



## Метан хийн ялгаралт тэжээлийн идэмжээс хамаарах нь

Н.Солонго, А.Отгонжаргал, Н.Тогтохбаяр\*

Мал аж ахуй, биотехнологийн сургууль, ХААИС

\*Холбоо барих хаяг: n.togtokhbayar@muls.edu.mn

### ХУРААНГУЙ

Бид судалгаанд “Нутгийн х Дорпер” хонины F1 эрлийз, 44.5-61.1 кг амьдын жинтэй 15 хонийг сонгож туршилтын 3 бүлэгт (n=5) хувааж бүдүүн тэжээл 50, хүчит, эрдэс тэжээл 50 хувь бүхий жороор тэжээв. Туршлагын бүлгүүдэд хорголжин тэжээлийг хоногт I-р бүлэгт 2.5 кг, II-р бүлэгт 1.48 кг, III-р бүлэгт 1.11 кг-аар өгч метан болон нүүрсхүчлийн хийн ялгаралтыг судлав. Туршилтын хугацаанд I-р бүлгийн хонь 6.65 л, II-р бүлгийнх 5.05 л, III-р бүлгийнх 1.78 л метан хий ялгаруулсан ба I бүлэг бусад бүлгийнхээс 24.1-71.8 хувиар илүү ялгаруулсан байна (P<0.01). Метан хийн ялгаралт, тэжээлийн идэмж хоорондын хамаарлыг судлахад эерэг хамааралтай буюу 67.0 хувь нь идсэн тэжээлээс хамаарч байна.

**Түлхүүр үг:** идэмж, метан хий, нүүрсхүчлийн хий

### ОРШИЛ

Сүүлийн үед дэлхийн дулааралд агаар мандалд ялгарч буй хүлэмжийн хий хамгийн их нөлөөлж байгаа билээ. Хүлэмжийн хийнд нүүрсхүчлийн, метан хий, азотын давхар исэл ихэнх хувийг эзэлдэг байна [2]. Метан хий нь нүүрсхүчлийн хийнээс 60 дахин хүчтэй боловч агаар мандалд байх хугацаа нь 8-10 жил, нүүрсхүчлийн хий 100 жил байдаг гэж үздэг. Агаарт цацагдсан хүлэмжийн хий нь дэлхийг тойрсон бүрхэвч бий болгодог бөгөөд тэр нь нарнаас дэлхийд ирж буй дулааныг нэвтрүүлдэггүй атлаа дэлхийгээс ялгарч буй дулааныг цацрагийг гадагш гаргадаггүй аж [1]. Иймээс дэлхийн дулаарлыг бууруулахад агаар мандалд байх метан болон нүүрсхүчлийн хийн хуримтлалыг бууруулах нь нэн тэргүүний зорилт болж байна. Дэлхийн дээр мал аж ахуйгаас жилд 100 гаруй сая тонн метан хий ялгардаг. Метан хий нь хивэгч мал амьтдын тэжээл боловсруулах эрхтэнд устөрөгч болон нүүрс ус, хүчилтөрөгчгүй

орчинд исэх үед гадагшлан байгаль орчин дахь хүлэмжийн хийг нэмэгдүүлдэг. Мал амьтнаас ялгарч буй нийт метаны 95.5% орчим нь малын тэжээл боловсруулах үйл явцад үүсдэг [9]. Нэг хивэгч малаас ялгарах метаны хэмжээ харьцангуй бага боловч дэлхийн мал, амьтдын байгаль орчинд үзүүлэх сөрөг нөлөө асар их юм. Иймээс хивэгч малын хоногт идсэн тэжээл боловсрох явцад ялгарч буй метан болон нүүрсхүчлийн хийн хэмжээг судлах шаардлагатай.

