

ЛЕКЦІЯ №6

*Оцінка вуглеводної та жирової
поживності кормів*

План

1. Функції та характеристика вуглеводів.
2. Обмін вуглеводів та показники вуглеводної поживності кормів.
3. Модифікована система аналізу вуглеводів кормів.
4. Некрохмалисті полісахариди.
5. Структура, склад і властивості жирів
6. Значення жирів та оцінка жирової поживності
7. Обмін жирів в організмі тварин

Література

1. Бомко В.С. , Бабенко С.П. Годівля сільськогосподарських тварин: Підручник . Київ «Аграрна освіта» 2010. 278 с.
2. Довідник з повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин. За наук. ред. І. І. Ібатулліна і О. М. Жукорського. К.:Аграрна наука, 2016. 336с
3. Проваторов Г.В. Годівля сільськогосподарських тварин/ Г.В. Проваторов -Суми: Унів. Книга, 2018.
4. Практикум з годівлі тварин і технології кормів / А.В.Гуцол, К.М.Сироватко, І.В.Дмитрук та ін. Вінниця:ВНАУ, 2015. 316 с.

1. Функції та характеристика вуглеводів

Енергетична функція : вуглеводи - основне джерело енергії, необхідної для життєдіяльності усіх клітин тканин та органів, особливо мозку, серця, м'язів. При окисленні 1 г вуглеводів в організмі утворюється 17,6 кДж енергії.

Пластична функція : вуглеводи входять до складу тканин і рідин. Сполучна тканина містить мукополісахариди, у яких значна частка припадає на вуглеводи та їх похідні

Регуляторна функція- протидіють нагромадженню кетонових тіл при окисленні жирів. За порушення обміну вуглеводів в організмі тварин виникає ацидоз.

Захисна функція - глюкуронова кислота взаємодіє з деякими токсичними речовинами, утворюючи нетоксичні складні ефіри, які завдяки розчинності у воді виводяться із організму з сечею.

Деякі вуглеводи та їх похідні вважаються біологічно активними, оскільки виконують в організмі специфічні функції. Наприклад, гепарин запобігає зсіданню крові у судинах, гіалурінова кислота – проникненню бактерій через клітинну оболонку.

Класифікація вуглеводів

Структурні- входять до оболонок клітин (геміцелюлоза, целюлоза, пектинові речовини)

Неструктурні – містяться у клітинному соці (цукри, крохмаль)

За будовою цукри є:

моносахариди (глюкоза, фруктоза)

олігосахариди (дисахариди, трисахариди (рафіноза, меліцитоза) – розчинні вуглеводи або цукри, вони легко ферментуються у передшлунках жуйних.

Під впливом таких окиснювачів, як нітрати і нітрити (від внесення азотних добрив понад 200 кг/га азоту), відбувається інтенсифікація синтезу протеїну у злаків і призводить до зниження вмісту цукрів в сухій речовині до 5–7%.

Полісахариди

Легкоферментовані – крохмаль, інουλін, глікоген – легко розщеплюються ферментами.

Швидкість ферментації крохмалю в рубці залежить від виду зерна:
овес > пшениця > ячмінь > кукурудза > сорго.

Важкоферментовані - клітковина, пектинові речовини, хітин –

Целюлоза, геміцелюлоза важко розчинні навіть у розчинах лугів і кислот і лише під дією бактеріальних ферментів розщеплюються на прості вуглеводи, зокрема глюкозу.

Частина глюкози всмоктується в кров, а решта є джерелом живлення для мікроорганізмів і підлягає збродженню у їх клітинах з утворенням низькомолекулярних летких жирних кислот: оцтової, пропіонової, масляної та ін. За добу у рубці ВРХ може утворюватися до 4 л ЛЖК.

Пектинові речовини

полісахариди рослинного походження.

До їх складу входять залишки галактуранової кислоти. Вони становлять основу фруктових гелів. Розрізняють два види пектинових речовин: пектини і протопектини. Пектини розчинні у воді, утворюють колоїдні розчини. Протопектини нерозчинні у воді, бо у своєму складі, крім пектинів, містять клітковину. Під впливом ферменту протопектинази протопектин переходить у розчинні сполуки і целюлозу.

