



PROGRAMU YA MAFUNZO YA GEAVET KWA CSA

**UJUZI BORA WA MIFUGO NA USINDIKAJI BORA WA BAADA YA
MAVUNO KWA KUTUMIA HALI YA HEWA:**

UGANDA

KITENGO I.I MATUMIZI YA MALISHO YA KUPUNGUZA GESI YA METHANE

TOLEO LA KISWAHILI

GEAVET Project n° 101129027



Open Educational Resources



Kanusho: Imefadhiliwa kwa Pamoja na Umoja wa Ulaya. Hata hivyo, maoni na maoni yaliyotolewa ni ya waandishi pekee na si lazima yaakisi yale ya Umoja wa Ulaya au Wakala wa Utendaji wa Elimu na Utamaduni wa Ulaya (EACEA). Umoja wa Ulaya wala EACEA hawawezi kuwajibika kwa ajili yao.

SEHEMU YA I - NYENZO ZA KUJIFUNZA

1. Utangulizi

Uzalishaji wa mifugo una jukumu muhimu katika Afrika Kusini mwa Jangwa la Sahara (SSA), ukitoa chakula, mapato, thamani ya kitamaduni, na riziki kwa mamilioni ya kaya za vijijini. Kadri mahitaji ya vyakula vinavyotokana na wanyama yanavyoongezeka kutokana na ukuaji wa idadi ya watu, ukuaji wa miji, na kuongezeka kwa mapato, shinikizo kwa mifumo ya mifugo kuzalisha kwa ufanisi na endelevu limeongezeka. Mojawapo ya changamoto kubwa zaidi za kimazingira zinazohusiana na mifugo inayocheua ni uzalishaji wa methane ya enteriki (CH₄), ambayo hutokana na uchachushaji wa vijidudu kwenye utumbo. Methane ni gesi chafu yenye nguvu (GHG) yenye uwezo wa ongezeko la joto duniani mara 28 zaidi ya kaboni dioksidi katika kipindi cha miaka 100, na kufanya upunguzaji wa athari za mifugo kuwa kipaumbele cha kimkakati kwa mifumo ya hali ya hewa duniani na kikanda.

Katika Jangwa la Sahara, uzalishaji wa methane ni muhimu sana kwa sababu mbili muhimu. Kwanza, eneo hilo linatawaliwa na mifumo mikubwa na mchanganyiko wa mifugo, ambapo rasilimali za malisho mara nyingi huwa na thamani ndogo ya lishe, na kusababisha kiwango cha juu cha methane kwa kila kitengo cha maziwa au nyama inayozalishwa. Pili, sekta hiyo inapitia mabadiliko ya haraka, na kuweka shinikizo kwenye maliasili. Mifugo ni mali muhimu si tu kiuchumi bali pia kijamii, kwa hivyo, mikakati ya kupunguza hali ya hewa lazima iboreshwe badala ya kuathiri tija na riziki.

Uzalishaji wa kijanja unawakilisha mojawapo ya mbinu zenye matumaini na zinazoweza kuchukuliwa hatua mara moja ili kupunguza uzalishaji wa methane huku ukiboresha uzalishaji wa wanyama kwa wakati mmoja. Uzalishaji wa kijanja unajumuisha seti ya hatua; ikiwa ni pamoja na ubora wa malisho ulioboreshwa, usawazishaji wa uwiano, viongezeo vya malisho vinavyopunguza methane, mbinu bora za uhifadhi wa malisho, na urekebishaji wa lishe unaobadilisha uchachushaji wa utumbo kuelekea njia zenye ufanisi zaidi wa nishati.

Kitengo hiki kinalenga hasa kwenye malisho ya kupunguza methane, moja ya nguzo kuu za uzalishaji mahiri. Kinakusanya ushahidi wa hivi karibuni wa kisayansi, kinajumuisha tafiti za kesi mahususi za SSA yaani Uganda, Kenya, Tanzania, Ethiopia, Rwanda, Afrika Kusini n.k. na kinaendana na Mifumo ya Umoja wa Ulaya ikijumuisha *Mkataba wa Kijani wa EU, Mikakati wa Shamba hadi Uma, Sheria ya Hali ya Hewa ya Ulaya, na ahadi ya Kimataifa ya Methane.*

Madhumuni ya nyenzo hii ya kujifunzia ni kuwapa wanafunzi, wakufunzi, na wadau:

- Uelewa wa msingi wa uzalishaji wa methane kutoka kwa mifugo
- Mikakati ya kupunguza makali inayotegemea malisho inayohusiana na mifumo ya SSA

- Ushahidi kutoka kwa kesi halisi zinazohusisha Chuo Kikuu cha Makerere, ILRI, KALRO, TALIRI, na CIAT naamazingira ya uandikishaji yanayofaa kwa mafunzo ya ufundi, maonyesho ya shambani, na kazi ya ugani
- Kulinganisha uwezo wa kijani na kidijitali chini ya mfumo wa VET wa EU

2. Uzalishaji wa Methane katika Wanyama Wachanga

Methane ya ndani ni aina ya gesi inayozalishwa ndani ya matumbo ya ng'ombe, mbuzi, kondoo, na wanyama wengine wanaposaga chakula. Wanyama hawa wanapokula nyasi au chakula kingine, vijidudu ndani ya matumbo yao huvunja na wakati wa mchakato huu, hutoa gesi ya methane ambayo wanyama hutoa zaidi wanapobubujika.

Methane ya ndani huzalishwa wakati wa uchachushaji wa vijidudu vya chakula katika utumbo wa ng'ombe, kondoo, mbuzi, na wanyama wengine wanaocheua. Kuelewa mchakato huu ni muhimu kwa kubuni mikakati madhubuti ya kupunguza makali ya ugonjwa kulingana na chakula.