“Хонины идсэн тэжээлээс ялгарч буй метан болон нүүрсхүчлийн хийн хэмжээг тодорхойлох”-д оршино. Бид дээрх зорилгын хүрээнд дараах зорилтуудыг дэвшүүлэн ажиллав. Үүнд:

- Хорголжин тэжээлээр туршилтын бүлгийн хонийг тэжээж, түүний идэмжийг тодорхойлох
- Туршилтын бүлгүүдийн хониноос ялгарах метан болон нүүрсхүчлийн хийн хэмжээг тодорхойлох зэрэг болно.

### СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

Тус судалгааны ажлыг БНХАУ-ын ӨМӨЗО-ны Тариалан мал аж ахуйн шинжлэх ухааны хүрээлэнгийн харьяа “Тогтох” хошуунд байрлах хонины туршилтын баазыг түшиглэн 2015 оны 11-р сарын 25-аас 2016 оны 01-р сарын 10-нийг хүртэлх хугацаанд хийж гүйцэтгэв. Судалгааны тоон мэдээллийг SPSS 16.0 ANOVA, Excel-Regression ашиглан боловсруулав.

**Тэжээлийн жор.** 40 кг амьдын жинтэй хээлтэй эм хонины /нэг хургатай болон ихэр хургатай/ хоногийн нормыг үндэслэж тэжээлийн жорыг өвс 50, буурцгийн хаягдал хальс 12, эрдэнэшишийн үр 35.12, эрдсийн холимог 2.88 хувиар тооцож боловсруулав (АНУ-ын NRC., 2007). Буурцгийн хаягдал нь үр тарианы хаягдал, хальс ихтэй эслэгээр баялаг тэжээл [3]. Туршилтын ажлыг бэлтгэл /5 хоног/ болон тооцооны /10 хоног/ үе

шаттай явуулж, бэлтгэл үед хоногт хонины идэж чадах тэжээлийн хэмжээг гаргаж, туршилтын I

бүлэгт 2.5, II бүлэгт буюу 1.48, III бүлэгт 1.11 кг-аар ялгавартай тэжээхээр тооцов.

Table 1

Recipe of compound feed, %	
Түүхий эдийн нэр	Эзлэх хувь
Өвс	50
Эрдэнэшишийн үр	35.12
Буурцгийн хаягдал	12
CaHPO <sub>4</sub>	1.67
NaCl	0.5
CO <sub>2</sub> Ca	0.41
Премикс	0.3
Хорголжин тэжээлийн шимт чанарын үзүүлэлт	
Солилцлын энерги, МДж	12.01 МДж
Шингэх уураг, г = (солилцлын уураг)	87.45 г
Солилцлын энерги: Шингэх уураг	137.33 г/КДж



Figure 1. Measurement of methane emissions of sheep in the experimental groups

**Туршилтын бүлгийн мал сонгох.** Судалгаанд “Нутгийн х Дорпер” хонины F1 эрлийз хониноос бие бялдар, нас хүйсээр ойролцоо, эрүүл чийрэг,

дунджаар 44.5-61.1 кг амьдын жинтэй 15 эм хонь сонгож туршилтын 3 бүлгийг (n=5) санамсаргүй түүврийн аргаар бүрдүүлэв.

Table 2

Live weight of sheep in the experimental groups, average						
Д/д	Бүлгийн дугаар	Хэмжилт хийсэн он сар	Хонины ээмэгний дугаар	Хий хэмжихийн өмнө	Хий хэмжээний дараа	Дундаж
1	I	XII.03	11	55,9	49,4	52,65
2		XII.03	60	57,2	52,4	54,8
3		XII.03	86	52,6	52,3	52,45
4		XII.06	89	54,4	51,7	53,05
5		XII.06	94	63	59,2	61,1
6	II	XII.06	27	54,2	50,7	52,45
7		XII.08	17	55,5	50,4	52,95
8		XII.08	2	52,4	47,8	50,1
9		XII.08	3	56,4	53,2	54,8
10		XII.10	85	55,5	52,1	53,8
11	III	XII.10	92	46,6	42,4	44,5
12		XII.10	88	51,8	48,9	50,35
13		XII.12	26	55,1	52,3	53,7
14		XII.12	96	51,7	50,9	51,3
15		XII.12	24	52,8	51,1	51,95
<i>P &lt; value</i>						<i>Ns</i>

