење на останатите катови.



### **3.3 Современи системски решенија на објектите и опремата за одгледување на кокошки**

Последните неколку години земјите од Западна Европа, под влијание на разни здруженија, а најмногу под влијание на здруженијата за заштита на животните, се појавија нови или уште подобро речено модификации на стариот начин на подно одгледување на кокошки за производство на приплодни и конзумни јајца.

Со оглед на тоа, кафезниот (батериски или каскаден) начин на одгледување кои со децении се најкористени начини за одгледување на кокошки за производство на конзумни јајца, сега потполно исчезнаа. Двата правци за производство на јајца денес се изведуваат во исти услови, што значи дека родителските и дедовските јата и кокошките несилки на конзумни јајца, сега се одгледуваат на ист начин.

Суштината на подниот начин на одгледување со можност да се користи испуштањето на кокошките надвор од објектот. Внатре во објектот во централниот дел по должина, се наоѓа т.н. седло. Тоа е прилично голема површина, поткрената за околу еден метар од подот, целосно решеткаста. Решетките се пластични, без остри ивици и прилично чисти. Таа зафаќа 2/3 од вкупната површина на објектот. Од двете страни на ова седло се протега просторот за слободно движење на кокошките. Седлата целосно се изработени од пластика со лакови од 2x2 сантиметри. Под седлата се наоѓа канал за собирање на ѓубривото со систем за механичко одѓубрување.

На самите седла се наоѓаат гнезда и поилки, а подолу од нив се сместени хранилките. Тој принцип се користи кај повеќето фарми. Исто така може целата опрема да се наоѓа на површината на седлата. Комбинациите се многубројни, но основниот модел е тој.

Неретко сите активности на кокошките се случуваат на самите површини на седлата. Тоа подразбира дека исхраната и поењето се одвиваат тука, а несењето на јајцата во гнездата, кои пак се одвоени од седлата.

Густината на населеност е приближна на стариот поден систем на одгледување на кокошки, но во споредба со густата населеност кај кафезниот систем, кај овој систем е неспоредливо помала. Тоа означува дека при производството на конзумни јајца на овој начин, мора да се земе предвид и овој факт. Со оглед на поголемата способност за движење, кокошките се во подобра кондиција, подолго живеат и произведуваат, но со

помал индекс на носивост, а тоа се подразбира бидејќи значаен дел од енергијата ја трошат на движењето.



**Слика бр.1** Потполно механизирано собирање на јајцата („Везе Шари“ с. Требош – Тетово )

Собирањето на јајцата при ваквиот начин на одгледување мора да биде потполно механизирано бидејќи во објектот не е добро да се влегува многу често. Собирањето на јајцата најчесто се прави со бескрајна лента, поставена помеѓу двата реда гнезда или како подвижно дно на едниот ред гнезда. Кај објектите со поголем капацитет, целата концепција може да се постави подно. Тогаш и седлото и се останато се прави од секцијата со поден карактер. Сето тоа потсека на батериски кафезен систем, но без огради на кафезите, а со тоа кокошките влегуваат и излегуваат во кафезот слободно по своја желба. Во оквирот на кафезот се наоѓа опрема за хранење и поење. Помеѓу кафезот и седлото е делот за слободен простор.

### 3.4 Тов на пилиња

Производството на живинско месо се остварува со насочен тов на пилиња. Основна цел е за што е можно помал временски период, да се постигни одредена, но што повоедначена просечна маса на грлата. Паралелно со тоа се настојува да по единица производ се потроши што помала количина на храна. За тов на пилиња скоро исклучиво се користи подниот систем на одгледување на живина. Најголема причина е што на овој начин се спречува повредување на телото на пилињата, а со тоа се постигнува висок квалитет на месото.

Секоја раса како во случајов пилињата, може да содржи повеќе видови, една карактеристика која е видно воочлива им е заедничка, а тоа е специфичната форма за видот на птицата. Паралелно со тоа мора да се напомени дека сите птици – пилиња кои припаѓаат на било кој вид имаат сличен распоред на боите (Historical Materials from UNL Extension in Lancast, 1959).

Густината на населеноста на пилињата кај овој систем зависи, пред сè од тоа која ќе биде посакуваната просечна маса до која ќе се одгледуваат пилињата, но и во која мера ќе се обезбедуваат климатските услови. Просечната населеност изнесува 14-16 пилиња на метар квадратен, но може тој број да достигне и до 20 пилиња на метар квадратен.

Условите и начинот на одгледување на товните пилиња се слични или потполно исти како и оние кои се имплементираат при одгледување на младите грла, како идните кокошки несилки. Исхраната на товните пилињата и снабдувањето со вода за ваков начин на одгледување потполно се механизирани. Поради ваквите околности при тов на пилиња само повремено се јавува потребата за поголем влог на работна сила. Тоа најчесто е потребно при крај на едниот, помеѓу двата или на почетокот на новата сезона.

Причините за вложување на дополнителна работна сила се:

- Фаќање и товарење на пилиња на крајот на товењето – товарењето на пилиња од еден објект мора ра биде истовремено и од тие причини за кратко време е потребен поголем број на работници. Фаќањето се олеснува со намалување на јачината – интензитетот на осветлувањето, а транспортот со користење на транспортни ленти за изнесување и товарење на кафези за пилиња;

- Чистење и дезинфекција на објектот – за чистење на старата постелка треба целиот простор од самата просторија да се ослободи од хранилките, поилките, а потоа чистењето да се направи брзо со помош на механизација. За целосно чистење треба да се користат прскалки со висок притисок, а по доброто сушење на објектот да се направи дезинфекција;
- Внес на нова постилка – за новата товна рунда се внесува нова постилка, која рамномерно се постила по целиот објект и дури потоа се поставува опремата за хранење и поење. Одреден број на товни пилиња се внесуваат на почетокот на одгледувањето како при одгледување на младите грла, но со брзо зголемување на просторот за секоја група. Товот на пилињата се прави по правило околу 42-45 денови, со постигнување на просечна маса од околу 1800 грама по грло.

Од вкупната потребна работа за товој на пилиња  $2/3$  отпаѓаат на работите околу фаќањето и товарањето на пилињата, спремање на објектот помеѓу секоја нова тура и ново полнење на објектот, што значи на работи на кои нема потреба да се распредели никој се додека трае нивниот тов. Значи за 40-45 денови се троши околу  $1/3$  и помалку од вкупната работна сила, а за десетина дена помеѓу изнесот на веќе пораснатите и внесот на новите пилиња се трошат преостанатите  $2/3$  од вкупната работна сила.

Кафезниот систем за тов ретко се користи. Тогаш се користат специјални кафези кои можат да бидат во три варијанти:

- Да имаат подвижно дно, со кое се овозможува спуштање на пилињата на лентата за измет, а со тоа се олеснува нивното товарање;
- Дводелни кафези, чиј подвижен дел се вади надвор со натоварени пилиња, а на неподвижниот дел остануваат вградените уреди;
- Целосно подвижни кафези за изнесување и транспорт на пилиња.

Во Европската Унија и САД, достапна е мала количина на информации во врска со алтернативните системи за одгледување на кокошки, нивната безбедноста и квалитетот на произведените јајца на фармите кои користат алтернативни системи. (Holt et al., 2011).

#### **4. ТЕХНИЧКИ СИСТЕМ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА МЕСНИ ПЕРЕРАБОТКИ СО ВИСОК КВАЛИТЕТ**

Производството на месни преработки е основано на голема теоретска, но и практична подготовка, работење на стручни и одговорни лица во чиста и здрава околина, со претходно определени физички услови за работа.

Главната намирница за исхрана на човекот е всушност месото. Под поимот месо во широка смисла на зборот се подразбираат сите делови кои се јадат од животните за колење, кои ја вклучуваат и скелетната мускулатура со припадните ткива, внатрешните органи кои се јадат и крвта. Потесно дефиниран поимот месо е мускулното ткиво со припадните коски, 'рскавиците, грубото везивно ткиво и масните наслаги. Овој поим најчесто се користи за месото во промет, кога тоа се наоѓа во форма на обработен труп, додека потесен поим месо се дефинира како мускулно ткиво со припадното поврзувачко масно ткиво, вклучувајќи и мала количина на епително нервно ткиво, од кое е отстрането косеното, 'рскавичното, грубото поврзувачко ткиво, како и поголемите наслаги на површинското масно ткиво, затоа овој поим се однесува на „крто“ месо.

Месото ги обезбедува потребните хранливи и градивни материи за сите возрасти во популацијата. Паралелно на тоа значајно е да се потенцира фактот дека месото е една прилично осетлива намирница која е силно подложна на брзо расипување доколку не се обезбедени сите потребни хигиенски услови во самото одгледување на животните, нивниот транспорт, припремата за колење, особено во текот на самата постапка на колење и примарна обработка, а исто така и ако не се запазени добрата работна и хигиенска пракса, како и во текот на прометот и припремата за конзумирање на месото. Покрај тоа, квалитетот на месото како намирница за исхрана зависи од бројни фактори меѓу кои се: расата, полот, начинот на исхрана на животните, како и текот на постапките во текот на колењето и примарната обработка, начинот на негово оладување и одвивање на постморталните процеси, како и односот на поедини ткива кои го сочинуваат основниот состав на месото. (Y. H. Hui et al., 2012)

Месото и месните преработки се прават во строго контролирани услови се започнува во делот на прием на живината, каде се врши проверка на видот и состојбата на месото, како и органолептичко испитување на квалитетот на месото. Истото микробиолошки се проверува пред или на крај на обработка или преработка и се распределува за понатамошна операција, односно дали тоа ќе се употребува како сурово

месо и како такво ќе се пласира на пазарот, дали ќе се користи како обработено месо (обескоскено – исчистено пилешко месо) или ќе се користи за понатамошна обработка, потоа преработка, со цел добивање на месни преработки како салами, колбаси, виршли, чадени месни продукти, печено и спаковано месо за пилешко гиро, салама во парчиња или саламурени пилешки производи сл.

Од делот за прием месото како такво продолжува на соодветна обработка во зависност за каков краен производ ќе се припрема, така што по обработката се продолжува кон негово пакување, чување или замрзнување на истото, ако се користи како сиров краен производ. Во случај кога месото ќе се користи за добивање на пилешки преработки истото продолжува во понатамошните делови на системот за производство на месни преработки. Како такво може да се вари во соодветни автоклави, да се иситнува во соодветни кутери и со додавање на зачини и адитиви, да се пакува во соодветна амбалажа во зависност од тоа кој краен производ ќе се полни дали се тоа салами, виршли, колбаси итн. По завршување на полнењето и примарното пакување на преработеното пилешко месо, се продолжува со негова соодветна термичка обработка на одредена температура и влажност (зависно од тоа кој краен производ се полни), по таа обработка веќе имаме готов краен производ и истиот се лади под воден туш и потоа се остава да се стабилизира на одредена температура, а по постигнување на бараната цврстина, квалитет и температура во внатрешноста на готовата пилешка преработка (мерено со специјални сонди) се остава на соодветна температура во складови до нејзина испорака.

Техничкиот систем за производство на месни преработки кој е во тесна корелација со техничкиот систем за производство на живинско месо и јајца и техничкиот систем производство на биоенергија од сопствен биогаз, е во голема предност бидејќи неговото производство се врши во здрава и чиста околина и покрај производството на биогаз бидејќи истото нема никакво загадување, а со тоа дополнително се подобрува квалитетот на готовите пилешки преработки бидејќи се создаваат во чиста и еколошки здрава средина. Покрај тоа во овој систем комплетното загревање како на просториите, така и користењето на топла вода се добива комплетно од самото производство на биоенергијата како резултат на согорувањето на биогазот. Користењето на чиста и бесплатна топла вода во производството на пилешки преработки ги намалува трошоците за нивно производство, а со тоа и нивната крајна цена станува поконкурентна и попримамлива за потрошувачите на пазарот.

Правилната експлоатација и координација на овие системи во еден сложен самоодржлив технички систем резултира со мултиплицирани придобивки како од финансиски така и од квалитативен аспект, со што се добиваат производи со повисок квалитет од конкурентните, а со релативно пониска цена на чинење и со тоа поконкурентна крајна цена.

## **5. ТЕХНИЧКИ СИСТЕМ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА ЈАЈЦА И ПРОИЗВОДИ ОД ЈАЈЦА**

Јајцето претставува женска полова клетка кај повеќеклеточните животни и човекот, од него се развива нова идентична со оплодување индивидуа. Јајцето од птиците како и од домашната живина е многу сложена и високо деференцирана репродуктивна клетка чија структура е тесно поврзана со функцијата одржување на животниот континуитет.

Јајцето е едно од најевтините и најчесто консумирана храна за исхрана на луѓето. Јајцето е богато во високо квалитетен протеин. Покрај тоа, тоа е скоро комплетен извор на витамини и есенцијални за човечкиот организмот минерали, надворешните и внатрешните квалитативни карактеристики на јајцата се многу важни за здравјето на потрошувачите, но и од перспектива на маркетингот. Приносот и квалитетот на јајцето е во директна корелација многубројни фактори како генетиката на самата кокошка, начинот на нивното сместување, температурата на средината, исхраната и сл. (Guler Yenice et al., 2016).

### **Структура на јајцата**

Јајце клетката, прилично богата со резервна храна (деутоплазма), која всушност ја сочинува жолчката, околу која се наоѓа белката, а целата таа содржина е замотана во опна (тенка обвивка на јајцето) и цврста лушпа. Меѓусебниот тежински однос на деловите на јајцето од кокошката, зависи расата на кокошката, големината на снесеното јајце, како и времето на неговото носење. Со зголемување на тежината на јајцето се зголемува и процентот на белка, а се намалува процентот на жолчка. Јајцата на младите кокошки содржат релативно помала количина на жолчка, која се зголемува со староста,

но истовремено се намалува процентот на лушпата. Кон крајот на првата година од положувањето на јајцата, пропорционалниот состав на јајцето достигнува релативно константно ниво. Жолчката пропорционално е најмала во зима, а со започнување на сезоната за размножување, нејзината тежина процентуално се зголемува (Maxwell T Hincke et al., 2012).

### Лушпа

Таа претставува цврста варовничка обвивка на јајцето чијашто дебелина зависи од расата на кокошката, индивидуалните особини, наследните особини, сезоната, исхраната и останати фактори. Лушпата на јајцето е изградена од органски материи (мрежа од протеини слични на колагенот) во која се вгнездени минералните материи како калциум и магнезиум карбонати и фосфати. Надворешната површина е превлечена со многу танок слој на органска материја – кутикула. Под самата кутикула се наоѓа сунѓерест слој на лушпата, кој наспроти своето име е прилично компактен и го сочинува нејзиниот најголем дел. Внатрешниот дел на лушпата – мамиларен слој се состои од многубројни груби групации со конусна форма, меѓусебно цврсто збиени, а со своите конусни врвови се свртени спрема внатрешноста на јајцето. На површината на лушпата може да се забележат мали кружни отвори т.н. пори, од кои најголем број се видливи со голо око. Од самите пори продолжуваат канали на тие пори кои одат кон површината на самата лушпа и ја поминуваат целата нејзина дебелина. Најголем број од овие пари на единица површина на лушпата се наоѓаат на тапиот крај на јајцето, а најмал број на вакви пори има на остриот дел на јајцето.

### Опната на јајцето

Изградена од мрежа на органски влакна слабо импрегнирани со минерални материи. Надворешната опна, која е тешко врзана со лушпата на јајцето, а истата е околу три пати подебела од внатрешната опна која ја обмотува белката на јајцето. Кај одредени кокошки (на пример кокошки од расата Легхорн) дебелината на надворешната опна е 0,05 милиметри, а дебелината на внатрешната опна е 0,015 милиметри.

### Воздушна комора

Како таква се формира непосредно после овипозиција на јајцето, чијашто содржина после ладењето се собира. Воздухот продира низ порите и формира комора помеѓу опната која е прилепена на лушпата и опната која ја обвива белката на јајцето,



најчесто на тапиот крај на јајцето каде се најголемиот број пори, но и на друго место, таму каде опните можат најлесно да се одвојат. Големината на комората расте пропорционално со намалувањето на содржината на јајцата, со самото испарување.

### Белка (албумен)

Белката претставува маса со бледа жолтеникавозеленкавата боја, без изразен мирис, а е составена од вода и протеин, а може да има различна конзистенција. Составена е од:

- 5.1 Надворешен слој на т.н. ретка белка – која опфаќа 21% од вкупната белка;
- 5.2 Слој на густа белка – кој опфаќа 55% од вкупната белка од јајцето;
- 5.3 Внатрешен слој на т.н. ретка белка – кој опфаќа 21% од вкупната белка
- 5.4 Халазен слој – кој опфаќа околу 3% од вкупната белка, а е позициониран непосредно околу жолчката и истиот содржи свиени ленти на белка со беличаста боја, кои одат према остриот и тапиот крај на јајцето, поврзувајќи ја жолчката со густата белка и на тој начин ја одржуваат истата во средина на јајцето.

Жолчка – во поширока смисла претставува јаце клетка, многу богата со резервни хранливи материи (деутоплазма – *Vitellus nutritivus*, жолчка во потесна смисла на зборот). Таа претставува маса со жолта до портокалова боја, има топчест облик, замотана со посебна, танка, јака и скоро безбојна жолчна обвивка – опна (мембрана вителина). Ембрионскиот (герминативен) диск, во форма на белузлава материја, се наоѓа на надворешната површина на жолчката и тоа на горната страна. Кај неоплоденото јајце ембрионскиот диск е со помал пречник од околу 3,5 милиметри, додека пак кај оплоденото се зголемува и изнесува околу 4,4 милиметри со одредени видливи знаци за организација на ембрионот (бластодерм).

Во центарот на жолчката се наоѓа кружно јадро со пречник од 6 милиметри составено од течна форма на светла жолка. Околу него се редат концентрични слоеви на темна и светла жолчка, каде светлите се видливо потанки, поради тоа што содржат помалку пигменти и масти. Овие слоеви го потенцираат порастот на жолчката по денови, но ако во текот на деновите количината на масти и пигменти во храната не варира, тогаш слоевитата структура на жолчките нема да биде видлива. Ембрионалниот диск се поврзува со централното јадро во жолчката со една лента на светла жолчка – како врат.

Надворешни особини – опфаќаат големина, тежина, облик и боја на лушпата на јајцето. Големината и тежината на јајцето се две различни карактеристики, но во пракса со големината на јајцата најчесто се изразува нивната тежина. Тежината на јајцата на домашните кокошки многу варира, во зависност расата, вариететот, линијата и индивидуата, како и бројни фактори од надворешната средина. Така тежината на јајцето кај кокошка – бисерка е околу 40 грама, а кај легхорн е околу 58 грама. Под влијание на припитомувањето тежината на јајцата на домашните кокошки значително се зголемила, во однос на сите други диви предци бидејќи таа е припитомена најрано и зголемувањето на јајцето изнесува околу 70%.

Варијациите на јајцата се постоечки и кај различни индивидуи на иста раса дури и кај една иста индивидуа, така кај кокошките од расата Легхорн може да се сретнат снесени јајца тешки 41 грам, дури и до 77 грама, а во извесни случаи екстремно мали јајца со тежина од неколку грама, сè до екстремно големи јајца со тежина близу 200 грама и најчесто со абнормална градба. Кај нормално градените кокошки јајцата се движат во тежинска граница од 13 до 117 грама.

Малите кокошки кои започнуваат со носење, носат нормално помали јајца во однос на возрасните кокошки. Тежината на јајцето варира, во зависност од годишното време, таа се зголемува во пролет сè до лето кога доаѓа до нејзино намалување. Тежината на снесеното јајце исто така е наследна особина. Тежината на снесените јајца може да се регулира односно да се намали под влијание на парењето во сродство (inbreeding) или да се зголеми под влијание на правилно вкрстување на извесни раси или линии на кокошки. Тежината на јајцата зависи од нивното место за време на циклус на носење, така што така првото јајце во серијата нормално е најтешко, а останантите постепено се полесни. Од причина што до овипозиција на првото јајце во циклусот нормално се доаѓа наутро, јајцето снесено на почетокот на денот ќе биде потешко во однос на оние снесени подоцна. Јајцата кои се носат после паузата во носењето (зимска пауза, митарење и сл.) првото јајце е обично полесно за 2-4 грама од просечната тежина на јајцата несени непосредно пред паузата. Тежината на јајцата е во позитивна корелација со телесната тежина на кокошката, а на тоа може да влијаат различни фактори од исхраната како количината и квалитетот на протеини во храната, витаминот Д, калциумот и сл., како и режимот на амбиентот, така што се намалува тежината на јајцата при висока температура, зголемување на тежината покрај ограничувањата на физичките активности на кокошката поради интензивното држење, особено кај батерискиот систем.

## Форма на јајцата

Јајцата имаат елипсовидна-овална форма, при што едниот крај е поостар од другиот и оттука па мора да се напомене дека не постои идеален облик на кокошкино јајце бидејќи неретко постојат помали или поголеми отстапувања. Сепак обликот на јајцата е пресуден фактор за нивно паковање и за инкубација на оплодените јајца (Romanoff AL & Romanoff AJ, 1949) Колку понизок индекс на формата, толку јајцето е подолго и помазно, додека пак колку вредноста на индексот на формата е поголема, толку јајцето е пократко и пошироко.

## Боја на лушпата на јајцето

Присуството на пигментните материи како овопорфирин и протопорфирин – слични на хемоглобинот, ја одредува јачината на бојата на лушпата, а таа е карактеристична за поедини врсти и раси на живина. Постојат различни бои и нијаси кои се најчесто резултат на присуството на црвени и зелени компоненти на пигментите и одат од бели, преку жолти, бледо црвени, до зелени и сини. Белата боја настанува поради недостаток на пигмент, односно поради неговата брза разградливост на светлина.

Покрај тоа што бојата на јајцата е расна особина, поедини единки од иста раса можат да несат јајца со различни нијанси, а дури и една иста единка може да варира во нијансата на снесените јајца, така во почетокот на несењето бојата е потемна, отколку подоцна. Темната боја на лушпата на јајцата кокошките ја наследуваат интермедиерно, а таа е доминантна во однос на белата. Површината на лушпата може да биде различна: негде е сјајна, негде е матна, некои јајца се мазни, а некои раплави. Лушпата на кокошкините јајца може да биде многу мазна, без сјај и раплава со многу прелазни степени, така да понекогаш е тешко да се одредат границите кон аномалиите (бразди, нерамнини, песок и слични наслаги).

## Аномалии на јајцата

Доколку повремено или трајно се пореметени функциите на репродуктивните органи како физиолошки пореметувања, морфолошки абнормалности, разни повреди, тогаш јајцата можат да покажуваат разни аномалии во однос на надворешните особини

или на внатршната градба. Во тој поглед се среќаваат многу ситни кокошкини јајца од 1,26 грама, но и циновски кокошкини јајца од преку 200 грама, при што најголемата забележана тежина на кокошкино јајце е 320 грама. Освен тежината се појавуваат и други абнормалности на обликот на јајцето како јајце со рабови, стегнато јајце, јајца со привезоци од различна природа сврзани по 2 или 3 заедно, дури и толку нагрден облик, што тешко е и да се говори за нив дека се јајца, јајца со жлебови и гребени на лушпата, дури и јајца без лушпа, јајца со 2 или 3 жолчки итн. Понекогаш наизглед нормално јајце содржи туѓи материи кои потекнуваат од надворешната средина или телото на живината во вид на крвави или месни дамки.



**Слика бр.2** Физичка проверка на аномалии кај јајцата 1 дел („Везе Шари“ с. Требош – Тетово)



Слика бр.3 Потполно механизирана проверка на физичко-хемиската исправност јајцата  
2 дел („Везе Шари“ с. Требош – Тетово)



**Слика бр.4** Потполно механизирана проверка на физичко-хемиската исправност на јајцата со светлосен метод и откривање на повреди на лушпата на јајцето 3 дел („Везе Шари“ с. Требош – Тетово)

## Хемиски состав на јајцата

Јајцата содржат хранливи материи неопходни за развој на ембрионот. Нивниот состав зависи од расата на кокошките, исхраната и слично. Како што покажува хемискиот состав на целото јајце и јајчната маса, кокошкиното јајце содржи висок процент на вода.

### 5.5 Протеини

Се состојат од низа на прости и сложени протеини кои се специфични за јајцата, во чиј состав влегуваат околу 18 аминокиселини од кои најголем удел имаат глутаминската киселина застапена со 720 mg, аспаргинска киселина 560mg, леуцин и лизин со 400-470mg, треозин, изолеуцин и валин од 270-340mg, кои задоволуваат само 26,9% од дневните потреби цистеинот со 130mg и 11,3% од дневните потреби со тоа се задоволуваат, тука влегува и тирозинот со 230 mg и најмалку застапен е триптофанот со само 70 mg. (Juric et al., 2005) Белките содржат околу 50% од вкупната количина на протеинот, жолчките околу 44% од протеинот, опната на јајцето околу 3,5% и лушпата околу 2,1%. Од вкупната количина на липидите околу 99% се наоѓаат во жолчката каде играат важна улога во развојот на ембрионот.

### 5.6 Минерални материи

Единствено се застапени во лушпата на јајцето и тоа околу 94%, од кои најзастапен е калциумот, додека во жолчката се наоѓа доста фосфор, исто така се застапени и бројни микроелементи, од кои најголем дел во жолчката и белката.

Јајцата како храна се добар извор на железо (локализирано во жолчката, витамини од групата Б, витамин Д и витамин Е. Содржината на витамините во составот на јајцата првенствено зависат од исхраната, начинот на одгледување и режимот на осветлување кај несилките.

### 5.7 Масти и масни киселини

Според Бартов, уделот на незаситените масни киселини е поголем од 50% во вкупните масти во јајцата, како и тоа дека содржината на масните киселини во јајцата зависи од составот на масните киселини во храната со која се хранеле кокошките (Bartov I et al., 1971).

Многу автори го испитувале и сè уште го испитуваат маснокиселинскиот состав на конзумните јајца. Од голем број спроведени истражувања се утврдило дека најзастапени масни киселини во јајцата се олеинската, палмитинската и линолната, но и дека уделот на омега-6 е во границите од околу 15-29% и истиот е поголем во однос на уделот омега-3 масните киселини кој изнесува од 1,25-2,42%.

## 5.8 Хранливост и калоричност

Енергетската вредност на содржината на јајцето потекнува од мастите и протеините, додека количините на јаглени хидрати се незабележливи. Јајцата по својата хранливост се еднакви на хранливоста на млекото, а тие се основен материјал за пораст и одржување на здравјето на човекот.

Освен нивната хранливост и погодност, јајцата можат на многу начини и многу лесно да се подготвуваат и поради тоа исполнуваат погоден дел од човековата исхрана.

Јајцата се погоден и квалитетен прехранбен продукт, неважно на кој начин тие се конзумираат, тие поседуваат терапевтски, имуностимулативни и функционални својства кои помагаат во одржување и квалитет на здравјето на конзументите. Имаат многу повеќе предности отколку недостатоци. Како такви кокошките јајца имаат специфична тежина која зависи најчесто од дебелината на лушпата, која сама по себе има двапати поголема специфична тежина од самата содржина на јајцето, така што со оглед на тоа специфичната тежина на јајцето од кокошка изнесува просечно 1,095.

Во врска со цврстината на јајцето, потенцирана е силата на кршење, односно притисок кој се изразува во клограми, така што по надолжната оска таа изнесува 4,5 кг, но со прилично изразени варијации, а слично на тоа се мери и отпорноста на лушпата на пробивање која кај кокошките јајца изнесува околу 3,4 kg/cm<sup>2</sup>.

Порозната лушпа на јајцето, а и танката мемембрана, особено на оплоденото јајце, може да врши размена на гасови и тоа да отпушта јаглороден диоксид, кислород и испарување, особено на температура од 10°C и релативна влажност на воздухот од околу 80%, кога кокошкото јајце губи во тежина околу 0,02 грама на ден. И покрај тоа што во составот на белката се наоѓаат бактерицидни супстанции, во самото јајце често пати се присутни микроорганизми, било да навлегле во јајцето уште во самото формирање или пак после снесувањето (салмонели, предизвикувачи на разни респираторни заболувања, туберкулозни предизвикувачи и сл.).



## 5.9 Чување на јајцата

Во пазарни услови постојат три категории на јајца: свежи јајца во лушпа, оладени јајца и конзервирани јајца. Јајцата се подложни на голем број промени и по нивното снесување, а тоа доведува до еден момент кога нивната вредност е намалена иако тие сè уште можат да се користат во исхраната на луѓето, затоа за таквите јајца се вели дека се веќе стари. Првичен знак за старост на јајцето е зголемената воздушна комора, која се создава како резултат на испарувањето на вода од содржината, а со тоа јајцето се смалува. После автолитички процеси белката се разредува, при што „држачите“ на жолчката попуштаат и жолчката паѓа на опната. Освен тоа доаѓа до настанување на ферментативен, особено хидролитичен процес, кои се создаваат во самата содржина на јајцата за време на нивното стареење, а тоа постепено предизвикува и морфолошки промени во нивната структура бидејќи со примањето на вода од белката, жолчката го зголемува својот обем. Со таквите промени се потенцира губењето на еластичноста на жолчната опна (обвивка) и таа почнува да пука, а тоа доведува до мешање на жолчката и белката.

Со самото стоење на јајцата доаѓа до одредени промени кои се пратат со помош на просветлување со различни методи како дијафноскопија, опалометрија, овоскопија или ламбирање. Намалувањето на тежината на јајцето, по испарување на водата од него, може да се контролира со проба со пливање – дензиметрија, во обична вода или 12% раствор на кујнска сол, а тоа е поосетлива проба во однос на пробата со обична вода бидејќи солениот раствор има поголема специфична тежина и густина во однос обичната вода. Исто така за оваа цел може да се искористи и ултравиолетово светло со кое се осветлува лушпата на јајцето, а тој метод се заоснова на доказот на овопорфирин, чијшто количини постепено се губат од лушпата. Поради ваквите промени кои се случуваат со јајцата неопходно е конзумните јајца да се чуваат во соодветни услови, односно да се ладат или конзервираат.

Свежи јајца – неоладени и неконзервирани јајца, треба да се чуваат во простории чија температура е помеѓу 0 и 2 °C, која не доведува до смрзнување на јајцето како целина, а паралелно со тоа релативната влажност треба да биде 90% бидејќи при поголема влажност се зголемува можноста за габични инфекции. Воздухот во просторијата мора да биде чист, поради силната апсорпциона моќ на мириси на јајцето. Некои земји го дозволуваат миењето на јајцата, а потоа нивно импрегнирање преку

лушпата со масни материи, но најдобро е што побрзо тие да се конзумираат после нивното производство, всушност патот производител до потрошувач мора да биде што е можно пократок.