2.1. Misingi ya Uchachushaji wa Rumen

Rumen ni chumba cha uchachushaji tata kinachohifadhi bakteria, protozoa, kuvu, na akea. Nyenzo za mimea zenye nyuzinyuzi (selulosi na hemicellulose) zinapoingia kwenye rumen, vijidudu huvunja na kuwa asidi tete ya mafuta asetati, propionati, butyrate, gesi (CO_2) na H_2) na protini ya vijidudu - baadaye humeng'enywa kwenye utumbo mdogo. Asidi tete za mafuta hutoa 70-80% ya nishati ya mnyama, na kufanya uchachushaji wa uume kuwa muhimu kwa uzalishaji.

2.2. Njia ya Methanogenesis

Methane huzalishwa zaidi na kundi la vijidudu vya rumen vinavyoitwa methanogenic archaea. Wanatumia hidrojeni (H_2) na kaboni dioksidi (CO_2) kutoa methane kupitia mmenyuko ufuatao: ($\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$). Kisha methane hutolewa hasa kupitia mkato (mviringo). Mchakato huu ni muhimu kibiolojia kwa sababu:

- Huondoa hidrojeni iliyozidi, na kuruhusu uchachushaji kuendelea vizuri
- Lakini husababisha upotevu wa nishati (2-12% ya nishati ya chakula)
- Na hutoa gesi chafu yenye nguvu

Kwa hivyo, mkakati wowote unaopunguza upatikanaji wa hidrojeni, unaoelekeza hidrojeni, au unaozuia methanojeni unaweza kupunguza uzalishaji wa methane.

2.3. Mambo Yanayoathiri Uzalishaji wa Methane

Matokeo ya methane hutofautiana kulingana na:

➤ **Muundo wa Lishe**

- Lishe yenye nyuzinyuzi nyingi, lishe zenye ubora wa chini → methane nyingi
- Lishe zenye mkusanyiko mwingi → methane ya chini
- Lishe zenye mafuta mengi → hupunguza methane
- Vichaka vyenye tanini nyingi → huzuia methanojeni

Mifumo ya mifugo ya SSA hutegemea sana mabaki ya mazao yenye ubora duni na malisho ya asili, na kusababisha kiwango cha juu cha methane.

➤ **Usagaji wa Chakula**

Chakula duni hupungua polepole, na kuongeza uzalishaji wa hidrojeni na mavuno ya methani. Kuboresha usagaji chakula kupitia kunde, malisho, na virutubisho hupunguza methani kwa kila kitengo cha bidhaa.

➤ **Fiziolojia ya Wanyama na Uzazi**

Aina za asili (Ankole, Zebu, Boran, Mbuzi Ndogo wa Afrika Mashariki) huwa na:

- Ulaji mdogo wa chakula
- Lishe zenye nyuzinyuzi nyingi
- Uzalishaji mdogo

Hii ina maana kwamba methane yao kwa lita moja ya maziwa au KG ya nyama ni kubwa zaidi, ingawa jumla ya uzalishaji wa hewa chafu kwa kila mnyama mara nyingi huwa chini kuliko aina za kigeni zenye mavuno mengi.

➤ **Jumuiya ya Vijidudu vya Rumen**

Spishi tofauti za methanojeni zinatawala katika mifumo yote ya uzalishaji. Udhhibiti wa lishe unaweza kuhamisha jamii ya vijidudu kuelekea njia za chini za methane.

2.4. Kwa Nini Kiwango cha Methane Kiko Juu Katika SSA

Kiwango cha methane kinarejelea uzalishaji wa methane kwa kila kitengo cha bidhaa za wanyama (maziwa au nyama). SSA ina baadhi ya kiwango cha juu zaidi cha uzalishaji duniani kote kutokana na:

- Malisho duni
- Uhaba wa malisho ya msimu

- Matumizi machache ya virutubisho
- Uzalishaji mdogo kwa kila mnyama
- Mifumo ya malisho kupita kiasi na ya kitamaduni

Hii inafanya upunguzaji wa methane unaotegemea malisho kuwa muhimu na wenye athari katika Mashariki, Kati, na Kusini mwa Afrika.

3. Utambuzi na Tathmini ya Ubora wa Malisho

Ubora wa malisho ni mojawapo ya viashiria vikali vya uzalishaji wa methane katika wanyama wanaocheua. Malisho ya ubora wa juu huboresha usagaji wa chakula, huongeza uzalishaji wa wanyama, na hupunguza methane inayozalishwa kwa kila kitengo cha maziwa au nyama. Kwa hivyo, kuelewa jinsi ya kutambua na kutathmini ubora wa malisho ni ujuzi muhimu kwa wafugaji na wafanyakazi wa ugani.

3.1. Sifa za mwonekano za Malisho Bora

Malisho ya ubora wa juu kwa kawaida huwa:

- Rangi ya kijani inayoonyesha virutubisho vya kutosha
- Majani yenye uwiano wa juu wa majani kwa shina (majani yanaweza kumeng'enywa zaidi)
- Laini na inayonyumbulika lakini si yenye nyuzinyuzi nyingi
- Harufu nzuri inayoonyesha uchangamfu na uhifadhi mzuri
- Mimea ya kunde kama vile Lablab na *Desmodium* Kwa kawaida huwa na kiwango cha juu cha protini na urahisi wa kumeng'enywa kuliko nyasi, na kuzifanya kuwa muhimu kwa kupunguza methane.

3.2. Sifa za Malisho ya Ubora wa Chini

Zinajumuisha:

- Juu ya nyasi zilizokomaa zenye mashina nene na yenye nyuzinyuzi
- Malisho yaliyokaushwa na jua na yaliyoharibiwa na hali ya hewa
- Mabaki ya mazao kama vile stove ya mahindi, stove ya mtama, na maharagwe
- Chakula chenye rangi ya kahawia, chenye kuvunjika, au chenye matope
- Hulisha protini kidogo na nyuzinyuzi nyingi

Chakula hiki huwa kinapunguza usagaji wa chakula, muda mrefu wa kuhifadhi uume na kuongezeka kwa uzalishaji wa methane.