*ns-not significance*

**Метан болон нүүрсхүчлийн хийн ялгаралтыг тодорхойлох.** Туршилтын бүлгүүдийн хонийг тусгайлан бэлтгэсэн хагас задгай хайсанд шингэцийн туршилтын үеийн 1, 3, 5, 7, 9 дэх өдрүүдэд явуулав. Хайсанд оруулсны дараа туршилтын бүлгийн хонийг эхний 24 цаг дасгаж,

дараагийн 24 цагт ялгарах хийг хагас задгай аргаар /Sable system International/ тодорхойлов. Туршлагын хонийг хийн тасагт оруулах болон гаргах үед амьдын жинг тодорхойлж дундаж жинг тооцов (Хүснэгт 2).

**СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ҮР ДҮН**

**Хорголжин тэжээлийн идэмж.** Мал төрөл бүрийн тэжээлийг харилцан адилгүй иддэг бөгөөд жорын шимт чанар, амт, үнэр хэдий чинээ сайн байна төдий чинээ идэмж сайн байдаг.

Хорголжин тэжээлийг I-р бүлэгт 2.5 кг, II-р бүлэгт 1.48 кг, III-р бүлэгт 1.11 кг-ийг өгч тэдгээрийн идэмжийн хувийг доорх зургаар харуулав.

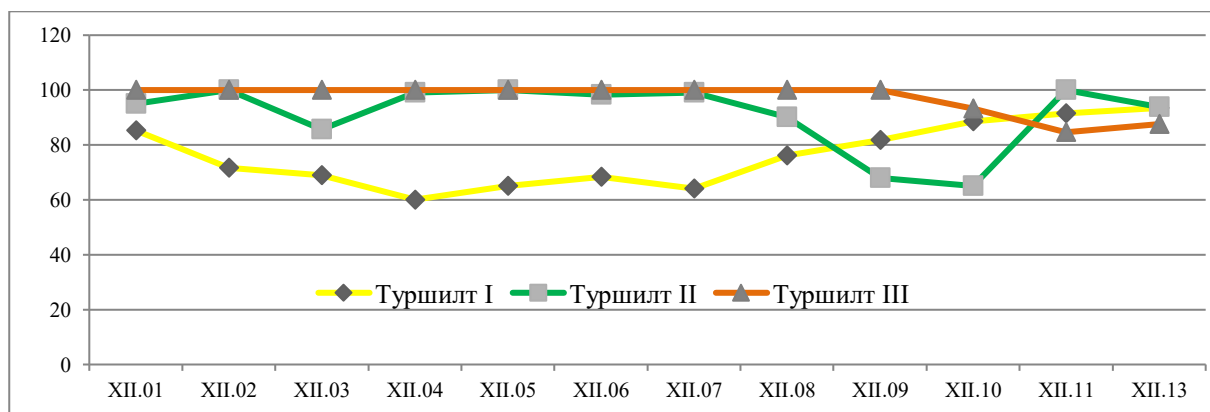


Figure 2. Feed intake of sheep in the experimental groups, %

Хонины хорголжин тэжээлийн идэмж хоногт дунджаар I-р бүлэгт 1.9, II-р бүлэгт 1.3, III-р бүлэгт 1.08 кг байна. Туршилтын I-р бүлгийн хонины идсэн тэжээлийн хэмжээ II-р бүлгийнхээс 0.56, III-р бүлгийнхээс 0.83 кг-аар илүү байна (P<.001). Энэ нь I-р бүлгийн хонинд тэжээлийн хэмжээг хоногийн нормоос илүү өгсөнтэй холбоотой. Харин II болон III-р бүлгийн хонины тэжээлийн идэмж хоорондоо ялгаа багатай байна.