Ладени јајца – јајца кои се чуваат во ладилници на температура од 0-4°C, чијашто комерцијална одржливост е околу 6 месеци. (Juric et al., 2005)

Конзервирана јајца – тие се третираат со средства кои не се штетни по здравјето, во принцип јајцата се преливаат со варова вода, а при тоа на лушпата на јајцето се таложи калциум-карбонат кој ги затвора порите на лушпата и го спречува испарувањето на водата. Најчест начин на конзервирање на јајцата со водено стакло (раствор од 10% нариум силикат), кој за таа цел се разредува со десет пати поголемо количество вода, а силикатот се налепува со што ги затвора порите на лушпата.

### **Класирање на јајцата и нивно испорачување на пазарот**

Класирањето на јајцата се прави според нивната маса, односно големина. Според тоа како нормални јајца се сметаат јајцата со маса од 43-85 грама (според правилникот на Агенцијата за храна и ветеринарство за начин на означување на јајцата наменети за пазар и јајцата наменети за инкубација), а за одредување на големината на јајцата се користи посебна апаратура која има прстен, најчесто со пречник од 38мм, низ кој се пропуштаат јајцата, а сите јајца кој ќе поминат низ тој прстен се класираат како мали јајца. Јајцата се пакуваат и се испорачуваат на пазарот најчесто во целулозни влошки, кои се сместуваат во картонски кутии или дрвени сандуци без мирис, на кои јасно е декларирано за која класа на јајца се работи. Така запаковани јајцата се ставаат во соодветно возило, претходно дезинфицирано, чисто и без туѓи мириси и се транспортираат до крајните потрошувачи.

Јајцата кои се испорачуваат на пазарот се класираат и според квалитетот и врз основа на тоа јајцата се класираат во класа „А“ како свежи јајца за директно конзумирање од страна на луѓето и класа „Б“ во која класа спаѓаат јајцата за прехранбената и непрехранбената индустрија.

Свежите јајца за директно конзумирање, односно јајцата кои спаѓаат во класа „А“ понатаму се сместуваат во пет категории и тоа почнувајќи од најмалата категорија „S“ – со 43 грама од јајце, така што соодветно нагоре категориите „M“, „L“, „XL“ и „XXL“ – со 85 грама по јајце. Секако најчесто произведувани и барани на пазарот се јајцата од

„L“ категоријата. Додека пак според регулативната комисија на Европската Унија, јајцата од класа „А“ се категоризираат во повеќе категории и тоа како: „XL“ - многу големи со тежина  $\geq 73$  гр., „L“ – големи со тежина  $\geq 63$  g и  $<73$  гр., М – средни со тежина  $\geq 53$  g и  $<63$ гр. и „С“ – мали со тежина  $<53$ гр. (COMMISSION REGULATION (EC) No 589/2008, 2008).

Квалитетот на произведените конзумни јајца е во директна врска со начинот на одгледување на кокошките, но и со хигиенските, хемиските, физичките, функционалните и хранливите промени, кои се изразуваат преку зголемување на рН вредноста, намалување на масата на белката, губиток на витамини во јајцето и друго. Па според тоа, но и според Правилникот здравите и исправни јајца мора да бидат употребени најмногу до 28 дена понесењето.



**Слика бр.5** Механизирано класирање на јајцата („Везе Шари“ с. Требош – Тетово)

## **6. ПРИДОБИВКИ ОД УПОТРЕБАТА НА СИСТЕМОТ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА БИОГАС КАКО ДЕЛ ОД СЛОЖЕНИОТ ТЕХНИЧКИ СИСТЕМ**

Меѓусебната поврзаност на овие производствени технички системи, односно поврзаноста на системот за одгледување на кокошки и производство на јајца, во корелација со техничкиот систем за производство на месни преработки и главната алка на овој сложен технички систем која е претставена со системот за производство на биогаз, овозможува непречена работа, намалување трошоци за производство на нивните производи, заштита на биодиверзитетот, олеснет начин на работа, сигурност и точност во планирањето и работењето на ваквиот сложен самоодржлив технички систем.

Гореспоменатата главна алка на сложениот технички систем – системот за производство на биогаз е таков систем од кој има многубројни придобивки, а за сметка на тоа нема или има многу мал број на недостатоци. Биогазот генерално добиен од отпадните материјали на дел од системот во кој се одгледува живина во најголема мера е составен од метан и јаглероден диоксид. (Wilkie, 2008)

Користењето на систем за производство на биогаз побарува инвестиција на \средства, време и голема стручна подготовка, а тоа се можеби единствените недостатоци, кои во текот на многу краток временски период се надминуваат, а потоа остануваат само придобивките. Многубројните позитивни страни на ваквиот систем се огледуваат во тоа што пред сè произведува електрична енергија без ни малку лошо да влијае на биодиверзитетот, паралелно со тоа произведената електрична енергија се користи за работа на целокупниот технички систем, за сите производни капацитети во тој склоп, а одреден дел се пушта во електричната мрежа за останати корисници со соодветен надомест. Производството на електричната енергија се прави на сметка на отпадоците од останатите технички системи во ваквиот сложен технички систем. Произведената електрична енергија со право го добива називот биоенергија бидејќи се добива со согорување на метан, кој всушност е биогаз, добиен со ферментација на отпадните материи од системот за одгледување на живина и производство на јајца. Ферментацијата се врши во соодветни ферментатори – дигестори каде со соодветени пумпи се внесува и сув и течен супстрат (отпадните материи и фекалии) и во точно одредени услови доаѓа до создавање на биогаз. Така создадениот биогаз не оди никаде

на друго место освен во биогазните реактори – мотори со внатрешно согорување кои се дел од системот за производство на биоенергија, истиот согурува без никакво загадување.

Произведената биоенергија со согорување на биогазот, освен што се произведува со многу мали трошоци и без да има штетно влијание на околината, позитивно делува на останатите технички системи во овој сложен самоодржлив технички систем и во делот на производство на топла вода, која и тоа како е потребна за секојдневната работа особено на техничкиот систем за производство на месни преработки, но и во помала рака и за техничкиот систем за одгледување на живина и производство на јајца. Топлата вода која се добива како нус производ од производство на биогазот, максимално се искористува во делот на одржување на хигиената во целокупниот сложен технички систем, особено во месната индустрија, загревање на сите простории, одржување на константна температура во индустријата за одгледување на кокошки и производство на јајца, како и одржување на хигена на надворешните простории. Со оглед на тоа се воочува фактот дека не постои загуба на ни една придобивка во овој технички систем.

Произведувањето на биоенергијата со согорување на биогазот е значајно во делот одржување на безбедна и здрава животна средина, така живината користи незагаден воздух, со тоа дава микробиолошки исправни јајца со висок квалитет, потоа се добива здраво и чисто месо кое се користи во месните преработки на месната индустрија од овој сложен технички систем.

Генерално придобивките од користењето на ваков сложен самоодржлив технички систем за производство на месо и месни производи се мултиплицирани, а тоа се забележува и следи преку крајните резултати кои се гледаат во квалитетните месни производи, квалитетните месни преработки, квалитетни јајца, зачувувањето на животната средина, намалувањето на трошоците за производство, а со тоа и крајната цена на производите, константно и без прекини добивање на електрична енергија за сопствени потреби, но и за останати потрошувачи. Голем број од придобивките освен финансиски се и во прилог на здравјето на луѓето вклучени во производен процес, на околните жители, како и директно на потрошувачите, а тоа јасно говори за квалитетот и потребата за создавање на повеќе биогазни постројки кои ќе дејствуваат самостојно или во корелација со останати технички системи.

## **7. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ НА ИСТРАЖУВАЧКАТА РАБОТА**

Биогасот е идеален извор на енергија од повеќе причини: акумулираната енергија од живите организми, многубројни извори за добивање биогас, многу мали вложувања, заштита на животната средина, добивање на висококвалитетно органско ѓубриво после ферментацијата. Од сите наведени причини, произлегува и дефинирањето на основната цел на истражувањето, а задачите кои се предвидени и поставени за овој докторски труд се поделени во три дела.

Примарната цел на ова истражување, добивањето на биоенергија со користење на биогас како горивен елемент, а целата докторска дисертација е базирана на тоа да се испита и докажи успешното функционирањето на еден целосно затворен систем за одгледување на живина. Во тој систем живината примарно се користи за производство на јајца, а подоцна и за месни преработки од живинско месо, истовремено користејќи ги фекалиите од неа дополнети со соодветен полнеж, транспортирани во соодветен резервоар. Оттука започнува самиот процес на производство на биогас, а продолжува во нареден процес за произведување на електрична енергија кој се користи за потребите на произведувачките капацитети, а останатиот дел се пушта во електричната мрежа.

### **7.1 Материјали и методи**

За потребите на оваа докторска дисертација, односно за исполнување на претходно зададените задачи се направени повеќенасочни и повеќебројни лабораториски и теренски испитувања. Во текот на истражувањето ќе се користат следниве методи:

- метод на анализа и синтеза,
- метод на генерализација и специјализација,
- метод на докажување и негирање,
- метод на класификација,

- дескриптивен метод и
- компаративен метод.

Во текот на истражувањето се користи техниката на испитување на референтни примерци, со цел добивање на референтни резултати, од одобрена сертифицирана лабораторија, кои подоцна би ја потврдиле или негирале претходно поставената хипотеза, односно генералната хипотеза.

Во текот на истражувањето се користат разни инструменти во текот на анализата, собирањето податоци, испитувањето на примероци и слично, со што би се добиле соодветни референтни податоци за докажување на горенаведената хипотеза.

Оваа докторска дисертација ќе се потпира на информациите добиени преку истражувањата добиени од информациите за безбедноста и квалитетот на производите што во случајов се јајца и сувомеснати производи, како и произведениот биогаз кој е главната алка на целокупниот сложен самоодржлив технички систем, за кои според големината на производство, со законска регулатива се пропишани одредени испитувања.

## **7.2 Процес за производство на биогаз**

Независно од режимот на работа биогазната постројка во принцип може да се подели на четири процесни чекори:

- Манипулација на супстратот – складирање, подготовка (сортирање, ситнење, разредување, хомогенизација), внес во системот (транспорт и дозирање);
- Производство на биогаз (ферментација во ферментаторот);
- Складирање, третман и користење на остатоците од ферментацијата како природно ѓубриво;
- Складирање, третман и користење на биогазот (во овој чекор прочистен до биометан) произведен во вториот и третиот процесен чекор.

Сите четири процеси се меѓусебно поврзани и зависни, особено вториот и четвртиот чекор, тие имаат тесна врска од причина што четвртиот чекор во нормален случај ја обезбедува процесната температура која е неопходна за вториот чекор.

Во зависност од користениот супстрат се избира и процесно-техничката опрема која се користи за работа на постројката. Количеството на супстрат директно влијае на одредувањето на димензиите на сите агрегати, како и на зафатнината на резервоарите. Од квалитетот на супстратот зависи како ќе биде конфигурирана процесната техника. Во зависност од составот на супстратот може да биде неопходна сепарација на непосакуваните материи, разредување на самиот супстрат со додавање на вода за истиот да може да се испумпува. Во случај да се користат материи за кои е потребно чистење, односно хигиенизација, мора претходно да се испланира степенот на тоа чистење. Подготвениот супстрат, по завршувањето на првичните подготовки пристигнува во ферментаторот каде и се разложува.

Кај мократа ферментација во принцип се користат едно и двостепени постројки кои работат според проточната постапка. Кај двостепените постројки после примарниот ферментатор се вклучува и постферментатор, каде супстратот од примарниот ферментатор пристигнува во постферментаторот во кој се конвертираат дополнителните супстанции кои тешко се разлагаат. Остатокот на ферментацијата се складира во посебни резервоари и по правило како течно ѓубриво се користи за ѓубрење на земјоделските површини.

Биогасот кој се формира во текот на ферментацијата се складира и пречистува, а потоа се користи во постројките за едновремено производство на електрична и топлотна енергија. Процесните чекори кои се прават за производство на биогас се: складирање, припрема, транспорт и внес на супстратот, кои се всушност првичниот чекор кој се одвива во јамата за течен супстрат, односно предјамата, собирниот резервоар и резервоарот за чистење – хигиенизација. Вториот процесен чекор (производство на биогас) се спроведува во ферментаторот, додека третиот процесен чекор го опфаќа резервоарот за остатокот на ферментацијата, како и растурањето на ферментираниот супстрат по земјоделските површини. Четвртиот чекор од процесот на производство на биогас е посветен на складирање, пречистување и користење на биогасот, а се изведува во резервоар за гас и когенеративната постројка.



## **Контрола и манипулација на супстратот**

### **Збогатување на содржината на основниот супстрат**

Супстратот најчесто содржи живинско ѓубриво, кравјо ѓубриво, силажа, пченка како и додадена вода. Покрај тоа супстратот кој влегува во процесот на дигестија и производство на биогаз може да го менува својот состав, во принцип одредени производи и нуспроизводи во супстратот се постојано присутни, а другиот дел може да се менува односно да се додаваат различни ко-супстрати како на пример нус-производи од преработувачките капацитети, преработки на месо, јајца и слично. Поради тоа составот на супстратот може да се менува секојдневно, но мора да се запази фактот дека заменетата суровина мора да има соодветна енергетска карактеристика. (Џозефа Виатер, 2017)

Значењето на збогатување на содржината на супстратот е во случај кога се користат дополнителни ко-супстрати кои, добиени од надворешни производители. За да може да се добие правилна и точна евиденција, во текот на збогатувањето на супстратот, од огромно значење е вршењето во најмала рака визуелна контрола, со цел да се утврди дали самиот супстрат ги задоволува постоечките барања во поглед на квалитетот. Соодветно на тоа, постројките за ферментација на суровините во еден дел вршат одредени испитувања, контроли и проверки на сувите материи, а во друг дел анализа на сточната храна за да би се обезбедила соодветност на квалитетот со договорените услови. Посебно внимание се посветува на супстратите кои се класифицирани како отпад бидејќи во зависност од категоризацијата на отпадот постои обврска од водење на евиденција за тоа каков и во колкава количина отпад се користи.

### **Складирање на супстрат**

Енергетскиот потенцијал на супстратот (биомасата) кај нас е значаен до тој степен што ни една енергетска стратегија не смее да го занемари. (Апостолоски, 2020)

Супстратот кој се користи за ферментација и производство на биогаз, првично може да се складира, а потоа да се користи. Складиштата во принцип служат за обезбедување на резерви од супстрат неопходни за полнење на ферментаторот. Складиштата може да имаат различна конструкција, која зависи од користените супстрати. Површината која ќе се користи за складирање е во зависност од видот и

количеството на материјали кои ќе се складираат, како и временскиот период во кој тие ќе бидат складирани како резерви. Во случај кога за производство на биогаз се користат ко-супстрати кои се набавуваат екстерно, влијание имаат и условите од претходно случените договори, а во суштина тоа се загарантираните количини и зачестеноста на испораките. Како ко-супстрати можат да се користат и хигиенски ризични супстрати, најчесто од индустриско потекло, а при нивното користење треба да се води сметка за строго одвојување уште на приемните станици, на хигиенски ризичните и хигиенски безбедните ко-супстрати пред да пристигнат во уредите за хигиенизација.

Бидејќи користењето на различни ко-супстрати како примарни елементи на производството на биогаз, само по себе повлекува создавање на непријатни мириси (особено кога се користат ко-супстрати од органско потекло), во тој случај со цел исполнување на човечката должност, како и исполнувањето на прописите во поглед на емисиите на гасови и нивно минимализирање, се препорачува користење на затворени складишта. Тоа може да се изведи во големи хали, каде освен складирање се изведува и прием и припрема на супстратот, така што нема да има туѓи миризби и загадувања бидејќи сите испарувања ќе бидат одведени преку посебен вентилациски систем кој завршува со водени или био-филтери. Покрај таа предност, халите ги заштитуваат и техничките системи, апарати и алати од влијанието на надворешните услови, а тука можат да се изведуваат сите потребни работни операции без да има нарушувања не прописите за бучава во надворешната средина. Во случај да се користат ваков тип на складишта, односно складишта од затворен тип, на вработените мора да им се обезбедат заштитни средства, односно соодветна заштитна работна опрема и безбедни услови за работа.



**Слика бр.6** Складирање на супстратот во случајов силажа („Електро Шари)

#### Подготвување на супстратот

Генералната подготовка на супстратот практично влијае на неговата директна употребливост, како и на количеството на непосакувани материи кои се наоѓаат и остануваат во него, а со тоа индиректно и на расположливоста на техничката опрема и самата постројка. Со подготвувањето на супстратот може позитивно да се влијае на текот на процесот на ферментација, а со тоа и на искористувањето на енергетскиот потенцијал од користените супстрати.

Подготовката како процес опфаќа повеќе засебни постапки од кои неизбежни се постапките на сортирање и отстранување на непосакуваните материи, а како постапка се изведува по природен пат во предјамата (резервоарот каде се припрема супстратот) и од нејзиното дно повремено треба да се чистат тие непосакувани материи кои во сушност се сталожуваат и на тој начин се изоставуваат од процесот на ферментација. Покрај отстранувањето на непосакуваните материи на тој начин, се користат и сепаратори за тешки материи кои се поставени директно на доводот за супстрат, додека останатите

непосакувани материи рачно се отстрануваат во текот на испораката или при полнењето на дозерите. Непосакувани материи во поголем дел може да се сретнат при користење на органски отпад, кој ако се користи како ко-супстрат треба внимателно да се следи со цел да се спречи внес на непосакувани материи во процесот на биодигестија. Комплексното сортирање на отпадните материи најдобро би се изведувало со помош на соодветна линија за механичка припрема или пак единица за сортирање на отпадните материи како оние кои се користат при третманот на органскиот отпад.

### **Ситнење, разредување, хомогенизација и хигиенизација на супстратот**

Ситнењето, односно мелењето на супстратот е механичка подготовка на супстратот за понатамошното негово биолошко разградување, а со самото тоа и производство на биогаз. Со ситнењето на супстратот се забрзува самиот процес на биолошко разградување, но тоа не е причина што ќе придонесе за зголемување на приносот на биогаз. Производството на метан, покрај другото зависно е и од времето на задржување, како и степенот на ситење на супстратот. Паралелно со тоа големо внимание треба да се посвети и на користењето на соодветни технички апарати и уреди во самата постројка.

Уредите за ситнење на цврстиот супстрат може да се инсталира екстерно пред внесувањето во предјамата, цевководот или ферментаторот. За таа цел може да се користат иситнувачи, дробилици, млинови, како и коленисти вратила за раскинување и расекување. За разлика од ситењето на цврстиот супстрат пред внес во предјамата, цевководот или ферментаторот, течностите кои содржат цврсти материи, органски влакна и слично, може да се ситнат директно во предјамата, во други резервоари за мешање или цевководи. Таа постапка може да биде потребна кај супстратите или мешавината на супстрати кога тие лошо влијаат на нормалното функционирање на уредите за полнење (по правило пумпите). Ситнењето, покрај другото може да се врши и со помош на одвоени мешалки со интегрирани уреди за ситнење во јамата, која е поврзана во процесната линија паралелно од ферментаторот. Честопати може да се види и директната поврзаност помеѓу ситнењето и транспортот на супстратот, дури и нивно обединување во еден агрегат, кој најчесто е погонуван од електромотор. Така иситнет супстратот продолжува да се обработува односно се продолжува со негово разредување и хомогенизација.

Разредување на супстратот е всушност разводнување, сè со цел да се добие супстрат со кој може да се пумпа, а на тој начин да се транспортира во ферментаторот. По правило оваа постапка се прави во предјамата или во друг резервоар непосредно пред внесот на супстратот во процесот на ферментација. За разредувањето се користи течност, исцедени течни остатоци на ферментација, техничка вода или во исклучителни случаи вода од водоводната мрежа. Течните остатоци на ферментација, ако се користат во процесот на разредување на супстратот, првично ја намалуваат потрошувачката на свежа вода, а тука има и дополнителна предност во тој поглед што супстратот уште пред да пристигни во ферментаторот се инокулира со потребните бактерии потребни за процесот на ферментација. Од тие и слични причини овој начин на инокулација е погоден по фазата на хигиенизација и мора да се потенцира дека користењето на свежа вода би ги зголемило производствените трошоци и од тие причини треба да се избегнува, а треба и да се запази фактот дека при користење на пречистена вода, дезинфекционите средства можат да го попречат процесот на ферментација бидејќи тие сами по себе делуваат инхибиторно на процесот на ферментација како и негативно да делуваат на микроорганизмите во ферментаторот.

Хомогеноста на супстратот кој се внесува е од големо значење за стабилноста на процесот на ферментација. При големи отстапувања, оптеретувања и промени на супстратот, микроорганизмите мора да се прилагодуваат на променливите услови, а тоа најчесто е пропратено со намалување на приносот на гас. Хомогенизацијата на супстратот кој може да се пумпа во принцип се изведува во предјамата со мешалки, но може и да се врши директно во ферментаторот, кога различните супстрати се пумпаат директно во ферментаторот или пак се врши дотур на цврсти материи директно во него.

#### Хигиенизација – прочистување

Со цел да се исполнат законски пропишаните норми за одредени материи и групи на материи од аспект на заштитата од епидемија и фитохигиена, може да биде наложено кај биогасната постројка да биде интегриран термички предтретман, кој подразбира загревање на материите на температура од 70 °C во времетраење од еден час. Паралелно на тоа има и друга метода со која се уништуваат непосакуваните материи, а тоа е стерилизација под притисок. Со таа метода супстратот се стерилизира на температура од 133 °C, притисок од 3 бари, во времетраење од 20 минути, но оваа постапка споредбено

со хигиенизацијата на 70 °C се применува многу поретко. Хигиенизацијата како постапка најчесто се извршува пред внесување на хигиенски ризичните ко-супстрати во самиот ферментатор, а со тоа се добива економично димензионирање на степенот на хигиенизација, односно делумна хигиенизација. Освен овој начин можно е и да се прави хигиенизација на целокупниот проток на сите влезни материи, всушност на целиот ферментиран материјал. Хигиенизацијата која во процесната линија се спроведува пред ферментаторот има одредена предност во поглед на термичката дезинтеграција на супстратот, кој на тој начин, но во зависност од своите карактеристики станува полесно разградлив.

Третманот на хигиенизација може да се спроведува во метални резервоари кои можат херметички да се затворат и така да се загреваат, а самиот третман се следи и документира со помош на уреди кои го следат нивото на полност, притисокот и температурата. Температурата на супстратот по завршувањето на хигиенизацијата е поголема од процесната температура кој всушност преовладува во ферментаторот, а така загреан хигиенизираниот супстрат може да се користи за предгреење на другите супстрати со негово директно додавање во ферментаторот. Во табелата број 6 се прикажани карактеристиките и работните параметри на резервоар за хигиенизација со волумен 50m<sup>3</sup>.

**Табела бр. 6** Карактеристики на резервоар за хигиенизација

Примена	Кај стандардните резервоари за хигиенизација супстратот мора да биде во облик кој дозволува пумпање, а за таа цел е потребен соодветен предтретман, пред самата хигиенизација.
Карактеристики	<p>Волумен: специфичен за секоја постројка (пример 50 m<sup>3</sup>)</p> <p>Греење: вградено во самиот резервоар, а може и резервоарот да биде со двоен сид.</p> <p>Времетраење на третманот: во процесот на одредување на димензиите треба да се земе предвид дека во тек на еден сат хигиенизација на 70 °C, предвид треба` да се земе полнењето, загревањето и празнењето на резервоарот.</p>

Специфичности	Значајно е да се предвиди уред кој ќе го следи текот на процесот на хигиенизација. Хигиенизираниот супстрат не смее премногу загреан да се додава во ферментаторот бидејќи биолошкиот процес не поднесува високи температури. Во секој поглед мора да се спречи мешањето на хигиенски ризични, со хигиенски безбедни супстрати. Во зависност од видот на супстрат ќе се користи, мора да се земе предвид таложењето на тешките материи.
Конструкција	Резервоарот независно дали ќе биде со еднослоен ѕид со внатрешно загревање или двослоен ѕид со надворешно загревање преку ѕидот, мора да биде од нерѓосувачки челик. Од резервоарот мора да се изведи гасно непропустлив со рецикулација на гасот или гасно пропустлив со одвод на гасот вод.
Одржување	Секој резервоар мора да има отвор за влез на еден работник, а со неговото влегување мора да ги почитува сите безбедносни правила и прописи. Одржувањето се врши тогаш кога самиот резервоар тоа ќе го побара, во смисла кога техничките уреди сензори, мешалици, пумпи ќе соберат нечистотии. Нема правило за редовност во одржувањето.

### Првична аеробна дигестија

Цврстите материи кои се користат во создавањето на биогазот најчесто се чуваат на отворено, а тука постои можност за целно проветрување на супстратот пред вистинската ферментација. Предноста на оваа аеробна дигестија е во тоа што самиот компост (супстрат) се самозагрева поради клеточната дезинтеграција, а со тоа во ферментаторот се заштедуваат одредени грејни елементи. Но, покрај предностите има и недостатоци, а тоа е конверзијата на органски материи која тогаш повеќе ја нема на располагање во производството на биогазот.

### Хидролиза

Еднофазниот процес со прекумерно оптоварување на органската материја создава опасност да дојде до нарушување на рамнотежата на биолошкиот процес во ферментаторот, а тоа всушност е процес при што киселинската фаза во текот на

примарната и секундарната ферментација се одвива побрзо од разградувањето на киселините во метаногената фаза. Покрај тоа, во ваков случај на прекумерно оптоварување и краткото време на задржување го намалува искористувањето на супстратот, а во најлош случај се заканува зголемување на нивото на киселост, а со тоа прекин на процесот во ферментаторот. За да се избегнат ваквите ситуации, паралелно од фактичкиот ферментатор во процесната линија можат да се предвидат и да се постават засебни резервоари за процесите на хидролиза и скиселување, односно со помош на специјални елементи кои се вградуваат во ферментаторот, всушност принципот на двофазен ферментатор, може да се направи одвоен простор. Хидролизата како засебен процес може да се одвива и при аеробни и при анаеробни услови и се одвива при рН од 4,5 до 7, за чиешто одвивање потребна е температура од 25 – 35 °С, но може да се зголеми на 55 - 65 °С, со што би се забрзала самата конверзија.

Резервоарите може да бидат различни складишни резервоари независно вертикални или хоризонтални, во кои е имплементирана соодветна опрема како мешалица, уреди за загревање и изолација и слично. Полнењето на резервоарите може да биде континуирано, но и сериско, при што мора да се запази фактот дека гасот кој настанува во процесот на хидролиза во голем дел содржи и водород, кој пак кај аеробната постапка и испуштањето на гасови настанати во процесот на хидролиза во атмосферата предизвикува енергетски губитоци во однос на произведеното количество биогас и дополнителни гасови. Покрај што се губи одредено количество енергија, се создава и одреден безбедносно – технички проблем бидејќи смесата од водород со воздух сама по себе може да формира експлозивна атмосфера.

#### Разединување (дезинтеграција)

Постапка која претставува разорување, разложување на структурите на клеточниот ѕид, со цел да се ослободи целосниот клеточен материјал, а со тоа може да се постигни подобра расположливост на супстратот за микроорганизмите, која доведува до зголемување на стапката на разградување. Голем број на дезинтеграциски постапки се применуваат за клеточна дезинтеграција меѓу кои се термичките, хемиските, биохемиските и физичките, односно механичките дезинтеграциски постапки. Користени и можни постапки се загревање на температура помала од 100 °С, при нормален притисок или зголемен притисок и температура над 100 °С, гореспоменатата хидролиза, додавање на ензими, електрокинетичка дезинтеграција потпомогната од висок напон или пак



едноставно примена на ултразвучна дезинтеграција. Поедини постапки во голема мера зависат од супстратот и неговите претходни третмани, од друга страна сите постапки имаат потреба од дополнително користење на топлотна или електрична енергија, кое пак директно се одразува на ефикасноста во однос на приходите од самата постројка.

#### Транспортирање на супстратот и полнење на ферментаторот

Со цел да се има стабилен ферментационен процес од аспект на биолошкиот процес, потребен е идеален континуиран проток на супстрат низ самата биогазна постројка. Таквиот континуиран проток на супстратот во принцип е тешко остварлив, поради тоа полнењето на биодигесторот – ферментаторот најчесто се врши полуконтинуирано, всушност додавањето на супстрат се врши во повеќе фази распоредени во текот на денот и заради тоа се забележува дека сите агрегати за транспорт на супстратот не работат континуирано. Техниката и системите за транспорт и полнење во голема мера зависат од својствата на супстратот бидејќи постои голема разлика помеѓу техничките системи за супстрат кој се пумпа и цврст супстрат.

При полнење на ферментаторите со супстрат треба да се води сметка за неговата температура, од причина што големата разлика на температурата на супстратот и температурата на материјалот, во голема мера влијае на биолошкиот процес, а тоа може да доведе до намалување на приносот на гас. За таа цел најчесто се користат, како технички решенија, топлински изменувачи, дури и загревање на самата предјама.

#### Транспорт на супстрат кој може да се пумпа

Во биогазната постројка, транспортирањето на супстратот кој може да се пумпа, се изведува со пумпи за чијшто погон се користи електромотор. Тие може да се раководат преку временски прекинувачи или процесори, а на тој начин целокупниот процес може да биде целосно или делумно автоматизиран. Во повеќето случаи целокупниот транспорт на супстратот во биогазната постројка се реализира преку една или повеќе централно поставени пумпи во пумпна или командна централа. Во таков случај потребните цевководи се поставуваат така што сите оперативни чекори како полнење, празнење, чистење, поправка при евентуален дефект, да можат да се извршуваат непрекинато, лесно да се достапни или пак да имаат автоматски вентили кои тоа ќе го потпомагаат. Освен тоа треба да се има предвид дека на местото каде ќе се поставува пумпата (пумпите) треба да се испланира доволно простор околу неа, а тоа е со цел да се олесни пристапот до самата пумпа во случај на дефект, нејзино затајување

или гушење, што се подразбира дека мора брзо да се отстрани, а таа да продолжи со нејзината работа. Покрај тоа мора да се има предвид дека подвижните делови на пумпите односно деловите кои ротираат, потиснуваат и слично, се подложни на трошење и со тек на време истите мора да се заменуваат, а при тоа биогазната постројка да не прекинува со својата работа. За да може да биде овозможено сервисирањето на пумпите од транспортниот систем, мора да можат да се одделат од транспортната мрежа преку стопирачки вентили. Најчесто употребувани во оваа област се центрифугалните или потиснувачките пумпи, а нивниот избор најчесто зависи од видот, степенот на припрема, како и содржината на сува материја во самиот супстрат. Со цел да се заштитат пумпите од нивно оптоварување или оштетување, пред самите пумпи се поставуваат уреди кои го сечат и дробат супстратот, како и сепаратори кои ќе ги одвојуваат непосакуваните материји, а исто така може наједноставно да се користат пумпи кои во својот систем имаат имплементирано и потсистем кој ќе врши ситнење и дробење на супстратот.