3.2.1. Mbinu rahisi za tathmini ya kiwango cha mkulima

- Ukaguzi wa rangi yaani, Kijani = nzuri, Kahawia/Njano = hafifu.
- Ujani yaani, majani mengi = ubora wa juu

- Kipimo cha ulaini ambapo shina laini na linalonyumbulika = usagaji wa juu zaidi
- Kipimo cha harufu yaani, harufu mpya = nzuri, Harufu ya ukungu = kuharibika
- Ukubwa wa chembe yaani, vyakula vilivyokatwakatwa vizuri huboresha ulaji na kupunguza methane

3.2.2. Kwa nini tathmini hii ni muhimu?

Kutambua malisho ya ubora wa juu ambayo: huongeza usagaji wa chakula, kuharakisha kiwango cha upitishaji wa rumen, kupunguza methane inayozalishwa/kitengo cha chakula, kuboresha uzalishaji wa maziwa na kiwango cha ukuaji, na kupunguza kiwango cha methane kwa kila kilo ya maziwa au nyama.

4. Mikakati ya Kupunguza Methane Inayotegemea Malisho

Mikakati inayotegemea malisho ndiyo mikakati inayoweza kutumika mara moja, yenye gharama nafuu, na inayoweza kupanuliwa zaidi ya kupunguza methane katika Afrika Kusini mwa Jangwa la Sahara. Inafanya kazi kwa kuboresha ubora wa malisho, kubadilisha njia za uchachushaji, au kuzuia moja kwa moja methanojeni. Sehemu hii inaelezea mikakati mikubwa, ya hali ya juu na inayofaa SSA, inayungwa mkono na utafiti kutoka Chuo Kikuu cha Makerere, Taasisi ya Kimataifa ya Utafiti wa Mifugo, Shirika la Utafiti wa Kilimo na Mifugo la Kenya, Kituo cha Kimataifa cha Kilimo cha Tropiki, na wengine.

4.1. Viungo vya Kulisha Vinavyolenga Methanogenesis

Jamii hii inajumuisha misombo ambayo huzuia moja kwa moja vijidudu vinavyozalisha methane au kuelekeza hidrojeni mbali na methanogenesis.

4.1.1. 3-Nitrooxypropanol (3-NOP)

Mbinu ya utekelezaji: 3-NOP huzuia kimeng'anya cha methili koenzyme M reductase, kimeng'anya muhimu kwa usanisi wa methane katika archaea. Ni mojawapo ya vizuizi vya methane vilivyothibitishwa kisayansi zaidi duniani.

Uwezo wa kupunguza:

- Kupungua kwa 20-40% kwa ng'ombe wa maziwa
- Kupungua kwa 25-25% kwa ng'ombe wa nyama
- Ufanisi mkubwa katika lishe bora (kawaida katika mifumo ya kibiashara)

Faida:

- Haiathiri afya ya wanyama
- Huboresha ufanisi wa matumizi ya chakula
- Hakuna mabaki katika maziwa na nyama (kulingana na kanuni za sasa)

Vikwazo kwa SSA:

- Inahitaji mifumo ya ulaji wa kina (TMR, mchanganyiko wa maziwa)
- Ghali na haipatikani sana katika masoko ya Afrika
- Haifai kwa mifumo ya ufugaji au malisho makubwa

4.1.2. Mwani Mwekundu (*Asparagus fomu ya teksis*)

Njia ya Utendaji: Ina bromoform, ambayo huzuia uzalishaji wa methane kwa kuzuia vimeng'anya vya methanogenic.

Uwezekano wa Kupunguza:

- Hadi 80% ya kupunguza methane katika masomo yaliyodhibitiwa
- 20-60% katika hali halisi ya kilimo

Faida:

- Kizuizi chenye nguvu sana cha methane
- Inafanya kazi kwa viwango vya chini sana vya ujumuishaji (0.2-0.5%)
- Uwezekano wa kilimo cha pwani barani Afrika

Wasiwasi:

- Usalama wa bromoform lazima ufuatiliwe
- Hatari ya mabaki
- Changamoto za mnyororo wa ugavi
- Inahitaji umbo lililohifadhiwa (lililokaushwa, lililotolewa mafuta, au lililofunikwa kwa kifuniko)

4.2. Misombo ya Pili ya Mimea

Baadhi ya vichaka vya kulisha na kunde kwa kawaida huwa na misombo ya kemikali ambayo husaidia kupunguza uzalishaji wa methane kwenye utumbo wa mnyama. Misombo hii hufanya kazi kwa upole ndani ya mfumo wa usagaji chakula wa mnyama na inafaa kwa wakulima wadogo kwa sababu hutoka kwenye mimea ambayo tayari imekuzwa katika nchi nyingi za Kusini mwa Jangwa la Sahara.

4.2.1 Tanini

Tanini hupatikana katika vichaka vya malisho kama vile *Calliandra*, *Leucaena*, *Sesbania*, na baadhi *Akazia* spishi. Zikijumuishwa katika lishe kwa kiasi cha wastani, tannins hupunguza kidogo shughuli za vijidudu vinavyozalisha methane, huboresha jinsi protini inavyotumika katika mwili wa mnyama, huongeza uzalishaji wa maziwa kwa kuboresha upatikanaji wa virutubisho na husaidia wanyama kusaga vyakula vya kukaushwa vyenye ubora wa chini kwa ufanisi zaidi.

Utafiti nchini Uganda, Kenya na Rwanda umeonyesha kwamba kuwapa ng'ombe wa maziwa kiasi kidogo cha vichaka vyenye tanini (kilo 1-2 kwa siku) husababisha kiwango cha chini cha methane na uzalishaji mkubwa wa maziwa. (Barwani, 2023).

4.2.2 Saponins

Saponins hupatikana katika mimea kama vile *Sesbaniana* baadhi ya mikunde. Husaidia kupunguza uzalishaji wa methane kwa kupunguza idadi ya protozoa za rumen, ambazo ni vijidudu ambavyo huunga mkono bakteria wanaounda methane kwa njia isiyo ya moja kwa moja.

