



Schils

Specialist in Young Animal Nutrition

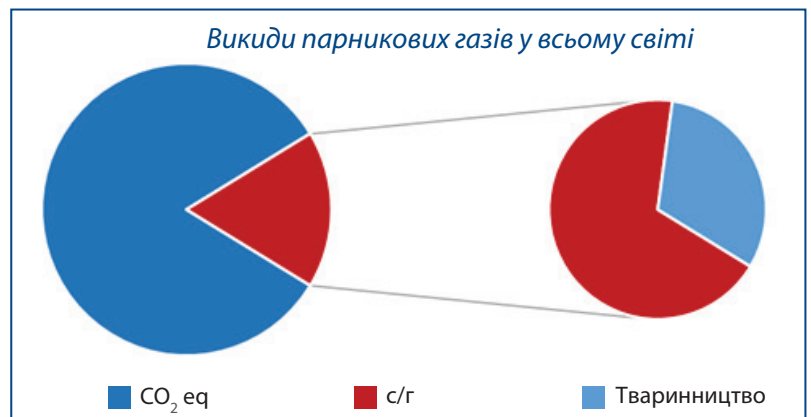
Технічний бюллетень

Вплив жирних кислот на викиди метану

Введення: Метан

Зміна клімату є серйозною проблемою в усьому світі. Викиди парникових газів, що призводять до глобального потепління, змушують вживати заходів щодо їх зменшення. Одним із таких заходів є Паризька кліматична угода 2015 року. Ця угода встановлює цілі щодо скорочення викидів парникових газів у кількох критичних галузях промисловості, включаючи сільське господарство. Трьома основними парниковими газами, які сприяють зміні клімату, є вуглекислий газ (CO₂), метан (CH₄) і закис азоту (N₂O).

На CO₂-еквівалент сільського господарства припадає 18,4% глобального парникового ефекту. У цьому еквіваленті CO₂ метан є одним із парникових газів, а в усьому світі сільське господарство є найбільшим джерелом викидів метану. Тваринницький сектор (переважно жуйні тварини, наприклад велика рогата худоба) відповідальний за більшість викидів із цих 18,4%, а саме 5,8% (мал1). У порівнянні з вуглекислим газом і закисом азоту, метан зникає з атмосфери швидко, всього за 10-20 років. Однак протягом часу перебування метану в навколишньому середовищі він має дуже сильний ефект зігрівання. Фактично, він у 34 рази сильніший за CO₂. Таким чином, скорочення викидів метану є важливим фактором для сприяння скороченню викидів парникових газів.



мал 1: Глобальні викиди парникових газів у сільському господарстві та тваринництві.

Введення: Аміак

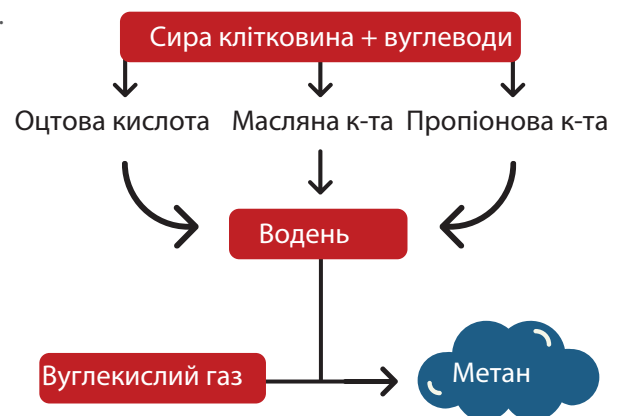
Не тільки викиди метану, але й аміаку (NH₃) важливі, коли йдеться про клімат і стале тваринництво. Аміак є сполукою між азотом і воднем. У Нідерландах викиди азоту є предметом дискусії. Сільськогосподарський сектор викидає азот у формі аміаку, безбарвний газ з сильним запахом, який утворюється, коли білки в кормах для молочних корів розщеплюються на аміак. У природі та на сільськогосподарських угіддях аміак удобрює ґрунт, збагачуючи його поживними речовинами. Такі рослини, як трави, добре ростуть на таких багатих ґрунтах, але це спричиняє зникнення рослин, які ростуть на бідніших ґрунтах, і, таким чином, впливає на біорізноманіття. Це викликає дискусію про правильний баланс між аміаком і біорізноманіттям.

Утворення метану

Частина викидів метану утворюється у тваринництві, особливо у скотарстві. Метан, що утворюється в результаті процесів травлення та переробки гною.