До похідних вуглеводів відносять сорбіт і ксиліт, що містяться у невеликих кількостях у тканинах тварин. Калорійність сорбіту становить 14,80 кДж/г (3,53 ккал/г), ксиліту – 15,35 кДж/г (3,67 ккал/г), тобто близька до енергетичної цінності вуглеводів.

2. Обмін вуглеводів та показники вуглеводної поживності кормів

У свиней вуглеводисті корми надходять у шлунок, слабкі скорочення стінок якого не викликають інтенсивного перемішування хімусу. Хімічні перетворення кормів зводяться в основному до гідролізу вуглеводів під впливом рослинних ферментів і ферментів шлунково-кишкового тракту.

У коней, на відміну від свині, більш об'ємистий товстий відділ кишечника, де під впливом ферментів мікроорганізмів клітковина перетравлюється, утворюючи органічні кислоти, які після всмоктування беруть участь в обміні речовин.

У жуйних проходить прегастрична ферментація вуглеводів:

Вуглеводи в передшлунках піддаються інтенсивному зброджуванню під впливом мікрофлори. При цьому утворюються леткі жирні кислоти і тільки одна з них – пропіонова – знову перетворюється на глюкозу. Завдяки мікробній ферментації жуйні найбільш ефективно перетравлюють клітковину.

Вважають, що найбільш сприятливий рівень клітковини в раціонах жуйних – 20–22% від сухої речовини.

Низький рівень клітковини призводить до порушень моторики передшлунків і сортуючої ролі сітки, зниження вмісту жиру в молоці через зменшення вмісту оцтової кислоти.

Легкоперетравні вуглеводи забезпечують нормальну перетравність і засвоєння кормів з високим вмістом клітковини, білкових та інших азотистих речовин. При введенні в раціон кормів, багатих на крохмаль і цукор, у жуйних знижується рівень аміаку в рубці і підвищується синтез бактеріального білка.

Ступінь використання поживних речовин та оптимальні рівні легкоперетравних вуглеводів визначаються співвідношенням у раціоні цукру і протеїну.

Надмірне надходження цукру в травний тракт жуйних може призвести до важкого розладу обміну.

Більшість вуглеводів, що всмокталися в кров, через ворітну вену надходять до печінки, де синтезуються в глікоген.

Частина глюкози із печінки переміщується з кров'ю до органів і тканин, де окислюється й використовується для енергетичних потреб організму. Невикористана її частина перетворюється у жирових депо в тригліцериди.

У жуйних основним джерелом глюкози є її синтез у печінці з пропіонової кислоти.

Надмірна кількість молочної кислоти у рубці жуйних викликає підвищення вмісту кетонових речовин і зниження концентрації цукру в крові.

Показники вуглеводної поживності

1. Вміст клітковини, БЕР (цукру, крохмалю) в одиниці корму або його сухій речовині
2. Співвідношення крохмалю до цукру (1,5:1).
3. Цукро-протеїнове співвідношення, яке у нормі ставить 0,8–1,5:1.
4. Вміст сирої клітковини у сухій речовині (ВРХ - 16–28%, свині – 5–12%, коні -15-18%
птиця – 5–10%.

При вмісті глюкози в крові на рівні 40–60 мг% для ВРХ і овець, у свиней, коней і птиці 80–140 мг% можна ствердувати про нормальне (достатнє) забезпечення тварин вуглеводами.

Модифікована система аналізу вуглеводів кормів

За методикою **Генеберга-Штомана** сира клітковина (СК) визначається шляхом кип'ятіння зразка в слабкому розчині кислоти та луку, фільтруванні та визначенні ваги сухого залишку. При цьому втрачаються структурні компоненти: геміцелюлоза і частина лігніну. Тому кількість БЕР завищена а рівень перетравності їх низька. Наприклад, пшенична солома містить 34,4% сирої клітковини і 37,9% БЕР, тоді як перетравність клітковини становить 50%, а БЕР – 37%.

Новий **детергентний метод** визначення клітковини розроблений Пітером Ван Соєстом у 60 роках минулого століття.

Цим методом визначають спочатку НДК (нейтрально-детергентну клітковину) шляхом кип'ятіння у нейтральному детергенті (натрій лаурилсульфаті і етилендіамінотетраоцтовій кислоті), відфільтровуванні та висушуванні залишку.

НДК = целюлоза+ геміцелюлоза+лігнін.

НДК кип'ятять у кислому детергенті, відфільтровують та визначають вагу сухого залишку – кислотно-детергентної клітковини (КДК).