Kwa ujumla, misombo ya ziada ya mimea hutoa chaguo la kupunguza methane linalopatikana katika eneo husika, la gharama nafuu, na la vitendo linalofaa kwa wakulima kote Kusini mwa Jangwa la Sahara.

4.3. Lipidi za Lishe

Lipidi za lishe ni vyakula vyenye mafuta au mafuta asilia. Zinapoongezwa kwa kiasi kidogo kwenye lishe ya mifugo, husaidia kupunguza uzalishaji wa methane kwa sababu hupunguza kasi ya vijidudu vinavyohusika na uundaji wa methane. Chakula chenye mafuta mengi tayari ni cha kawaida katika mifumo mingi ya wakulima wadogo wa SSA, na kufanya hii kuwa mojawapo ya mikakati ya kupunguza athari inayowezekana.

Nchini Uganda na Tanzania, wakulima wa maziwa kwa kawaida hutumia keki ya mbegu za alizeti, keki ya mbegu za pamba, na vijidudu vya mahindi, ambavyo kwa kawaida vina mafuta. Chakula hiki huongeza kiwango cha nishati katika lishe na kuboresha uzalishaji huku kikipunguza uzalishaji wa methane kwa lita moja ya maziwa au kwa kilo moja ya uzito unaoongezeka (Basarab et al., 2013).

Lipidi hufanya kazi kwa kupunguza kidogo kuvunjika kwa nyuzinyuzi kwenye utumbo wa mnyama na kwa kupunguza shughuli za vijidudu vya methanogenic. Jambo la msingi ni kiasi: kiasi kidogo (5-6% ya jumla ya vyakula vikavu) vina manufaa, lakini mafuta mengi yanaweza kupunguza ulaji wa chakula. Uchunguzi kutoka TALIRI, ILRI na Chuo Kikuu cha Makerere

unaonyesha kwamba kujumuisha virutubisho vyenye mafuta mengi katika lishe ya ng'ombe wa maziwa kunaweza kupunguza methane kwa 5-15%, kulingana na aina na kiasi cha virutubisho kinachotumika. Wakulima pia wanaripoti uboreshaji wa hali ya mwili na mavuno bora ya maziwa kutokana na nishati ya juu ya lishe.

4.4. Nitrojeni kama Sinki la Hidrojeni

Nitrati hutoa "kuzama" kwingine mbadala kwa hidrojeni kwenye utumbo wa mnyama. Katika hali ya kawaida, hidrojeni inayozalishwa wakati wa uchachushaji hutumiwa na vijidudu vinavyozalisha methane. Wakati nitrati zinajumuishwa katika lishe, baadhi ya hidrojeni hii huelekezwa mbali na uundaji wa methane.

Katika SSA, nitrati huletwa kwa kawaida kupitia mabaki ya mazao yaliyotibiwa kama vile vitalu vya Urea-molasi-virutubisho vingi au kupitia virutubisho vya kibiashara vyenye nitrati vinavyotumika katika mifumo ya maziwa yenye kiwango kidogo. Afrika Kusini na sehemu za Kenya zimetumia vitalu vya nitrati katika maeneo ya kulishia na mifumo ya maziwa, na matokeo yakiwa yanaahidi.

Inapotumiwa kwa usahihi, na kwa kiasi kidogo, nyongeza ya nitrati inaweza kupunguza uzalishaji wa methane kwa asilimia 10-20. Pia inaboresha matumizi ya vyakula vya kukaushia vyenye ubora wa chini kama vile stover ya mahindi, na kuifanya ifae kwa ajili ya kulisha msimu wa kiangazi.

Hata hivyo, nitrati lazima zitumike kwa usalama, kwa sababu kulisha kwa kiasi kikubwa ghafla kunaweza kusababisha sumu.

Salama inahusisha: kuingiza nitrati hatua kwa hatua, kutumia vitalu vya malisho vilivyodhibitiwa na kutayarishwa, kuepuka kuwalisha wanyama wenye njaa wakiwa na tumbo tupu, na kufuata viwango vilivyopendekezwa kutoka kwa mawakala wa ugani au watengenezaji wa malisho.

4.5. Malisho na Uboreshaji wa Ubora wa Malisho

Huu ndio mkakati muhimu zaidi kwa SSA, unaoathiri mamilioni ya mashamba madogo.

4.5.1. Malisho Bora

Malisho ya ubora wa juu hupunguza methane kwa kila kitengo cha maziwa/nyama kwa:

- Kuongeza uwezo wa kumeng'anya chakula

- Kupunguza muda wa kuhifadhi katika rume
- Kuongeza ulaji na tija ya chakula

Malisho muhimu yanayotumika Uganda:

- *Brachiariamseto* (Mulato II *Brachiaria ruziziensis*, Cayman, Cobra)
- Nyasi ya Napier iliyoboreshwa (Ouma 2, Kakamega 1, 2)
- Malisho ya mikunde (*Desmodium*, *Clitoria*, *Lablab*)

Uwezekano wa Kupunguza:

Uboreshaji wa kiwango cha methane kwa 10-20%

4.5.2. Uhifadhi na Usindikaji wa Malisho

- Kukatakata
- Utengenezaji wa silaji
- Kutengeneza nyasi
- Matibabu ya urea ya molasi
- Vitalu vya nyongeza

Hizi huboresha usagaji matumbo, na kupunguza moja kwa moja kiwango cha methane

4.6. Nyongeza ya Makini na Usawazishaji wa Mgawo

Kuongeza nafaka, vyanzo vya protini na madini husababisha:

- Uchachushaji wa haraka wa rumen
- Uzalishaji wa juu wa propionati
- Methane iliyopunguzwa

Uwezo wa kupunguza:

Metani ya chini kwa 5-15% kwa kila kilo ya maziwa

Mapungufu:

- Gharama
- Utete wa soko
- Haifai kwa mifumo mikubwa pekee

Jedwali 1. Muhtasari wa Chaguzi za Kupunguza Umaskini kwa SSA

Mkakati	Uwezekano wa Kupunguza	Bora zaidi kwa	Mapungufu
3-NOP	20-40%	Maziwa/malisho mengi	Gharama, upatikanaji
Mwani	20-80%	Maduka ya maziwa ya kibiashara ya pwani	Mnyororo wa ugavi, usalama
Tanini	10-25%	Wakulima wadogo, kilimo cha misitu	Nguvu tofauti
Lipidi	10-25%	Maziwa na malisho ya mifugo	Kuingizwa kwa wingi kunaweza kupunguza usagaji wa nyuzinyuzi
Nitrati	10-20%	Kinachotumia nusu	Hatari ya sumu
Malisho yaliyoboreshwa	10-30%	YOTE NDANI	Inahitaji mafunzo
Kusawazisha Mgawo	5-15%	Maziwa	Gharama ya makinikia

5. Marejeleo

Abdu, S., Robinson, T., & Thornton, P. K. (2021). *Mifugo na mabadiliko ya tabianchi: Njia za kupunguza methane kwa Afrika Kusini mwa Jangwa la Sahara* (Karatasi ya Majadiliano ya ILRI). Taasisi ya Kimataifa ya Utafiti wa Mifugo. <https://www.ilri.org/ilri.org+1>

Ali, A. I., Kurwijila, L., & Mtengeti, E. J. (2020). Athari za kuongeza keki ya alizeti kwenye mavuno ya maziwa na uzalishaji wa methane kwa ng'ombe wa maziwa wa Tanzania. *Afya na Uzalishaji wa Wanyama wa Kitropiki*, 52(4), 1323–1332.

Barwani, D. K. (2023). *Miti na Vichaka Malisho Mashariki mwa Jamhuri ya Kidemokrasia ya Kongo: Vigezo vya Matumizi, Thamani ya Lishe na Athari ya Nyongeza kwenye Utendaji wa Kunyonyesha wa Ng'ombe Waliofugwa Mseto* (Tasnifu ya udaktari, JKUAT-COANRE).

Bekele, A. (2024). *Uainishaji wa ubora wa malisho na athari za methane katika mifumo ya wanyama wanaocheua ya Ethiopia* Taasisi ya Utafiti wa Kilimo ya Ethiopia. <https://www.eiar.gov.et/>

Cardoso, A. S., Berndt, A., & Moreira, L. M. (2021). Tannins kama mkakati wa asili wa kupunguza methane. *Lishe ya Wanyama*, 7(1), 105–113.

CIAT. (2020). *Nyasi ya Brachiaria kwa ajili ya kulisha mifugo inayozingatia hali ya hewa katika Afrika Mashariki* Kituo cha Kimataifa cha Kilimo cha Tropiki <https://ciat.cgiar.org/ilri.org+1>

FAO. (2024). *Mfano wa Tathmini ya Mazingira ya Mifugo Duniani (GLEAM): Mapendekezo ya kupunguza methane kwa Afrika* Shirika la Chakula na Kilimo la Umoja wa Mataifa. – Maelezo ya mfumo wa GLEAM [FAONyumbani](https://www.fao.org/glam/)

Gerber, P., Steinfeld, H., Henderson, B., et al. (2013). *Kukabiliana na mabadiliko ya tabianchi kupitia mifugo: Tathmini ya kimataifa ya uzalishaji wa hewa chafu na fursa za kupunguza athari zake* Shirika la Chakula na Kilimo la Umoja wa Mataifa. <https://www.fao.org/4/i3437e/i3437e.pdf>

Hawkins, J., Fleming, A., & Wills, S. (2021). Ufanisi wa 3-NOP kama kizuizi cha methane katika ng'ombe wa maziwa. *Jarida la Sayansi ya Maziwa*, 104(9), 9573–9585.

ILRI. (2022). *Matumizi ya Zana ya Tathmini ya Malisho (FEAST) nchini Ethiopia na Kenya* Taasisi ya Kimataifa ya Utafiti wa Mifugo <https://www.ilri.org>

ILRI. (2023). *Mbinu za kulisha mifugo zinazozingatia hali ya hewa katika Afrika Mashariki: Ushahidi kutoka Uganda, Kenya na Rwanda* (Muhtasari wa Sera). Taasisi ya Kimataifa ya Utafiti wa Mifugo. <https://www.ilri.org>

KALRO. (2021). *Majaribio ya kulisha Brachiaria: Athari za Methane na uzalishaji wa maziwa nchini Kenya* Shirika la Utafiti wa Kilimo na Mifugo la Kenya. <https://www.kalro.org/> [kalro.org](https://www.kalro.org/)

Chuo Kikuu cha Makerere. (2022). *Athari za nyongeza za Calliandra na Leucaena kwenye uzalishaji wa ng'ombe wa maziwa katika wilaya za Wakiso na Mukono* Idara ya Uzalishaji wa Kilimo, Chuo Kikuu cha Makerere <https://www.mak.ac.ug/>

Mwangi, M., Ndambiri, H., & Njenga, K. (2024). Viongezeo vya malisho na uwezo wa kupunguza methane katika mifumo ya maziwa ya Kiafrika. *Jarida la Kiafrika la Utafiti wa Kilimo*, 19(2), 55–68.