**Туршлагын бүлгүүдийн хонины ялгаруулсан метан болон нүүрсхүчлийн хий.** Метан хий нь хивэгч мал амьтдын тэжээл боловсруулах эрхтэнд устөрөгч болон нүүрс-ус хүчилтөрөгчгүй орчинд эсэх үед үүсч гадагшлан байгаль орчин дахь хүлэмжийн хийн хэмжээг нэмэгдүүлдэг [2]. Иймээс бид туршилтын бүлгүүдийн хонины хорголжин тэжээл идэхэд хэдий хэмжээний метан, нүүрсхүчлийн хий ялгаруулахыг судлав.

Table 3

The amount of methane emissions by the sheep in the experimental groups

Бүлгийн дугаар (n=5)	Тэжээлийн идэмж				Метан хий		
	Өгсөн, г	Үлдээсэн, г	Идсэн, г	Идэмж, %	л/мин	л/хоног	л/кг (ХБ)
Бүлэг I	2500	594 <sup>a</sup>	1906 <sup>a</sup>	76,2 <sup>b</sup>	0,009 <sup>a</sup>	12,65 <sup>a</sup>	6,65 <sup>a</sup>
Бүлэг II	1480	131 <sup>b</sup>	1349 <sup>b</sup>	91,2 <sup>ab</sup>	0,005 <sup>b</sup>	6,95 <sup>b</sup>	5,05 <sup>ab</sup>
Бүлэг III	1110	32 <sup>b</sup>	1078 <sup>b</sup>	97.1 <sup>a</sup>	0,001 <sup>b</sup>	1,94 <sup>b</sup>	1,78 <sup>b</sup>
P<value	-	***	***	***		**	

a, b-ялгааны зэрэг, үнэмшлийн түвшин, \*\*-0.01, \*\*\*-0.001,

Хүснэгтээс үзэхэд туршилтын бүлгүүдийн хонь дунджаар 6.65-1.78 л/кг метан хий ялгаруулж байна. Тухайлбал: I-р бүлгийн хонь 6.65 л/кг, II-р бүлгийнх 5.05 л/кг, III-р бүлгийнх 1.78 л/кг метан хий ялгаруулсан байна (P<0.01). Туршилтын I-р

бүлгийн хонинд тэжээлийг хоногийн нормоос илүү өгсөнтэй холбоотойгоор метан хийн ялгаралт III-р бүлгийнхээс 4.78 л буюу 78.0 хувиар илүү байна. Энэ нь идсэн тэжээлийн хэмжээнээс хамаарч хивэгч малын гүзээнд

исэлдэлт явагдаж, төдий чинээ гэдэсний хий үүсч метан хий ялгаруулдагтай холбоотой юм. Иймээс бид метан хийн ялгаруулалтыг туршилтын бүлгүүдийн хонины идсэн тэжээл хоорондын хамаарлыг судлав.

**Метан хийн ялгаралт, тэжээлийн идэмж хоорондын хамаарал.** Туршилтын бүлгүүдийн хонины идсэн тэжээлийн хэмжээг метан хий ялгаралттай холбон шугаман хамаарлыг үзэхэд маш хүчтэй буюу эерэг хамааралтай, 67.0 хувь нь идсэн тэжээлээс хамаарч байна.

$$\text{Метан хий (г/хоног)} = -9,9811 + 0,01 (\text{идэмж, г}); R^2 = 67.0\% \\ \pm 3.45 \pm 0.002 \\ P < 0.001$$