**Слика бр.7** Пумпна станица (пример 1) опремена со цевководи, пумпи и стопирачки  
вентили



**Слика бр.8** Пумпна станица (пример 2) опремена со цевководи, пумпи и стопирачки вентили

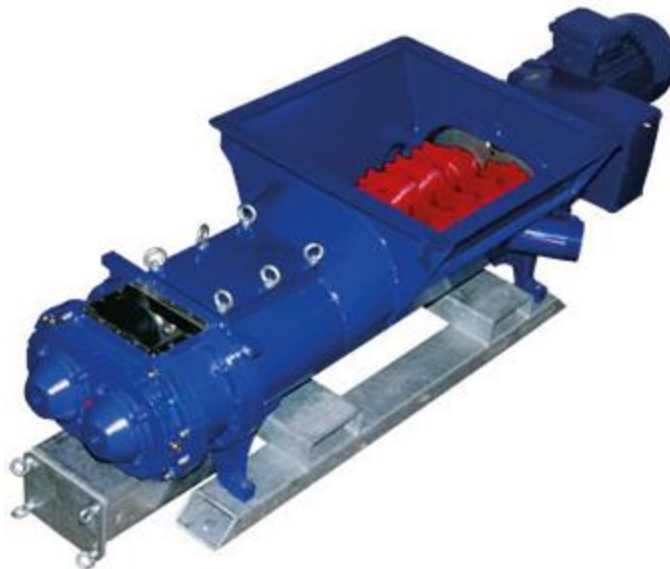
- Центрифугални пумпи

Најчесто користени и најсоодветни се центрифугалните пумпи кои се користат за транспорт на течниот супстрат. Тие имаат ротирачки дел кој се врти и го врши пумпањето, а самиот тој е фиксиран во метално куќиште. Медиумот кој се транспортира под притисок на ваквите пумпи ја зголемува својата брзина на движење на испустниот дел на пумпата со што се создава одреден потисен притисок. Посебен вид е центрифугалната пумпа, која има ротирачки дел, кој поседува сечила за ситење на супстратот.

- Потиснувачки пумпи

Пумпи кои се користат за транспорт на супстратот кој содржи голема количина на сува материја се всушност потиснувачките пумпи. Кај ваквите пумпи количината на транспортиран медиум може да се одредува преку бројот на вртежи. На тој начин се овозможува подобра регулација на пумпата, во комбинација со прецизно дозирање на супстратот. Ваквите пумпи се самовсисувачки, а и многу поотпорни од центрифугалните

пумпи, затоа транспортната количина во многу мала мера зависи од транспортната висина. Негативна страна е тоа што овие пумпи се многу осетливи на составот на супстратот и затоа се комбинираат со сепаратори и иситнувачи со цел да се заштитат од големите (крупните) и влакнестите компоненти.



**Слика бр.9** Ротирачка клипна пумпа со интегриран уред за ситење

Во пракса најчесто се користат ротирачки клипни пумпи, како и пумпи со ексцентрични полжави, а тие поседуваат ротор со спирален облик кој се движи во статор од еластичен материјал. Со негово стартување се создава движечка комора од која се испумпува и транспортира супстрат. За разлика од нив ротирачките клипни пумпи поседуваат два контра ротирачки делови, составени од два до шест крилни клипа во овално куќиште. Во овој случај двата клипа имаат ролери кои се ротираат многу бавно во спротивен правец, при тоа не се допираат меѓусебно, а поставени се така што всисувачкиот дел на комората е одделен од потиснувачкиот дел.

#### Транспорт на цврстиот супстрат

Цврстиот супстрат во водената ферментација мора да се транспортира до местото на разредување. Најчесто ваквиот супстрат се транспортира со машина за товарање, а кај автоматското полнење се користат потисни полутки, подови со гребени, како и транспортни полжави. Ваквите подови и висечките движечки полутки можат сите

цврсти супстанции да ги транспортираат во хоризонтала или под блага нагорнина, но не можат да се користат за дозирање, а овозможуваат примена на големи складишни резервоари. Транспортните полжави, цврстите супстанции можат да ги транспортираат во било кој правец, но сепак како предуслов е отстранувањето на големите камења и иситнувањето на супстратот, така што полжавот ќе може без престан да врти и да го опфаќа супстратот. Автоматскиот систем за полнење на ферментаторот со цврст супстрат во биогазната постројка најчесто заедно со агрегатите за транспорт претставуваат една единица.

Во најголем дел од системите за производство на биогаз кои користат сув супстрат за ферментација, истиот во најголем дел од случаите го транспортираат со помош на машини за товарање.



**Слика бр. 10** Место за полнење на супстрат (во горен дел се носи со машина за товарање цврст супстрат, а во долен дел на цревето, се пумпа течен супстрат)

## Внесување на супстратите кои можат да се пумпаат

Супстратите кои можат да се пумпаат најчесто се внесуваат во ферментаторот преку затворена предјама во која расположливиот течен супстрат привремено се складира, а воедно и се хомогенизира. Тие треба да се така димензионирани да може да соберат, односно да складираат една или две дневни количини. Во случај кога биогасната постројка не располага со засебен простор за директно додавање на ко-супстратот, тогаш ко-супстратот и цврстиот супстрат се мешаат, ситнат и хомогенизираат во предјамата, а ако е потребно истите и се разредуваат со цел да се добие соодветна смеса која ќе може да се пумпа.

Течните ко-супстрати можат директно да се додаваат во ферментаторот или било кој друг складишен резервоар преку соодветни приклучоци. За таа цел складишните резервоари технички се прилагодуваат на карактеристиките на супстратот. Резервоарите планирани за таа намена мора да ги исполнуваат техничките барања во поглед на хемиски отпорните материјали од кои се изработени, можноста истите да се загреваат, да поседуваат соодветни уреди за мешање и покривачи кои ќе го намалат испарувањето на непријатните мириси или ќе бидат гасно непропустливи.

**Табела бр. 7** Работни параметри и карактеристики на предјамата

Карактеристики	Изработени од непропустлив (армиран) бетон; Волуменот треба да биде еднаков на една, до две дневни количини супстрат.
Примена	Супстрати кои можат да се пумпаат и мешаат; Неретко се употребуваат и уреди за ситење на цврстиот супстрат.
Специфичност	Добра хомогенизација и мешање на супстратот; Можно формирање на седименти;

	<p>Треба да се обезбеди соодветен начин за отстранување на седиментните слоеви преку шахти за пумпање, собирни јами како и со помош на агрегати за вадење и чистење;</p> <p>Поради испуштањето на непријатни мириси препорачливо е предјамите да се покриваат;</p> <p>Внесувањето на сувиот супстрат може да доведе до мешање на седиментираните и лебдечките слоеви.</p>
Конструкциска изведба	<p>Јамите и резервоарите се со цилиндрична или правоаголна форма, а нивниот најгорен раб е на нивото на земјата или издигнат над земјата, а уредот за полнење сепак има пристап за машината за товарање;</p> <p>Предност имаат јамите кои се поставени на повисоко ниво од ферментаторите, а со тоа имаат и хидраулична косина, која дозволува да не се користат транспортни уреди;</p> <p>Мешањето најчесто се прави со помош на истите уреди како во ферментаторите.</p>
Одржување	<p>Ако во даден случај не е предвиден ниеден друг систем на отстранување на седиментационите слоеви, во тој случај тие се чистат рачно;</p> <p>Освен тоа, друг систем и начин на одржување не е ни потребен</p>

### Внесување на цврстите супстрати

Таа постапка може да се врши директно или индиректно. Кога се врши директно внесување на цврстите супстрати, можно е истите без разредување во предјама или во цевководи за флуиди, директно да се внесат во ферментатор. Ко-ферментите на тој начин можат да се внесуваат независно од течниот супстрат во редовни интервали, а покрај сето тоа количината на сув супстрат во ферментаторот може да се зголемува, а со тоа ќе се зголемува и степенот на производство на биогаз. Освен тоа има и индиректно

внесување на супстратите во ферментаторот, преку предјамите или цевководите за транспорт на супстратот до самиот ферментатор.

- Индиректно внесување преку предјами

Биогасната постројка може да не располага со одвоен простор за директно додавање на ко-супстрати, така што тие и цврстите супстанции се мешаат, ситнат и хомогенизираат во предјамата, дури и ако е потребно се разредуваат со цел да се добие смеса која ќе може да се пумпа. Од тие и слични причини предјамите се опремени со мешалки, по потреба и комбинација од алати кои го раскинуваат, сечат и ситнат супстратот. Во случај да се преработуваат супстрати кои содржат и непосакувани материи, предјамата има и дополнителна намена за одвојување на камења, седименти и други непосакувани материи, кои можат да се собера и отстранат на соодветен начин (со транспортни полжави или сл.). Од аспект на намалувањето на емисијата на гасови, вакуиот начин на полнење не е препорачлив. Кога предјамата со цел да се избегни емисијата на гасовите и непријатниот мирис се покрива со соодветен покривач, тој треба да биде изведен и изработен на начин кој ќе овозможи отворање, а со самото тоа едноставно собирање на наталожениот седимент.

Полнењето се врши со помош на машини за товарање или некои други мобилни средства и уреди, но и со помош на потполно автоматизирани системи за пренос и полнење на сувиот супстрат. Доводот пак на цврстата материја заедно со течните додатоци и супстрати се доведуваат во ферментаторот на начин кој одговара на просторот и опремата, а тоа се врши со помош на соодветни пумпи.

- Индиректно внесување во протокот на течност

Ѓубривото, силажата и органскиот отпад со полнење од предјамите можат да се внесат во флуидниот тек со помош на соодветни дозирачки инки, а паралелно со тоа и уреди за ситнење на истото. Во зависност од количината на внесени супстрати и содржината на суви материи се прилагодува и транспортниот капацитет на уредите за полнење. Како течност може да биде искористено течното ѓубриво од предјамите или складишните резервоари, дури и супстратот од ферментаторот или складиштето за остаток на ферментацијата. Овие и слични на нив системи се употребуваат кај средните,



но и кај големите биогазни постројки, од причина што ваквата модуларна конструкција обезбедува поголем степен на сигурност од откажување.

- Директен внес со помош на потисни клипови

Ваквиот начин на внесување на супстрат со помош на хидраулични клипови се врши преку отвор директно во долниот дел на ферментаторот. На тој начин сувиот супстрат останува во долниот дел, а со течното ѓубриво се потопува и се намалуваат можностите да исплива на површина и да се создаде пливачки слој, а ваквиот систем е опремен и со контролирачки валци за мешање, кои пак супстратот го транспортираат во самиот цилиндар кој се наоѓа под нив, а паралелно со тоа вршат ситнење на долговлакнестите материи. Технологијата на потисни клипови поради својата расипливост и тешкото одржување не се користи повеќе кај новите, а се среќава само кај постарите биогазни постројки.

- Директно внесување на супстрат преку полжавест систем

Користењето на ваквата технологија налага супстратот кој ќе се пренесува со затворен полжавест систем да се потиснува под нивото на течноста која се наоѓа во ферментаторот, што обезбедува полн транспорт, без при тоа да се издвојува гас. За таа цел ферментаторот мора да поседува мерач за нивото на полност, а и истиот редовно да се контролира. Наједноставниот систем кој ја користи оваа метода поседува уред за дозирање кој се наоѓа во самиот ферментатор, затоа за внесување на супстратот е потребен само вертикален полжавест систем. Полнењето на полжавестиот систем се врши од било кои складишни резервоари кои поседуваат и сопствен систем за ситнење на супстратот.

- Директно внесува со помош на потиснувачкото дно

Поголемите биогазни постројки го користат овој систем за внесување на супстрат бидејќи со него подобро се организира работното време, полнењето е многу побрзо и поефикасно, а тоа се врши директно со машини за товарање и растоварање и во зависност од димензиите на ферментаторот (ферментаторите), може да се прават залихи

за еден или повеќе денови. На тој начин користените агрегати за дотур на супстрат, во текот на одреден временски период, можат автоматски да се полнат.



**Слик бр.11** Предферментатори и ферментатори – „Електро Шари“ с. Тресбош – Тетово

#### Пасирање на биомасата

Преработката на коферментите се прави со цел да истите можат со помош на агрегати да се ситнат до вообичаените димензии, а притоа да можат да се пумпаат. Содржината на сува материја изнесува максимално до 18%, таквите супстрати се складираат во соодветни резервоари и со заобиколување на предјамите директно се испумпуваат во ферментаторот потпомогнати од соодветните агрегати. Применувањето на оваа постапка со користење на течно ѓубриво не може да се направи зголемување на содржината на сувите материи во ферментаторот.

#### Сливни канали

Наједноставното, најробусното решение за полнење на ферментаторите и внесување на супстратот се баш тие сливни канали. Истите можат да се полнат многу лесно и брзо со помош на машини за товарење. Ваквата техника е малку застарена,

најчесто се користи кај постарите биогазни постројки, а значајно е тоа што самата по себе не бара одржување. Освен позитивните страни ова техничко решение, поради директната интеграција во ферментаторот создава проблеми со непријатните мириси и ослободување на метан од самиот ферментатор, од тие причини при изградбата на новите постројки повеќе не игра никаква улога, всушност веќе и не се користи.

### **Производство на биогаз (ферментација во ферментаторот)**

#### Конструктивна изведба на ферментаторот

Самата конструкција на ферментаторот е многу тесно поврзана со постапката на ферментација. За самата ферментација може да се применуваат постапки со потполно мешање, постапки со клипна потисна сила и други специјални постапки.

#### - Постапка со целосно мешање

За ваквата постапка најчесто се користат реактори со потполно мешање кои имаат кои имаат цилиндричен, вертикален облик. До 2009. година тие ги сочинувале околу 90% од вкупните биогазни постројки кои постоеле своевреме. Ваквите ферментатори се составени резервоар изграден од бетонско дно, челични или од армиран бетон ѕидови. Резервоарот како дел од биогазната постројка може целосно или делумно да биде вкопан во земјата, но и целосно може да се изгради надземно. Над резервоарот се надградува гасно непропустлив покривач, кој во зависност од барањата и конструкциите може да се изработи на различен начин. Во најголем дел од случаите се прават мембрански или во најдобар случај бетонски кровови. Самата постапка на потполно мешање се реализира со мешалка која се наоѓа во реакторот, односно на самиот реактор.



**Слика бр.12** Мешалка интегрирана во феремнтаотрот број 1 – Електро Шари с.  
Требош – Тетово



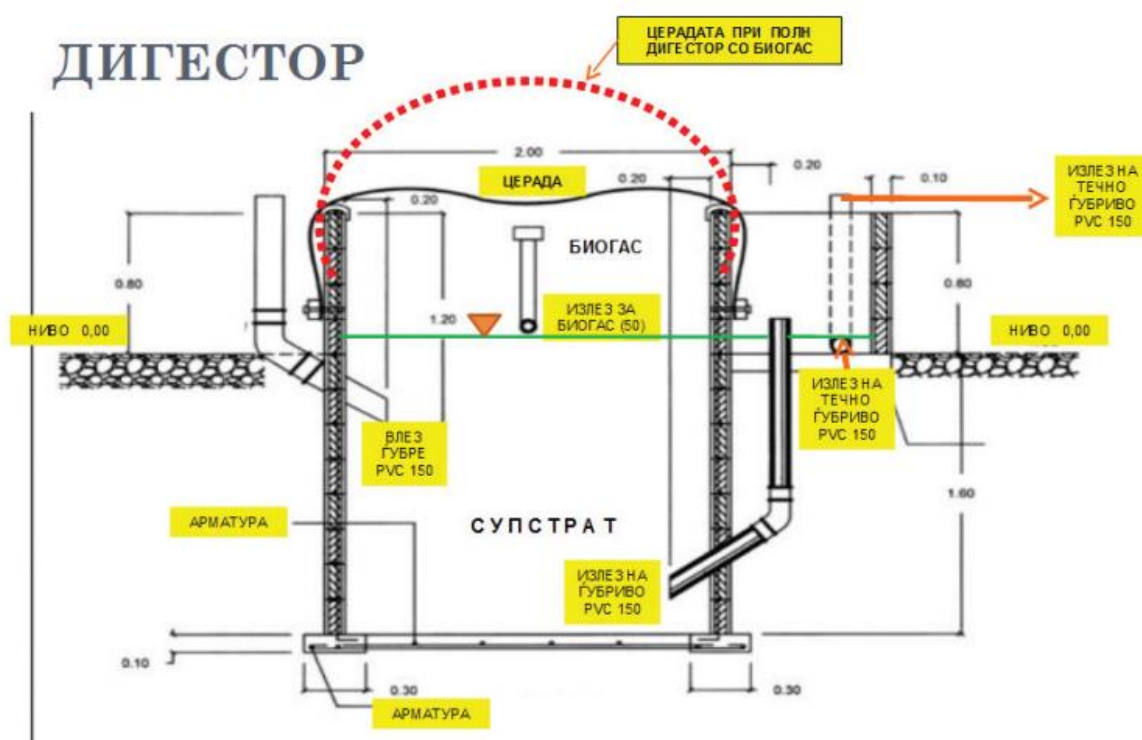
**Слика бр.13** Мешалка интегрирана во ферментатор број 1 Електро Шари – с.  
Требош –Тетово

- Постапка со клипен проток

Биогасните постројки кои ја користат оваа постапка, а имаат водена ферментација на супстратот, познати се и како постројки со проточен резервоар, користејќи го ефектот на потиснување на додадениот свеж супстрат, со што пак се создава клипно струење низ ферментаторот со цилиндричен или правоаголен напречен пресек. Мешањето, кое се однесува на правецот на струење, се врши

попречно, најчесто со помош на вратило со лопатки, но може и со специјално конструирани цевки кои го насочуваат струењето.

Во принцип постојат хоризонтални и вертикални ферментатори со клипен проток, каде хоризонталните вакви ферментатори имаат многу поголема примена во однос на вертикалните. Истите се употребуваат и како главни ферментатори за помалите или како предферментатори за големите постојки, каде главен ферментатор е со потполно мешање (цилиндричен резервоар). Хоризонталните ферментатори можат да работат, а при тоа паралелно да остваруваат поголем проток. Со користење на ваквиот принцип на работа се намалува можноста од непосакуваното изнесување на неферментиран супстрат, додека ретенционото време за целокупниот материјал може да се планира со поголема точност.



Слика бр.14 Ферментатор со потполно мешање (Димитровски, 2010)

- Сериска постапка

Сериските постапки се конципирани во форма на мобилни контејнерски постројки или стационарни боксни ферментатори. Ваквите постапки во изминатите години постигаа комерцијално ниво и се етаблираа на пазарот. Боксните

ферментатори од армиран бетон пред сè сè користат во постројките кои вршат ферментација на дел од супстратите како што се пченкарната и тревната силажа.

Сериската постапка подразбира полнење на ферментаторите со биомаса, херметичко затворање и повторно отворање дури по собирање на создадениот биогаз. Полнењето и празнењето се прави со помош на машини за товарање и растоварање прикажано на слика број 10 (најдобро е точкести – со тркала, а не со метални гасеници, сè со цел да нема расејување и разнесување на биомасата).



**Слика бр. 15** Машини за товарање и растоварање на биомасата

Со цел ферментационата маса да се обезбеди со доволна количина на анаеробни бактерии, а со тоа да се намалат количините на настанати киселини, се мешаат ферментираниот супстрат со свежа маса во сооднос 40% наспроти 60%. Супстратот во текот на целокупниот ретенционен период во период од 3 до 6 седмици, дополнително преку прскалки кои се монтирани на покривот се попрскува со перколат (вишокот на течност која се цеди од супстратот и повторно со попрскување се враќа). За успешна примена на сериските постапки во поглед на режимот на работа при ниска емисија на гасови, треба да се земат предвид сите барања, а воедно и истите да се почитуваат.

- Специјална постапка

Покрај горенаведените, најчесто користените мокра и сува ферментација, има и други постапки кои не можат јасно да се класифицираат во горенаведените категории. Секојдневно се развиваат низа нови решенија чиешто идно значење моментално се уште не може да се процени. Во областа на специјалните постапки на мократа ферментација

распространети се постапки кај кои мешањето на супстратите се прави по двокоморен принцип т.н. Пфефферкорн принцип. При тоа хидрауличното мешање на супстратите се врши автоматски со порастот на притисокот, кој пак резултира со создавање на гас, а при тоа во даден момент настанува испуштање на притисокот во моментот на достигнување на зададениот надпритисок. Со тоа се избегнува користењето на електричната енергија за мешање на супстратот, но затоа трошоците за изградба на ферментаторот се поголеми.

Во областа на сувата ферментација развиени се различни специјални облици на сериски постапки. И покрај разликите за сите постапки заедничко е постоењето на заедничка затворена просторија за дел од супстратите.

Новитет во областа на биогазното производство е двофазната постапка со боксни ферментатори со потполно мешање. Материјалот се хомогенизира со помош на вретенести вратила вградени во ферментаторите, додека полжавестите транспортери обезбедуваат транспорт до следната фаза. Сериските ферментатори се направени без влезни отвори, така ферментациониот материјал потполно херметички одделно се внесува и изнесува со помош на полжавести транспортери.

Двофазната, комбинирана сува и водена ферментација се одвива во боксната комора, каде настанува хидролиза и испирање на ферментациониот материјал. Течноста од хидролизата и самото испирање оди во засебен резервоар, од каде понатаму се носи во метаногената фаза.

### **Конструкција на ферментаторот**

Ферментаторите начелно се составени од вистински ферментационен резервоар, топлоотно изолиран, опремен со систем за греење, агрегат за мешање, како и систем за изземање на седиментот и ферментираниот супстрат.

#### **Конструкција на резервоарот**

Ферментаторот се изработува или од челик, или од нерѓосувачки челик или од армиран бетон.

Армираниот бетон по заштитувањето со вода станува доволно гасно непропустлив, при што водата за таа потреба е содржана во супстратот и биогасот.



Ферментаторите се изливаат од бетон на лице место или се составуваат од монтажни делови. Бетонските резервоари постои можност ако тоа го дозволуваат карактеристиките на тлото, во целост или барем делумно да се вкопаат во земјата. Покривната конструкција на ферментаторот најчесто се изведува од бетон и тоа кај вкопаните резервоари и истиот е прооден за возила, а притоа биогасот се складира во екстерен резервоар за гас. Во случај да ферментаторот истовремено е и складиште за гасот, тогаш се поставува гасно непропустлива мембранска покривна конструкција. Кај поголемите ферментатори во констукцијата се поставува и еден средишен носач кој ќе ја прицврстува покривната конструкција, што би спречило од можна појава на пукнатини, корозија на бетонот и во најлош случај рушење на ферментаторот.

Проблемите во однос на квалитетот на градбата и трајноста на ферментаторот се избегнуваат со соодветен квалитет на бетонот и професионално планирање на ферментаторот.

**Табела бр. 8** Параметри и карактеристики на бетонот за резервоарите кај биогасните постројки

<p>Карактеристики</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- За ферментаторите во зоната која доаѓа во контакт со течноста Ц 25/30, а зоната која доаѓа во контакт со гасот Ц 35/45, односно 30/37 за зоните кои доаѓаат во контакт со мразот, а предјамите и складиштата за течно ѓубриво цемент Ц 25.</li> <li>- Може да се употребува и бетон со помала цврстина, но само ако се превземаат соодветни заштитни мерки.</li> <li>- Водоцементниот фактор е 0,5 , а за предјамите и складиштата за течно ѓубриво 0,6.</li> <li>- Заштитен слој од бетон врз арматурата, најмалку 4 цм од внатрешната страна.</li> </ul>
<p>Примена</p>	<p>За сите типови на ферментатори и јами</p>
<p>Предности</p>	<p>Темелот и ферментаторот можат да бидат изведени во една целина еден единствен конструктивен елемент.</p> <p>Делумно можна монтажа на монтажни делови.</p>

Недостатоци	<p>Може да се произведува во периоди без мраз</p> <p>Времето на изградба е подолго во однос на челичните ферментатори</p> <p>Многу тешко се прават отвори кои се потребни по неговата изградба</p>
Специфичности	<p>Кај подното греење мора да се земат предвид и притисоците кои се последица на загревањето;</p> <p>Мора да се обезбеди гасна непропустливост;</p> <p>При изработка на арматурата мора да се земат предвид и притисоците кои можат да произлезат од делот на големите температурни разлики во конструкцијата со што би се избегнале оштетувањата;</p> <p>Особено бетонските површини кои не се во постојан контакт со супстратот, мора да се заштитат од корозија предизвикана од киселините;</p> <p>Надлежните често бараат систем за детекција на протекувањето;</p> <p>Во секој случај мора да се обезбеди заштита од сулфати со примена на HS – цемент;</p> <p>Статиката на резервоарот треба внимателно да се планира и во однос на специфичната околина, со цел да се спречи појава на пукнатини и оштетувања.</p>

**Табела бр.9** Параметри и карактеристики на челикот за резервоарите кај биогаѕните постројки

Карактеристики	Поцинкован или емајлиран конструктивен челик Ст 37 и нерѓосувачки челик В2А, а во гасниот простор подложен на корозија В4А;
Примена	За сите видови на ферментатори и јами;
Предности	Можна монтажа и изградба за краток период;
Недостатоци	Потребните темели можат да се изградат само во период кога нема мраз; За агрегатите за мешање најчесто е потребна дополнителна носечка конструкција.
Специфичности	Материјалите кои не се во постојан контакт со супстратот треба да се изградат од квалитетен материјал или добро да се заштитат; Мора да се обезбеди квалитетна гасна непропустливост, особено на приклучоците на темелите и кровот; Надлежните органи скоро секогаш бараат систем за детекција на протекување; На резервоарите од конструктивен челик во секој случај мора да се спречи оштетувањето на заштитните слоеви.

Одредени биогаѕни центри, прават комбинирано користење на материјалите за изградба на резервоарите, од кои подоцна дел им служат за предферментација, дел за ферментација на супстратот. Случајот е таков кај биогаѕната централа „ЕлектроШари“ која е во склоп на произведувачките капацитети „ВезеШари“ и „Леќкер“ од каде и главно се снабдува со потребниот супстрат и каде се правени сите истражувања врз кои се темели и оваа докторска дисертација. Биогаѕната централа „ЕлектроШари“ поседува два блока на резервоари со по еден резервоар со дијаметар од 13,5 метри и по три резервоари со дијаметар од 18,5 метри. Кај оваа биогаѕна централа помалите резервоари (резервоарите за предферментација) се изработени од нерѓосувачки челик со

дополнителни зацврстувања од армиран бетон, со покривна конструкција од армиран бетон, додека пак главните резервоари (поголемите) за ферментација на супстратот се целосно изработени од армиран бетон со покривна конструкција исто така изработена од армиран бетон. Покрај резервоарите за подготовка и sukcesивно додавање на подготвениот супстрат за ферментација во главните резервоари (ферментатори), тука има и соодветно складиште за произведениот гас изградено од непропустлива обвивка поставена во армиран бетонски резервоар, тука одредено време може да се зачува гасот со цел да се амортизираат флукуациите во процесот на производство на гас, а со тоа се обезбедува константно и оптимално работење на когенеративната постројка, константен притисок и еднаков проток на струја.



**Слика бр. 16** Резервоари од армиран бетон и резервоари од челична конструкција за ферментација на суровина и производство на биогаз во биогазната централа „ЕлектроШари“ с. Требош – Тетово, Р.С. Македонија

## Мешалки и начини на мешање на супстратот во биоферментаторите

Мешалките можат да работат континуирано или наизменично. Практично интервалите на мешање емпириски мора да се прилагодат на специфичните карактеристики на секоја биогасна постројка. Непосредно по пуштањето во работа на постројката поради сигурност се меша подолго и почесто. Стекнатите искуства потоа се користат за оптимализација на должината и зачестеноста на интервалите, како и прилагодување на мешалката.

Потопните мешалки се користат кај котлестите вертикалните ферментатори со потполно мешање, а тука се разликуваат брзи дво- и трокрилни мешалки, како и спори потопни мешалки со една голема двокрилна лопат-ка. Мешалките се погонувани од електромотор со и без преносник. Бидејќи целосно се потопени во супстратот нивните куќушта се целосно обложени и заштитени од притисок, влага и корозија, а самите се ладат од околниот медиум.

Алтернативно кај мешалките со долго вратило моторот се наоѓа на крајот на ротациското вратило, кое накосо се вградува во ферментаторот, моторот е надвор од ферментаторот, а ротациското вратило влегува во ферментаторот преку кровот кај мембранските кровни конструкции, а кај бетонските низ горниот дел од сидот.

Мешалки може да се постават и на дното на ферментаторот, со неколку пропелери со мали или големи крила, а исто така постои можност да се постават и аксијални мешалки кои работат континуирано, најчесто поставени на вратило кое е централно поставено на кровот на ферментаторот. Таквите мешалки во внатрешноста на ферментаторот прават константно струење кое течи од средишниот дел во правец кон долу, а покрај сидовите во правец кон горе. Покрај аксијалните постојат и лопатести мешалки кои се бавноротирачки мешалки со долго вратило. Мешањето не е насочено на всисување на биомасата, туку е насочено на кружно движење на супстратот и целта на тоа е да се направи добра смеса од супстратот богат со сува материја. Ваквите мешалки се користат и кај вертикалните (котлести) ферментатори со потполно мешање и кај хоризонталните ферментатори со т.н. клипно струење.

Освен мешањето со помош на различните типови мешалки постојат и други начини на мешање на супстратот, како што е пневматското мешање. Ваквиот начин на мешање работи на принципот на внесување на биогас преку подот на резервоарот, со тоа

се формираат гасни меури кои по природен пат се подигнуваат и доаѓа нивно движење низ супстратот, а со тоа и негово мешање. Ваквите системи имаат предност затоа што нивните пумпи и компресори се наоѓаат надвор од ферментаторот и на тој начин се намалуваат можностите за нивно трошење (абење). Ваквата техника на мешање не е погодна за супстратите кои можат да формираат лебдечки слој, поради тоа можат да се користат само за ретки супстрати со слаба склоност кон формирање на лебдечки слој.

Друг начин на мешање на супстратот е хидрауличното мешање каде супстратот се потиснува со помош на пумпи и млазници кои се движат хоризонтално, а дополнително може да се движат и вертикално. Всисувањето и пумпањето на ферментационито супстрат мора да се врши така да содржината ќе биде комплетно промешана. Ваквите системи се полесни за одржување, од проста причина што нивните делови кои се абат се наоѓаат надвор од ферментаторот и така подлежат на помало абење и можат лесно да се одржуваат. И ваквиот начин на мешање е само условно соодветен за разбивање на лебдечките слоеви, поради што може да се користи само за ретки супстрати со слаба склоност кон формирање на такви слоеви.