КДК = целюлоза + лігнін.

Метод призначений для грубих кормів, але може так само використовуватися для зернових, з яких попередньо видаляють крохмаль, шляхом обробки ферментом амілазою.

НДК в кількісному відношенні приблизно в 2 рази перевищує кількість СК в кормах.

Склад кормів за традиційною і модифікованою схемою

Корма	Вода, %	СР, %	СК, г	БЕР, г	НДК, г	КДК, г	НСВ, г
Сіно суданської трави	15	85	221	439	490	313	170
Сінаж люцерновий	55	45	103	221	207	135	117
Силос кукурудзяний	70	30	70	179	150	84	98
Зерно ячменю	12	88	47	679	183	63	544
Буряк кормовий	87	13	15	83	43	18	42

Оптимальний рівень НДК у сухій речовині раціону визначається збалансованістю його за енергією і знаходиться в межах 27–32%.

Існує тісна кореляція між вмістом НДК і КДК.

У зв'язку з цим запропоновані рівняння регресії для розрахунку КДК на основі знання вмісту НДК.

Для кукурудзяного силосу:

$$\text{КДК, \%} = -1,15 + 0,62 \times \text{НДК, \%}$$

Для сіна і зеленої маси трав:

$$\text{КДК, \%} = 6,89 + 0,50 \times \text{НДК, \%}$$

Для сіна, сінажу з бобових трав:

$$\text{КДК, \%} = -0,73 + 0,82 \times \text{НДК, \%}.$$

4. Некрохмалисті полісахариди

У зернових кормах які є основними в харчуванні свиней містяться некрохмалисті полісахариди(НПП)

НКП представляють собою нейтрально-детергентну клітковину, в якій крім лігніну, целюлози, геміцелюлози міститься пектин, тобто НДК + пектин.

Ця група не перетравлюється в шлунково-кишковому тракті свиней, так як власних ферментів целюлази, геміцелюлази, пектинази у ссавців немає.

Ці ферменти виробляються бактеріями, грибками, населяють рубець жуйних

Вміст некрохмалистих полісахаридів у кормах

Кормові культури	Вміст у сухій речовині, %			
	Клітковин а	β - глюкани	Пентозани	Некрохмалисті полісахариди
Кукурудза	1,9-3,0	0,1-0,2	4,0-4,3	5,5-11,7
Пшениця	2,0-3,4	0,2-1,5	5,5-9,5	7,5-10,5
Ячмінь	4,2-9,3	1,5-10,7	5,7-7,0	13,5-17,2
Овес	8,0-12,0	3,1-6,6	5,5-6,9	12,0-29,6
Жито	2,2-3,2	0,5-3,0	7,5-9,1	10,6-12,8

Фізичні властивості НКП- водоутримуюча здатність і іонообмінні властивості.

β-глюкани знижують перетравність і всмоктування поживних речовин в результаті утворення в'язкого середовища в тонкій кишці, погіршуючи тим самим контакти з ферментами.

У зерні жита, тритикале, ячменю, вівса міститься значна кількість НКП, які погіршують перетравність і ріст поросят, курчат.

Для зниження несприятливої дії застосовують добавки в корм ферментних препаратів – ксиланази, пектинази, β-глюканази, які розщеплюють їх до моносахаридів і знижують їх гелютворюючу дію

5. Структура, склад і властивості жирів

Жири мають різноманітну структуру, склад і властивості та не розчиняються у воді.

Вегетативна частина рослин нагромаджує близько 5% ліпідів, насіння олійних – до 50% і більше. В організмі тварин міститься 10–20% жиру, але при деяких порушеннях жирового обміну його кількість може зростати до 50%.

До сирого жиру входять ліпіди, фарбуючі речовини та стерини

Складні ліпіди

фосфоліпіди (фосфатиди) – ліпіди, до складу яких входять гліцерин, жирні високомолекулярні кислоти, а також фосфорна кислота і азотовмісні сполуки – серин, етаноламін і холін.

Середній вміст фосфоліпідів в сухій речовині зернових кормів злакових культур (кукурудза, жито, пшениця) коливається від 0,2 до 0,6%, в кормах з насіння бобових (соя, люпин, горох) – від 1 до 2,2%, в насінні соняшнику – від 0,7 до 0,8%.