Процес травлення корму

Метан виділяється під час процесу перетравлення кормів у шлунково-кишковому тракті (зокрема в рубці) корови. Приблизно 75% метану виділяється, оскільки мікроорганізми в рубці виробляють леткі жирні кислоти, такі як оцтова кислота та масляна кислота, які необхідні для перетравлення/бродиння сирової клітковини та вуглеводів. У процесі утворюється шкідливий газ H₂. Частина цього газу використовується для утворення пропіонової кислоти, джерела енергії для корови. Газ H₂, що залишився, потім нейтралізується шляхом утворення метану разом із CO₂. Потім цей метан потрапляє в атмосферу через відрижку або видихається худобою. На малюнку 2 схематично показано процес метаноутворення під час розщеплення корму в рубці.



малюнок 2:
Утворення метану в рубці.
Джерело: (Voerenbond, 2016).



Schils

Specialist in Young Animal Nutrition

Гній: місце в процесі

Близько 25% викидів метану виділяється з гною. Гноєховища містять багато неперетравлюваних органічних речовин. Метаногенні бактерії, які в природі зустрічаються в гної, можуть перетворювати H_2 на метан у безкисневих умовах. Цей метан виходить на поверхню і викидається в атмосферу.

У таблиці 1 показано відмінність між кишковим внеском і внеском гною у викиди метану. Обидва джерела виражаються в кг CH_4 на корову на рік і кг CH_4 на корову на день.

Значення	Кишковий внесок	Внесок гною	Разом
KG CH_4 / cow / year	134.7	38.8	173.5
KG CH_4 / cow / day	0.369	0.106	0.475

Таб 1: Коефіцієнти викидів CH_4 за 2018 рік у кг CH_4 на тварину на рік / на день.
Джерело: (van Bruggen et al, 2020)

Шляхи зменшення викидів метану

Є кілька можливостей скорочення викидів метану в секторі молочного скотарства. Одним із способів є використання таких технологій, як:

- Спеціально розроблені підлоги, що відокремлюють гній і сечу;
- Системи витяжки, які фільтрують шкідливі гази з повітря;
- Роботи для гною, які підтримують чистоту підлоги в корівнику.

Викиди метану від жуйних також можна зменшити на рівні корів, наприклад, шляхом коригування кормів. In vitro є обнадійливі результати від крохмалистих дієт і добавок, таких як рослинні екстракти та ефірні олії. Однак, незважаючи на те, що багато з цих стратегій зменшення викидів метану є ефективними in vitro, на практиці виявляється важко досягти тих самих результатів або вони, здається, мають негативний вплив на здоров'я та продуктивність тварин. Тому щодо цих продуктів все ще проводиться багато досліджень. На додаток до вищезгаданих модифікацій, жирні кислоти також можуть впливати на кормовий раціон. Цей бюлетень присвячений впливу жирних кислот і зменшенню викидів метану. Нижче більш детально описано дію цієї добавки.

Вплив жирів на викиди метану

Метан в основному утворюється під час перетравлення сирової клітковини та вуглеводів із грубих кормів у рубці. Окрім щойно згаданих компонентів, у кормі вже є жир, який корова використовує для отримання молочного жиру, жиру та енергії. Додавання жиру до раціону призводить до зменшення частки зброджуваних вуглеводів, зміщуючи джерело енергії з зброджуваних вуглеводів на ліпогенну. Як наслідок, потрібно менше вуглеводів, оскільки жири доповнюють енергетичну щільність раціону. Тому енергія перетворюється ефективніше, що призводить до збільшення виробництва молока та менших викидів метану. Ефективність додавання жиру до раціону в плані зменшення викидів метану залежить від ряду факторів:

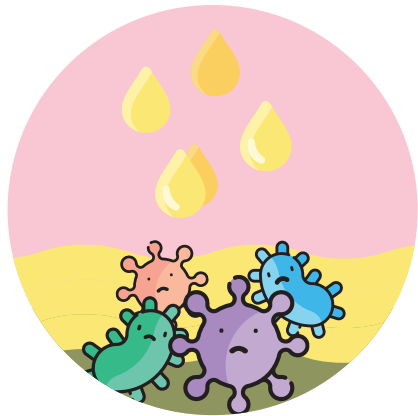
- Кількість жиру у раціоні;
- Джерело жиру;
- Профіль жирних кислот;
- Форма застосування
- Тип раціону.