#### Собирање на веќе ферментираниот материјал

Резервоарите за ферментација со потполно мешање во нормален случај имаат и преливен одвод, кој функционира на принципот на сифон, со цел да се спречи истиснувањето на гасот. Покрај тоа ферментираниот материјал (супстрат) може да се одводи од резервоарот за остаток на ферментација со помош на пумпи, но пред тоа препорачливо е истиот да се промеша. Со самото мешање се обезбедува константна конзистенција и квалитет на остатокот од ферментацијата, за неговото финално користење како органско ѓубриво.

- Опрема и уреди кои имаат споредна функција кај биогазните постројки

Голем дел од биогазните постројки имаат делови кои не се неопходни за нивно функционирање, но во одредени случаи, најчесто во зависност од супстратот, можат да бидат од одредена корист. Такви се деловите кои се користат за отстранување на

формираната пена и седиментирачкиот слој, како и раздвојувањето на течната и цврстата фаза по формирањето на биогасот.

- Уред за одделување на пената и спречување на нејзиното настанување

Кај водената ферментација може да дојде до формирање на пена во ферментаторот, која пак може да го загуши гасоводот за собирање на биогасот и затоа од таа и други причини слични на неа, гасоводот се поставува што е можно повисоко во ферментаторот, додека пак дополнителниот ваков уред го спречува навлегувањето на пена во цевководот за супстрат кој води до постферментаторот или складишните резервоари.

Покрај таквите уреди, во делот за гас може да се постави и сензор за пена, кој во случај на нејзино преголемо формирање го активира алармот. Во таков случај може да се вбризга супстанца во ферментаторот која ќе ја спречи појавата на пена, а истата ќе ја намали, преку посебен уред во самиот ферментатор како прскалка, но самата прскалка со своите ситни отвори е подложна на корозија. Таквата корозија може да се спречи со нејзино редовно користење и тогаш кога во ферментаторот нема пена. Инхибитор што може да се користи против создавањето на пената е маслото, особено растителното масло, а во краен случај и вода која се распрскува над течната фаза.

#### Опрема за отстранување на седиментот од ферментаторот

Седиментите се формираат при водената ферментација како резултат на сталожувањето на тешките материи. Предјамите од овие причини се опремуваат со сепаратори, но песокот како една од најчесто сталожуваните материи многу тешко се одвојува од екскретите на живината бидејќи е силно врзан за органската материја и од тие причини во предјамите се отстрануваат само грубите и тешките материи. Најголемиот дел од песокот се ослободува по ферментирањето на супстратот во ферментаторот. Седиментите се формираат најчесто од екскретите на живината и течното ѓубриво од свињите. Словите на седимент со тек на време можат да постанат многу големи, а тоа го намалува корисниот волумен на ферментаторот. Седиментните слоеви можат толку да се стврднат што нивното чистење би било можно само со лопати или багери. Отстранувањето на седиментот е можно со чистење на дното на ферментаторот или со негов испуст на дното. Уредите за чистење на седиментот не можат целосно да го

отстранат, што подразбира дека од време на време треба ферментаторите да се отвораат и тие слоеви рачно или со соодветни машини и механизации да се чистат.

- Одделување на цврстата и течната фаза

Со зголемување на цврстите супстрати во производството на биогаз поголемо внимание треба да се посвети на потеклото на течноста која се користи за разредување, како и капацитетот на складиштата за остатокот од ферментацијата. Складиштето најчесто е планирано за постоечкото течно ѓубриво, но не и за додатните супстрати по ферментацијата. Во тој случај раздвојувањето на цврстата и течната фаза се и економски и технолошки оправдани. Исцедената течност може да се користи како за разредување на понатамошниот супстрат или како течно ѓубриво, додека цврстата фаза може да се складира или да се компостира. За нивно раздвојување може да се користи филтер преса со лента, центрифуга или навојни (полжавести) сепаратори.

- Загревање и топлотна изолација на ферментаторот

Топлотна изолација и загревање на ферментаторот (резервоарот за ферментација)

Опременувањето на ферментаторите со изолационен материјал се врши со цел да се намалат губитоците на топлината, а за таа цел се користат комерцијалните материјали, кои во зависност од областа во која истите се применуваат, треба да имаат соодветни карактеристики. Со цел да се заштитат изолационите материјали од влијанието на временските прилики истите се обложуваат со заштитен лим. Освен заштитата со изолационен материјал со кој се намалуваат губитоците на топлина, ферментаторите и дополнително се загреваат. Греењето на ферментаторите се прави за да се задржи константната температура со цел да се обезбеди оптимален процес на ферментација. При тоа не мора да се внимава на температурата точно до десетти дел, но треба да се внимава на тоа осцилациите на температурата да се што помали. Тоа се однесува како на временските осцилации на температурата, така и на распределбата на температурата во различните делови на ферментаторот.

Големите осцилации и надминување, односно падот на температурните вредности, можат да доведат до инхибирање на ферментацијата или во најлош случај



истата да се прекини. Осцилациите на температурите можат да настанат од повеќе причини како:

- Позиција на грејни уреди;
- Откажување на агрегатот за загревање;
- Екстремни надворешни температури во лето/зима;
- Додавање на свеж супстрат;
- Формирање на температурни слоеви или температурни зони, ако постои недоволна топлотна изолација, неефикасно или погрешно димензионирање на греењето, недоволно мешање на супстратот и сл.

Со цел да се обезбедат потребните процесни температури и да се компензира губитокот на топлина, супстратот мора да се загрева, а тоа може да се обезбеди преку екстерни или интегрирани во ферментаторот топлински разменувачи, односно уреди за греење.



**Слика бр.17** Сонда за следење на температурата и грејни тела за догревање на супстратот во биодигесторот (Електро Шари с.Требош – Тетово – Р.М. 2020 година)

Уредите за греење кои се интегрирани во ферментаторот го загреваат супстратот кој се содржи во него. Додека екстерните уреди за греење или разменување на топлина го загреваат супстратот пред негово внесување во ферментаторот, така што супстратот влегува веќе загреан во него, така што се избегнуваат осцилациите на температурата при

внесување на свеж супстрат. При употреба на екстерните разменувачи на топлина мора да се обезбеди или континуирано мешање на супстратот или дополнително загревање во ферментаторот, со цел задржување и одржување на константна температура.

### **Складирање на ферментираниот супстрат**

#### Течен остаток на ферментација

Ферментираниот супстрат се складира во претходно подготвени лагуни и во правоаголни или цилиндрични, подземни или надземни резервоари. По правило, а и најдобро е да се користат вертикални, кружни резервоари од бетон и нерѓосувачки челик. Споредбено во поглед на конструкцијата може да се споредат со вертикалните ферментатори со потполно мешање. Истите најчесто се опремени со мешалки со цел остатокот на ферментација пред одведување да се хомогенизира. Може да се користат и фиксно поставени мешалки како што се поставуваат потопните мешалки, дури и странично поставени мешалки. Покрај тоа резервоарите треба да имаат гасно непропустлива или гасно пропустлива покривна конструкција, а тука и двете варијанти ја имаат таа позитивна страна, односно ја намалуваат емисијата на непријатни мириси, а доведуваат и до намалување на губитоците на хранливите материи во тоа складиште.

Гасно непропустливите покривни конструкции, а најчесто мембранските кровови, освен гасната непропустливост и другите погоре споменати предности, дозволуваат искористување на преостанатиот гасен потенцијал и остатоците на ферментацијата, а едновременно може да се користат и како дополнителен резервоар за гас. Обврската за гасно непропустливите покривни конструкции кај складиштата за остатокот на ферментацијата со законска одредба е задолжителна. Сите складишта за остаток на ферментација кои се изградени по 2012 година мораат да бидат технички гасно непропустливо покриени.

Лагуните се најчесто со правоаголна форма, вкопани во земјата и покриени со пластична фолија. Најголем дел од нив од горната страна се отворени, а само мал дел се покриени, а тоа е со цел да се намали емисијата на гасови. Големината на складиштата за остаток на ферментација во принцип зависи од оптималното време на разнесување на остатокот на ферментација по површините кои треба да се нагубруваат.

## Сув остаток на ферментација

Сувите остатоци на ферментацијата настануваат при ферментација на цврстите материи, но и како издвоена компонента од производот на водената ферментација. Така во зависност од намената сувиот остаток на ферментација се складира на одредени места на отворени или во хали, на цврста основа, како и во отворени мобилни резервоари и контејнери. Чувањето и складирањето на сувиот остаток во принцип се врши во форма на наредени купови еден врз друг, врз непропустлива подлога од бетон или асфалт, исто како складирањето на цврстото ѓубриво. Исцедената течност од него и навлезената атмосферска вода во него може да се собира и да се користи во процесот на производство на биогаз. Навлегувањето на атмосферска вода може да се намали со користење на церади и покривање на складираниот сув остаток на ферментација.

Челичните контејнери најчесто се користат во случај кога се издвојуваат цврсти фракции од течниот остаток на ферментација со цедење. Така тие се поставуваат под сепараторот и се менуваат штом се наполнат, а исто така треба да се заштитат од навлегување на атмосферски води со нивно прекривање со церади. Алтернативна изведба на одделувањето на цврстата и течната фаза може да се прави во затворен простор, а по потреба отпадниот воздух може да се собира и поради избегнување на штетната емисија на амонијак и непријатен мирис да се спроведува преку уред за пречистување, а најчесто тоа е биофилтер или воден филтер.

### - Складирање на произведениот биогаз

Биогасот се произведува во променливи количини. Од таа причина и поради постојаната прилично константна потрошувачка мора привремено да се складира во за таа намена погодни резервоари. Резервоарите за складирање на биогазот мора да бидат гасно непропустливи, отпорни на притисок, медиуми, УВ – зрачење, температура и временски прилики. Пред да се пуштат во работа резервоарите мора да се тестираат и добро да се испитаат во поглед на нивната херметичност. Од безбедносни причини резервоарите за складирање на биогазот мора да се опремени со посебни сигурносни вентили за надпритисок и подпритисок, со цел да се спречи недозволивата висока промена на внатрешниот притисок во резервоарот. Тие треба да бидат така испланирани да во нив може да се складира најмалку една четвртина од дневното производство на биогаз, додека најпрепорачливо е да бидат испланирани и изградени така што ќе можат

да соберат еднодневна до дводневна количина на произведен гас. Постојат резервоари со низок, среден и висок притисок.

Најчесто користени и најраспространети се резервоарите со низок притисок со опсег на притисокот од 0,5 до 30 mbar. Резервоарите со низок притисок се составени од мембрани кои мора да ги исполнуваат безбедносните барања, изведени во форма на аспиратори над ферментаторот кај интегрираните резервоари или како екстерни резервоари за гас.

Резервоарите со среден и висок притисок, биогазот го складираат при работен притисок од 5 до 250 бари во челични резервоари под притисок. Таквите се оперативно многу скапи и имаат многу побарувања во однос на резервоарите со низок притисок, затоа што за нивното постоење тие користат големи количества на енергија и тоа од 0,22 до 0,31 kWh/m<sup>3</sup>.

Како потсистем на резервоарите кои се во најширока секојдневна употреба спаѓаат и интегрираните резервоари. Карактеристично за нив е тоа што како резервоар за гас се користи самиот ферментатор, односно постферментатор или складиштето за остаток на ферментација, затоа за таа цел се користат мембрански аспиратори. Мембраната која е гасно непропустлива се поставува на горниот раб на ферментаторот, во самиот ферментатор се вградува носечка конструкција, која има задача да ја прикрепува мембраната која налегнува тогаш кога резервоарот за гас е празен. Мембранската обвивка има способност да се шири за сметка на складираниот гас.

Поширока примена за разлика од едномембранските резервоари имаат резервоарите со покривна конструкција од двострука мембрана, каде како заштита од временските прилики преку постоечката мембрана се поставува уште една мембрана. Во меѓупросторот помеѓу двете мембрани со помош на вентилатори се втиснува воздух. Горната мембрана е секогаш цврсто затегната, а долната мембрана се прилагодува според количината на складиран гас. Притисокот на гасот кај ваквите системи се одржува на прилично стабилно ниво.

Дел од гасот кој се произведува се троши, дел се складира, а оној дел што не може да се потроши, складира или пак не е соодветен за користење поради претходно вршени работи на одржување, поради лош квалитет на гасот, тој мора безбедно да се отстрани. Според законските регулативи како во ЕУ, така и кај нас, сите биогазни постројки од

2014 година наваму, мораат да поседуваат дополнителни уреди за потрошувачка на гасот. Како такви се користат гасниот горилник или резервна когенеративна постројка.

- Намалување на емисијата на гасови со преземање соодветни мерки

#### Припрема на системите за полнење и супстратот

Постројките кои се направени да функционираат на отворено, односно гасно пропустливо, како и отворената манипулација со органското ѓубриво и рецикулацијата на остатокот на ферментација надвор од гасно непропустливите затворени сектори на постројката, ја зголемува опасноста од емисија на гасови кои дополнително можат да се зголемат при неповолен режим на работа.

Хидролиза на супстратот, предјами и резервоари за разредување, како отворени фази

Ваквиот начин на експлоатација на супстратот и отворениот начин на работење на постројките во принцип критички се анализира. Со хидролизата се добива гас кој освен главната компонента јаглероден диоксид, содржи и водород, метан и трагови на амонијак и водород сулфид. Од аспект на климатската заштита проблематични се пред сè емисиите во воздухот од метан. Тие се појавуваат при режим на работа во опсегот на неутралната рН вредност, односно при користење на пуферски супстрати како што се органското ѓубриво или рецикулат од остатоците на ферментација. Во такви случаи зголемена е опасноста од појава на експлозија (метанот со водородот) и појава на гушење (јаглерод диоксид и водород сулфид). Од тие причини објектите и пумпните станици мора да поседуваат доволно принудна вентилација, но и да бидат опремени со алармни уреди. Тоа е особено важно ако самите тие се поврзани со резервоарите за хидролиза со гасно непропустливи арматури. Самите резервоари за хидролиза понесуваат ризик од опасни концентрации на горенаведените гасови, посебно тој ризик е голем во случаите кај затворените, но не и кај гасно непропустливите изведби или кај дисконтинуираниот начин на работа на мешалките. На тој начин може да настани неочекувано ослободување на гасови, што предизвикува и одредени економски загуби како

резултат на ослободувањето на јаглеродниот диоксид и топлината, како и загуби на гориво (горивни елементи) од метан и водород. Непријатните миризби се создаваат како резултат на различните органски материи, најмногу од масните киселини, а покрај тоа и од одредени гасови во трагови како водород сулфид и амонијак. Практично не може да се процени под кои услови се надминуваат недостатоците. Во секој случај по очекуваната дезинтеграција на супстратот, може да се подобри стабилниот режим на работа во метаногената фаза со одржување на рамномерна температура и рН вредност на влезниот материјал, како и рамномерно полнење со разреден супстрат без внесување на воздушни меури. Но, сепак значењето на фазата на хидролиза

Во предјамите и резервоарите за разредување главно течното органско ѓубриво или рецикулатот се меша со цврстите материи и се хомогенизира. Со самото мешање, особено при користење на рецикулат, во принцип се ослободуваат зголемени количини на метан. Затоа треба зголемено внимание и користење на предвидените заштитни мерки.

#### Полнење на цврстите материи

Од отворените складишни резервоари може да дојде до емисија на непријатни мириси при полнењето на сувата материја, се разбира интензитетот на тие мирис е зависен од самиот супстрат. Со цел миризбите кои се создаваат, особено при користење на супстрати со интензивни мириси (како што е супстратот од изметот од живина) да се редуцираат, соодветни се системите со покривање кои овозможуваат истите да се отвораат во текот на полнењето. Најважно е системите да имаат цврста подлога, приклучок за вода и истите лесно и пристапно да се чистат, така по секое редовно испразнување на резервоарот да можат лесно да се исчистат дури и мртвите агли на резервоарот.

Нивото на наполнетост на резервоарите мора да се одржува преку транспортни полжави сместени во цевки, кои ја транспортираат цврстата материја бидејќи ако тоа ниво се намали и стани многу ниско, може преку самиот систем за внес на цврсти материи да се ослободува одредено количество на биогаз.

Во принцип делот за полнење на цврстите материи и складирање на супстрати спаѓаат во едни од најбучните сектори во биогазната постројка. Од тие причини овие

делови на биогазната постројка се сместуваат таму каде нема да има влијание бучава-та која тие ја создаваат, а тоа е често предуслов за добивање на дозвола за работа.

#### - Ферментатор и резервоар за гас

##### Континуирана постапка

Поради процесни и безбедносни причини, конструирањето на екстерните складишта, ферментаторите и постферментаторите, мора да биде гасно непропустливо. Емисија на гасови во овие делови на биогазната постројка може да настанат само ако има одредени конструктивни или производствени грешки, оштетувања од старост или временски погоди, пречки во работата или несоодветен начин на одржување и контрола. Единствено мембраните на резервоарите за гас имаат слаба пропустливост за гасот. Праксата покажува дека нивната пропустливост се движи од  $250 - 2000 \text{ cm}^3 / (\text{m}^2 * \text{d} * \text{bar})$ . Пропустливоста на таа мембрана зависи од температурата на гасот, диференцијалниот притисок, како и дебелината и ширината на мембраната, а тоа пропуштање резултира со загуба на метан од околу  $0,1 - 0,5\%$  во однос на дневното складирање, а од ваквите и ред други причини мора да се контролира редовно херметичноста на мембраната и другите делови на постројката.

##### Сериски режим на работа

Емисијата на гасови кај серискиот режим на работа се зголемува споредбено со емисијата која се создава кај континуираните постапки на ферментација и постапките со потполно мешање, а тоа пред сè е условено поради таквиот начин на работа. Пред да се отвори ферментаторот за истиот да се полни, мора да се припази на содржината на метан кој може да предизвика експлозија, а истата мора да биде максимално  $20\%$  под границите на експлозивност (околу  $0,9\% \text{ vol.}$ ). Најсоодветен начин за истото да биде направено е со проветрување бидејќи за разлика од технички покомплексното испирање на отпадните гасови од когенеративниот дел на постројката, првично создава атмосфера која спречува опасност од гушење при отворање на ферментаторот. Покрај тоа, по внесување на нова серија од супстратот поради започнатата ферментација, првично се ослободуваат големи количини нискокалоричен гас кој доколку не се третира, доведува до климатски релевантни емисии. Вака создадениот гас, од аспект на ниските емисии

треба да се интегрира во гасниот систем, кој ќе ги спроведи ваквите нискокаорични гасови до соодветните уреди за согорување кај когенеративните постројки. Како дополнителен проблем се јавува недоволното одделување на метанот на сите места и во некои делови се акумулира во вид на гнезда, а тоа при собирање на ферментационен материјал доведува до емисија на вгездениот метанот. Поради тоа се настојува да се прави добро мешање на структурниот материјал, така што евентуално проветрување може да доведе до растреситост на ферментациониот материјал.

- Складирање на остатокот на ферментација

Складираните остатоци на ферментација емитуваат одредени гасови кои можат да се појават во атмосферата ако тие складишта се отворени или покриени со гасно непропустлива мембрана. Емисијата на метанот кој се ослободува во овој дел од постројката и изнесува околу 3% од вкупно произведениот метан во целокупната фаза на ферментација. Освен тоа веќе ферментираниот остаток е богат со азот (особено сувите екскрети на пердвестата живина), така што доаѓа до збогатување на атмосферата со амонијак. Во случај да не може да се почитува минималното време на задржување на веќе ферментираниот остаток во отворените резервоари или покриени со гасно пропустлива мембрана, тогаш се препорачува користење на непропустлива мембрана за покривање на складиштата со остаток на ферментација. Особено значајно е користењето на гасно непропустливата мембрана кај складиштата во склоп на постројките кои користат обновливи сировини, односно мешавина од обновливи сировини. Сепак според најновите одредби од ЕУ се потенцира користењето на гасно непропустливи мембрана или друг вид на покривни конструкции во делот на складирање на остатокот од ферментација, со цел да се намали емисијата на штетни гасови во воздухот.

- Складирање на остатокот на ферментација кај сериското полнење на ферментаторите

Отвореното складирање на ферментираниот супстрат се покажува како проблематично, особено при замена на серијата бидејќи емисиите на гасови се во голем процент, дури и по неколку денови утврдените емисии на метан се од околу 11% од вкупно произведениот метан и со оглед на истото кај сериското полнење правилното



манипулирање со остатокот на ферментацијата претставува значаен фактор за намалување на емисијата на штетни гасови во атмосферата. Понатамошното компостирање на остатоците од ферментацијата е со сигурни загуби во поглед на амонијакот, но и со појава на азот субоксид, но друго соодветно решение за овој случај на примена и нема. Понатамошното компостирање бара почитување на добра стручна пракса, а најдобро се покажува брзо растурање на остатоците од ферментацијата по земјиштето и негово заорување, а со тоа се намалува дури и спречува емисијата на штетни гасови во атмосферата и се подобрува квалитетот на земјиштето.

- Постапување со остатокот на ферментација

Со сепарирање и одвојување на цврстите од течните остатоци на ферментацијата, како и растурање на истите по земјишните површини и нивно заорување, ја намалуваат емисијата на амонијакот кој се создава во нормални услови. Меѓутоа со самата сепарација, а и во наредните чекори може да настани емисија на тие гасови. При сепарација доаѓа до создавање на амонијак, а при складирањето и неадекватно компостирање на одвоениот остаток на ферментација доаѓа пред сè до создавање и емисија на метан и евентуална емисија на амонијак и азот субоксид. Најсоодветен начин на намалување на емисијата на амонијак и метан во оваа фаза, е извршувањето на оваа постапка во затворени простории и третман на отпадниот воздух со кисело миење. Тогаш амонијакот останува во форма на течно азотно ѓубриво. Тоа е исплатливо кај постројки за отпад со приемна хала или кај постројки кои можат да ги сушат остатоците на ферментација. Со оглед на тоа сепарацијата со цел да се избегнат емисиите на амонијак и други гасови кои настануваат во таа прилика, во најмала рака треба да се прави во сектор кој не е изложен на сонце и ветар, а тие услови се препорачливи и за понатамошно складирање на остатокот на ферментација.

Емисијата на азот субоксид може да се минимизира со негово складирање во краток период и брзо искористување за наѓубрување. Во случај да има потреба од подолго складирање, се обезбедува добра вентилација по процес на нитрификација. Тоа резултира со намалување на азот субоксидот, но сè уште не е испитано. Подобрата вентилација во секој случај го намалува и количеството на емитиран метан во атмосферата.

## Сушење на остатоците на ферментацијата

Со примена на оваа фаза, самиот процес на сушење создава висока емисија на прашина, непријатен мирис и  $\text{NH}_3$ . Со оглед на високите емисии на штетни гасови, постројките кои ја имаат имплементирано и оваа фаза на работа во својот домен, не можат да работат ако нема соодветно прочистување на воздухот и во тој дел на постројката. Како една од постапките кои можат да се имплементираат во заштитување од аерозагадување е киселото перење со која се намалува содржината на амонијак, така што во комбинација со био филтери и филтери за прашина може да се прошири во тростепен систем за пречистување на отпадниот воздух.

- Барања кои постројката мора да ги исполнува за користење на гасен горилник

Ниско до средно согорувачките горилници имаат наведена ефикасност на согорување од 99 -99,9%. Количините на согорен биогаз се релативно помали во однос на рационално искористените. Ваквите горилници побаруваат содржајност на метанот во гасот кој го согоруваат од 25 – 70% и со оглед на истото и во ситуации кои отстапуваат од нормалниот режим на работа, како при откажување на когенеративниот дел на постројката или при согорување на вишок на гас се овозможува безбедна работа и работна средина.

Со цел да се одржи константна оперативна сигурност, горилниците мора да се проверуваат и одржуваат навремено, а сето тоа да се документира во соодветниот дневник за работа. Паралелно со тоа мора да се запазуваат општите технички барања и препораки од експертските групи за биогаз составени од неколку точки во кои спаѓаат регулаторот на пламен, автоматскиот погон, автоматското затворање на сигурносниот вентил при придвижување на регулаторот на пламенот, следење на всисувачкиот притисок кај инсталацијата со компресор, со цел да не дојде до создавање на подпритисок во резервоарот за гас, отпорност на конструкцијата и цевоводите на експлозија, инсталираниот стопирач на пламен и сл.

Со исполнување на горенаведените норми, се обезбедува сигурна и безбедна работа на горилниците, а со тоа и согорувањ на биогазот во случај на пречки. Најсоодветно е користење на високотемпературни согорувачи, а со тоа се согорува гасот со минимална емисија на штетни гасови.

Ваков производствен систем и начин на работа е имплементиран во месната индустрија ДПТ ЛЕЦКЕР ДООЕЛ, независна, но индиректно меѓусебно поврзана со ДСПТ Живинарска фарма – Везе Шари и нејзината ќерка фирма Електро Шари, со адреса во с. Требош бб, Општина Желино, Тетово, Република Северна Македонија.

Со оглед на условите во кои се работи, поврзаноста на производните капацитети, начинот на нивната експлоатација се затвора производствениот круг, се намалуваат основните трошоци, со тоа што се добива профит од друга страна, а со тоа се решава проблемот со загадување на животната средина кое евентуално би настанало како резултат на работењето на Везе Шари и Лецкер. Сите три производствени капацитети се изградени во непосредна близина.

Сите истражувања, испитувања, мерења и слично се направени во овие три меѓусебно поврзани производствени капацитети, на дел од нивните производи, под нивно покровителство, во сертифицирани лаборатории. Сите резултати се документирани и може во секој момент истите да се проверат.

Ваков тип на производствени капацитети се реткост бидејќи нивното создавање, работење и одржување побарува големи ангажмани, но производите кои се добиваат се секогаш подобри и поквалитетни од останатите бидејќи пред сè се создаваат во чиста околина, од високо квалитетни продукти.

Биогасот е идеален извор на енергија од повеќе причини: акумулираната енергија од живите организми, многубројни извори за добивање биогас, многу мали вложувања, заштита на животната средина, добивање на висококвалитетно органско ѓубриво после ферментацијата. Од сите наведени причини, произлегува и дефинирањето на основната цел на истражувањето.

Поконкретно целта на истражувањето во докторската дисертација е насочена кон испитување и докажување на функционирањето на еден целосно затворен систем за одгледување на живина, примарно искористена за производство на јајца и за преработки од живинско месо, а секундарно искористена за создавање на биогас првенствено за производство на електрична енергија за потребите на произведувачкиот капацитет, а останатиот дел пуштен во електричната мрежа. Односно, утврдување на тоа дали во еден вака затворен круг на производство ќе бидат обезбедени оптимални технолошки параметри за добивање на квалитетни месни преработки.

Од основната цел на истражувањето произлегуваат и поспецифични цели, во главно насочени кон:

- спроведување на континуиран мониторинг и испитувања во делот на добивањето на електрична енергија од фекалиите на живинарската фарма т.н. пилешко ѓубриво, дополнети со сурутка, гроздова каша, кравјо ѓубриво, свинско ѓубриво, зелена маса од пченица и пченка од сопствено производство, како и одредена количина на вода во дигесторот.

- испитувања на физичко – хемиските, микробиолошките и сензорните параметри на јајцата, обработките и преработките на живинско месо кои се произведуваат во овој поврзан систем, т.е квалитетот и безбедноста на готовите производи и суровините за нивно добивање, како и хигиената на самиот процес.

- утврдување на придобивките од ваквиот начин на производство со помош на истражувачките методи, синтеза на податоците, дескриптивен метод, методите на квантитативна и квалитативна анализа.

Од претходно изнесеното јасно се дефинирани следните тези:

**Теза 1:** Испитување на целосно затворен систем за производството на биоенергија, кој во голема мера ќе ги редуцира трошоците и загадувањето на животната средина, а со тоа ќе го подобри квалитетот на живеењето.

**Теза 2:** Испитување на главната суровина за производство на биоенергија (биогаз) во делот на системот за одгледување на живина и производство на јајца, (пилешко ѓубриво) кое целосно се искористува и зелена маса од пченица и пченка од сопствено производство, како и одредена количина на вода во дигесторот. Притоа еден дел од произведената електрична енергија се користи за потребите на произведувачкиот капацитет, а останатиот се пушта во електричната мрежа.

**Теза 3:** Испитување на безбедноста и квалитетот на готовиот производ од техничкиот систем за производство на месо и техничкиот систем за производство на јајца, како и суровините за неговото добивање, како и хигиената на самиот произведен процес.

**Теза 4:** Научно и практично потврдување за добивање на оптимални технолошки параметри во затворен производен систем, а со тоа и добивање на квалитетни и поконкурентни месни преработки произведени во здрава и еколошки чиста средина.

