

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЖИТОМИРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

О.О. Лавринюк, В.А. Бурлака

Зоохімічний аналіз кормів.

Хімічний та атомно-адсорбційний аналіз кормів

Навчальний практикум

Книга друга

За редакцією доктора сільськогосподарських наук, професора, заслуженого
працівника освіти України Бурлаки Віктора Анатолійовича

ЖИТОМИР

2016

УДК 636.085.33(075.8)

Автори: Оксана Олександрівна Лавринюк,
Віктор Анатолієвич Бурлака

Навчальний практикум

Рецензенти:

Юрій Іванович Савченко - доктор сільськогосподарських наук, професор, Академік Академії аграрних наук України.

Микола Григорович Мазуренко - доктор сільськогосподарських наук, професор ВНААУ.

Іван Григорович Грабар - доктор сільськогосподарських наук, професор ЖНАЕУ.

Редактор: д. с-г.н., Бурлака В.А.

Комп'ютерний набір та верстка: Лавринюк О.О.

Підписано до друку 25 травня 2016

УДК 636.085.33(075.8)

ББК 40.40

Д 38

Рекомендовано до друку Вченою Радою Житомирського національного агроекологічного університету, протокол № 9 від 25 квітня 2016 року.

Авторський колектив: Оксана Олександрівна Лавринюк
Віктор Анатолієвич Бурлака

Д38. Зоохімічний аналіз кормів. Хімічний та атомно-адсорбційний аналіз кормів:
Навчальний практикум / О.О. Лавринюк, В.А. Бурлака; за ред. В.А. Бурлаки –
Житомир, 2016 110 с.

Автори рекомендують книгу керівникам тваринницьких промислових підприємств, технологам, спеціалістам ветекспертизи, студентам ВНЗ України.

Автори намагались зібрати і проаналізувати класичний, а також сучасний матеріал із зоохімічного аналізу кормів і кормових добавок. Динамічний розвиток сучасного тваринництва в країні змушує нас постійно моніторити і контролювати рівень годівлі тварин, що є гарантом і вирішальним фактором різкого підвищення продуктивності тварин, та її суттєвого здешевлення. Довгі роки якість годівлі тварин і птиці фахівці контролювали за допомогою господарської оцінки згодовування кормів. Життя підтвердило, що остаточну повноцінність годівлі можна встановити лише за фактичним вмістом поживних речовин у кормах і раціонах, що базується на глибоких знаннях із хімії та на основі зоохімічного аналізу.

ЗМІСТ

Передмова	8
1. Правила роботи і техніка безпеки в лабораторії зоохіманалізу	9
2. Технічне обладнання лабораторії зоохімічного аналізу кормів	11
3. Зоотехнічний аналіз кормів	19
4. Визначення первинної води (ДСТ 27548-87)	27
5. Визначення гігроскопічної води	30
6. Визначення гігроскопічної води прискореним методом	32
7. Перерахунок даних аналізу з повітряно-сухого стану на корм з натуральною вологістю	33
8. Визначення „сирої” золи в кормі методом сухого озолення (ДСТ 26226-84)	36
9. Визначення «сирої» клітковини методом Геннеберга і Штомана (модифікація) (ДСТ 13496.2-84)	38
10. Визначення «сирого» протеїну методом Кельдаля (ДСТ 13496.4-84)	42
11. Визначення «сирого» жиру в кормі методом Рушковського (ДСТ 13496.15-85)	46
12. Визначення в кормі вмісту безазотистих екстрактивних речовин (БЕР)	49
13. Визначення в кормі вмісту кальцію трилометричним методом (ДСТ 26570-85)	50
14. Визначення в кормі вмісту фосфору колориметричним методом (ДСТ 26657-85)	52
15. Визначення молочної, оцтової і масляної кислот у силосі методом Леппера-Фліга	54
16. Визначення вмісту кухонної солі у комбікормах	58
17. Визначення загальної кислотності комбікормів	60
18. Титриметричний (об’ємний) аналіз	61
19. Визначення в кормах стронцію	64
20. Суть атомно-адсорбційного аналізу	66
Додатки	87
Використана література	103