Фосфоліпіди діляться:

холінфосфатиди (лецитини), які містять холін

коламінфосфатиди (кефаліни), що включають коламін

Гліколіпіди – це жироподібні речовини, що містять вуглеводи. Представники-цереброзиди (характерні для нервової тканини) і гангліозиди (виявлені в нервових вузлах, характерні для клітинних мембран, зокрема мембран еритроцитів).

Воски – це жироподібні речовини, складаються головним чином з складних ефірів високомолекулярних одноатомних спиртів. До їх складу входять вуглеводи, різні фарбуючі, ароматичні речовини, вільні органічні кислоти, спирти і т. п.

Воски захищають рослин від змочування водою, висихання і ураження мікроорганізмами. Воски, як правило, містяться в кормах рослинного походження.

Стерини –стероли і стерини.

Основний представник стеролів у кормах – **ергостерол**. При ультрафіолетовому опроміненні кормів із ергостеролу утворюються вітаміни групи D.

Вміст стеролів у сухій речовині кормових дріжджів становить близько 2%, в зерні пшениці коливається від 0,03 до 0,07%, зерні кукурудзи – від 1 до 1,3%, в зелених кормах – от 0,05 до 0,18%.

До фітостеринів відноситься **β -сітостерол**, який запобігає всмоктуванню холестерину у кишечнику, що має важливе значення для профілактики атеросклерозу.

Основним представником тваринних стеринів є холестерин, з якого в організмі тварин утворюється ряд важливих в біохімічному відношенні речовин.

Каротиноїди –ліпоїди рослинних кормів.

У зелених кормах, найбільш поширеними каротиноїдами є каротини і лютеїн. Група каротиноїдів включає в себе близько 70 природних пігментів, вміст яких в сухій речовині, наприклад зелених кормів, досягає приблизно 0,07–0,2%.

Хлорофіли – це ліпоїди, що додають зелене забарвлення рослинам. Мають велике значення в процесах фотосинтезу.

Фізико-хімічні характеристики деяких жирів, %

Показник	Олія			Жир		
	кукурудзяна	Соняшни- кова	ляна	яловичий	баранячий	свинячий
Вміст кислоти:						
пальмітинової	8-11	3.5-6,4	-	27-29	25-27	25-32
стеаринової	2,5-4,5	1,5-4,6	9-11	24-29	25-31	8-16
міристинової	немає	до 0,1	-	2-2,5	2-4,6	до 1
арахідонової	0,3-0,4	0,7-0,4	-	-	-	-
олеїнової	37-40	25-42	13-29	43-44	36-13	34-44
лінолевої	43-47	46-60	15-30	2-5	3-4,5	3-8
ліноленової	1,2-1,8	-	41-60	0,2-0,6	-	до 0,8
Щільність	0,925	0,925	0,930	0.940	0.950	0.920
Температура, °С:						
застигання;	-10 ... -20	-16 .. -18	-18 ... -27	+30 ... +38	+32 ... +45	+28 ... +32
плавлення;				+40 ... +50	+44 ... +45	+28 ... +40
Йодне число	111-133	119-144	170-210	32-47	31-46	46-66

6.Значення жирів та оцінка жирової поживності

У результаті окислення в організмі 1 г жиру виділяється 39,7 кДж енергії.

Енергетична цінність жиру забезпечується вуглеводним ланцюгом високомолекулярних жирних кислот. *При гідролізі нейтрального жиру утворюється приблизно 90% жирних кислот і 10% гліцерину. Гліцерин відноситься до вуглеводів і містить у 1 г 4,3 ккал, а жирні кислоти – 9,4 ккал/г.*

Ненасичені жирні кислоти за призначенням у живленні тварин класифікуються на замінні й незамінні.

Незамінні ненасичені жирні кислоти забезпечують:

- 1) транспортування ліпідів, зокрема з печінки;
- 2) утворення сполучної тканини, структурних компонентів клітин і мітохондріальних мембран;
- 3) компоненти ферментних систем і захисних “змазок” зовнішнього покриву тварин.

Ліпіди виконують структурно-пластичну функцію – входять до складу клітинних і позаклітинних мембран усіх тканин.

Жири є розчинниками вітамінів А, D, Е, К та сприяють їх засвоєнню.

Ліпіди входять до складу нервових клітин, забезпечують передачу нервових імпульсів генетичної інформації, зв'язують ферменти з внутрішньоклітинними структурами.