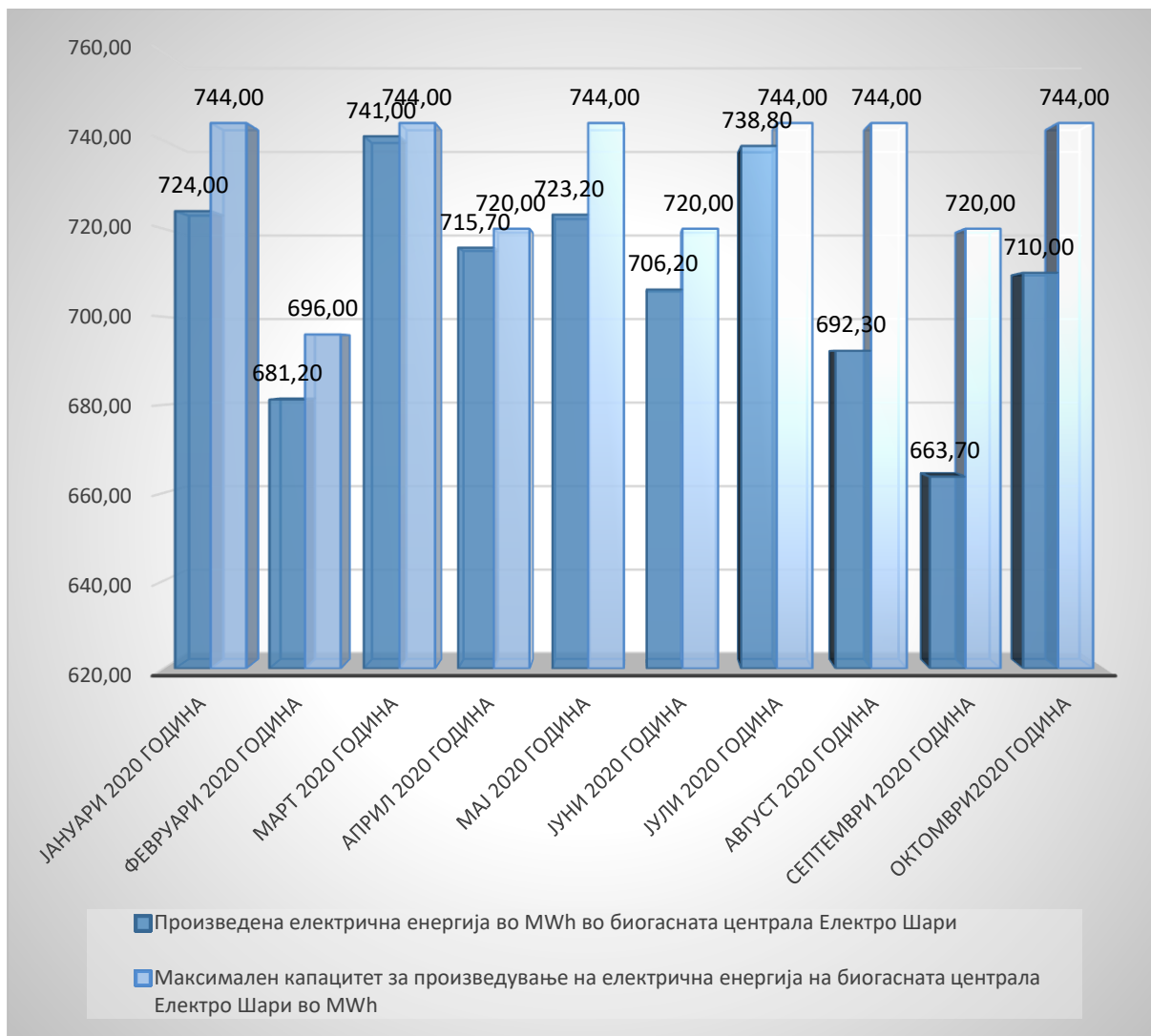
## **8. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА**

Примарната цел во заедништво со истражувањата направени за потребите на докторската дисертација го испитуваат функционирањето на еден целосно затворен систем за одгледување на живина, примарно искористена за производство на јајца и за преработки од живинско месо, а секундарно искористена за создавање на биогаз првенствено за производство на електрична енергија за потребите на произведувачкиот капацитет, а останатиот дел пуштен во електричната мрежа. Односно, утврдувае на тоа дали во еден вака затворен круг на производство ќе бидат обезбедени оптимални технолошки параметри за добивање на квалитетни месни преработки.

Сите испитувања се направени од случајни примероци, а истите испитувани во референтни лаборатории, сè со цел да се добијат веродостојни резултати кои ја потврдуваат или демантираат примарната цел на целокупното истражување.

Резултатите од мерењето и следењето на работата на биогазната централа „Електро Шари“ се подолу прикажани на графикон бр. 1, а оттука се гледа како биогазната централа работи, колку Mwh електрична енергија произведува, споредбено со нејзиниот максимален капацитет, прикажано на месечно ниво во текот на целата 2020. година. Потребите на целокупното технички систем беа задоволени, дел од произведената електрична енергија беше пуштена во систем за останати потрошувачи, а сето тоа беше извршено без загуби и прекини во работата.

**Графикон бр. 1** Следење на работењето на биогазна централа „Електро Шари“



Континуираната работа на биогазната централа ја обезбедува нејзината исправност, навременото сервисирање и избегнувањето на отказите во работа, но за истата да може да работи потребен е горивен елемент, во случајов биогаз, кој се добива од повеќекратни извори, меѓу кој е и силажата од пченка, чијашто потрошувачка е прикажана на подолниот графикон бр.2 каде се забележува дека во месеците со поголема потрошувачка на електрична енергија се користи и поголемо количество на силажа што е правопрпорционално со произведувањето на биогаз, а со тоа и биоенергија.

**Графикон бр.2** Додадена и потрошена силажа на пченка на дневно ниво



Според горе прикажаните бројни графикони јасно се утврдува константноста во производството на биогаз и константноста во работењето на биогазната централа, која има минимални или воопшто нема изгубни гасови кои би ја загадиле околината, а сето тоа е во прилог на првата задача и поставените тези.

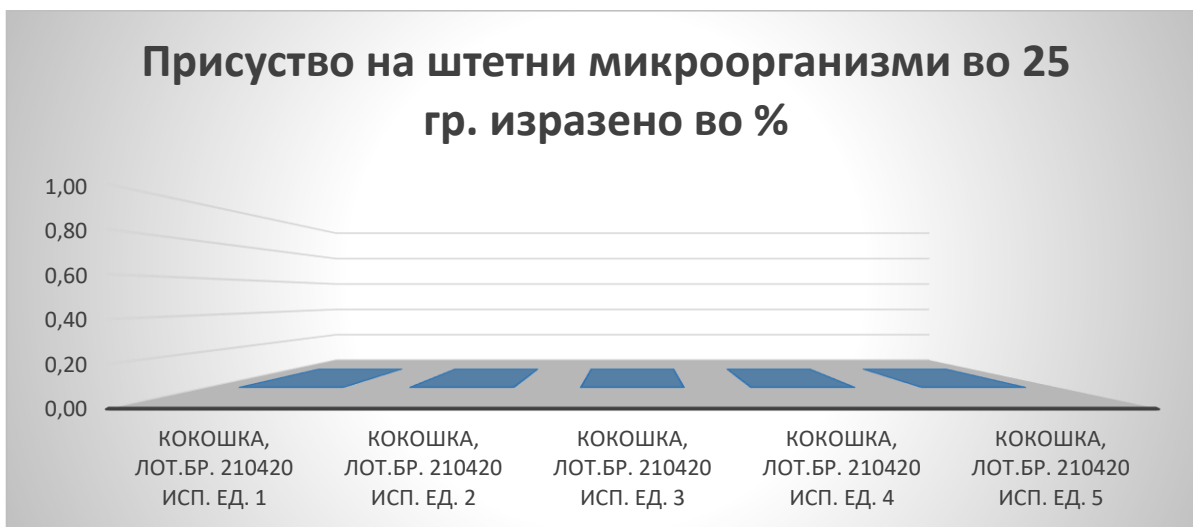
Во прилог на втората задача и за неа поставените тези, проверката на присуството на штетните материи во добиточната храна, односно храната за кокошките кои несат јајца и подоцна се користат како основен извор на месо во преработувачкиот капацитет за месни производи, е прикажано на графикон бр. 3, каде јасно се воочува дека во пет испитувани примероци од таа храна нема присуство на никакви штетни микроорганизми или други материи кои подоцна лошо би влијаеле на снесените јајца или пак на квалитетот на месото од испитуваната живина.

**Графикон бр. 3** Присуство на штетни микроорганизми во добиточната храна



Во прилог на втората задача и соодветно за неа поставените тези, на долу прикажаниот графикон бр. 4 се воочува отсуството на штетни микроорганизми во испитуваните единици на свежите конзумни јајца од референтни примероци одбрани по случаен избор, а тоа е во прилог на фактот дека чистата добиточна храна резултира со здрави крајни производи, во случајов јајца, а паралелно на тоа е и податокот кој може да се воочи и провери за тоа дека техничкиот систем за производство на електрична енергија од биогаз, кој е дел од целокупниот сложен технички систем, воопшто штетно не делува на биодиверзитетот околу себе.

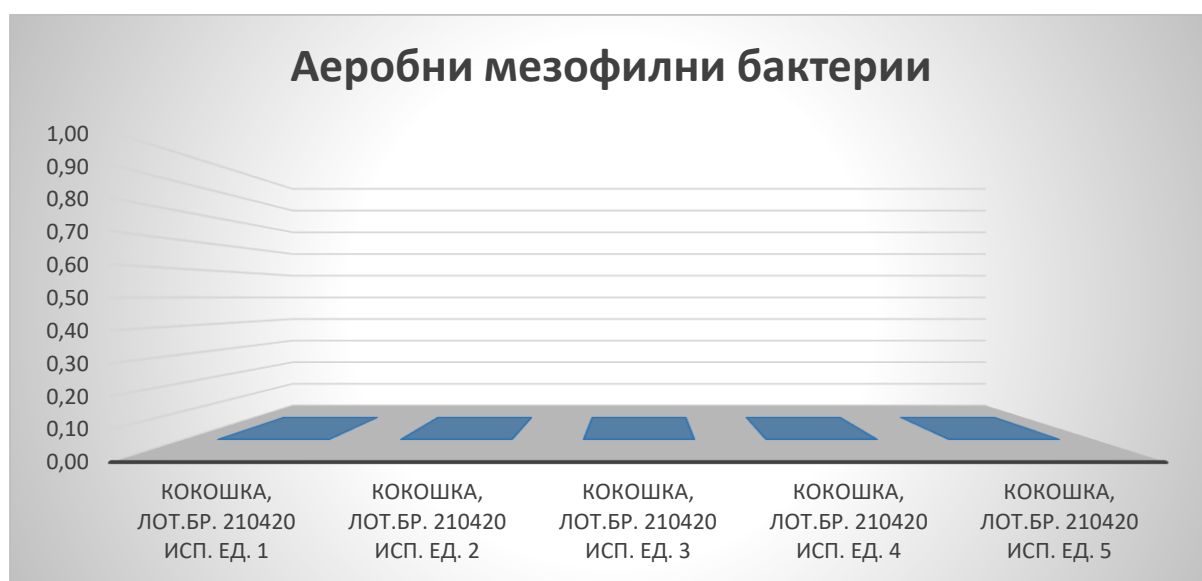
**Графикон бр. 4** Присуство на штетни микроорганизми во испитуваните единици на свежи конзумни јајца





Со цел да се изврши целосна проверка на безбедноста и квалитетот на готовиот производ што е во прилог на втората задача и соодветно за неа поставените тези, за таа цел е направено и испитување на присуството на аеробни мезофилни бактерии и останати штетни материи во пет референтни примероци од јајца, повторно одбрани по случаен избор во различен период од претходното испитување. Според графикон бр.5 и бр.6 може да се види дека во ниеден примерок не се пронајдени аеробни мезофилни бактерии, ниту други штетни микроорганизми во јајцата.

**Графикон бр. 5** Присуство на штетни микроорганизми во испитуваните единици на свежи конзумни јајца

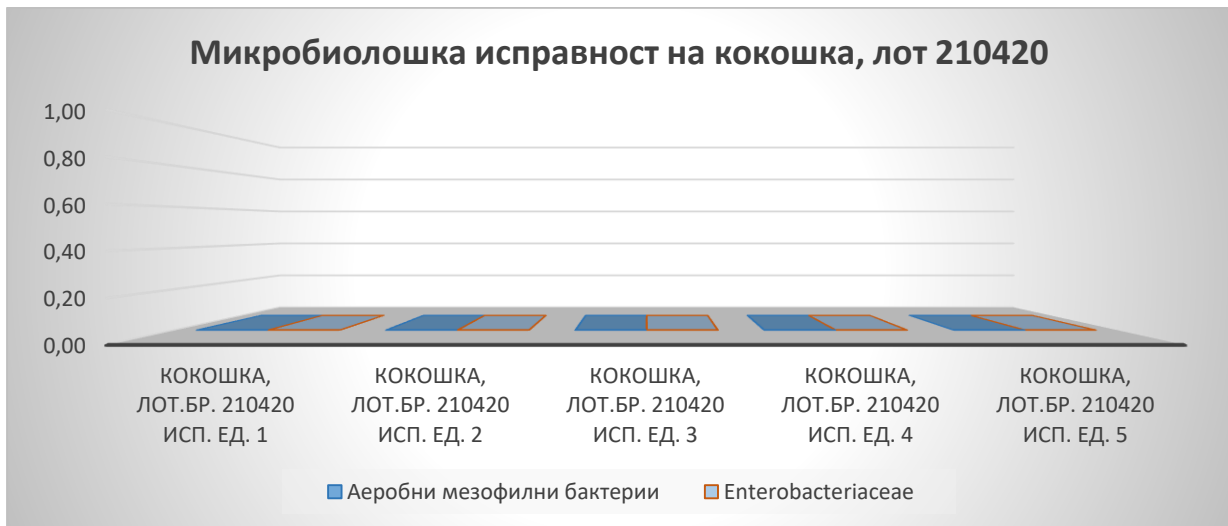


**Графикон бр. 6** Присуство на штетни микроорганизми во други испитувани единици на свежи конзумни јајца

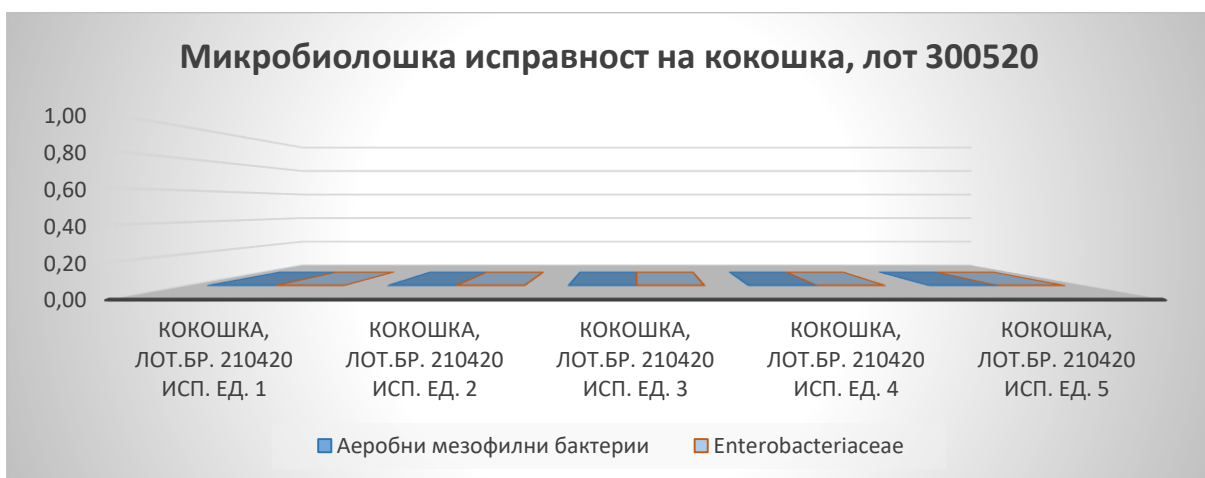


Испитувањето на штетните микроорганизми за потребите на оваа докторска дисертација е направено и на референтни различни примероци од месо од месопреработувачкиот капацитет на овој сложен систем, соодветно на долуприкажаните графикони што е во прилог на втората задача од оваа дисертација. Резултатите јасно се прикажани во графикон бр. 7 и графикон бр.8, а тука се забележува отсуство на аеробни мезофилни бактерии како и отсуство на Enterobacteriaceae, што говори за микробиолошката исправност на месото, произведено во овој сложен меѓусебно поврзан технички систем.

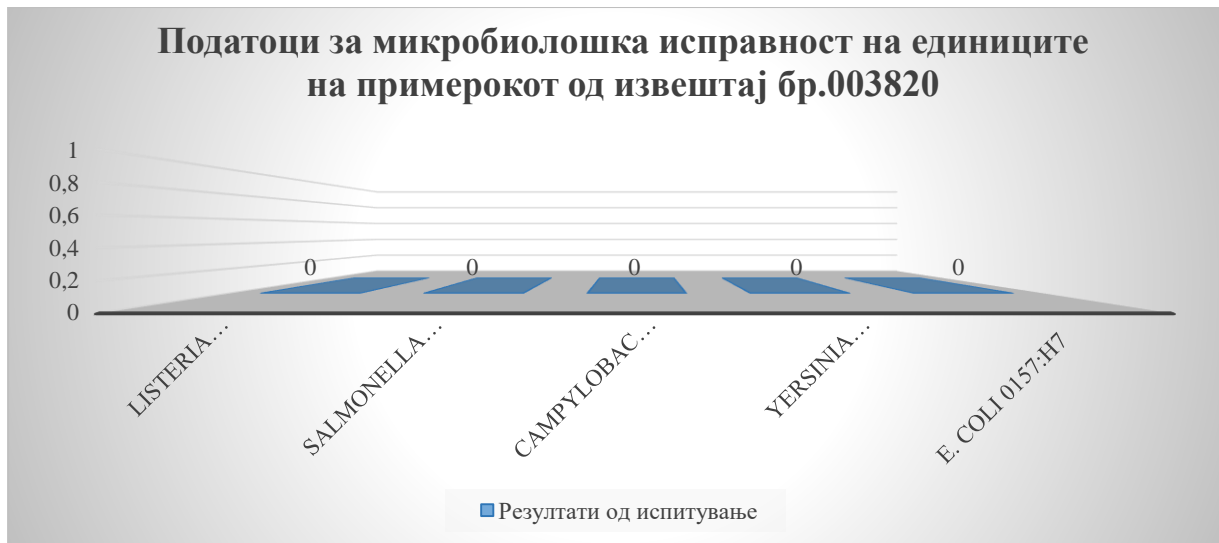
**Графикон бр. 7** Испитување на микробиолошка исправност на петте единици од испитуваниот примерок кокошка



**Графикон бр. 8** Испитување на микробиолошка исправност на петте единици од испитуваниот примерок кокошка



**Графикон бр. 9** Податоци за микробиолошка исправност на една единица од примерокот



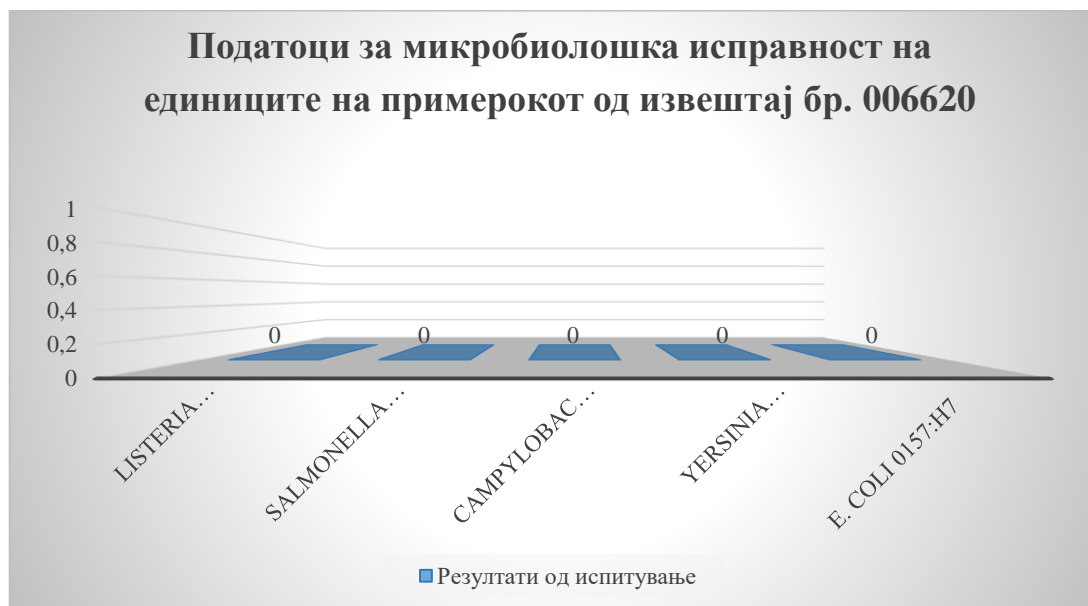
Податоците прикажани во графикон бр.9 за микробиолошка исправност на една единица од примерокот „чадено пилешко филе“ се еднакви со податоците за останатите четири единици од дадениот примерок, прикажано во соодветниот извештај, а тоа јасно покажува отсуство на непосакуваните микроорганизми-бактерии кои би довеле до расипување на производот, а покрај тоа и штетно влијание врз здравјето на конзументите. Со тоа се покажува дека испитуваниот примерок ги задоволува барањата од Правилникот за посебни барања кои се однесуваат на микробиолошките критериуми за храна – Сл.Весник бр. 100/13 Точка 1.5.

Во графиконот бр.10 и графикон бр.11 се прикажани резултатите од испитувањето на различните примероци на пилешка виршла и нивната микробиолошка исправност, со што се потврдува тезата за микробиолошка исправност на крајниот производ добиен целосно во овој сложен технички систем.

**Графикон бр. 10** Податоци за микробиолошка исправност на единиците на примерокот пилешка виршла



**Графикон бр. 11** Податоци за микробиолошка исправност на единиците на примерокот пилешка виршла



Наредно испитуван производ е пилешкиот колбас „Сеемилер“ за чијашто микробиолошка исправност говори графикон бр. 12.

**Графикон бр. 12** Податоци за микробиолошка исправност на една единица од примерокот пилешки колбас „Сеемилер“



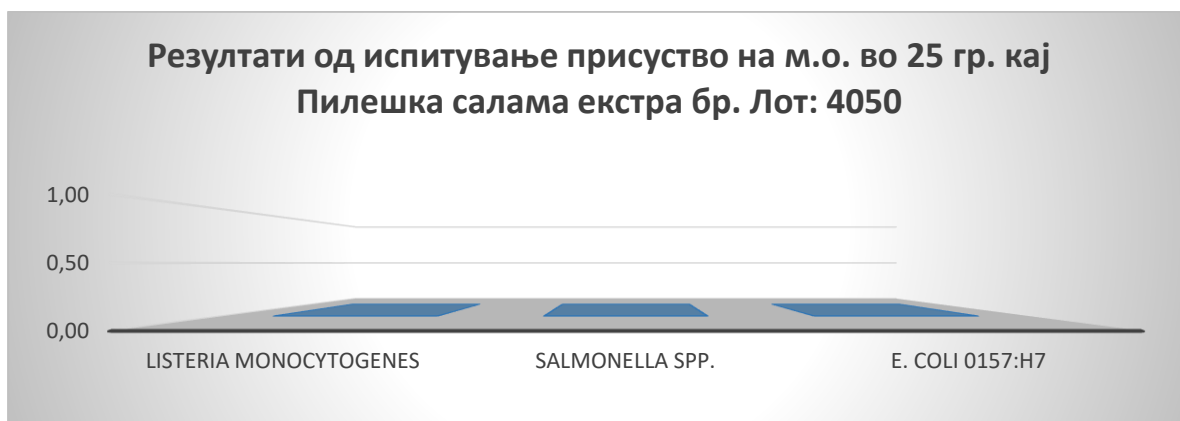
Квантитативната анализа продолжува со презентирање на резултатите од графикон бр. 13 од испитуваниот примерок „Пилешко гиро“, каде јасно се гледа непостоењето на никакви штетни микроорганизми кој штетно би се одразиле на квалитетот на производот.

**Графикон бр. 13** Податоци за микробиолошка исправност на единиците на примерокот „Пилешко гиро“ од извештај бр. 046820



Наредно испитуван примерок е „Пилешка салама екстра“, чијшто резултати од микробиолошките испитувања на одделни примероци се претставени во графикон бр.14 и графикон бр.15, каде јасно се гледа непостење на штетни микроорганизми, а сето тоа е во прилог на третата задача, а воедно и на примарната цел на ова истражување.

**Графикон бр. 14** Резултати од испитување присуство на м.о. во 25 гр. кај Пилешка салама екстра



**Графикон бр. 15** Резултати од испитување присуство на м.о. во 25 гр. кај Пилешка салама екстра



Сите направени испитувања за потребите на оваа докторска дисертација јасно се во прилог на претходно поставените тези и директно во прилог на примарната цел на ова истражување односно на тоа дали во еден вака затворен круг на производство ќе бидат обезбедени оптимални технолошки параметри за добивање на квалитетни месни преработки.

Следствено на прикажаните графици кои се добиени според резултатите од направените испитувања и истражувања, може да се кажи дека примарната цел на оваа докторска дисертација со испитување на претходно поставените цели е докажана.

## **9. ДИСКУСИЈА – испитувања и истражувања во прилог на претходно зададените задачи и тези**

### **9.1 Прва задача – поставените прва и втора теза**

Во прилог на првата задача, а паралелно со неа во прилог на првата и втората теза кои се дел од примарната цел на ова истражување направено е истражување, преку континуирано следење на работата на биогаз централата Електро Шари, во периодот од 01 јануари 2020 година, до 31 октомври 2020 година, а истата поседува лиценца за производство на електрична енергија од биогаз.

Лиценцата за производство на електрична енергија од 1 MW/h е со важност од 15 години, за таа цел во централата има два генератори – Jenbacher JMS 416 G.S – B/N.LC, од кои едниот се користи за производство на електрична енергија за потребите на „Везе Шари“ и „Лецкер“, а вишокот на произведена струја се користи за продажба на компаниите кои ја дистрибуираат електричната енергија, додека другиот генератор се користи како резервен, во случај на дефект или редовно сервисирање на првиот генератор.

Во текот на 2020 година, од 01 јануари до 31 октомври, во кој период се правени и истражувањата и следењата на работата на биогазната централа, за потребите на оваа докторска дисертација, од можни 7320 работни часа, генераторот работел 7237 часа, а во тие 7237 работни часа се произведени 7096 MWh електрична енергија. За таа цел во прилог следува табеларниот и графикчкиот приказ, на кои подетално се изразени

податоците за работењето, односно произведувањето на електрична енергија на генераторот во дадениот период, кој за гориво користи биогаз.

Следењето на работата на биогазната централа е презентирано во табелата бр. 10 подолу прикажана.

**Табела бр. 10** Следење на работењето на биогаз централата „Електро Шари“

Месец	Произведена електрична енергија во MWh	Максимален капацитет за произведување на електрична во MWh
јануари 2020 година	724	744
февруари 2020 година	681,2	696
март 2020 година	741	744
април 2020 година	715,7	720
мај 2020 година	723,2	744
јуни 2020 година	706,2	720
јули 2020 година	738,8	744
август 2020 година	692,3	744
септември 2020 година	663,7	720
октомври 2020 година	710	744

Со оглед на гореизнесените податоци може да се забележи дека генераторот за производство на електрична енергија работел 98,87% од предвиденото, а воедно и возможното време за работа, а притоа произвел 7096 MWh електрична енергија, а тоа е 97% од неговиот максимален капацитет на производство, при што во следениот период се направени 9 планирани сервиси на генераторот кои вклучуваат менување на свеќици, филтери, подесување на вентили, како и менување на масло, кои го пополнуваат периодот кога генераторот е исклучен, а на негово место работи резервниот генератор со еднакви спецификации. Во овој период мора да се напомени дека генераторот на електрична енергија има 267 стартовања.

Во текот на следениот период е бележана и потрошувачката на материјал за производство на биогаз во кој материјал спаѓаат:



- Силажа на пченка која се разликува секој месец, а на дневно ниво секој месец е користено различно количество претставено во долуприкажаната табела бр. 11

**Табела бр. 11** Додадена и потрошена силажа на пченка на дневно ниво во следените месеци

<b>Силажа на пченка</b>	
Во јануари 2020 година	36115 кг.
Во февруари 2020 година	31140 кг.
Во март 2020 година	37467 кг.
Во април 2020 година	42900 кг.
Во мај 2020 година	47000 кг.
Во јуни 2020 година	45035 кг.
Во јули 2020 година	40242 кг.
Во август 2020 година	43060 кг.
Во септември 2020 година	44700 кг.
Во октомври 2020 година	48484 кг.
<b>*Количините се однесуваат на додадена силажа на пченка на дневно ниво во следените месеци</b>	

- Пилешко ѓубриво (од сопствено производство) од производствениот капацитет „Везе Шари“ од околу 90000 кг. седмично;
- Во течна форма се додава ѓубриво од свињарска фарма, како и јачмен од млекарите, од околу 75000 м<sup>3</sup> на дневно ниво;
- Останати додатни материјали како што се бајат леб, отпад од филтрација на масла и масти за јадење и друго, се додаваат во прилог на погоренаведените, а се во многу помала количина од нив и нивното мерење не е потребно.

Во текот на следениот период, и во периодот пред и потоа се прават испитувања на емисијата на гасови во воздухот, врз основа на годишниот план на постројката која

произведува електрична енергија со согорување на биогаз, кој се добива главно од кокошкино ѓубриво.

Испитувањата кои се направени од референтна лабораторија за целите на оваа докторска дисертација се изнесени во табелата со број 12.

**Табела бр. 12** Опис на оперативните услови во тек на мерење

<b>Опис на оперативните услови во тек на мерење</b>	
<b>Капацитет на постројката</b>	100%
<b>Режим на работа (континуиран/дисконтинуиран)</b>	Континуиран
<b>Тип на гориво</b>	Биогаз
<b>Топлотна моќ на горивото</b>	/
<b>Потрошувачка на гориво</b>	/
<b>Испад на системот во тек на мерење</b>	Не
<b>Уред за намалување на емисиите во воздухот</b>	Не

Покрај испитувањата, извршени се и мерења на мерно место – испуст од генератор за производство на електрична енергија, а резултатите се претставени во наредната табела бр.13.

**Табела бр. 13** Мерења на мерно место – испуст од генератор за производство на електрична енергија

<b>ОБЈЕКТ</b>	<b>„ЕЛЕКТРО ШАРИ“ С. ТРЕБОШ – ТЕТОВО</b>
<b>Правилник (нормативен документ)</b>	Правилник за граничните вредности за дозволените нивоа на загадувачки супстанции во отпадните гасови и пари кои ги емитираат стационарните извори во воздухот (Сл. весник на РМ, бр. 141/2010 год.)
<b>Дата на мерење</b>	04.02.2019 година

Теренска ознака		A1 023/19					
<b>КАРАКТЕРИСТИКИ НА ГАСОТ ВО КАНАЛОТ</b>							
<b>Параметар</b>	<b>Метода за мерење</b>		<b>Единица</b>	<b>Измерена вредност</b>			
<b>Површина на мерна рамнина</b>	/		m <sup>2</sup>	0,15			
<b>Просечна температура</b>	Упатство на производителот опремата од		°C	437,00			
<b>Статички притисок</b>	МКС ISO 10780:2008 <sup>1</sup>		Pa	927,33			
<b>Просечна брзина</b>	МКС ISO 10780:2008 <sup>1</sup>		m/s				
<b>Проток на сув отпаден гас</b>	МКС ISO 10780:2008 <sup>1</sup>		m <sup>3</sup> /h	2041,2			
Измерени/пресметани концентрации							
<b>Параметар</b>	<b>Метода</b>	<b>Единица</b>	<b>Просечна вредност (mg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Гранична вредност mg/m<sup>3</sup></b>	<b>Масен проток (kg/h)</b>	<b>Мерна неодреденост (%)</b>	<b>Оценка на резултат</b>
<b>Кислород (O<sub>2</sub>)</b>	МКС EN 14789: 2007 <sup>1</sup>	%	7,03	/	/	±0,53**	/
<b>Јаглерод монооксид (CO)</b>	МКС EN 15058: 2009 <sup>1</sup>	mg/m <sup>3</sup>	193,27	650,00	0,39	±1,48*	Задоволува
<b>Јаглерод диоксид (CO<sub>2</sub>)</b>	МКС ISO 12039 : 2008 <sup>1</sup>	%	12,23	/	/	±0,56**	/
<b>Азотни оксиди (NO<sub>x</sub>)</b>	МКС EN 14792 : 2009 <sup>1</sup>	mg/m <sup>3</sup>	265,90	500,00	0,54	±2,15*	Задоволува
<b>Сулфур диоксид (SO<sub>2</sub>)</b>	МКС ISO 7935 : 2008 <sup>1</sup>	mg/m <sup>3</sup>	15,30	/	0,03	/	Задоволува
Резултатите од мерењата се сведени на стандардни услови оц 0°C и 101325 Pa, на сув гас и референтен кислород од 5%							

\*од ГВЕ (гранична вредност на емисија)

\*\*од измерената вредност

<sup>1</sup> Лабораторијата ги исполнува барањата за периодично мерење на емисии во согласност со МКС CEN/TS 15675:2009

Техно Лаб ДОО Скопје

Врз основа на гореизнесените податоци од извршените мерења и анализи на емисијата на загадувачки супстанции во воздухот може да констатираме дека во согласност со правилникот за гранични вредности за дозволените нивоа на емисии и видови на загадувачки супстанции во отпадните гасови и пареи кои ги емитираат стационарните извори во воздухот (Сл. весник на СРМ бр.141/2010 год.), нема надминување на граничните вредности.