Як показано вище, ефективність залежить, серед іншого, від типу жиру, який згодуюється. Жири можна розділити на такі категорії:



Schils

Specialist in Young Animal Nutrition



малюнок 3:
Вплив незахищених жирних кислот на мікроби в рубці.

Ненасичені, незахищені жирні кислоти

Рубець корови здатний розщеплювати обмежену кількість ненасичених жирних кислот і перетворювати їх на насичені жирні кислоти. Цей процес називається біогідрогенезація. Під час цього процесу утворюються трансжирні кислоти; коли цього типу жиру занадто багато, виробництво молочного жиру обмежується. Крім того, під час біогідрогенезації мікроорганізми менш здатні руйнувати клітинні стінки, і їхня активність знижується, оскільки навколо мікробів утворюється масляна оболонка, коли концентрація ненасичених жирних кислот у кормі занадто висока, як можна побачити на малюнку 3., це негативно впливає на споживання корму і, зрештою, на кількість молока.

Виходячи з літератури, виявляється, що жир впливає на виробництво метану в рубці. На малюнку 4 показано мета-аналіз 17 різних досліджень із додаванням ненасичених жирів. З цього малюнка видно, що оптимальне додавання жиру становить 3%, тому що більшість жирних продуктів потрапляє в цей діапазон і досягає зниження приблизно на 16,8% CH₄/DMI. У цьому широкому діапазоні параметрів можна зробити висновок, що для великої рогатої худоби 5,6% CH₄ було знижено за допомогою кожного 1% додавання додаткового жиру. Загалом, рекомендовано, щоб загальна кількість жиру в раціоні не перевищувала

6-7%; інакше це може негативно вплинути на споживання сухої речовини, звести нанівець переваги збільшення енергетичної щільності раціону. Теорія годування ненасиченими жирними кислотами полягає в тому, що мікроорганізми у рубці зосереджені на розщепленні цих жирних кислот шляхом біогідрогенезації, і таким чином можуть ферментувати менше грубих кормів у рубці, з яких вивільняється метан.

При згодовуванні незахищених жирів, наприклад олій, необхідно пам'ятати про здоров'я тварини. Yang та інші (2009) досліджували вплив додавання 4% соєвої олії до раціону на функцію та кількість мікроорганізмів у рубці. На підставі цього дослідження можна зробити висновок, що незахищені жирні кислоти негативно впливають на метаболічну активність мікробів.

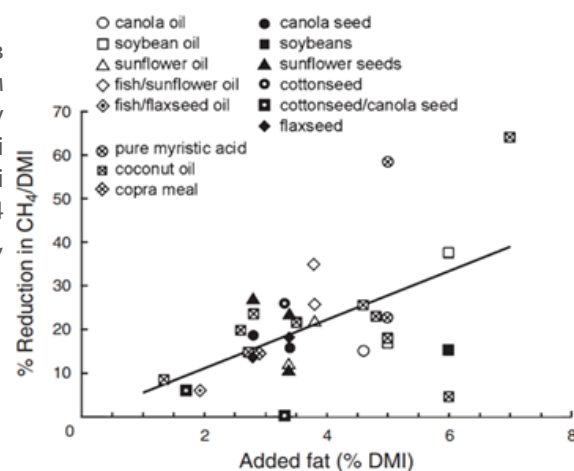
У звіті дослідники стверджують наступне:

- Порушення мембрани мікробної клітини та функціонування клітини через ненасичені жирні кислоти;
- Ліпідне покриття бактерій і частинок їжі;
- Токсичність целюлозних бактерій жирними кислотами;
- Вплив на популяцію бактерій завдяки антимікробній дії жирних кислот.

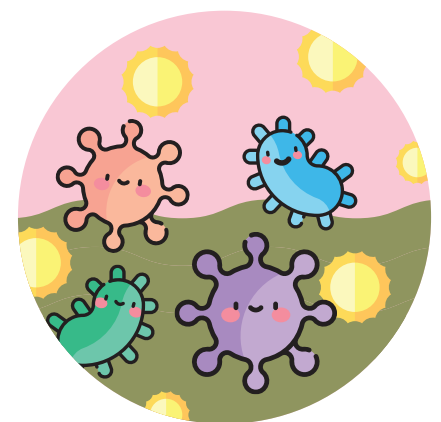
Насичені + ненасичені, захищені жирні кислоти

Захищені (не)насичені жирні кислоти проходять через рубець без змін і перетравлюються та всмоктуються в кишечнику. Оскільки рубцю не потрібно розщеплювати ці жири, мікроорганізми можуть повністю зосередитися на перетравленні сирової клітковини та вуглеводів, як показано на малюнку 5.