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
ZHYTOMYR NATIONAL AGROECOLOGICAL UNIVERSITY

O.O LAVRYNYUK, V.A BURLAKA

Zoochemical analysis of feed.
Chemical and atomic absorption analysis of feed

Training workshop

Book II

Edited by the Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Honored Worker of
Science of Ukraine Viktor Anatolyevich Burlaka

ZHYTOMYR 2016

UDC УДК 636.085.33(075.8)

BVK 40.4

D 38

Recommended for publication by the Academic Council of Zhytomyr National
Agroecological University, protocol № 9 of April 25, 2016.

Prepared material and formed: Oksana Lavrynyuk, Victor Anatoliyevych Burlaka

D38. Zoochemical analysis of feed. Chemical and atomic absorption analysis of feed

Training workshop / O.O Lavrynyuk, V.A. Burlaka; Ed. V.A. Burlaka - Zhytomyr, 2016

100 s.

The authors recommend the book heads of livestock industry, technologists, specialists of vetexpertise, students of universities of Ukraine. The authors tried to collect and analyze classic and modern materials of zoochemical analysis of feed and feed additives. The dynamic development of modern stockbreeding in the country makes us constantly monitor and control the level of animal feed, which is the guarantor and the decisive factor in a significant increase of the productivity of animals, and its significant reduction. For years, the quality of animal feed and poultry has been controlled by specialists by using economic evaluation of feeding forages. Life has confirmed that the final full value of feeding can be set only by the actual content of nutrients in feed and rations which is based on extensive knowledge of chemistry and zoochemical analysis.

CONTENT

Preface	8
1. The rules of work and safety in the laboratory zoohimanalizu	9
2. The technical equipment of laboratory analysis of feed zoohimichnoho	11
3. Zoo technical analysis of feed	19
4. Determination of the primary water (GOST 27548-87)	27
5. Determination of hygroscopic water	30
6. Determination of hygroscopic water accelerated by	32
7. Conversion of data analysis in air-dry state fed with natural moisture	33
8. The definition of "raw" ash in the feed dry ashing method (GOST 26226-84)	36
9. Definition of "crude" method Henneberha fiber and Shtomana (modified) (GOST 13496.2-84)	38
10. Definition of "raw" protein by Kyeldalya (GOST 13496.4-84)	42
11. Definition of "raw" fat in the diet by Rushkovsky (GOST 13496.15-85)	46
12. Determination of the content in the feed nitrogen free extract (MAR)	49
13. Determination of calcium in the diet trylonometrychnym method (GOST 26570-85)	50
14. Determination of phosphorus in feed colorimetric method (GOST 26657-85)	52
15. Determination of lactic, acetic and butyric acids in silage by Lepper Fliha	54
16. Determination of salt in compound feed	58
17. Determination of total acidity animal feed	60
18. Tytremetrychnyy (volume) analysis	61
19. Determination of strontium in feed	64
20. The essence of atomic adsorption analysis	66
Applications	87
Used Books	103

*Без мети немає діяльності,
без інтересів немає мети, а
без діяльності немає життя.*
В. Белінський

ПЕРЕДМОВА

Підвищення продуктивності тварин - одне з найважливіших завдань, яке стоїть перед працівниками галузі. Важливе значення в його розв'язанні відводиться кормовиробництву. Необхідно значно підвищити якість кормів та ліквідувати дефіцит кормового протеїну. Нині очевидно, що чим більше буде вирощено і заготовлено якісних зелених кормів, сіна, сінажу, силосу, коренеплодів, тим вищою буде продуктивність тварин і меншою потреба в фуражному зерні та високопротеїнових кормових добавках. Основними критеріями оцінки якості кормів є масова частка сухої речовини в кормі та її перетравність, яка значною мірою відображає енергетичну поживність корму та вміст в ньому перетравного протеїну. Оцінку кормів за якістю слід вважати заходом, що об'єднує інтереси виробництва тваринницької та рослинницької продукції.