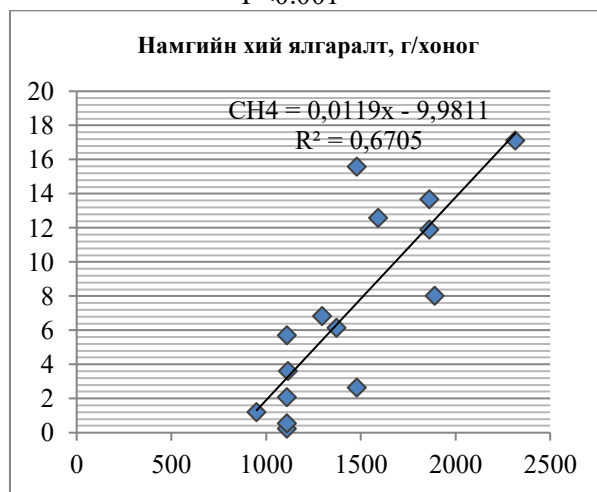


Figure 3. Methane emissions, g/d

Table 4

The amount of carbon emissions by the sheep in the experimental groups

Бүлгийн дугаар (n=5)	Тэжээлийн идэмж				Нүүрсхүчлийн хий		
	Өгсөн, г	Үлдээсэн, г	Идсэн, г	Идэмж, %	л/мин	л/хоног	л/кг (ХБ)
Бүлэг I	2500	594 <sup>a</sup>	1906 <sup>a</sup>	76,2 <sup>b</sup>	0,26	377,50	197,3 <sup>b</sup>
Бүлэг II	1480	131 <sup>b</sup>	1349 <sup>b</sup>	91,2 <sup>ab</sup>	0,26	368,71	274,5 <sup>a</sup>
Бүлэг III	1110	32 <sup>b</sup>	1078 <sup>b</sup>	97,1 <sup>a</sup>	0,22	312,98	288,1 <sup>a</sup>
<i>P &lt; value</i>	-	***	***	***			***

Нүүрсхүчлийн хий нь мал амьтдын гүзээнд нүүрс усны задралын үр дүнд үүсэн гардаг бөгөөд тэжээлийн ач холбогдолгүй задарч алдагддаг хий юм [2]. Туршилтын I-р бүлгийн хонь хоногт дунджаар 197.3, II-р бүлэг 274.5, III-р бүлэг 288.1 л/кг нүүрсхүчлийн хий ялгаруулж байна.

**Нүүрсхүчлийн хийн ялгаралт, тэжээлийн идэмж хоорондын хамаарал.** Туршилтын бүлгүүдийн хонины идсэн тэжээлийн хэмжээг нүүрсхүчлийн хий ялгаралттай холбон үзэхэд хүчтэй буюу эерэг хамааралтай ба 44 хувь нь идсэн тэжээлээс хамаарч байна.

$$\text{Нүүрсхүчлийн хий (г/хоног)} = 203,26 + 0,10 (\text{идэмж, г}); R^2 = 43.8\% \\ \pm 48.63 \pm 0.03 \\ P < 0.01$$