Призначення цих видів жирів — підвищити енергетичну щільність раціону. У кишківнику корова може перетворювати ці жири для виробництва молока, молочного жиру і маси тіла. Оскільки доданий жир забезпечує корову достатньою кількістю енергії, вона споживає менше грубих кормів, щоб задовольнити ті самі потреби в енергії. Оскільки необхідно розщеплювати менше грубих кормів, у рубці утворюється менше метану. З цими обхідними жирами слід бути обережним, оскільки це може вплинути на смакові якості раціону, та мати негативний вплив на споживання корму.



Мал 4: Зменшення CH₄ шляхом додавання ненасичених жирів. (Beauchemin et al., 2008).



Малюнок 5:
Вплив захищених жирних кислот на мікроби в рубці.



Schils

Specialist in Young Animal Nutrition

На сьогоднішній день недостатньо літератури про вплив захищених жирів і зниження викидів метану. Ми зробили два моделювання, одне на основі викидів CH₄ на кг FPCM, а друге на основі ситуації TMR, де ми припустили, що корови споживають 16 кг сухого корму на день. або перше моделювання, ми використали результати дослідження, проведеного WUR у 2018 та 2019 роках, і результати випробування кормів, проведеного Schils. Згідно з дослідженням WUR, молочна корова виділяє в середньому 475 г CH₄/день, а на кг молока це становить 15,6 г CH₄/FPCM. У 2021 році Schils провів випробування кормів, де до раціону додавали 280 грамів Frafat F85-10 (захищений жир) на корову на день. Це призвело до збільшення виробництва молока та вмісту молочного жиру (додаткову інформацію див. у дослідженні S22.7).

Оскільки захищений жир проходить через рубець без змін і розщеплюється лише в кишківнику, він не має прямого впливу на вироблення метану в рубці. Випробування корму показало, що виробництво молока зросло з 32,4 кг FPCM у контрольній групі до 37,3 кг FPCM у дослідній групі завдяки додаванню Frafat. Виробництво метану залишається незмінним, але кількість на кг FPCM змінюється. Таким чином, байпасний жир має непрямий вплив на викиди метану. Це показано в наступному розрахунку:

WUR середній	$\frac{475 \text{g CH}_4/\text{cow/day}}{30.5 \text{ kg FPCM}} = 15.6 \text{ g CH}_4/\text{kg FPCM}$
Schils контроль:	$\frac{475 \text{g CH}_4/\text{cow/day}}{32.4 \text{ kg FPCM}} = 14.7 \text{ g CH}_4/\text{kg FPCM}$
Schils дослідна:	$\frac{475 \text{g CH}_4/\text{cow/day}}{37.3 \text{ kg FPCM}} = 12.7 \text{ g CH}_4/\text{kg FPCM}$
	$12.7 \text{ g CH}_4/\text{kg FPCM} - 14.7 \text{ g CH}_4/\text{kg FPCM} * 100\% = \mathbf{13,6\% \text{ less CH}_4 \text{ виділяється/kg FPCM}}$
	14.7 g CH ₄ /kg FPCM

У другому моделюванні ми зосередилися на компонентах грубих кормів і частково замінили їх захищеним жиром. Застосований захищений в рубці жир має вміст жиру 99% і подібний до Frafat і Quality Fat. Базуючись на наведених вище даних щодо збереження енергетичної щільності раціону без впливу на мікроорганізми рубця, можна зробити наступне припущення:

Суша речовина / гол / доба	8 kg DM grass silage / 49.36 MJ NEL	8 kg DM corn silage / 49.04 MJ NEL	16 kg DM total roughage / 98.40 MJ NEL
Додаткова енергія з жиру / гол / доба:	350 gram Bypass fat (99%) / 8.56 MJ NEL		
CH ₄ виділяє корова:	134.7 kg/гол/рік	0.369 kg/гол/доба	

98.40 MJ NEL total roughage – 8.56 MJ NEL Bypass fat (99%) = 89.64 MJ NEL roughage minus fat

$\frac{89.64 \text{ MJ NEL}}{6.15 \text{ MJ NEL / kg DM}} = 14.57 \text{ kg DM roughage}$

16 kg DM – 14.57 kg DM = 1.43 kg DM less roughage intake.