Виробництво кормів потребує не тільки точної, а й своєчасної інформації. Неточна інформація може стати причиною неправильних рішень, а запізнiла - не потрібна.

Поживність зелених кормів швидко змінюється в період вегетації. Так, вміст сирого протеїну в сухій масі люцерни знижується майже на 1 % через три дні. Такими ж темпами підвищується вміст сирової клітковини. Якщо ці зміни контролювати, використовуючи наявну аналітичну техніку, інформація стане необхідною для визначення поживності.

Постійний контроль за розвитком рослин, оперативне визначення вологості зеленої маси і вмісту в ній сухої речовини дасть змогу спеціалістам своєчасно втручатися в технологію виробництва та заготівлі кормів і при потребі вносити відповідні корективи. Тому в книзі наведено методики визначення поживності кормів у лабораторних умовах для проведення аналізів.

Питання, висвітлені в книзі, допоможуть спеціалістам при організації виробництва, заготівлі та зберігання кормів.

Тема 1: Правила роботи і техніка безпеки в лабораторії зоохіманалізу

Мета: Ознайомитись з технікою безпеки та вивчити правила роботи в хімічній лабораторії.

Робота в лабораторії вимагає серйозної уваги і обережності для попередження нещасних випадків, які можуть статися внаслідок необережного поводження з їдкими, горючими і отруйними речовинами, недотримання техніки безпеки при роботі з приладами та посудом.

1. Студент зобов'язаний в лабораторії працювати в чистому, охайному одязі та халаті. Під час занять дотримуватись тиші, робоче місце повинне бути чистим, та достатньо освітленим.

2. В лабораторії категорично заборонено їсти і пити з хімічного посуду.

3. Змішуючи концентровані кислоти з водою, потрібно лити кислоту в воду, а не навпаки; при цьому працювати в захисних окулярах та гумових рукавицях та фартусі.

НЕОБХІДНО ПАМ'ЯТАТИ, ЩО КИСЛОТУ НАЛИВАЮТЬ У ВОДУ!

4. При попаданні на відкриті ділянки шкіри концентрованої кислоти або лугу їх негайно слід промити великою кількістю проточної води. Потім, в разі опіку кислотами, промити 3-5%-м розчином соди, а при опіку лугами - 2-3%-м розчином борної чи оцтової кислот. Після цього ділянку знову промивають водою.

5. Роботи пов'язані з виділенням шкідливих і отруйних речовин (хлору, сірчистого газу, ефіру, бензину, бензолу) потрібно проводити тільки під ввімкненою витяжною шафою.

6. Сухі реактиви брати тільки шпателем, ложечкою, остерігаючись попадання навіть найдрібніших часток на шкіру і особливо в очі.

7. При роботі з шкідливими та отруйними рідинами необхідно користуватись піпетками з гумовими грушами або бюретками.

8. Використані в процесі роботи кислоти, луги зливати в спеціальний посуд, який повинен стояти в витяжній шафі, та нейтралізувати.

9. Не засмічувати раковини склом, фільтрами, лакмусовим папером.

10. При перенесенні посуду з гарячою рідиною необхідно, відсторонивши її від себе тримати обома руками, притримуючи однією, прикритою рушником чи ганчіркою, під дно.

11. Не можна наливати в мірний посуд гарячі рідини або нагрівати в них. Бережно відноситись до хімічного посуду і лабораторного обладнання.

12. Пам'ятати, що лужні розчини при кип'ятінні у склянках на електроплитці киплять з поштовхами і можуть перекинутись.

13. Скляний посуд при роботі з ним і митті легко б'ється. Для попередження поранення рук потрібно бережно з ним поводитись.