Із ліпідів утворюються деякі гормони (статеві, кори наднирників), а також вітамін D.

Жири шкіри і внутрішніх органів виконують захисну функцію – захищають організм від переохолодження.

В організмі тварин, крім нейтральних жирів, важливу роль відіграють фосфоліпіди (фосфатиди-лецитин, кефалін, сфінгомієлін) та стерини.

Лецетини, відіграють важливу роль у профілактиці атеросклерозу, оскільки запобігають нагромадженню надлишкової кількості холестерину у стінках судин, сприяють його розщепленню і виведенню з організму.

Жирову поживність кормів оцінюють за вмістом жиру в одиниці корму або його сухої речовини.

В травах вміст жиру 5-10% СР.

Жиру менше в травах, вирощених без мінеральних добрив.

При заготівлі сіна до 40-50% ліпідів втрачається. У середньому в травах їх міститься близько 2–3%, а в сіні, приготованому з них, – тільки 1,3–1,5%.

У сінажі і силосі доброї якості ліпіди зберігаються краще, ніж у штучно висушеному сіні.

Серед ліпідів листя рослин переважає ліноленова, а у ліпідах зерна – лінолева кислота. Домінуюча серед насичених кислот у ліпідах кормів – пальмітинова кислота (80–85%).

Ліпіди кормів під впливом кисню повітря, світла, води, а також за участю ряду рослинних ферментів (ліпоксигенази), в процесі зберігання набувають гіркої смаку. При цьому відбувається вивільнення масляної кислоти.

Під час зберігання зернових кормів у подрібненому вигляді, особливо в умовах підвищеної температури і вологості повітря, у них швидко **зростає кількість продуктів прогіркання – перекисів, альдегідів і кетонів**, що стає причиною зниження продуктивності та погіршення функцій відтворення тварин.

Вміст окислених продуктів у зимово-весняних раціонах корів значно підвищується порівняно з літнім. Так, до кінця стійлового періоду порівняно з пасовищним вміст перекисів у кормах зростає у 90 разів, кислотне число – майже у два рази.

Шкідливий вплив окислених продуктів на здоров'я і продуктивність тварин у зимово-весняний період, пояснюється інактивацією до цього часу більшості вітамінів.

Для зниження окислення жирів при зберігання використовують антиоксиданти (токоферол (вітамін E) і його похідні (сантохін, дилудин).

Ліпідний обмін – це сукупність безперервно протікаючих хімічних перетворень жирів і жироподібних речовин в організмі.

Ліпіди в організмі тварин синтезуються не тільки з жиру корму, а більшою мірою з глюкози та летких жирних кислот, що утворюються в процесі перетравлювання вуглеводів у передшлунках жуйних та товстих кишках моногастричних тварин.

В організмі тварин жири знаходяться у двох формах: структурній (протоплазматичній) і резервній (у жирових депо).

У жуйних тварин порушення жирового обміну може виникнути при недостатньому розщепленні клітковини мікроорганізмами до летких жирних кислот (оцтова, масляна, пропіонова та ін.).

На жировий обмін істотно впливає нестача в раціоні вітамінів, які беруть участь при ендогенному перетворенні насичених жирних кислот у фізіологічно активні жирні кислоти.

*У високопродуктивних корів при інтенсивній годівлі концентратами, а також недокормі відбувається неповне окислення жирів. І в крові виявляється підвищена кількість кетонових або ацетонових тіл. У здорових тварин можна виявити тільки сліди ацетонової тіл. Підвищений вміст кетонових тіл у крові називається **гіперкетонемією**. Їх надлишок виділяється з сечею (**кетонурія**), у лактуючих тварин – з молоком, а при вираженому кетозі – легенями (запах фруктів). Гіперкетонемія вказує на те, що проміжні продукти жирних кислот не встигають повністю окислюватися в печінці та інших тканинах і викликають отруєння.*

*При високому вмісті кетонових тіл в крові виникає **кетоз**, порушується діяльність ферментативних систем, змінюється білковий обмін і т. д. Оскільки оцтова кислота і ацетон є вихідним матеріалом для синтезу холестерину, то при гіперкетонемії спостерігається підвищений вміст холестерину в крові. Крім того, кетонові тіла надають різко гальмівну дію на центральну нервову систему і дихання. До кетозу особливо схильні велика рогата худоба, вівці.*