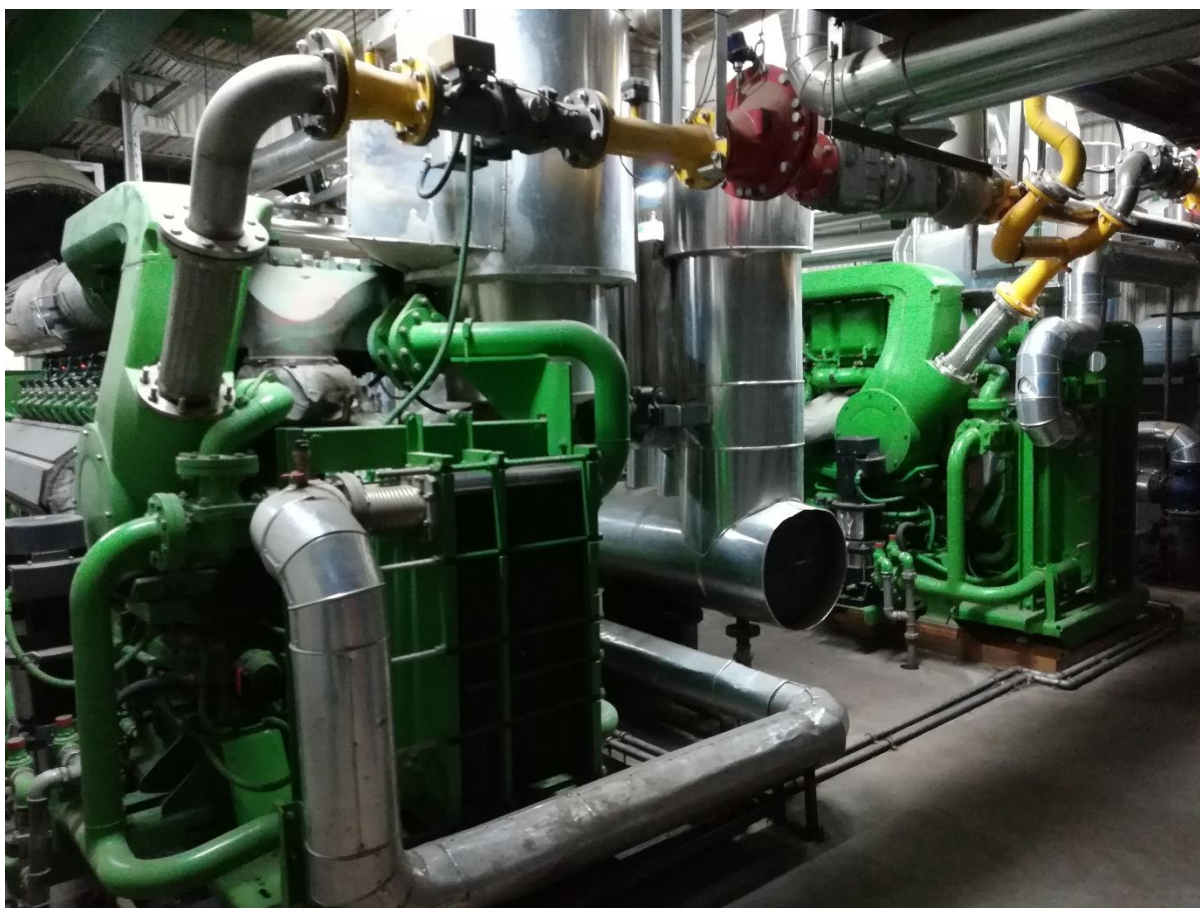


**Слика бр.18** Издувен дел за испуст на отпадните гасови при константна работа на моторите и согорување на биогазот во биогазната постројка

Сертифицираната лабораторија со своето испитување за целите на оваа докторска дисертација докажа дека при согорување на биогазот, нема надминување на граничните вредности на загадувачки супстанции кои се испуштаат во атмосферата при самата работа на моторот – генератор, а со тоа се произведува електрична енергија, а тоа производство ни во најмала рака не го загадува воздухот, ниту пак го загрозува здравјето на луѓето и ни во најмала рака не влијае штетно на животната околина, што е во прилог на првата задача, а со тоа и во прилог на примарната цел на целото ова истражување.



**Слика бр. 19** Мотор – генератор на електрична енергија кој за гориво користи биогаз (метан) стационаран во биогаз централата Електро Шари – с. Требош – Тетово – Р.Македонија



**Слика бр.20** Мотор – генератор (до него резервен мотор со исти перформанси и капацитет на работа) на електрична енергија кој за гориво користи биогаз (метан) стационаран во биогаз централата Електро Шари – с. Требош – Тетово – Р.Македонија

## **9.2 Втора задача – поставената трета теза**

Во прилог на втората задача, односно третата теза која е поставена за докажување на примарната цел на оваа дисертација, направени се повеќебројни испитувања, пред сè во делот за производство на свежи конзумни јајца на овој сложен технички производствен капацитет меѓу кои се:

- Испитување на добиточна храна, кое е во прилог на отпадните материи од самите кокошки;
- Микробиолошко испитување на исправноста на свежите јајца;
- Испитување на водата која се користи за поење на живината (кокошките);

- Испитување на исправноста на месото добиено од живината која се користи за несење на конзумни јајца.

Целта на секое испитување направено за потребите на оваа докторска дисертација е да се потврди или демантира постоењето на непосакувани материи кои подоцна би можеле негативно да се одразат на самите продукти, а при нивна конзумација и на здравјето на самите потрошувачи. Од вакви и слични на нив причини, во овој сложен самоодржлив меѓусебно целосно поврзан технички систем, постојано се вршат испитувања и следења во секој негов дел.

За да се добие висококалорично ѓубриво од кокошките, пред сè треба да се внимава на нивната исхрана, конзумирањето на вода, несењето на здрави и исправни конзумни јајца, за на крај да се добие покрај квалитетни јајца и квалитетно ѓубриво, што ќе резултира со повисока калорична вредност, како и пораст на произведениот биогаз, а со тоа и постабилно производство на електрична енергија.

Испитувањата се во прилог на примарната цел, во случајов за потребите на втората задача се направени испитувања кои започнуваат од испитување на добиточната храна (храната за кокошките), а истите се направени во сертифицирана лабораторија и резултатите се прикажани во понатамошните табели, онака како што се прикажани од лабораторијата при самото испитување на дадените примероци.

**Табела бр. 14** Извештај број 006720-Фуд Лаб лабораторија за испитување на храна и пијалоци)

<b>Добиточна храна – датум на производство 28.01.2020 година</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Параметри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од испитување</b>	<b>Мерна неодреденост</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност Задоволува / не задоволува</b>
<b>001001200</b>	Salmonella spp.	МКС EN ISO 6579-1	отсуство во 50 гр.	/	отсуство во 50 гр.	задоволува

Квасци и мувли	МКС EN ISO 21527-2	20000 cfu/g	/	100000 cfu/g	задоволува
Аеробни мезофилни бактерии	МКС EN ISO 4833-1	27000 cfu/g	/	100000000 cfu/g	задоволува
Коагулаза позитивни стафилококи	МКС EN ISO 6888-1	0 cfu/g	/	0 cfu/g	задоволува
Clostridium perfringens	МКС EN ISO 7937	0 cfu/g	/	0 cfu/g	задоволува

Податоците од гореприкажаната табелата кои се резултат на испитувањето на сертифицираната лабораторија на добиточната храна (храната за кокошки) со датум на производство на 28.01.2020 година јасно покажуваат на постоењето на *Salmonella spp.*, квасци и мувли, аеробни мезофилни бактерии, коагулаза позитивни стафилококи, како и *Clostridium perfringens*, кои или отсутствуваат или ако се присутни, но во дозволените гранични вредности.

Во прилог на втората задача се исто и наредните неколку испитувања, односно микробиолошки анализи, направени во сертифицирана лабораторија со цел да се провери квалитетот и безбедноста на добиточната храна.

Истите се презентирани во подолу прикажаната табела бр. 15.



**Табела бр. 15** Извештај број 006720-Фуд Лаб лабораторија за испитување на храна и пијалоци

<b>Добиточна храна – датум на производство 11.05.2020 година</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Параметри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од испитување</b>	<b>Мерна неодреност</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност Задоволува / не задоволува</b>
<b>00670120</b>	Salmonella spp.	МКС EN ISO 6579-1	отсуство во 50 гр.	/	отсуство во 50 гр.	задоволува
	Квасци и мувли	МКС EN ISO 21527-2	3500 cfu/g	/	100000 cfu/g	задоволува
	Аеробни мезофилни бактерии	МКС EN ISO 4833-1	17000 cfu/g	/	100000000 cfu/g	задоволува
	Коагулаза позитивни стафилококи	МКС EN ISO 6888-1	0 cfu/g	/	0 cfu/g	задоволува
	Clostridium perfringens	МКС EN ISO 7937	0 cfu/g	/	0 cfu/g	задоволува

Извештајот прикажан во погорната табела за 11.05.2020 година јасно покажува дека квалитетот на добиточната храна е висок и нема страни материи кои би го нарушиле здравјето на кокошките, со тоа индиректно квалитетот на конзумните јајца кои тие ги несат, а сето тоа е во прилог на изметот кои тие го создаваат бидејќи квалитетната храна ќе резултира со квалитетен измет, а тоа значи дека неговиот удел во производството на биогаз ќе биде поголем.

Паралелно со погоре прикажаните извештаи, подолу прикажаните извештаи со идентификационен број 01960120, 02910120 и 04670120 јасно го говорат за високиот квалитет на добиточната храна (храната за кокошките).

**Табела бр. 16** Извештај број 01960120-Фуд Лаб лабораторија за испитување на храна и пијалоци

<b>Добиточна храна – датум на производство 13.07.2020 година</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Параметри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од испитување</b>	<b>Мерна неодреност</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност Задоволува / не задоволува</b>
<b>01960120</b>	Salmonella spp.	МКС EN ISO 6579-1	отсуство во 50 гр.	/	отсуство во 50 гр.	задоволува
	Квасци и мувли	МКС EN ISO 21527-2	364 cfu/g	/	100000 cfu/g	задоволува
	Аеробни мезофилни бактерии	МКС EN ISO 4833-1	1727 cfu/g	/	100000000 cfu/g	задоволува
	Коагулаза позитивни стафилококи	МКС EN ISO 6888-1	0 cfu/g	/	0 cfu/g	задоволува
	Clostridium perfringens	МКС EN ISO 7937	0 cfu/g	/	0 cfu/g	задоволува

**Табела бр. 17** Извештај број 02910120-Фуд Лаб лабораторија за испитување на храна и пијалоци

<b>Добиточна храна – датум на производство 12.08.2020 година</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Пара-метри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од испитување</b>	<b>Мерна неодреност</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност Задоволува / не задоволува</b>
<b>02910120</b>	Salmonella spp.	МКС EN ISO 6579-1	отсуство во 50 гр.	/	отсуство во 50 гр.	задоволува
	Квасци и мувли	МКС EN ISO 21527-2	1091 cfu/g	/	100000 cfu/g	задоволува
	Аеробни мезофилни бактерии	МКС EN ISO 4833-1	13091 cfu/g	/	100000000 cfu/g	задоволува
	Коагулаза позитивни стафилококи	МКС EN ISO 6888-1	0 cfu/g	/	0 cfu/g	задоволува
	Clostridium perfringens	МКС EN ISO 7937	0 cfu/g	/	0 cfu/g	задоволува

Отсуството на микроорганизмите од родот Salmonella spp. и Clostridium perfringens е од пресудно значење и всушност се главниот показател за микробиолошката исправност на добиточната храна.

Во таа насока подолу е прикажан и последниот извештај направен со цел да се провери исправноста и квалитетот на храната за кокошки.

**Табела бр. 18** Извештај број 04670120-Фуд Лаб лабораторија за испитување на храна и пијалоци

<b>Добиточна храна – датум на производство 19.10.2020 година</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Параметри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од испитување</b>	<b>Мерна неодреност</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност Задоволува / не задоволува</b>
<b>04670120</b>	Salmonella spp.	МКС EN ISO 6579-1	отсуство во 50 гр.	/	отсуство во 50 гр.	задоволува
	Квасци и мувли	МКС EN ISO 21527-2	1545 cfu/g	/	100000 cfu/g	задоволува
	Аеробни мезофилни бактерии	МКС EN ISO 4833-1	1636 cfu/g	/	100000000 cfu/g	задоволува
	Коагулаза позитивни стафилококи	МКС EN ISO 6888-1	0 cfu/g	/	0 cfu/g	задоволува
	Clostridium perfringens	МКС EN ISO 7937	0 cfu/g	/	0 cfu/g	задоволува

**- Испитување на квалитетот на водата за пиење на кокошките**

Покрај испитувањето на добиточната храна, односно храната за кокошки, неретко се врши и испитување на водата која кокошките ја конзумираат како додаток на исхраната, а нејзината микробиолошка исправност е еднакво значајна како и микробиолошката исправност на храната која тие ја конзумираат. За таа цел во наредната табела (извештај бр.001119 од Фуд Лаб ДОО Скопје) се презентирани

резултатите од микробиолошкото испитување на примерок од 1 литар вода кој ја конзумираат кокошките.

**Табела бр. 19** Извештај бр. 001119-Фуд Лаб лабораторија за испитување на храна и пијалоци

Ид.број 0110119	Параметри	Тест метод	Резултати од испитување	Мерна неодре- деност	Гранични вредности	Сообразност Задоволува / не задоволува
	Pseudomonas aeruginosa	МКС EN ISO 16266	0 cfu/100ml	/	cfu/100ml.	Задоволува
	Е.Coli и колиформни	МКС EN ISO 9801-1	0 cfu/100ml	/	cfu/100ml.	Задоволува
	Цревни ентерококи	МКС EN ISO 7899-2	0 cfu/100ml	/	cfu/100ml.	Задоволува
	Сулфиторедуци- рачки анаерби	МКС EN ISO 26461-2	0 cfu/100ml	/	cfu/100ml.	Задоволува
	Броење микроорганизми на култура 22°C	МКС EN ISO 6222	0 cfu/ml	/	cfu/100ml.	Задоволува
	Броење микроорганизми на култура на 37°C	МКС EN ISO 6222	0 cfu/ml	/	cfu/100ml.	задоволува

Оваа задача како и претходната јасно ја докажува примарната цел на ова истражување и директно е во прилог на докторската дисертација. Освен според извештаите за проверената добиточна храна во поглед на нејзиниот квалитет и микробиолошка исправност, тоа може да се забележи и според квалитетот на јајцата кои тие кокошки ги несаат, како и квалитетот на изметот кој се користи подоцна во смесата

за добивање на биогориво во биогасната централа „Електро Шари“, во случајов поврзана индиректно со самиот производител на конзумни јајца „Везе Шари“.

- **Микробиолошко испитување на исправноста на свежите јајца**

Со цел да се провери квалитетот и безбедноста на конзумните јајца кои се произведени од кокошки кои се исхрануваат со горе споменатата добиточна храна, направени се и неколку испитувања на самите јајца кои се прикажани во табелите и истите се направени во сертифицирана лабораторија за храна и пијалоци-ФудЛаб ДОО Скопје РСМ со по пет референтни примероци на јајца за секое одделно испитување, кое е правено во различен временски период, а примероците се земени од производителот на свежи конзумни јајца „Везе Шари“ во различен период, заведен во самиот лабораториски извештај изработен за потребите на овој труд.

**Табела бр. 20 Испитувана единица бр.1** – датум на производство 12.05.2020 година, рок на траење 09.06.2020 година извештај бр. 007520- ФудЛаб ДОО Скопје РСМ

<b>Свежи конзумни јајца Лот.бр. 1320, датум на производство 12.05.2020 година, рок на траење 09.06.2020 година.</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Пара-метри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од испитување</b>	<b>Мерна неодреденост</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност Задоволува / не задоволува</b>
00750120	Salmonella spp.	МКС EN ISO 6579-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува
	Listeria monocitogenes	МКС EN ISO 11290-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува

**Табела бр. 21 Испитувана единица бр.2** – датум на производство 12.05.2020 година, рок на траење 09.06.2020 година извештај бр. 007520- ФудЛаб ДОО Скојле РСМ

<b>Свежи конзумни јајца Лот.бр. 1320, датум на производство 12.05.2020 година, рок на траење 09.06.2020 година.</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Пара-метри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од испитување</b>	<b>Мерна неодреденост</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност Задоволува / не задоволува</b>
00750120	Salmonella spp.	МКС EN ISO 6579-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува
	Listeria monocitogenes	МКС EN ISO 11290-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува

**Табела бр. 22 Испитувана единица бр.3** – датум на производство 12.05.2020 година, рок на траење 09.06.2020 година извештај бр. 007520- ФудЛаб ДОО Скојле РСМ

<b>Свежи конзумни јајца Лот.бр. 1320, датум на производство 12.05.2020 година, рок на траење 09.06.2020 година.</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Пара-метри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од испитување</b>	<b>Мерна неодреденост</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност Задоволува / не задоволува</b>
00750120	Salmonella spp.	МКС EN ISO 6579-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува
	Listeria monocitogenes	МКС EN ISO 11290-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува

**Табела бр. 23 Испитувана единица бр.4 – датум на производство 12.05.2020 година, рок на траење 09.06.2020 година извештај бр. 007520- ФудЛаб ДОО Скојле РСМ**

<b>Свежи конзумни јајца Лот.бр. 1320, датум на производство 12.05.2020 година, рок на траење 09.06.2020 година.</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Пара-метри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од испитување</b>	<b>Мерна неодреденост</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност Задоволува / не задоволува</b>
00750120	Salmonella spp.	МКС EN ISO 6579-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува
	Listeria monocitogenes	МКС EN ISO 11290-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува

**Табела бр. 24 Испитувана единица бр.5 – датум на производство 12.05.2020 година, рок на траење 09.06.2020 година извештај бр. 007520- ФудЛаб ДОО Скојле РСМ**

<b>Свежи конзумни јајца Лот.бр. 1320, датум на производство 12.05.2020 година, рок на траење 09.06.2020 година.</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Пара-метри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од испитување</b>	<b>Мерна неодреденост</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност Задоволува / не задоволува</b>
00750120	Salmonella spp.	МКС EN ISO 6579-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува
	Listeria monocitogenes	МКС EN ISO 11290-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува



Во продолжение е претставен и извештајот со бр. 012320-ФудЛаб ДОО Скопје РСМ, во кој се претставени испитувањата на петте примероци на јајца по случаен избор, односно еден примерок со пет единици со датум на производство 17.06.2020 година и рок на траење до 14.07.2020 година.

**Табела бр. 25 Испитувана единица бр.1** – датум на производство 17.06.2020 година, рок на траење 14.07.2020 година извештај бр. 01230120- ФудЛаб ДОО Скопје РСМ

<b>Свежи конзумни јајца Лот.бр. 2517, датум на производство 17.06.2020 година, рок на траење 14.07.2020 година.</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Пара-метри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од испитување</b>	<b>Мерна неодреденост</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност Задоволува / не задоволува</b>
01230120	Salmonella spp.	МКС EN ISO 6579-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува
	Listeria monocitogenes	МКС EN ISO 11290-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува

**Табела бр. 26 Испитувана единица бр.2** – датум на производство 17.06.2020 година, рок на траење 14.07.2020 година извештај бр. 01230120- ФудЛаб ДОО Скопје РСМ)

<b>Свежи конзумни јајца Лот.бр. 2517, датум на производство 17.06.2020 година, рок на траење 14.07.2020 година.</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Пара-метри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од испитување</b>	<b>Мерна неодреденост</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност Задоволува / не задоволува</b>
01230120	Salmonella spp.	МКС EN ISO 6579-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува
	Listeria monocitogenes	МКС EN ISO 11290-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува

**Табела бр. 27 Испитувана единица бр.3** – датум на производство 17.06.2020 година, рок на траење 14.07.2020 година извештај бр. 01230120- ФудЛаб ДОО Скојле РСМ

<b>Свежи конзумни јајца Лот.бр. 2517, датум на производство 17.06.2020 година, рок на траење 14.07.2020 година.</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Пара-метри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од испитување</b>	<b>Мерна неодреденост</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност Задоволува / не задоволува</b>
01230120	Salmonella spp.	МКС EN ISO 6579-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува
	Listeria monocitogenes	МКС EN ISO 11290-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува

**Табела бр. 28 Испитувана единица бр.4** – датум на производство 17.06.2020 година, рок на траење 14.07.2020 година извештај бр. 01230120- ФудЛаб ДОО Скојле РСМ

<b>Свежи конзумни јајца Лот.бр. 2517, датум на производство 17.06.2020 година, рок на траење 14.07.2020 година.</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Пара-метри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од испитување</b>	<b>Мерна неодреденост</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност Задоволува / не задоволува</b>
01230120	Salmonella spp.	МКС EN ISO 6579-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува
	Listeria monocitogenes	МКС EN ISO 11290-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува

**Табела бр. 29 Испитувана единица бр.5** – датум на производство 17.06.2020 година, рок на траење 14.07.2020 година извештај бр. 01230120- ФудЛаб ДОО Скојле РСМ

<b>Свежи конзумни јајца Лот.бр. 2517, датум на производство 17.06.2020 година, рок на траење 14.07.2020 година.</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Пара-метри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од испитување</b>	<b>Мерна неодреденост</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност Задоволува / не задоволува</b>
01230120	Salmonella spp.	МКС EN ISO 6579-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува
	Listeria monocitogenes	МКС EN ISO 11290-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува

Резултат на ова испитување е потврдувањето на микробиолошката исправност и квалитет на конзумните јајца бидејќи како што е потенцирано на крај од извештајот дека испитуваниот примерок ги задоволува барањата на Правилникот за посебните барања кои се однесуваат на микробиолошките критериуми за храна (Сл.весник бр. 100/13 точка 1.16).

Наредните табели се од самиот извештај со број 032120 кој го покажува резултатот, а истиот е во прилог на исправност на свежите конзумни јајца од произведувачот „Везе Шари“ со датум на производство 20.08.2020 година и рок на траење до 09.09.2020 година.

Еден примерок е земен во пет единици за испитување избрани по случаен избор на 22.08.2020 година.

**Табела бр. 30 Испитувана единица бр.1** – датум на производство 20.08.2020 година, рок на траење 09.09.2020 година извештај бр. 03210120- ФудЛаб ДОО Скојле РСМ

<b>Свежи конзумни јајца Лот.бр. 3420, датум на производство 20.08.2020 година, рок на траење 09.09.2020 година.</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Пара-метри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од испитување</b>	<b>Мерна неодреденост</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност Задоволува / не задоволува</b>
03210120	Salmonella spp.	МКС EN ISO 6579-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува
	Listeria monocitogenes	МКС EN ISO 11290-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува

**Табела бр. 31 Испитувана единица бр.2** – датум на производство 20.08.2020 година, рок на траење 09.09.2020 година извештај бр. 03210120- ФудЛаб ДОО Скојле РСМ

<b>Свежи конзумни јајца Лот.бр. 3420, датум на производство 20.08.2020 година, рок на траење 09.09.2020 година.</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Пара-метри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од испитување</b>	<b>Мерна неодреденост</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност Задоволува / не задоволува</b>
03210120	Salmonella spp.	МКС EN ISO 6579-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува
	Listeria monocitogenes	МКС EN ISO 11290-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува

**Табела бр. 32 Испитувана единица бр.3** – датум на производство 20.08.2020 година, рок на траење 09.09.2020 година извештај бр. 03210120- ФудЛаб ДОО Скојле РСМ

<b>Свежи конзумни јајца Лот.бр. 3420, датум на производство 20.08.2020 година, рок на траење 09.09.2020 година.</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Пара-метри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од испитување</b>	<b>Мерна неодреденост</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност Задоволува / не задоволува</b>
03210120	Salmonella spp.	МКС EN ISO 6579-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува
	Listeria monocitogenes	МКС EN ISO 11290-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува

**Табела бр. 33 Испитувана единица бр.4** – датум на производство 20.08.2020 година, рок на траење 09.09.2020 година извештај бр. 03210120- ФудЛаб ДОО Скојле РСМ

<b>Свежи конзумни јајца Лот.бр. 3420, датум на производство 20.08.2020 година, рок на траење 09.09.2020 година.</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Пара-метри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од испитување</b>	<b>Мерна неодреденост</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност Задоволува / не задоволува</b>
03210120	Salmonella spp.	МКС EN ISO 6579-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува
	Listeria monocitogenes	МКС EN ISO 11290-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува

**Табела бр. 34 Испитувана единица бр.5 – датум на производство 20.08.2020 година, рок на траење 09.09.2020 година извештај бр. 03210120- ФудЛаб ДОО Скојле РСМ**

<b>Свежи конзумни јајца Лот.бр. 3420, датум на производство 20.08.2020 година, рок на траење 09.09.2020 година.</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Параметри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од испитување</b>	<b>Мерна неодреденост</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност Задоволува / не задоволува</b>
03210120	Salmonella spp.	МКС EN ISO 6579-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува
	Listeria monocitogenes	МКС EN ISO 11290-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува

Според извештајот, јасно може да се забележи дека во секој поглед, а пред сè според законската регулатива на РСМ испитуваниот примерок ги задоволува барањата на Правилникот за посебните барања кои се однесуваат на микробиолошките критериуми за храна (Сл.весник бр. 100/13 точка 1.16) и е потполно исправен за конзумирање и истиот може слободно да се испрати во продажната мрежа.

Мултиплицираните придобивки на ваков затворен сложен технички систем се јавуваат во секој дел од неговото работење бидејќи одгледувањето на кокошки не е само со цел да се произведуваат високо квалитетни јајца, тоа се прави и со цел да може самите кокошки, по завршувањето на периодот на активно носење, односно штом нивното одгледување во живинарската фарма „Везе Шари“ нема да биде повеќе профитабилно, иситите се спроведуваат во производствениот дел на месната индустрија ДПТ „Лецкер“ ДООЕЛ, која локациски е веднаш до самата живинарска фарма. Во прилог на тоа кокошките се пуштаат на микробиолошки испитувања, така што доколку се исправни во тој дел истите се спроведуваат на колење и нивна обработка и преработка, а од тоа месо се добиваат високо квалитетни месни преработки како салами, колбаси, виршли, чадени пилешки производи и квалитетни месни обработки како саламурен и свеж пилешки стек, пилешки копан и надкопан и слично.

Микробиолошките испитувања кои се направени за испитување на квалитетот на месото, а воедно и за потребите на оваа докторска дисертација се направени во сертифицирана лабораторија со земање на референтен примерок, по случаен избор од производителот „Везе Шари“, за потребите на месната индустрија „Лецкер“. Земени беа два примероци, по пет единици и истите тестирани во лабораторијата „Фуд Лаб“ за испитување на храна и пијалоци ДОО Скопје.

Во прилог се презентирани извештаите во кои се проверува отсуството во 25 грама на микроорганизмите *Salmonella enteritidis* и *Salmonella typhimurium*, во двата испитувани примероци, со по пет испитувани единици.

**Табела бр. 35 Испитувана единица кокошка бр.1 – извештај бр. 005820 – ФудЛаб ДОО Скопје РСМ**

<b>Кокошка, датум на производство 21.04.2020 година, лот 210420</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Пара-метри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од испитување</b>	<b>Мерна неодреденост</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност Задоволува / не задоволува</b>
00580120	Salmonella spp.	МКС EN ISO 6579-1 МКТН CEN ISO/TR 6579-3	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува
	Salmonella typhimurium	МКС EN ISO 6579-1 МКТН CEN ISO/TR 6579-3	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува

**Табела бр. 36 Испитувана единица кокошка бр.2 – извештај бр. 005820 – ФудЛаб**  
 ДОО Скојпе РСМ

<b>Кокошка, датум на производство 21.04.2020 година, лот 210420</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Пара-метри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од испитување</b>	<b>Мерна неодреденост</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност Задоволува / не задоволува</b>
00580120	Salmonella spp.	MKC EN ISO 6579-1 MKTN CEN ISO/TR 6579-3	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува
	Salmonella typhimurium	MKC EN ISO 6579-1 MKTN CEN ISO/TR 6579-3	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува

**Табела бр. 37 Испитувана единица кокошка бр.3 – извештај бр. 005820 – ФудЛаб**  
 ДОО Скојпе РСМ

<b>Кокошка, датум на производство 21.04.2020 година, лот 210420</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Пара-метри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од испитување</b>	<b>Мерна неодреденост</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност Задоволува / не задоволува</b>
00580120	Salmonella spp.	MKC EN ISO 6579-1 MKTN CEN ISO/TR 6579-3	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува
	Salmonella typhimurium	MKC EN ISO 6579-1 MKTN CEN ISO/TR 6579-3	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува



**Табела бр. 38 Испитувана единица кокошка бр.4 – извештај бр. 005820 – ФудЛаб**  
 ДОО Скојпе РСМ

<b>Кокошка, датум на производство 21.04.2020 година, лот 210420</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Пара-метри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од испитување</b>	<b>Мерна неодреденост</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност Задоволува / не задоволува</b>
00580120	Salmonella spp.	MKC EN ISO 6579-1 MKTN CEN ISO/TR 6579-3	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува
	Salmonella typhimurium	MKC EN ISO 6579-1 MKTN CEN ISO/TR 6579-3	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува

**Табела бр. 39 Испитувана единица кокошка бр.5 – извештај бр. 005820 – ФудЛаб**  
 ДОО Скојпе РСМ

<b>Кокошка, датум на производство 21.04.2020 година, лот 210420</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Пара-метри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од испитување</b>	<b>Мерна неодреденост</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност Задоволува / не задоволува</b>
00580120	Salmonella spp.	MKC EN ISO 6579-1 MKTN CEN ISO/TR 6579-3	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува
	Salmonella typhimurium	MKC EN ISO 6579-1 MKTN CEN ISO/TR 6579-3	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува

Испитуваниот примерок во пет единици, погоре презентирани во табели кои се еднакво презентирани како во извештајот за лабораториските испитувања е како физички, така и микробиолошки исправен за понатамошно соодветно користење, а сето тоа јасно е во прилог на втората задача, а таа во прилог на примарната цел на оваа дисертација.