NaCRRI. (2023). *Mikakati ya ujumuishaji wa malisho na mikunde kwa wakulima wadogo wa maziwa nchini Uganda* Taasisi ya Kitaifa ya Utafiti wa Rasilimali za Mazao, Namulonge. – NaCRRI / Taasisi ya Kitaifa ya Utafiti wa Rasilimali za Mazao: <https://www.nacri.go.ug/>

Msitu wa Bahari. (2024). *Miradi ya kupunguza methane kwa kutumia Asparagopsis taxiformis katika wanyama wanaocheua* Sea Forest Pty Ltd. – Tovuti ya Sea Forest: <https://www.seaforest.com.au/> Msitu wa Bahari

SEHEMU YA 2 - MTAALA

Malengo ya Kujifunza:

MAARIFA	UJUZI	MITAZAMO
<p><i>Wanafunzi watajua:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Michakato ya kibiolojia ya uchachushaji wa rumen na uzalishaji wa methane • Jukumu na umuhimu wa mienendo ya hidrojeni katika methanogenesis • Aina kuu za uingiliaji kati wa kupunguza methane • Utambuzi na tathmini ya ubora wa malisho • Uhusiano kati ya usagaji wa chakula, utendaji wa wanyama na uzalishaji wa gesi chafuzi • Umuhimu wa kupunguzwa kwa methane kwa mifumo ya EU na ya kimataifa ya hali ya hewa 	<p><i>Mwanafunzi ataweza:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tengeneza mgao rahisi unaojumuisha chaguzi za kupunguza methane • Tambua na uchague aina zinazofaa za malisho kwa ajili ya kupunguza methane katika mifumo ya SSA • Tathmini thamani ya lishe ya vyakula vya kawaida kwa kutumia viashiria vya kawaida • Kubeba mbinu za msingi za uhifadhi wa chakula • Onyesha matumizi salama na yanayofaa kwa ajili ya kupanga chakula na makadirio ya uzalishaji wa uchafuzi wa mazingira • Kusanya data ya msingi ya sehemu 	<p><i>Mwanafunzi ataendeleza mawazo yafuatayo:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mtazamo unaozingatia hali ya hewa kuhusu uzalishaji wa mifugo • Shukrani kwa rasilimali endelevu za malisho zinazopatikana katika eneo husika • Kujitolea kwa usimamizi wa mifugo unaojali mazingira • Imani katika kutumia mikakati ya kulisha inayotegemea ushahidi • Utayari wa kuvumbua teknolojia mpya za kulisha • Wajibu wa kimaadili kwa ustawi wa wanyama na desturi za ulaji salama

UJUZI WA KIPEKEE UMEJUMUISHWA:

- **Mawazo muhimu** Kutathmini ushahidi wa uingiliaji kati tofauti wa chakula
- **Kutatua matatizo:** Kuchagua suluhisho za kupunguza methane za gharama nafuu zinazofaa kwa wakulima wadogo
- **Ujuzi wa mawasiliano** Kuelezea mapendekezo ya chakula kwa wakulima na

wenzao

- **Ushirikiano na Kazi ya Pamoja:** Kufanya mazoezi ya shambani ya kikundi kuhusu ubora wa malisho na uundaji wa mgawo
- **Kufanya maamuzi:** Kuchagua hatua zinazofaa kulingana na rasilimali za ndani

UJUZI WA KIDIJITALI UMEJUMUIISHWA:

- Matumizi ya zana za uundaji wa mgawo wa kidijitali k.m. FeedAssit, Rumen8, n.k.
- Ingiza na uchanganue data ya mlিশo kwa kutumia lahajedwali rahisi au fomu za simu
- Matumizi ya zana za kukadiria methane kama vile vikokotoo vinavyotegemea FAO GLEAM, modeli za IPCC Tier 2
- Upatikanaji wa hifadhidata za mtandaoni kwa ubora wa malisho na muundo wa malisho
- Matumizi ya simu za mkononi au vichupo wakati wa ukusanyaji wa data ya sehemu

UJUZI WA KIJANI UMEJUMUIISHWA:

- Uelewa wa athari za mazingira za uzalishaji wa mifugo
- Ustadi katika mbinu za kulisha mifugo zinazozingatia mabadiliko ya hali ya hewa
- Uelewa wa usimamizi endelevu wa maliasili
- Ujuzi katika kuchagua aina za malisho zenye uzalishaji mdogo na ufanisi mkubwa
- Uwezo wa kuunganisha kilimo mseto katika mifumo ya kilimo
- Kujitolea kupunguza upotevu na kuboresha matumizi ya malisho

Mpango wa utekelezaji wa shughuli za ufundishaji - Mpango wa kazi

Muda: Saa 3				
Lengo: Wanafunzi wa VET, Wafanyakazi wa Ugani, Watoa huduma za mifugo na Shamba				
Idadi ya Shughuli	Muda	Mbinu/Shughuli za Mafunzo	Wakufunzi hufanya nini	Washiriki hufanya nini
1.	Dakika 30	<ul style="list-style-type: none">● Utangulizi wa uzalishaji wa methane na ulaji wa akili	<ul style="list-style-type: none">● Wasilisha dhana kwa kutumia	<ul style="list-style-type: none">● Sikiliza kwa makini, andika maelezo

			<p>slaidi na video fupi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kuwezesha majadiliano kuhusu changamoto za mfumo wa kulisha wa SSA hasa kutoka Uganda 	<ul style="list-style-type: none"> • Majadiliano ya kikundi • Tambua vyanzo vya methane katika mifumo yao ya ndani
2.	Dakika 60	<ul style="list-style-type: none"> • Utambuzi wa Mipasho na Tathmini ya Ubora (Onyesho la Sehemu ya Vitendo) 	<ul style="list-style-type: none"> • Toa sampuli za Napier, kunde n.k. • Onyesha tathmini ya kuona na kimwili ya ubora wa chakula 	<ul style="list-style-type: none"> • Shughulikia sampuli za mipasho, ainisha mipasho na ukadirie ubora wakati wa kurekodi uchunguzi • Fanya kazi katika vikundi ili kutathmini mipasho ya ndani
3.	Dakika 30	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kuunda Lishe ya Kupunguza Methane 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fundisha kanuni za uundaji wa mgawo ➤ Onyesha matumizi ya zana ya upangaji wa mgao wa kidijitali. ➤ Toa karatasi za kazi zenye data halisi ya mlisho. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fanya kazi katika timu ili kukuza lishe inayojumuisha lishe bora, tannins na lipids • Ingiza thamani za mlisho kwenye zana za kidijitali • Wasilisha lishe zao za mwisho