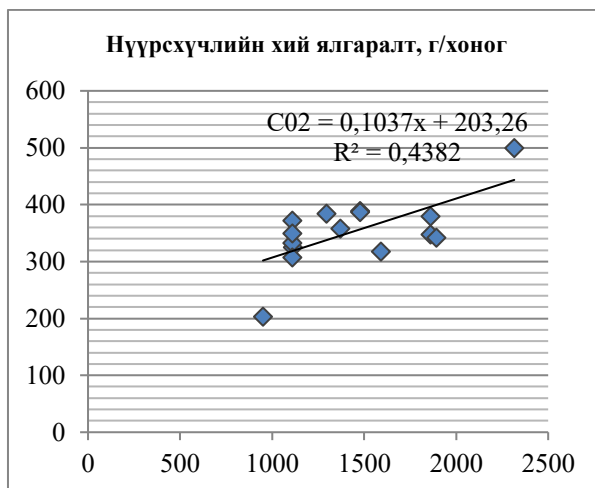


Figure 4. Carbon emissions

### ШҮҮН ХЭЛЭЛЦЭХҮЙ

Малын идсэн тэжээлийн төрөл, хэмжээ нь хоол боловсруулах эрхтэнд үүсч байгаа метан хийд шууд нөлөөлж байна хэмээн үздэг. Хивэгч малаас ялгарах метан нь тэжээл боловсруулах онцлогоос гадна идсэн тэжээлийн хэмжээ, төрлөөс хамаардаг. Эслэг ихтэй тэжээлээр малыг тэжээхэд чанар сайтай өвсөөр тэжээснээс илүү их намгийн хий ялгардаг. Гүзээнд нүүрс ус исэх, пировиноградын хүчил, мурины хүчлийн задрал, өөхний дэгдэмхий хүчлүүд шүлсний бикарбонатуудтай урвалд орж саармагжих үед нүүрсхүчлийн хий их хэмжээгээр үүснэ. Нүүрсхүчлийн хий устөрөгчтэй холбогдон ангижрахад ихэвчлэн метан хий үүснэ. Үүссэн хийн ихэнх нь хэврэлтээр гадагшладаг. Гүзээний ханын хучуур эс нүүрсхүчлийн хий ба метаныг нэвтрүүлэх чадвартай байна гэжээ [2]. Ц.С.Пинарес., Жонн Колин, Кен Ж Доддс, Харри Кларк [5] нар 105 эм хурганд метан хий ялгаруулалтыг 4 өдөр хэмжихэд дунджаар  $18.4 \pm 0.38$  г/кг (ХБ) ялгаруулсан байна. Цаашид туршилтын дээрх хониноос метан хий хамгийн их болон бага ялгаруулж байсан тус бүр 10 хонийг сонгож, туршилтын эхэнд хэрчсэн ногоон тэжээл, хоёрдугаарт 400:600 харьцаатай баяжуулсан хорголжин тэжээлээр тэжээж, хамгийн бага хэрэглээтэй хониныхтой харьцуулахад ногоон тэжээлээр тэжээсэн хониных 13 хувь, хорголжин тэжээлээр тэжээсэн бүлгийнх 36 хувиар илүү байжээ. Бидний судалгаагаар ялгавартай тэжээсэн туршилтын бүлгүүдийн хонины метан хий ялгаралт бүлэг хооронд 24.1-71.8 хувийн зөрүүтэй байгаа нь дээрх судалгаатай ойролцоо байна.

Тао Ма, Кайдонг Дэнг нар [9] Dorper эрлийз хонины метан хийн ялгаруулалтыг хагас задгай системээр тодорхойлоход дунджаар 39.9 л/хоног, тэжээлийн хуурай бодисын идэмжтэй шугаман регрессийг тооцоход  $R^2=0.80$  байна, Зхао [10] нар 82 хонийг ногоон тэжээлээр тэжээж метан хийн ялгаруулалтыг тооцоход 21.1 г/кг,  $R^2=0.86$  байна гэсэн бол бидний судалгаагаар  $R^2=67.0$  гарсан. Мөн Тао Ма, Кайдонг Дэнг нар [9] хорголжин тэжээлийг туршилтанд ашигласнаар илүү хурдан шингэж, улмаар тэжээлийн идэмжийг нэмэгдүүлдэг. Хонин дахь гэдэсний исэлт, метан хийн ялгаруулалт нь тэжээлийн хэрэглээтэй нягт уялдаатай байдаг [9] гэсэн нь бидний судалгаатай дүйж байна.

Хивэгч малаас ялгарах метан хийнд тэжээлийн найрлага, идэмж чухал нөлөөтэй. Хивэгч малыг хялбар шингэдэггүй нүүрс усаар баялаг тэжээлээр тэжээхэд холимог тэжээлийнхээс илүү их исэлдэлт гүзээнд үүсгэдэг (Гигер Ревердин, 2009). Метан хийг бууруулахын тулд хэд хэдэн зүйлийг анхаарах хэрэгтэй бөгөөд үүний нэг нь тэжээлийн нэмэлтүүдийг ашиглан жорын шимт бодисыг баяжуулах нь чухал, өөрөөр хэлбэл тэжээлийн шимт бодисын хэмжээ бага байх тусам малын идэх тэжээлийн хэмжээг нэмэгдүүлдэг. Бидний судалгаагаар тэжээлийн хэмжээ ихсэхэд метан хий ялгаралт нэмэгдэж байгаа нь дээрх судалгаатай ойролцоо байна. Иймээс тухайн малын физиологийн хэрэгцээг хангахуйц чанартай бага хэмжээний тэжээл өгөхуйц боломжийг илрүүлэх нэмэлтүүдийн талаарх судалгааг хийх шаардлагатай [6].