Освен тој примерок, за истата цел направени се и испитувања на уште еден примерок избран по случаен избор од истиот произведувачки капацитет. Одбран е соодветен референтен примерок во пет единици и истиот испитуван во сертифицираната лабораторија за храна и пијалоци „Фуд Лаб“ ДОО Скопје. Во прилог се презентирани табелите од лабораторискиот извештај со број 009220 за испитуваните кокошки со датум на производство 30 мај 2020 година, а лот број 300520.

**Табела бр. 40 Испитувана единица кокошка бр.1 – извештај бр. 009220 – ФудЛаб ДОО Скопје РСМ**

<b>Кокошка, датум на производство 30.05.2020 година, лот 300520</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Пара-метри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од испитување</b>	<b>Мерна неодреденост</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност Задоволува / не задоволува</b>
00920120	Salmonella spp.	MKC EN ISO 6579-1 MKTN CEN ISO/TR 6579-3	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува
	Salmonella typhimurium	MKC EN ISO 6579-1 MKTN CEN ISO/TR 6579-3	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува

**Табела бр. 41 Испитувана единица кокошка бр.2 – извештај бр. 009220 – ФудЛаб**  
 ДОО Скојпе РСМ

<b>Кокошка, датум на производство 30.05.2020 година, лот 300520</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Пара-метри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од испитување</b>	<b>Мерна неодреденост</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност Задоволува / не задоволува</b>
00920120	Salmonella spp.	MKC EN ISO 6579-1 MKTN CEN ISO/TR 6579-3	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува
	Salmonella typhimurium	MKC EN ISO 6579-1 MKTN CEN ISO/TR 6579-3	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува

**Табела бр. 42 Испитувана единица кокошка бр.3 – извештај бр. 009220 – ФудЛаб**  
 ДОО Скојпе РСМ

<b>Кокошка, датум на производство 30.05.2020 година, лот 300520</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Пара-метри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од испитување</b>	<b>Мерна неодреденост</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност Задоволува / не задоволува</b>
00920120	Salmonella spp.	MKC EN ISO 6579-1 MKTN CEN ISO/TR 6579-3	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува
	Salmonella typhimurium	MKC EN ISO 6579-1 MKTN CEN ISO/TR 6579-3	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува

**Табела бр. 43 Испитувана единица кокошка бр.4 – извештај бр. 009220 – ФудЛаб**  
 ДОО Скојпе РСМ

<b>Кокошка, датум на производство 30.05.2020 година, лот 300520</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Пара-метри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од испитување</b>	<b>Мерна неодреденост</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност Задоволува / не задоволува</b>
00920120	Salmonella spp.	MKC EN ISO 6579-1 MKTN CEN ISO/TR 6579-3	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува
	Salmonella typhimurium	MKC EN ISO 6579-1 MKTN CEN ISO/TR 6579-3	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува

**Табела бр. 44 Испитувана единица кокошка бр.5 – извештај бр. 009220 – ФудЛаб**  
 ДОО Скојпе РСМ

<b>Кокошка, датум на производство 30.05.2020 година, лот 300520</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Пара-метри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од испитување</b>	<b>Мерна неодреденост</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност Задоволува / не задоволува</b>
00920120	Salmonella spp.	MKC EN ISO 6579-1 MKTN CEN ISO/TR 6579-3	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува
	Salmonella typhimurium	MKC EN ISO 6579-1 MKTN CEN ISO/TR 6579-3	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува

Отсуството на микроорганизмите *Salmonella* spp. и *Salmonella typhimurium* во 25 грама од испитуваниот примерок говори за нивната микробиолошка, а покрај тоа и за нивната органолептичка исправност.

Со ова испитување на одбраните примероци се покажува дека понатамошното користење на овие кокошки како материјал за производство на месни обработки и преработки до оваа фаза на испитување е безбедно. Всушност тоа покажува дека материјалот за добивање на месни обработки и преработки е добар, микробиолошки исправен и проверен, а тоа со примена на сите понатамошни мерки резултира со исправни, безбедни и здрави за исхрана подоцна произведени производи.

За да може овој сложен технички систем да биде потполно затворен во еден дел од него е сместена и преработувачка месна индустрија ДПТ „Лецкер“ ДООЕЛ која има широка палета на месни производи од здраво потекло. Така на овој начин меѓусебно е прикажана поврзаноста на трите производни капацитети:

- „Везе Шари“ – живинарска фарма за производство на свежи конзумни јајца, млади пилиња за одгледување и подоцна пренаменување во несилки, како и производство на кокошки (дел и од несилките) за потребите на месната индустрија Лецкер, како и производство на горивен материјал (изметот од кокошките) за потрбата на биогасната централа Електро Шари;
- „Лецкер“ – месна преработувачка индустрија, со широка палета на месни обработки и преработки, опремена со најмодерна техничка опрема и технологија за работа, која како примарен извор на месо го користи месото од кокошките, од живинарската фарма „Везе Шари“;
- „Електро Шари“ – биогас централа, која како примарен извор за создавање биогас, кој подоцна согорува и се добива електрична енергија – биоенергија, ги користи ресурсите, кои всушност претставуваат отпадни материи од производствениот капацитет „Везе Шари“.

### 9.3 Трета задача – третата поставена теза

Претходните две задачи кои се направени за да се покажат резултатите од испитуваните примероци, кои испитувања се направени со цел да се докажи примарната цел на оваа дисертација. Во овој дел од оваа дисертација се презентираат резултатите од истражувањето кое е направено со цел да се докажи микробиолошката исправност на производите од месната индустрија „Лецкер“ преку повеќебројни микробиолошки испитувања на работната опрема, дел од големата палета на производи и окружувањето во самата компанија. Тоа се прави со цел да се потврди фактот дека работењето во склоп на овој сложен технички систем има само мултиплицирани придобивки, без да има некој негативни страни иако е во склоп на произведувачки капацитет за свежи конзумни јајца, а и биогазна централа која работи за сметка на овие два произведувачки капацитети, притоа користејќи ги нивните отпадни материји.

#### - Микробиолошки испитувања во месната индустрија

За проверка на претходно зададената задача која е во прилог на примарната цел на оваа докторска дисертација направени се многубројни микробиолошки испитувања пред сè повеќекратни испитувања во различен временски период на:

- Брис од Multivac R126 тастатура – брис од тастатурата на машината за вакумско паковање на производи со термичка обработка на фолијата;
- Брис од ULMA тастатура – брис од тастатурата на машината за вакумско, „MAP“ и „скин“ паковање на производите, претходно истите може да бидат сместени во соодветна подлога;
- Брис од ULMA TSF 200 - брис од дел по избор на машината за вакумско, „MAP“ и „скин“ паковање на производите, претходно истите може да бидат сместени во соодветна подлога;
- Брис од WEBER 305 – брис од машината за сечење, позиционирање и порционирање на парчињата, координиран преку соодветен интегриран софтвер;
- Брис од инјектор HENNEKEN HPI 350 – брис од машина за инјектирање на саламура и производство на саламурено месо;
- Брис од работна маса во оддел за подготовка (обработка) на месо;
- Брис од паковно 1 линија – брис од прв оддел за паковање на производи;
- Брис од паковно 2 линија – брис од прв оддел за паковање на производи;

- Брис од WEBER 3 – брис од втората машина за сечење, позиционирање и порционирање на парчињата, координиран преку соодветен интегриран софтвер;
- Брис од оддел за расекување на месото;

Испитувањето на микробиолошката исправност на опремата, нејзиното чување и одржување е од круцијална важност бидејќи истата е во директен контакт со производите, а нејзината исправност или неисправност ќе се одрази на квалитетот на месните продукти. Подолу изнесените табели се од самите извештаи од сертифицираната лабораторија за храна и пијалоци „Фуд Лаб“ ДОО Скопје, направени во прилог на оваа дисертација, за докажување на микробиолошката исправност на месните продукти кои се произведуваат во месната преработувачка индустрија „Лецкер“ и истата е дел од сложен меѓусебно поврзан технички систем.

Според извештајот бр. 001520 резултатите од испитуваните примероци се прикажани во подолните табели кои всушност се дел од извештајот за испитуваните примероци:

**Табела бр.45** Податоци за брис од тастатурата на Multivac R126 земен на 10.02.2020 година

Карактеристики на примерокот: <b>Брис од Multivac R126 – тастатура</b>						
Ид.број	Параметри	Тест метод	Резултати од испитување	Мерна неодреденост**	Гранични вредности	Сообразност Задоволува / не задоволува
00150120	Аеробни мезофилни бактерии	МКС EN ISO 4833-1	0 cfu/cm <sup>2</sup>	/		задоволува
	Enterobacteriaceae	МКС EN ISO 21582-2	0 cfu/cm <sup>2</sup>	/		Задоволува

**Табела бр. 46** Податоци за брис од тастатурата на ULMA земен на 10.02.2020 година

Карактеристики на примерокот: <b>Брис од ULMA – тастатура</b>						
Ид.број	Параметри	Тест метод	Резултати од испитување	Мерна неодреденост**	Гранични вредности	Сообразност Задоволува / не задоволува
00150220	Аеробни мезофилни бактерии	МКС EN ISO 4833-1	0 cfu/cm <sup>2</sup>	/		Задоволува
	Enterobacteriaceae	МКС EN ISO 21582-2	0 cfu/cm <sup>2</sup>	/		Задоволува

**Табела бр. 47** Податоци за брис од WEBER 305 земен на 10.02.2020 година

Карактеристики на примерокот: <b>Брис од WEBER 305</b>						
Ид.број	Параметри	Тест метод	Резултати од испитување	Мерна неодреденост**	Гранични вредности	Сообразност Задоволува / не задоволува
00150320	Аеробни мезофилни бактерии	МКС EN ISO 4833-1	0 cfu/cm <sup>2</sup>	/		Задоволува
	Enterobacteriaceae	МКС EN ISO 21582-2	0 cfu/cm <sup>2</sup>	/		Задоволува



**Табела бр. 48** Податоци за брис од инјектор HENNEKEN HPI 350 земен на 10.02.2020 година

Карактеристики на примерокот: <b>Брис од инјектор HENNEKEN HPI 350</b>						
Ид.број	Параметри	Тест метод	Резултати од испитување	Мерна неодреденост**	Гранични вредности	Сообразност Задоволува / не задоволува
00150420	Аеробни мезофилни бактерии	МКС EN ISO 4833-1	0 cfu/cm <sup>2</sup>	/		Задоволува
	Enterobacteriaceae	МКС EN ISO 21582-2	0 cfu/cm <sup>2</sup>	/		Задоволува

**Табела бр. 49** Податоци за брис од работната маса во оддел за подготовка на месо земен на 10.02.2020 година

Карактеристики на примерокот: <b>Брис од работна маса во оддел за подготовка на месо</b>						
Ид.број	Параметри	Тест метод	Резултати од испитување	Мерна неодреденост**	Гранични вредности	Сообразност Задоволува / не задоволува
00150520	Аеробни мезофилни бактерии	МКС EN ISO 4833-1	0 cfu/cm <sup>2</sup>	/		Задоволува
	Enterobacteriaceae	МКС EN ISO 21582-2	0 cfu/cm <sup>2</sup>	/		Задоволува

**Табела бр. 50** Податоци за брис од оддел за паковање линија бр 1 земен на 10.02.2020 година

Карактеристики на примерокот: <b>Брис од оддел за паковање линија број 1</b>						
Ид.број	Пара-метри	Тест метод	Резултати од испитување	Мерна неодреденост**	Гранични вредности	Сообразност Задоволува / не задоволува
00150620	Listeria monocytogenes	МКС EN ISO 11290-1	Отсуство на cm <sup>2</sup>	/	Отсуство на cm <sup>2</sup>	Задоволува

**Табела бр. 51** Податоци за брис од оддел за паковање линија бр 2 земен на 10.02.2020 година

Карактеристики на примерокот: <b>Брис од оддел за паковање линија број 2</b>						
Ид.број	Пара-метри	Тест метод	Резултати од испитување	Мерна неодреденост**	Гранични вредности	Сообразност Задоволува / не задоволува
00150720	Listeria monocytogenes	МКС EN ISO 11290-1	Отсуство на cm <sup>2</sup>	/	Отсуство на cm <sup>2</sup>	Задоволува

**Табела бр. 52** Податоци за брис земен од WEBER 3 на 10.02.2020 година

Карактеристики на примерокот: <b>Брис од WEBER 3</b>						
Ид.број	Пара-метри	Тест метод	Резултати од испитување	Мерна неодреденост**	Гранични вредности	Сообразност Задоволува / не задоволува
00150820	Listeria monocytogenes	МКС EN ISO 11290-1	Отсуство на cm <sup>2</sup>	/	Отсуство на cm <sup>2</sup>	Задоволува

**Табела бр. 53** Податоци за брис од оддел за расекување земен на 10.02.2020 година

Карактеристики на примерокот: <b>Брис од оддел за расекување</b>						
Ид.број	Пара-метри	Тест метод	Резултати од испитување	Мерна неодреденост**	Гранични вредности	Сообразност Задоволува / не задоволува
00150620	Listeria monocytogenes	МКС EN ISO 11290-1	Отсуство на cm <sup>2</sup>	/	Отсуство на cm <sup>2</sup>	Задоволува

Според гореприкажаните табели пренесени од извештајот со број 001520 може да се заклучи дека работењето на месната индустрија „Лецкер“ се одвива во потполно чисти, безбедни и хигиенски исправни услови, што резултира со производство на здрави и хигиенски безбедни производи.

Земените брисеви се испитувани во референтна сертифицирана лабораторија. Исто како и гореприкажаните брисеви, земани се во повеќе наврати за потребите на оваа докторска дисертација брисеви од истите површини и подеднакво на нив испитувани во истата лабораторија за што говорат извештаите со бр. 003920 – 25.03.2020 година, извештајот со бр. 005020 – 13.04.2020 година, извештај бр. 008520 – 26.05.2020 година, извештај бр. 028920 – 12.08.2020 година, извештај бр. 037720 – 14.09.2020 година, извештај бр. 046920 – 19.10.2020 година.

Освен микробиолошките испитувања во тек на процес на производство, во прилог на третата задача, а со тоа и во прилог на примарната цел на оваа дисертација направени се и микробиолошки испитувања на голем дел од готовите производи на месната индустрија „Лецкер“ која е претставува значаен дел од меѓусебно повраниот сложен самоодржлив технички систем. Микробиолошките испитувања се направени во сертифицирана лабораторија со цел да се потврди фактот дека месната индустрија како дел од овој технички систем работи со добра хигиенска пракса, во безбедни услови, на што воопшто не делува нејзината поврзаност во еден ваков сложен самоодржлив технички систем.

Долуприкажаните резултати се од извештаите од микробиолошките испитувања на готовите продукти одбрани по случаен избор, од месната индустрија „Лецкер“.

Првичната анализа е направена од одделот за превентивна здравствена заштита при Воено-медицинскиот центар Скопје, со акредитација од ИАРМ со сертификат бр. LT-049, сектор за логистика на Министерството за одбрана на 29.01.2020 година, според барањата од стандардот MKS EN 130/IEC 17025 од 2006 година за хемиско и микробиолошко испитување на храна и пијалоци.

Испитуваниот примерок е вакумирана пилешка виршла, во оригинално паковање, произведена на 27.01.2020 година, а примерокот е земен на 29.01.2020 година, со рок на траење до 27.03.2020 година.

Според извештајот од тестирањето примерокот произлегува дека поред испитуваните параметри примерокот одговара на Правилникот за барањета во однос на мелено месо, подготовки од месо и производи од месо сл. весник на Р.М бр. 63/2013. Според стручното мислење од овој извештај, резултатите од испитуваните параметри на доставените примероци пилешка виршла се во согласност со прописите од Законот за безбедност на храна Сл.Весник на Р.М. бр. 157/2010.

Истражувањето продолжува во прилог на самата дисертација, со тоа што на не точно одреден временски период се правени микробиолошки испитувања на по случаен избор одбрани месни производи од месната индустрија „Лецкер“ со цел да се потврди фактот дека истата работи со добра хигиенска пракса, почитувајќи ги соодветните НАССР и Halal безбедносни сисеми за работа во месната индустрија, но како дел од сложен меѓусебно поврзан и самоодржлив технички систем.

Долуприкажаните извештаи се направени во соодветна сертифицирана лабораторија на долу споменатите производи во запишаниот временски период, кој е одбиран по случаен избор и во неопределен временски период.

Испитување на еден примерок во пет единици:

- Чадени пилешки гради сецкани;
- Чадено пилешко филе;
- Пилешка виршла;
- Пилешки кобас СЕЕМИЛЕР;
- Пилешко гиро 200гр;

**Табела бр. 54** Податоци за микробиолошка исправност на една единица од примерокот од извештај бр.003820

<b>Чадени пилешки гради сецкани, датум на производство 24.03.2020 година, рок на трење 23.05.2020 година лот бр. 3969</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Параметри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од испитување</b>	<b>Мерна неодреденост</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност Задоволува / не задоволува</b>
00380120	Listeria Monocytogenes	МКС EN ISO 11290-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр	Задоволува
	Salmonella spp.	МКС EN ISO 6579-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува
	Campylobacter spp.	МКС EN ISO 10272-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр	Задоволува
	Yersinia Enterocolitica	МКС EN ISO 10273	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр	Задоволува
	E. Coli 0157:H7	МКС EN ISO 16654	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува

Микробиолошката анализа на чадено пилешко филе во еден примерок и пет единици го покажа следното прикажано во табела бр.55:

**Табела бр. 55** Податоци за микробиолошка исправност на една единица од примерокот од извештај бр.006220

<b>Чадено пилешко филе, датум на производство 29.04.2020 година, рок на трење 28.06.2020 година лот бр. 3998</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Параметри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од</b>	<b>Мерна неодреденост</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност</b>

			испитување			Задоволува / не задоволува
00620120	Listeria Monocytogenes	MKC EN ISO 11290-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр	Задоволува
	Salmonella spp.	MKC EN ISO 6579-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува
	Campylobacter spp.	MKC EN ISO 10272-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр	Задоволува
	Yersinia Enterocolitica	MKC EN ISO 10273	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр	Задоволува
	E. Coli 0157:H7	MKC EN ISO 16654	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува



Слика бр.21 Чадено пилешко филе – произведено во месна индустрија „Лецкер“ – с.Требош, Тетово, Р.Македонија, а испитувана за потребите на оваа дисертација

Испитуваната единица ги поседува истите карактеристики и при испитувањето добиени се исти резултати како за неа така и за останатите четири други единици од чаденото пилешко филе, а сето тоа е евидентирано во извештајот за микробиолошка анализа со бр. 06220, според кој испитуваниот примерок ги задоволува барањата од Правилникот за посебни барања кои се однесуваат на микробиолошките критериуми за храна – Сл.Весник бр. 100/13 Точка 1.5, а тоа е во прилог на третата задача и директно во прилог на примарната цел на оваа докторска дисертација.

Во продолжение следува микробиолошката анализа на пилешката виршла како нареден прозивод од месната индустрија „Лецкер“, избран по случаен избор. Според планираното направена е микробиолошка анализа, а резултатите се бележани во извештајот бр.06620.

**Табела бр. 56** Податоци за микробиолошка исправност на една единица од примерокот од извештај бр.006620

<b>Пилешка виршла, датум на производство 08.05.2020 година, рок на трење 07.07.2020 година лот бр. 4006</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Пара- метри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од испитува ње</b>	<b>Мерна неодре- деност</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност  Задоволува / не задоволува</b>
00660120	Listeria Monocytog enes	МКС EN ISO 11290-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр	Задоволува
	Salmonella spp.	МКС EN ISO 6579-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува
	Campyloba cter spp.	МКС EN ISO 10272-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр	Задоволува
	Yersinia Enterocoliti ca	МКС EN ISO 10273	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр	Задоволува
	E. Coli 0157:H7	МКС EN ISO 16654	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува



**Слика бр.22** Пилешка виршла – произведена во месната индустрија „Лецкер“с.Требош, Тетово, Р.Македонија, а испитувана за потребите на оваа дисертација

Резултатите во гореприкажаната табела се директно пресликани од извештајот за микробиолошка анализа и говорат за микробиолошката исправност на производот, односно на едната единица од испитуваниот примерок, но и наредните четири единици се со исти резултати прикажани во извештајот со бр. 006620, според кој испитуваниот примерок ги задоволува барањата од Правилникот за посебни барања кои се однесуваат на микробиолошките критериуми за храна – Сл.Весник бр. 100/13 Точка 1.5, а тоа го потврдува фактот дека месната индустрија „Лецкер“ работи во чисти и микробиолошки безбедни услови, а со тоа се произведуваат здрави и исправни производи, што е прикажано на самиот график.

Наредно испитуван производ од палетата на месни производи на месната индустрија „Лецкер“ е пилешкиот колбас Сеемиллер, со датум на производство 25.06.2020 година и рок на траење до 24.08.2020 година, на кој производ се испитувани



параметрите за микробиолошка исправност прикажани во табелата од извештајот број 015520. Испитувањето е изработено на еден примерок одбран по случаен избор во пет испитувани единици, а направено во сертифицираната лабораторија за храна и пијалоци Фуд Лаб ДОО Скопје.

**Табела бр. 57** Податоци за микробиолошка исправност на една единица од примерокот од извештај бр.0015520

<b>Пилешки колбас Сеемиллер, датум на производство 25.06.2020 година, рок на траење 24.08.2020 година, лот 4045</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Пара-метри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од испитување</b>	<b>Мерна неодреденост</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност Задоволува / не задоволува</b>
001550120	Listeria Monocytogenes	МКС EN ISO 11290-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр	Задоволува
	Salmonella spp.	МКС EN ISO 6579-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува
	Campylobacter spp.	МКС EN ISO 10272-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр	Задоволува
	Yersinia Enterocolitica	МКС EN ISO 10273	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр	Задоволува
	E. Coli 0157:H7	МКС EN ISO 16654	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува

Прикажаните резултати се однесуваат на една единица од примерокот од пилешкиот колбас Сеемиллер, но во интерес на ненатрупаноста со идентични информации, мора да се напомени дека и останатите четири единици при испитување покажаа идентични резултати, односно отсуство на истите испитувани параметри, односно микроорганизми во дадениот примерок одбран по случаен избор, чијшто резултати се презентирани во извештајот од микробиолошката анализа со број

01550120.Еден од производите од новата палета на месната индустрија „Лецкер“ е пилешкото гиро 200гр. спаковано како готов производ. Одличен производ со одлични органолептички особини, а микробиолошката анализа е направена во истата лабораторија, за кои потреби повторно е земен еден примерок во пет единици на 19.10.2020 година, со рок на траење до 11.11.2020 година. Долуприкажаните резултати од микробиолошката анализа се однесуваат на првата единица од примерокот и истите се еднакви и за останатите четири примероци. Во прилог е прикажана табелата бр.58 од извештајот бр. 046820 на лабораторијата Фуд Лаб.

**Табела бр. 58** Податоци за микробиолошка исправност на една единица од примерокот од извештајот бр. 046820

<b>Пилешко гиро 200 гр. со рок на траење 11.11.2020 година, лот 4138</b>						
<b>Ид.број</b>	<b>Пара-метри</b>	<b>Тест метод</b>	<b>Резултати од испитување</b>	<b>Мерна неодреденост</b>	<b>Гранични вредности</b>	<b>Сообразност Задоволува / не задоволува</b>
046800120	Listeria Monocytogenes	МКС EN ISO 11290-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр	Задоволува
	Salmonella spp.	МКС EN ISO 6579-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува
	Campylobacter spp.	МКС EN ISO 10272-1	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр	Задоволува
	Yersinia Enterocolitica	МКС EN ISO 10273	отсуство во 25 гр	/	отсуство во 25 гр	Задоволува
	E. Coli 0157:H7	МКС EN ISO 16654	отсуство во 25 гр N=5, C=0	/	отсуство во 25 гр.	Задоволува



**Слика бр. 23** Пилешко гиро– произведено во месната индустрија „Лецкер“с.Требош, Тетово, Р.Македонија, а испитувана за потребите на оваа дисертација

Според гореприкажаните резултати во графикот, од извештајот со број 046820 за испитуваниот примерок ги задоволува барањата на Правилникот за посебни барања кои се однесуваат на микробиолошките критериуми за храна (Сл.Весник бр. 100/13; 145/14;37/17;173/18;229/20; точка 1.5).

Микробиолошката анализа на производите одбрани по случаен избор од огромната палета на производи на месната индустрија „Лецкер“ покажа дека станува збор за сериозна компанија која во ниеден момент и ниеден дел од нејзиното работење не покажа слабост, односно не дозволи да има контаминација во својата работна средина, дури и било какво нарушување на добрата хигиенска пракса или „Halal“ системот на нејзиното работење, што штетно би влијаело на нејзините полупроизводи или готови производи. Одговорноста и чесноста во работењето резултираат со

производство на квалитетни, безбедни и здрави производи, кои одговараат на побаруваните вкусови од страна на конзументите во ова поднебје.

Во прилог на оваа докторска дисертација се направени и неколку тестирања од страна на Факултетот за ветеринарна медицина – Скопје, при „Универзитетот Св. Кирил и Методиј“ во Скопје, Р. С. Македонија. Испитуваниот примерок е пилешка салама екстра од редовното производство на месната индустрија „Лецкер“, а резултатите се прикажани во Известување од тестирање бр.2020/7/67 од Факултетот за ветеринарна медицина – Скопје.

**Табела бр. 59** Резултати од тестирање преземени од известувањето од тестирање бр. 2020/7/67 од Факултет за ветеринарна медицина – Скопје

Пилешка салама екстра бр. Лот: 4050						
Аналит	Метод	Акредитација	Резултат	с	m	М
Salmonella spp.	МКС EN ISO 6579-1:2017	Да	Е1: не е утврдено во 25гр. Е2: не е утврдено во 25гр. Е3: не е утврдено во 25гр. Е4: не е утврдено во 25гр. Е5: не е утврдено во 25гр.	0		

Listeria monocytogenes	МКС EN ISO 11290-1:2017	Да	<p>E1: не е утврдено во 25гр.</p> <p>E2: не е утврдено во 25гр.</p> <p>E3: не е утврдено во 25гр.</p> <p>E4: не е утврдено во 25гр.</p> <p>E5: не е утврдено во 25гр.</p>	0		
Escherichia coli	МКС EN ISO 16649-2:2001	Да	<p>E1:0 cfu/g</p> <p>E2:0 cfu/g</p> <p>E3:0 cfu/g</p> <p>E4:0 cfu/g</p> <p>E5:0 cfu/g</p>	2	500 cfu/g	5000 cfu/g

Според горепрезентираното известување од тестирањето на примерокот – пилешка салама екстра, извршено на 01.07.2020 година, примерокот ги задоволува критериумите за бараните параметри според Правилникот за посебните барања кои се однесуваат на микробиолошките критериуми за храна (Службен весник на РМ, бр.100/2013; 145/2014; 37/2017; 137/2018).

Паралелно на гореизнесените податоци, следува и уште едно тестирање, извршено претходно на истиот производ во истата лабораторија на Факултетот за ветеринарна медицина – Скопје

**Табела бр. 60** Резултати од тестирање преземени од известувањето од тестирање бр. 2020/1/413 од Факултет за ветеринарна медицина – Скопје

Пилешка салама екстра бр. Лот: 3923						
Аналит	Метод	Акредитација	Резултат	с	m	М
Salmonella spp.	МКС EN ISO 6579-1:2017	Да	Е1: не е утврдено во 25гр. Е2: не е утврдено во 25гр. Е3: не е утврдено во 25гр. Е4: не е утврдено во 25гр. Е5: не е утврдено во 25гр.	0		
Listeria monocytogenes	МКС EN ISO 11290-1:2017	Да	Е1: не е утврдено во 25гр. Е2: не е утврдено во 25гр. Е3: не е утврдено во 25гр. Е4: не е утврдено во 25гр. Е5: не е утврдено во 25гр.	0		

Escherichia coli	МКС EN ISO 16649-2:2001	Да	E1:0 cfu/g	0	500 cfu/g	5000 cfu/g
			E2:0 cfu/g			
			E3:0 cfu/g			
			E4:0 cfu/g			
			E5:0 cfu/g			

Известувањето од тестирањето на примерокот – пилешка салама екстра, извршено на 29.01.2020 година, го покажува фактот дека примерокот ги задоволува критериумите за бараните параметри според Правилникот за посебните барања кои се однесуваат на микробиолошките критериуми за храна (Службен весник на РМ, бр.100/2013; 145/2014; 37/2017; 137/2018).

Потврдувањето на третата задача, а во прилог на примарната цел на докторската дисертација, продолжува со физичко – хемиска анализа на неколку случајно избрани прехранбени производи од пилешко и телешко месо на производителот „Лецкер“ ДООЕЛ кој е дел од сложениот самоодржлив технички систем.

Во прилог на севкупните истражувања и анализи е и физичко – хемиската анализа на прехранбени производи одбрани по случаен избор и тоа:

- Шарски колбас пикантен,
- Говедски колбас „Хахџи Ваба“,
- Скарациски колбас,
- Пилешки колбас „Seemiller“,
- Вакумиран говедски суцук,
- Пилешка екстра салама.

Според извештајот на ЈЗУ Центар за јавно здравје – Битола со бр.00213/22, за физичко-хемиска анализа на прехранбен производ Шарски колбас пикантен, се покажува дека испитуваниот примерок одговара на Правилник за квалитет на производи од месо (сл. весник 29/74, 41/80, 13/78 и чл. 44, 45, 48, 49, 52).