4	Saa 1	<ul style="list-style-type: none"> • Kipindi Kilichojumuis hwa cha Vitendo cha Shamba (Ziara ya Shamba) 	<ul style="list-style-type: none"> • Tembelea shamba linalotumia malisho yaliyoboresh wa au <i>Calliandra</i> • Onyesha mafundi wa kulisha. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fuatilia mazoea ya kulisha • Zungumza na wakulima • Rekodi mitindo ya data kama vile mavuno ya maziwa • Tathmini viwanja vya malisho
<p>Nyenzo (Kile ambacho wakufunzi wanahitaji kuwa wameandaa):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sampuli za Malisho Muhimu • Mizani ya uzani • Silinda za Kupima • Simu za mkononi au vichupo • Chati za Kubadilisha • Alama • Karatasi za Kazi • Ufikiaji wa Mashamba ya Onyesho • Vikokotoo vya makadirio ya methane • Vifaa vya kinga kwa ajili ya ziara za shambani. 				
<p>Maelezo mengine:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wakufunzi wa kupitia itifaki za usalama za kushughulikia mipasho yenye nitrati 				

SEHEMU YA 3 - MWONGOZO WA SHUGHULI

MAELEZO YA SHUGHULI

1. Tathmini na Uainishaji wa Ubora wa Malisho

Shughuli hii inawafahamisha wanafunzi tathmini ya vitendo ya ubora wa malisho na chakula kwa kutumia viashiria vya kimwili, hisi, na uchambuzi wa msingi. Ubora wa chakula huathiri sana uzalishaji wa methane, tija, na afya ya wanyama kwa ujumla. Kwa kushirikisha sampuli halisi za chakula, wanafunzi hupata ujuzi unaohitajika kutofautisha kati ya vyakula vya kukaushia vyenye ubora wa chini na vyakula vya ubora wa juu vinavyofaa kwa lishe ya kupunguza methane.

Wanafunzi hufanya kazi katika vikundi vidogo na hupokea aina mbalimbali za malisho yanayotumika sana katika SSA: Nyasi ya Napier, *Brachiariamseto*, *Calliandra*, Stover ya

mahindi, mabaki ya maharagwe, na keki ya alizeti. Kila kundi huainisha malisho kulingana na umbile, rangi, harufu, uwiano wa majani kwa shina, viashiria vya kiwango cha nyuzinyuzi, na makadirio ya protini ghafi. Kisha hurekodi uchunguzi kwenye karatasi ya kazi na kulinganisha matokeo katika vikundi.

Wakufunzi huwezesha majadiliano ya vikundi kuhusu kwa nini baadhi ya milo k.m., *Calliandra* hupunguza kiwango cha methane huku zingine (k.m., stover ya mahindi) zikiongeza. Wanafunzi huunganisha uchunguzi na maarifa ya kinadharia kuhusu uchachushaji wa rumen na usagaji matumbo.

1. Lengo la shughuli:

- Ili kuwawezesha wanafunzi kutathmini ubora wa chakula kwa vitendo
- Kuunganisha sifa za malisho na uwezo wa uzalishaji wa methane
- Kuwaandaa wanafunzi kwa mazoezi ya uundaji wa mgawo

2. Muda:Saa 1

3. Nyenzo zinazohitajika:

- Sampuli za malisho mabichi na makavu
- Mabeseni
- Glavu
- Visu au mkasi
- Karatasi za Kazi
- Alama
- Chati ya mgeuzo
- Zana za NIR zinazoweza kubebeka au programu za mipasho ya simu za mkononi.

https://www.youtube.com/results?search_query=Introduction+to+methane+production+and+smart+feeding

4. Maelekezo ya hatua kwa hatua ya kazi/zoezi la vitendo/utafiti wa kesi:

- Mkufunzi husambaza sampuli za mipasho na karatasi za kazi
- Wanafunzi hupima sifa za kimwili za kila mlo
- Wanafunzi huainisha mipasho katika ubora wa juu, wa kati, na wa chini
- Mkufunzi huongoza majadiliano yanayounganisha ubora wa chakula na uzalishaji wa methane
- Vikundi vinawasilisha matokeo
- Mkufunzi hutoa ufafanuzi na anahitimisha vipindi

Marejeleo/Vyanzo/Nyenzo zaidi:

Taasisi ya Kimataifa ya Utafiti wa Mifugo. (2022). *Zana za tathmini ya malisho kwa Afrika Mashariki* Machapisho ya ILRI.

Kituo cha Kimataifa cha Kilimo cha Tropiki. (2020). *Brachiaria kwa ajili ya mifugo endelevu* (Ripoti ya CIAT).

2. Kuunda Lishe za Kupunguza Methane kwa Kutumia Zana za Kidijitali

Shughuli hii inawapa wanafunzi uwezo wa kubuni mgao uliosawazishwa unaojumuishwa chaguzi za kupunguza methane kwa kutumia hesabu za mikono na zana za uundaji wa mgao wa kidijitali. Kipindi kinawafahamisha washiriki kuhusu malisho yaliyoboreshwa, vichaka vyenye tanini nyingi, vyanzo vya lipidi, kanuni za kusawazisha mgao, na vikokotoo vya makadirio ya methane.

Wakifanya kazi katika vikundi vidogo, wanafunzi hutumia jedwali za utungaji wa chakula na zana za kidijitali zilizotolewa (k.m., FeedAssist, Rumen8, au programu zinazopatikana katika eneo husika). Wanatengeneza lishe kwa ng'ombe wa maziwa, mbuzi, au wanyama wa nyama kulingana na lishe zinazopatikana katika eneo husika. Kila kundi huunda lishe mbili:

- Lishe ya kawaida ya mkulima (msingi)
- Lishe inayopunguza methane ikijumuisha lishe bora, vichaka vya tanini, au chanzo cha mafuta mwilini.