## ДҮГНЭЛТ

Туршилтын бүлгүүдийн хонины идсэн тэжээлийн хэмжээ, ялгаруулсан метан хийн хоорондын шугаман хамаарлыг тооцоход маш хүчтэй буюу

ээрэг хамааралтай, 67.0 хувь нь идсэн тэжээлээс хамаарч байна.

## АШИГЛАСАН БҮТЭЭЛИЙН ЖАГСААЛТ

- [1] Лхагваа.Г, “Дэлхийн ба Монгол орны уур амьсгалын өөрчлөлт, эх дэлхийгээ аврах асуудал”
- [2] Отгонжаргал.А., “Уулын хээрийн зарим бэлчээрийн ургамлын шимт чанар, метан ба нүүрс хүчлийн хий ялгаралт”. ХАА-н докторын зэрэг горилон туурвисан бүтээл., 2012., УБ., хуудас-24, 103
- [3] Ричард О.Келлемс., Д.С.Чурч., Мал амьтлын тэжээл, тэжээллэг., 2015., УБ., х-46
- [4] AGO., National greenhouse gas inventory 2001 with methodology supplements. 2003., Canberra, Australia.
- [5] C. S. Pinares-Patiño., John Colin McEwan., Ken G Dodds., Harry Clark., Repeatability of methane emissions from sheep., June 2011
- [6] David R., Yáñez-Ruiz., Diego Morgavi., Tom Misselbrook., Marcello Melle., Silvija Dreijere., Ole Aes., Mateusz Sekowski., Feeding strategies to reduce methane and ammonia emissions.,
- [7] TW Knight, H Clark, G Molano, SV Maclean, DS Villacorta., Methane emissions from sheep fed different intakes of high quality pasture., 2008., New Zealand., х-2
- [8] Ida M. L. D. Storm, Anne Louise F. Hellwing, Nicolaj I. Nielsen, Jørgen Madsen., Methods for Measuring and Estimating Methane Emission from Ruminants., 2012 Jun; 2(2): х-160–183
- [9] Tao Ma., Kaidong Deng., and Qiyu Diao., Prediction of methane emission from sheep based on data measured in vivo from open-circuit respiratory studies., Vol. 32, No. 9:1389-1396., September 2019
- [10] G. Molano., Harry Clark., The effect of level of intake and forage quality on methane production by sheep., January 2008., Australian Journal of Experimental Agriculture
- [11] Zhao YG, O'Connell NE, Yan T., Prediction of enteric methane emissions from sheep offered fresh perennial ryegrass (*Lolium perenne*) using data measured in indirect open-circuit respiration chambers. J Anim Sci 2016;94:2425-35. <https://doi.org/10.2527/jas.2016-0334>

## **Effects of feed intake on methane gas emission**

**Solongo Narantuya, Otgonjargal Ayushjav, Togtokhbayar Norovsambuu\***

School of Animal Science and Biotechnology, Mongolian University Life Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia

\*Corresponding author: n.togtokhbayar@mul.s.edu.mn

### **ABSTRACT**

Hybrid lambs of Dorper x Native sheep weighted with 44.5-61.1 kg live were selected and divided into three experimental groups. Each experimental groups were fed by 50 percentages grass, 50 percentages of cereals and 50 percentages of mineral containing feeds separately. Methane gas emission was measured from animal fed by pellets amounted 2.5 kg, 1.48 kg and 1.11 kg for first, second and third groups, respectively. During the study period, sheep extricated 6.65 liters, 5.05 liters and 1.78 liters of methane gas. The methane extraction was 24.1-71.8 percentage higher in first feeding groups compared to other two groups ( $P<0.01$ ). The very strong positive correlation was found between the feed intake and methane gas emission. In other words, 67.0 percentages of methane gas emission were caused by the feed intake.

**Key words:** feed intake, methane emission, carbon