$\frac{0.369 \text{ kg CH}_4 / \text{cow} / \text{day}}{16 \text{ kg DM}} = 0.023 \text{ kg CH}_4 / \text{kg DM}$

1.43 kg DM * 0.023 kg CH₄/kg DM = 0.033 kg CH₄ less emission

0.369 kg CH₄ – 0.033 kg CH₄ = 0.336 kg CH₄ / cow / day

$\frac{0.336 \text{ kg CH}_4/\text{cow/day} - 0.369 \text{ kg CH}_4 / \text{cow} / \text{day} * 100\%}{0.369 \text{ kg CH}_4 / \text{cow} / \text{day}} =$

На 8.9% менше викидів CH₄

Насичені жирні кислоти, про які ми говоримо (C16:0 - C18:0), мають температуру плавлення 55 °C. З цієї причини жирні кислоти не розщеплюються в рубці, а проходять через нього без змін. Наведені розрахунки показують, що при згодовуванні 350 грамів, наприклад, Frafat (захищений жир із 99% жиру та 85% C16:0), що означає додавання 1,59% жиру до раціону, скорочення викидів метану до 8,9% досягнуто. Коли ми застосовуємо те саме моделювання до продукту з 84% жиру, такого як Profat, можна припустити наступне: коли застосовано 350 грамів байпасного жиру (84%), до раціону додається 7,63 MJ NEL. У результаті тварини споживатимуть на 1,24 кг менше сухої речовини з грубих кормів, що призведе до зменшення викидів метану на 7,7%.

Довідка

У 2018 і 2019 роках WUR провела дослідження викидів метану голландськими молочними коровами, в результаті чого було отримано середнє виробництво та інтенсивність викидів метану. Після використання коефіцієнта перетворення було розраховано глобальну середню продуктивність та інтенсивність, яка виглядає наступним чином: молочна корова виділяє в середньому 475 г CH₄/корову/день, а на кг виміряного молока це становить 15,6 г CH₄/кг FPCM.

На рівні корівника молочна корова викидає в середньому 189 кг CH₄/місце тварини/рік і 13,4 кг NH₃/місце тварини/рік.

75% метану, який виробляють молочні корови, виділяється під час перетравлення корму. Решта 25% виділяється з гною.

У молочних корів 90% утворення метану відбувається в рубці, а решта 10% утворюється в товстому кишечнику.

Для довідки, корова викидає в середньому 1195 г CO₂/кг FPCM і 15,6 г CH₄/кг FPCM.

Дослідження показали, що для молочної худоби 5,6% метану зменшується на кожен 1% ненасиченого жиру, доданого до раціону.

Розрахунок на FPCM: при додаванні 1,59% байпасного жиру (99%) / кг сухої маси можна досягти зменшення на 13,6% / кг FPCM.

Розрахунок грубих кормів: Додавання 1,59% перехідного жиру (99%)/кг сухої речовини призводить до зниження на 8,9% CH₄, а додавання захищеного рубцем жиру (84%) призводить до зменшення на 7,7% викидів метану, що вивільняються під час травлення в рубці. процеси.

1. Ritchie, H. (2020, May). Emissions by sector. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector#agriculture-forestry-and-land-use-18-4>.
2. Boerenbond (2016, December). Methaan aanpak bij rundvee. Management & Techniek (nr. 23). <https://edepot.wur.nl/402128>.
3. Mosquera, J., Van Dooren, H. J. C., Ogink, N. W. M., Van Well, E. A. P., & Monteny, G. J. (2021, July). Monitoring van methaan-, ammoniak- en lachgasemissies uit melkveestallen (nr. 1286). Wageningen Livestock Research. <https://doi.org/10.18147/536752>.
4. Johnson KA, Johnson DE (1995) Methane emissions from cattle. Journal of Animal Science 73, 2483-2492.
5. Yang, S., Bu, D., Wang, J., Hu, Z., Li, D., Wei, H., Zhou, L., & Looor, J. (2009). Soybean oil and linseed oil supplementation affect profiles of ruminal microorganisms in dairy cows. Animal, 3(11), 1562–1569.
6. Koning, L., Van Riel, J., & Sebek, L. (2020, September). Enteric methane emission of the Dutch dairy herd (nr. 1267). Wageningen Livestock Research. <https://doi.org/10.18174/531257>.

www.schils.com

info@schils.com - +31 (0)46-45 99 900

EN_S22.9