**Табела бр. 61** Резултати од испитувања, од лабораторијата за санитарна и токсиколошка хемија, на физичко-хемииска анализа на прехранбен производ Шарски колбас пикантен,

<b>РЕЗУЛТАТИ ОД ИСПИТУВАЊА</b>						
Лабораторија по санитарна и токсиколошка хемија						
<b>Анализа</b>	<b>Резултат</b>	<b>Неисп.</b>	<b>Мин ДК</b>	<b>Макс ДК</b>	<b>U</b>	<b>Метода</b>
<b>Изглед</b>	Својствен за видот	( )				
<b>Мирис</b>	Својствен за видот	( )				
<b>Боја</b>	Својствена за видот	( )				
<b>Влага</b>	52,90%	( )				
<b>Вкупна маст</b>	22,30%	( )		30,00		
<b>Протеини</b>	13,60%	( )		42,00		
<b>Јагленихидрати</b>	2,0%	( )				
<b>Сол</b>	3,2%	( )				

Испитуваниот примерок, според стручното мислење по упатница 00213/22, одговара на прописите во однос на испитаните параметри.

Извештајот на ЈЗУ Центар за јавно здравје – Битола со бр.00214/22, за физичко-хемииска анализа на прехранбен производ говедски колбас „Хахѝ баба“, покажува дека испитуваниот примерок одговара на Правилник за квалитет на производи од месо (сл. весник 29/74, 41/80, 13/78 и чл. 44, 45, 48, 49, 52).



**Табела бр.62** Резултати од испитувања, од лабораторијата за санитарна и токсиколошка хемија, на физичко-хемишка анализа на прехранбен производ говедски колбас „Хахџи баба“

<b>РЕЗУЛТАТИ ОД ИСПИТУВАЊА</b>						
Лабораторија по санитарна и токсиколошка хемија						
<b>Анализа</b>	<b>Резултат</b>	<b>Неисп.</b>	<b>Мин ДК</b>	<b>Макс ДК</b>	<b>U</b>	<b>Метода</b>
<b>Изглед</b>	Својствен за видот	( )				
<b>Мирис</b>	Својствен за видот	( )				
<b>Боја</b>	Својствена за видот	( )				
<b>Влага</b>	48,90%	( )				
<b>Вкупна маст</b>	20,50%	( )		30,00		
<b>Протеини</b>	20,20%	( )		42,00		
<b>Јагленихидрати</b>	1,8%	( )				
<b>Сол</b>	2%	( )				

Извештајот на ЈЗУ Центар за јавно здравје – Битола со бр.00215/22, за физичко-хемишка анализа на прехранбен производ Скарациски колбас, покажува дека испитуваниот примерок одговара на Правилник за квалитет на производи од месо (сл. весник 29/74, 41/80, 13/78 и чл. 44, 45, 48, 49, 52).

**Табела бр. 63** Резултати од испитувања, од лабораторијата за санитарна и токсиколошка хемија, на физичко-хемика анализа на прехранбен производ Скарациски колбас,

<b>РЕЗУЛТАТИ ОД ИСПИТУВАЊА</b>						
Лабораторија по санитарна и токсиколошка хемија						
<b>Анализа</b>	<b>Резултат</b>	<b>Неисп.</b>	<b>Мин ДК</b>	<b>Макс ДК</b>	<b>U</b>	<b>Метода</b>
<b>Изглед</b>	Својствен за видот	( )				
<b>Мирис</b>	Својствен за видот	( )				
<b>Боја</b>	Својствена за видот	( )				
<b>Влага</b>	46,70%	( )				
<b>Вкупна маст</b>	25,20%	( )		30,00		
<b>Протеини</b>	14,90%	( )		42,00		
<b>Јагленихидрати</b>	1,7%	( )				
<b>Сол</b>	3,0%	( )				

Испитуваниот примерок, според стручното мислење по упатница 00215/22, одговара на прописите во однос на испитаните параметри.

Извештајот на ЈЗУ Центар за јавно здравје – Битола со бр.00216/22, за физичко-хемика анализа на прехранбен производ Пилешки колбас SEEMILLER, покажува дека испитуваниот примерок одговара на Правилник за квалитет на производи од месо (сл. весник 29/74, 41/80, 13/78 и чл. 44, 45, 48, 49, 52).

**Табела бр. 64** Резултати од испитувања, од лабораторијата за санитарна и токсиколошка хемија, на физичко-хемишка анализа на прехранбен производ Пилешки колбас SEEMILLER,

<b>РЕЗУЛТАТИ ОД ИСПИТУВАЊА</b>						
Лабораторија по санитарна и токсиколошка хемија						
<b>Анализа</b>	<b>Резултат</b>	<b>Неисп.</b>	<b>Мин ДК</b>	<b>Макс ДК</b>	<b>U</b>	<b>Метода</b>
<b>Изглед</b>	Својствен за видот	( )				
<b>Мирис</b>	Својствен за видот	( )				
<b>Боја</b>	Својствена за видот	( )				
<b>Влага</b>	62,40 %	( )				
<b>Вкупна маст</b>	5,90 %	( )		30,00		
<b>Протеини</b>	16,40 %	( )		42,00		
<b>Јагленихидрати</b>	1,9 %	( )				
<b>Сол</b>	2,9 %	( )				

Испитуваниот примерок, според стручното мислење по упатница 00216/22, одговара на прописите во однос на испитаните параметри.

Извештајот на ЈЗУ Центар за јавно здравје – Битола со бр.00217/22, за физичко-хемишка анализа на прехранбен производ Вакумиран говедски судук, покажува дека испитуваниот примерок одговара на Правилник за квалитет на производи од месо (сл. весник 29/74, 41/80, 13/78 и чл. 44, 45, 48, 49, 52).

**Табела бр. 65** Резултати од испитувања, од лабораторијата за санитарна и токсиколошка хемија, на физичко-хемишка анализа на прехранбен производ Вакумиран говедски суџук,

<b>РЕЗУЛТАТИ ОД ИСПИТУВАЊА</b>						
Лабораторија по санитарна и токсиколошка хемија						
<b>Анализа</b>	<b>Резултат</b>	<b>Неисп.</b>	<b>Мин ДК</b>	<b>Макс ДК</b>	<b>U</b>	<b>Метода</b>
<b>Изглед</b>	Својствен за видот	( )				
<b>Мирис</b>	Својствен за видот	( )				
<b>Боја</b>	Својствена за видот	( )				
<b>Вкупна маст</b>	20,60%	( )		30,00		
<b>Протеини</b>	19,80%	( )		42,00		
<b>Јагленихидрати</b>	1,5%	( )				
<b>Сол</b>	2%	( )				*

Испитуваниот примерок, според стручното мислење по упатница 00217/22, одговара на прописите во однос на испитаните параметри.

Извештајот на ЈЗУ Центар за јавно здравје – Битола со бр.00218/22, за физичко-хемишка анализа на прехранбен производ Пилешка екстра салама, покажува дека испитуваниот примерок одговара на Правилник за квалитет на производи од месо (сл. весник 29/74, 41/80, 13/78 и чл. 44, 45, 48, 49, 52).

**Табела бр. 66** Резултати од испитувања, од лабораторијата за санитарна и токсиколошка хемија, на физичко-хемииска анализа на прехранбен производ Пилешка екстра салама,

<b>РЕЗУЛТАТИ ОД ИСПИТУВАЊА</b>						
Лабораторија по санитарна и токсиколошка хемија						
<b>Анализа</b>	<b>Резултат</b>	<b>Неисп.</b>	<b>Мин ДК</b>	<b>Макс ДК</b>	<b>U</b>	<b>Метода</b>
<b>Изглед</b>	Својствен за видот	( )				
<b>Мирис</b>	Својствен за видот	( )				
<b>Боја</b>	Својствена за видот	( )				
<b>Влага</b>	61,80%	( )				
<b>Вкупна маст</b>	7,00%	( )		30,00		
<b>Протеини</b>	12,80%	( )		42,00		
<b>Јагленихидрати</b>	3,0%	( )				
<b>Сол</b>	2,6%	( )				

Испитуваниот примерок, според стручното мислење по упатница 00218/22, одговара на прописите во однос на испитаните параметри.

Гореприкажаните извештаи за физичко-хемииска анализа на прехранбените производ кои по случаен избор беа избрани и испитувани, јасно покажуваат дека испитуваните производи одговараат на Правилникот за квалитет на производите од месо од сл. весник 29/74, 41/80, 13/78 и чл. 44, 45, 48, 49, 52.

Според сите тестирања, испитувања, добиени резултати, извештаи и анализи на одредени производи од палетата на производи на месната индустрија „Лецкер“, која всушност е дел од вистина голем, меѓусебно поврзан технички систем, кој резултира со мултиплицирани продобивки на своето работење, тие покажуваат на вистина исправни, квалитетни, здрави и производи со одлични органолептички особини, производи кои се спаковани во квалитетни паковања, имаат точен рок на траење, а истите најчесто може веднаш да се конзумираат бидејќи истите се здрави и микробиолошки исправни, а нивното користење нема да го наруши здравјето на конзументите.

Месната индустрија е преполна со конкуренти, кои конкурираат на пазарот како еднакви, но прегледувајќи голем дел од производите резултатите покажуваат дека ретко која месна индустрија работи во толку чиста, здрава и безбедна околина, со минимално сопствено загадување и со тоа производство на здрави продукти кои се безбедни за исхрана, произведени со најмодерна и најсофистицирана техника и технологија на производство, имплементирајќи ги сите стандарди вклучувајќи го „НАССР“ и „Halal“ системот.

Лабораториски испитувања ја покажаа исправноста на производите на месната индустрија, а тоа покажува и за условите на работа, кои се дел од околината, односно дел од сложен самоодржлив технички систем за производство на месни производи чијшто пласман се одвива како во нашата така и во земјите од светот. Според горе изнесените податоци кои се во прилог на првата, втората и третата претходно зададена задача на оваа докторска дисертација, се покажа дека сложениот самоодржлив технички систем е одлична инвестиција со која секој прехранбен производ, особено месните производи, ќе бидат здрави и исправни за конзумација, без потреба од грижи во тој дел.

Со ова се потврдуваат сите три тези, а со тоа индиректно се потврдува и четвртата поставена теза, а сето тоа е во прилог на главната теза – генералната хипотеза, односно примарната цел на оваа докторска дисертација бидејќи нејзиното докажување е во целосна зависност од докажувањето на првите три тези.

## 10.ЗАКЛУЧОК

- Сложениот самоодржлив технички систем кој поврзува три производни системи меѓу кои се системот за производство на месни производи, системот за производство на јајца и системот за производство електрична енергија, разгледувани во оваа докторска дисертација, има мултиплицирани придобивки:
  - Производство на високо квалитетни месни производи;
  - Производство на високо квалитетни јајца и месо од кокошки;
  - Производство на електрична енергија од биоенергија, добиена со користење на биогасот создаден од отпадните материји од системот за производство на јајца и системот за производство на месни производи и искористен за потребите на производствениот капацитет;
  
- Работењето на една биогазна централа е едно од најисплатливите, современи и еколошки оправдани решенија за добивање на електрична енергија посебно ако истата се добива од супстрати од сопствено производство;
  
- Согорувањето на биогасот резултира со минимално, скоро никакво загадување на околната средина бидејќи тој е високо реактивен гас и согорува максимално без некакви остатоци, што покажаа и неговите измерени вредности;
  
- Производството на прехранбени производи во еден ваков сложен технички систем гарантира висок квалитет на самите производи. Високиот квалитет на производите е резултат на меѓу другото и на работењето во еколошки чиста средина, без дополнителни загадувања од нивните отпадни материји кои согоруваат во процес на добивање на електрична енергија со минимално или никакво загадување;
  
- Мултиплицираните придобивки, проверени преку многубројните микробиолошки испитувања, физичко-хемиски анализи и испитувања за емисијата на штетни гасови во воздухот се резултат на правилната експлоатација на еден ваков сложен самоодржлив технички систем;

- Целосната меѓусебна поврзаност и зависност на сите подсистеми во овој сложен самоодржлив технички ја зголемува тежината и ефективноста на неговото управување, но паралелно со тоа ги зголемува бенефитите во однос на стандардните производствени технички системи;
- Постоенето на еден ваков сложен самоодржлив технички систем е од полза на секое општество, како во поглед на намалување на загадувањето на животната средина - неговата еколошка подобност, така и во однос на мултиплицираните бенефити кои произлегуваат од неговото работење - конкурентност на пазарот и со тоа претставува иднината на комбинираното производството.



## КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

1. Abubakar&Ismail. (2012). Anaerobic digestion of cow dung. *ARNP Journal Engineering and Applied Science*, 169-172.
2. Adamič, J. (1991). *Mikrobiologija mesa i proizvoda od mesa*. Novi Sad: Tehnološki fakultet.
3. Ake Nordberg and Mats Edstrom. (1997). *Co-digestion of ley crop silage, straw and manure*. DK-6700 Esbjerg, Denmark: Institute of Biomass Utilization and Biorefinery, SUC Niels Bohrs Vej 9.
4. Alvarez R. et al. (2008). Semi-continuous co-digestion of solid slaughterhouse waste, manure, fruit and vegetable wastes. *Renew Energy* doi: 10.1016/j.renene.2007.05.001, 726–734.
5. Alvarez&Liden. (2009). Low temperature anaerobic digestion of mixtures of llama, cow and sheep manure for improved methane production. *Biomass and Bioenergy*, 527-533.
6. Anderson, K. E. (2008). Overview of natural and organic egg production: Looking back to the future. *The Journal of Applied Poultry Research*, 348-354.
7. Angelidaki, I. (1993). Thermophilic anaerobic digestion of livestock waste: effect of ammonia. *Applied microbiology and biotechnology* 38, 560-564.
8. Azadeh Babae et al. (2013). Anaerobic slurry co-digestion of poultry manure and straw: effect of organic loading and temperature. *J Environ Health Sci Eng*, 11-15.
9. Azadeh Babae, Jalal Shayegan & Anis Roshani . (2013, July 03). Anaerobic slurry co-digestion of poultry manure and straw: effect of organic loading and temperature. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*.
10. Banin, D. (2007). *Meso i mesne preradevine*. Beograd.
11. Bartov I et al. (1971). Variability of cholesterol concentration in plasma and egg yolks of hens and evaluation of the effect of some dietary oils. *Poultry Science* Vol. 50, 1357-64.

12. Bell, D. &. (2001). Commercial chicken meat and egg production, 5th edition. *Los Angeles, California, USA, Kluwer.*
13. *Bioenergy Fact Sheet.* (2020, 12 25). Повратено од Bioenergy in Europe: [https://www.etipbioenergy.eu/images/ETIP\\_B\\_Factsheet\\_Bioenergy%20in%20Europe\\_rev\\_feb2020.pdf](https://www.etipbioenergy.eu/images/ETIP_B_Factsheet_Bioenergy%20in%20Europe_rev_feb2020.pdf)
14. Brennan, M. (2007). *Assessment of Biomass Energy Potential in New Jersey.* New Brunswick, NJ: New Jersey Agricultural Experiment Station.
15. Brumfield, R. (2011). Switchgrass Bioenergy Budgets. *New Jersey Agricultural Experiment Station.*
16. Budimir&Prskalo. (2012). *Pokretanje biogasnih postrojenja na govedarskim farmama u Bosni i Hercegovini.* Agroknowledge Journal. Vol.13. 3, p. 483-490. DOI: 10.7251/AGRSR1203483B.
17. Cavinato et. al. (2013). Mesophilic and thermophilic anaerobic co-digestion of waste activated sludge and source sorted biowaste in pilot-and full-scale reactors. *Renewing energy*, 260-265.
18. Chum, H. (2011). *Bioenergy.* Brazil: Petrobras-NREL CRADA.
19. COMMISSION REGULATION (EC) No 589/2008. (2008). laying down detailed rules for implementing Council Regulation (EC) No 1234/2007 as regards. *Official Journal of the European Union*, 10-11.
20. Dakić M. et. al. (1984). *Higijena mesa (Higijena mesa živine i jaja).* Beograd: Veterinarski Fakultet.
21. Đaković M. G. (1989). *Industrijska proizvodnja gotove hrane.* Beograd,: Naučna knjiga.
22. Đaković, G. M. (1989). *Industrijska proizvodnja gotove hrane.* Beograd: Naučna knjiga.
23. Development, U. N. (2008). Biofuel production technologies:status, prospects and implications for trade and development. *United Nations Conference on Trade and Development* (crp. 26). Geneva: UNCTAD secretariat Palais des Nations,CH-1211.

24. Domnanovich AM. (2006). A pH-based control of ammonia in biogas during anaerobic digestion of artificial pig manure and maize silage. *Process Biochem.*, 1235–1238.
25. Dr.B. Bharathiraja et. al. (2018). Biogas production –A review on composition, fuel properties, feed stock and principles of anaerobic digestion. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 570-582.
26. El-Shinnawi et al. . (1989). Changes of organic constituents of crop residues and poultry wastes during fermentation for biogas production. *Applied microbiology and biotechnology*, 475-486.
27. EPA. (1996). *Municipal Solid Waste*; . Washington, DC,: United States Environmental Protection Agency (EPA).
28. F.P.Gene. (1986). Fundamentals of anaerobic. *Environmental Engineering 112*, 867-920.
29. Farrell, D. (2013). The role of poultry in human nutrition. *Poultry development review*, 2-3.
30. Feng Zhang et. al. (2020). The Mixed Fermentation Technology of Solid Wastes of Agricultural Biomass. *Front. Energy Res.* <https://doi.org/10.3389/fenrg.2020.00050>.
31. Garba, B. (1995). Effect of some operating parameters on biogas production rate. *Nigerian Journal of Renewable Energy*, 36-44.
32. Gerber P. et al. (2006). *Livestock's long shadow. Environmental issues and options.* Food and Agriculture Organisation of United Nations.
33. Gill, M. S. (2010). Mitigating climate change: the role of domestic livestock. *Animal 4*, 323-333.
34. Glatz, P. &. (2004). Production systems, poultry. *Encyclopaedia of meat sciences.* Oxford, UK, Elsevier, 1085-1092.
35. Goodland, R. A. (2009). . Livestock and Climate Change. What if the key actors in climate change were pigs, chickens and cows? *Worldwatch*, 10-19.
36. Grupa, a. (1977). *Kvalitet mesa i standardizacija*; . Sarajevo: Jugoinspekt.

37. Guler Yenice et al. (2016). Quality of eggs in different production systems. *Food Technology and Economy, Engineering and Physical Properties Czech J. Food Sci*, 370-376.
38. Gunaseelan, V. (1997). Anaerobic digestion of biomass for methane production. *Biomass and Bioenergy*, 83-114.
39. Gunaseelan, V. (2004). Biochemical methane potential of fruits and vegetable solid waste feedstocks. *Biomass and Bioenergy*, 389-399.
40. Heinz, G. (2007). *MEAT PROCESSING TECHNOLOGY FOR SMALL- TO MEDIUM-SCALE PRODUCERS*. Bangkok: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS REGIONAL OFFICE FOR ASIA AND THE PACIFIC.
41. Helmut Muche & Harald Zimmerman, . (1985). A Publication of the Deutsches Zentrum für Entwicklungstechnologien - GATE. *Division of the Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH*, 1-25.
42. Helsel, Z. (2009). Crop Residues as a Potential Bioenergy Resource. *New Jersey Agricultural Experiment Station*.
43. Herrero M. et. al. (2011). Livestock and greenhouse gas emissions: The importance of getting the numbers right. *Animal Feed Science and Technology*, 779-782.
44. Historical Materials from UNL Extension in Lancaster. (1959). *Breeds of Chickens for Meat and Egg Production*. Nebraska - Lincoln: University of Nebraska - Lincoln.
45. Holt et al. (2011). The impact of different housing systems on egg safety and quality. *Poultry Science*, 251-262.
46. Horváth, e. a. (2016). Recent updates on biogas production. *Biofuel research journal*, 394-402.
47. J. C. Barker. (2001). *Methane fuel gas from livestock wastes, a summary*. *Water Quality and Waste Management*. North Carolina: Cooperative Extension Service.
48. Jabłonski, e. a. (2015). Methanogenic archaea database containing physiological and biochemical characteristics. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 65.

49. Jawaid, M. (2017). Introduction to biomass and its composites. Bo *Lignocellulosic Fibre and Biomass-Based Composite Materials* (стр. 1-11). Serdang, Malaysia: Universiti Putra Malaysia.
50. Joksimović J et. al. (1983). *Kvalitet i prerada mesa*. Beograd.
51. Juric et al. (2005). Letopis nauchnih radova Godina 29. *Nutritivna i upotrebna vrednost jaja*, стр. 138-145.
52. Juric et al. (2005). Nutritivna i upotrebna vrednost jaja. *Letopis nauchnih radova broj 1*, 138-145.
53. K. Al bkoor Alrawashdeh et al. (2017). Codigestion of untreated and treated sewage sludge with the organic fraction of municipal solid wastes. *Fermentation*, 35.
54. Karapidakis, E. S. (2006). Electric power production by biogas generation at volos landfill in Greece. *Technological Educational Institute of Crete, Department of Natural Resources & Environment*.
55. KeChrist et. al. (2017). Slurry utilization and impact of mixing ratio in biogas production. Vol. 40, Number 10. *Chemical Engineering & Technology*, 1742-1749.
56. Khan, S. (2015). Biomass as Renewable Energy. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology (IARJSET)*, 301-304.
57. Khan, S. (2015). Biomass as Renewable Energy. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology (IARJSET)*, 301-304.
58. Lindkvist, E. (2020). *System studies of biogas production*. Linköping University, Sweden: Division of Energy Systems, Department of Management and Engineering.
59. Liu&Whitman. (2008). Metabolic, phylogenetic, and ecological diversity of the methanogenic archaea. *Incredible anaerobes from physiology to genomics to fuels*, 171-189.
60. Logan B.E. (2006). *Environmental Science & Technology*.
61. Maragkaki et. al. (2008). Boosting biogas production from sewage sludge by adding small amount of agro-industrial by-products and food waste residues. *Waste managment*, 605-611.

62. Marie-Laure Augère-Granier . (2019). *The EU poultry meat and egg sector*. Brussels: EPRS.
63. Mašić, B. (1995). *Proizvodnja jaja sa malim jatima kokoši*. Beograd: Institut za primenu nauke u poljoprivredi.
64. Masse DI, Masse L. . (2001). The effect of temperature on slaughterhouse wastewater treatment in anaerobic sequencing batch reactors. *Bioresour Technol*, 91-98.
65. Maxwell T Hincke et al. (2012). The eggshell: structure, composition and mineralization. *Frontiers in Bioscience*, 1266-1280.
66. McKendry, P. (2001). Energy production from biomass (part 1): overview of biomass. *Bioresource Technology* 83 , 37-46.
67. Mohammad Roman Miah et al. (2015). *Production of biogas from poultry litter mixed with the co-substrate cow dung*.
68. N. Anso et al;. (2000). *Rokel Pig Farm Biogas Demonstration Plant*. Denmark: Folkecenter for Renewable energy.
69. Nakakubo, R. (2008). Ammonia inhibition of methanogenesis and identification of process indicators during anaerobic digestion. *Environ. Eng. Sci* 25, 1487-1496.
70. Nathaniel Sawyerr et al. (2019). An Overview of Biogas Production: Fundamentals, Applications and Future Research. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 105-116.
71. Navickas, K. (2007). Biogas for farming, energy conversion and environment protection,. *International symposium: Biogas, technology and environment*, 25-29.
72. Nielsen J.B.H. (2008). The Future of Biogas in Europe: Visions and Targets until 2020. *Biogas – a promising renewable energy source for Europe*.
73. Ojolo SJ et al. (2007). Utilization of poultry, cow and kitchen wastes for biogas production: comparative analyses. *Iranian Journal of Environmental Health Science Engineering*, 223–228.

74. P. Vindis et.al. (2009). The impact of mesophilic and thermophilic anaerobic digestion on biogas production. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 193-198.
75. P.H. Johnston et al. (2001). Anaerobic co-digestion of hog and poultry waste. *Bioresour Technolgy* doi: 10.1016/S0960-8524(00)00087-0., 165–168.
76. Patel Amit. (2018). Biomass, Its Potential and Applications. Bo R. K. Sani, *Biorefining of Biomass to Biofuels* (стр. 25-52). Springer.
77. Popović, D. (2010). *Proizvodnja biogasa na peradarskoj farmi u prnjavorskoj regiji*. LIR, Banja Luka, : pp.6-10.
78. PRODUCTION NATIONAL RESEARCH INSTITUTE OF ANIMAL, . (2018, September 5). *Poultry breeding technology*. Повратено од IMPROFARM: <http://www.izoo.krakow.pl/improfarm/en/poultryEN.pdf>
79. Pulak A.N. et. al. (2013). Study on bio-methanation using poultry dropping with cowdung. *JNU JSci*, 1-9.
80. R., R. (1985). *Sve od mesa*. Beograd: IRO Sloboda.
81. Rabii et. al. (2019). . A review on anaerobic co-digestion with a focus on the microbial populations and the effect of multi-stage digester configuration. *Energies*, 1106.
82. Rahelić, S. (1978). *Osnove tehnologije mesa: mišić-sastav i postmortalne promjene*. Zagreb: Školska knjiga, Zagreb.
83. RANDY SCOTT JACKSON, JR. (2006). *Economic implications of anaerobic digesters*. Texas, USA: Graduate Studies of Texas A&M University.
84. Rašeta, J. (1970). *Higijena i tehnologija mesa živine i jaja*. Beograd: Veterinarski fakultet.
85. Romanoff AL & Romanoff AJ. (1949). *The avian egg*. NY: John Wiley and Sons.
86. S. M. Ngaram et. al. (2016). BIOGAS GENERATION FROM POULTRY MANURE. *Gashua Journal of Sciences and Humanities Vol. 2, Issue 2*, 43-47.

87. Savić I, P. R. (1969). *Kontrola kvaliteta proizvoda od mesa*. Beograd: Privredni pregled.
88. Savić I., M. Ž. (1983). *Privredni pregled*. Beograd.
89. Scholwin, P. D.-I. (2015, Април 23). *Future directions of technical developments in the European biogas industry. Biogas in Hungary and in Europe*; Повратено од Biogas und energie: [https://www.biogasundenergie.de/downloads/scholwin\\_publication\\_57.pdf](https://www.biogasundenergie.de/downloads/scholwin_publication_57.pdf)
90. Senčić et al., Đ. (2010). *Proizvodnja mesa*. Osijek: Sveučilište J.J. Strossmayera - Osijeku.
91. Šilja M. S. (1994). *Zanatska prerada mesa*. Beograd: Ekološki pokret Beograda.
92. Škrbic Z., et. al. (2004). Effects of producer and season on internal quality traits of table eggs from Isabrown layer. *XXII World's Poultry Congress*, стр. 386.
93. Stanković, V. (2018). *Proizvodnja biogasa iz tečnog stajnjaka. Poloprivredne savetodavne i stručne službe Srbije*.
94. Sutaryo et.al. (2014). Ammonia inhibition in thermophilic anaerobic digestion of dairy. *J. Indonesian Trop. Anim. Agric*, 83-90.
95. Swayne, D. &. (2008). Trade and food safety aspects for avian influenza viruses. *Avian influenza*, 499-512.
96. Tešić, M. (2008). *Potencijali i uslovi za savremeno korišćenje biomase u AP Vojvodini*. Novi Sad, Serbia.
97. Tiehm, A. (2001). Ultrasonic waste activated sludge disintegration for improving anaerobic stabilization. *Water Research* 35, 2003-2009.
98. USDA. (2020, 09 28). *GENESUS*. Повратено од <http://www.genesus.com>: <http://www.genesus.com/mk/consumers-pork-quality-sensory-taste/>
99. Vicenta et al. (1984). A study of some factors affecting biogas production from pineapple peelings. *Proceedings of the second ASEAN Workshop on biogas production applied to the management and utilization of food waste materials*, 189-202.



100. Vuković, K. (1992). *Osnove tehnologije mesa* . Beograd: Infotek.
101. Wahyono, N. D. (2018). A Review of the Poultry Meat Production Industry for Food Safety in Indonesia. *Journal of Physics Conference Series* 953(1):012125.
102. Warren, T. e. (1995). Converting biomass to electricity on a farm-sized scale using downdraft gasification and a spark-ignition engine. *Bioresource Technology* 52, 95-98.
103. WBA. (2018). *Biogas – an important renewable energy source*. Stockholm, Sweden: World bioenergy association.
104. WBA. (2020). *GLOBAL BIOENERGY STATISTICS* . USA: World bioenergy association.
105. Wikipedia.org. (2021, 03 30). *Wikipedia*. Повратено од [https://mk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B5%D0%B8#%D0%9C%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BD%D0%B0\\_%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D1%81%D0%B8%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%98%D0%B0](https://mk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B5%D0%B8#%D0%9C%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BD%D0%B0_%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D1%81%D0%B8%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%98%D0%B0)
106. Wilkie, A. C. (2008). Biometane from biomass, biowaste and biofuels. *Bioenergy, AMS Press Washington, DC*, 195-205.
107. Y. H. Hui et al. (2012). *Handbook of Meat and Meat Processing*. Wales: CRC Press.
108. Zaheer, K. (2015). An Updated Review on Chicken Eggs: Production, Consumption, Management Aspects and Nutritional Benefits to Human Health. *Food and Nutrition Sciences*, 1208-1220.
109. Zoran Petrović et. al. (2015). Meat Production and Consumption: Environmental Consequences. *Procedia Food Science* 5, 235-238.
110. Апостолоски, З. (2020). *Биоразградливиот отпад, идеална сировина за производство на биогаз*.
111. Димитровски ет ал. (2011). *Priracnik za zainteresiranite korisnici na tehnologija za biogas na stocarska farma*.

112. Димитровски, ет ал. (2010). *Прирачник за заинтересираните корисници на технологија за биогаз на сточарска фарма*. Скопје, Р.Македонија.
113. Јанковска, С. (1985). *Производство на биогаз во СРМ*. Белград: Термотехника.
114. Марковски, Н. (2015). *Биогаз и биогазни постројки*. Битола: УКЛО Битола.
115. Митановски Д. (2016). *Искористување на потенцијалот од обновливите извори на енергија во Р.Македонија за производство на електрична енергија*. Битола: Магистерски труд. Технички факултет, Универзитет Св."Климент Охридски".
116. Ниниќ, Н. (1992). *Сагоревање биомасе у енергетске сврхе*. Белград: Југословенско друштво термичара, Научна књига.
117. Петровски & Филкоски. (2005). *Енергија од биомаса во општините Берово, Гевгелија и Струга*. Скопје: УНДП Програма "Локално управување за Одржлив Човечки и Економски Развој", .
118. Џозефа Виатер, М. Х. (2017). *Органското ѓубриво како супстрат во производството на биогаз*. *Еколошки инженеринг*, 226-234.