Wakufunzi huwaongoza wanafunzi kupitia kuingiza thamani za chakula, kurekebisha uwiano, kutafsiri uzalishaji wa methane uliotabiriwa, na kuangalia utoshelevu wa lishe (ulaji wa DM, protini ghafi, nishati). Vikundi hulinganisha matokeo ya methane kutoka kwa lishe ya awali dhidi ya lishe iliyoboreshwa, na kuwasilisha matokeo yao.

1. Lengo la shughuli: Shughuli hii inalenga kukuza ujuzi wa vitendo wa wanafunzi katika kuunda mgao wa wanyama wenye uwiano huku ikiwafahamisha kwa zana za kidijitali zinazounga mkono upangaji mzuri wa chakula. Pia inaonyesha jinsi michanganyiko tofauti ya lishe inavyoathiri viwango vya uzalishaji wa methane, na kuwawezesha wanafunzi kufanya maamuzi sahihi ambayo yanaongeza tija na uendelevu wa mazingira.

2. Muda: Dakika 30

3. Nyenzo zinazohitajika:

- Simu za mkononi au kompyuta mpakato
- Meza za muundo wa mipasho
- Vikokotoo
- Programu za kidijitali
- Alama nyeupe za ubao

4. Maelekezo ya hatua kwa hatua ya kazi/zoezi la vitendo/utafiti wa kesi:

- Mkufunzi anaonyesha jinsi ya kutumia zana za mgao

- Wanafunzi huunda vikundi na kuchagua aina ya wanyama
- Vikundi huingiza data ya mlisho kwenye kifaa
- Vikundi huunda lishe ya msingi na ya kupunguza methane
- Vikundi vinalinganisha uzalishaji wa methane uliotabiriwa
- Vikundi vinawasilisha matokeo: mkufunzi anatoa maoni

Marejeleo/Vyanzo/Nyenzo zaidi:

Hawkins, J., et al. (2021). Mifumo ya utabiri wa methane kwa wanyama wanaocheua. Jarida la Sayansi ya Maziwa.

Shirika la Chakula na Kilimo la Umoja wa Mataifa. (2024). GLEAM: Vifaa vya methane ya mifugo. Machapisho ya FAO

3. Maonyesho ya Shamba-Kutathmini Malisho ya Kupunguza Methane

Shughuli hii inayotegemea shamba inaongeza uelewa wa wanafunzi kupitia uchunguzi wa moja kwa moja na mwingiliano na wakulima wanaotekeleza mikakati ya kupunguza methane ya kulisha. Wanafunzi hutembelea shamba la ng'ombe la wenyeji kwa kutumia aina bora za malisho (k.m., *Brachiaria*, Napier iliyoboreshwa) na vichaka vyenye tanini nyingi (*Calliandra*, *Leucaena*) Lengo ni kuwasaidia wanafunzi kutathmini mbinu za ulaji wa wanyama kwa vitendo, majibu ya wanyama, usimamizi wa malisho, na changamoto halisi katika mifumo ya wakulima wadogo.

Washiriki wanaangalia utaratibu wa kulisha ng'ombe, kukata nyasi, mashimo ya silage, viwanja vya vichaka vya malisho, na mbinu za kurekodi maziwa. Wakufunzi wanaelezea jinsi nyasi zilizoboreshwa huongeza usagaji matumbo, kwa nini tannins hupunguza methanogenesis, na jinsi virutubisho vya lipidi (kama vile keki ya alizeti) vinavyoathiri njia za uchachushaji.

Wanafunzi huwahoji wakulima kwa kutumia dodoso fupi kuhusu gharama, nguvu kazi, mara ambazo chakula huliwa, na mabadiliko yaliyoonekana katika mavuno ya maziwa au afya ya wanyama. Wanakusanya data za msingi kama vile mavuno ya maziwa, alama za hali ya mwili, na kiasi cha malisho, wakiunganisha uchunguzi wa shambani na dhana za kinadharia.

1. Lengo la shughuli: Shughuli hii inalenga kutoa ujifunzaji wa uzoefu kupitia mfiduo katika ngazi ya shamba, kuimarisha uelewa wa wanafunzi kuhusu mikakati ya kupunguza methane, na kukuza ujuzi imara wa ukusanyaji data na uchunguzi. Mbinu hii jumishi inawawezesha washiriki kuunganisha nadharia na vitendo huku ikiimarisha uwezo wao wa kutumia mbinu za usimamizi wa mifugo zinazozingatia hali ya hewa.

2. Muda: Saa 1

3. Nyenzo zinazohitajika:

- Vifaa vya shambani
- Madaftari
- Karatasi za kurekodi
- Vifaa vya kinga (buti, glavu)
- Simu/kompyuta kibao za kuingiza data
- Ndoo za kupimia

4. Maelekezo ya hatua kwa hatua ya kazi/zoezi la vitendo/utafiti wa kesi:

- Mkufunzi awafahamisha wanafunzi kuhusu usalama na malengo
- Ziara ya shambani inayohusu viwanja vya malisho, uhifadhi wa malisho, na mbinu za kulisha
- Wanafunzi huchunguza majibu ya wanyama na tabia ya kulisha
- Wanafunzi wanamhoji mkulima kwa kutumia maswali elekezi
- Vikundi hukusanya data rahisi kuhusu mavuno na ufugaji
- Vifaa vya mkufunzi vya kutafakari kwa pamoja na kuunganisha uchunguzi na dhana za methane

Marejeleo/Vyanzo/Nyenzo zaidi:

Chuo Kikuu cha Makerere. (2022).*Nyongeza ya Calliandra katika viwanda vya maziwa vya Uganda* Chuo cha Sayansi ya Kilimo na Mazingira (CAES).

Taasisi ya Utafiti wa Mifugo Tanzania. (2023).*Majaribio ya kupunguza keki ya alizeti na methane.*