14. Категорично забороняється користуватись ефіром, бензином, спиртом при наявності відкритого вогню та працювати з щербатим посудом.

15. При загоранні електропроводів негайно вимкнути струм, проводи гасити піском або сухим вогнегасником (які обов'язково повинні бути в лабораторії). Застосовувати воду або пінний вогнегасник в цих випадках не допускається.

16. Після закінчення роботи прилади треба вимкнути, чи знеструмити, закрити водопровідні і газові крани.

17. Черговий навчальної групи в кінці занять передає лабораторію лаборанту.

18. Після проведення інструктажу студенти розписуються в журналі по техніці безпеки.

Завдання 1. Вивчити правила техніки безпеки роботи в лабораторії зоохіманалізу, та записати в робочий зошит основні положення роботи.

Завдання 2. Розписатися в журналі по техніці безпеки.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. В якій послідовності змішують концентровані кислоти з водою?
2. Чим промивають відкриті ділянки шкіри при попаданні на них концентрованої кислоти або лугу?
3. Яких правил необхідно дотримуватись при роботі з сухими реактивами?
4. Що категорично забороняється робити в лабораторії?

Тема 2: Технічне обладнання лабораторії зоохімічного аналізу кормів

Мета: Ознайомитись з технічним обладнанням лабораторії зоотехнічного аналізу кормів.

Лабораторія. Має складатися, як мінімум, з двох кімнат, в одній з яких виконуватимуться роботи з шкідливими для організму людини реактивами. Площа кімнати повинна становити 10-12 м², і мати добру примусову вентиляцію та достатнє освітлення. У ній розміщують витяжну шафу, стіл для обладнання, муфельну піч для озолення кормів, прилади для спалювання корму і відгону азоту, апарат Сокслета, яким визначають жир, обладнання для визначення клітковини, дистилятор, міні млин для подрібнення зразків корму та ін.

У другій кімнаті виконують роботи з нешкідливими реактивами. Тут розміщують аналітичні і технічні ваги, електрофотокolorиметри (ФЕК), центрифуги, сушильні шафи, лабораторний стіл з полицею для посуду, прилади для титрування, а також обладнання, яке піддається дії парів кислот і інших летких речовин. Поряд з лабораторним столом встановлюють раковину для миття посуду. Площа цієї кімнати має становити не менш як 14-15 м². Лабораторне приміщення обов'язково повинно бути сухим і добре провітрюватися.

Витяжна шафа. Необхідна для роботи з шкідливими леткими речовинами і тими, що легко випаровуються, а також для озолення кормів. Під витяжною шафою працюють з оцтовою, азотною, сірчаною, соляною кислотами, ефіром, хлороформом, спалюють корми для визначення протеїну і золи. Розмір шафи залежить від приміщення, в якому вона встановлена. Виготовляють її з дерева, передню і бокові стінки склять, а всередині оббивають жерстю. Дно шафи викладають керамічною плиткою або іншим термостійким матеріалом. Витяжна шафа складається з нижньої підставки заввишки 90-100 см і власне шафи - 150-180 см, у верхній частині якої виведено вентиляційну трубу. Глибина шафи - 75-80 см, ширина - 180-220 см (залежно від розмірів кімнати). Верхню половину передньої стінки закріплюють наглухо, а нижню роблять у вигляді двох засувів, які відкриваються знизу ввєрх. На різній висоті встановлюють фіксатори, за

допомогою яких засуви можна закріплювати тобто відкривати шафу на необхідну висоту. Під шафу підводять воду, газ або електричний струм.

Лабораторний стіл. Це тумба висотою 90-100 см, довжиною 200-250 і шириною 70-80 см. У столі є різних розмірів шухляди для зберігання дрібного лабораторного посуду. Нижня частина його поділена 3-4 перегородками з полицями. На столі біля стіни встановлюється полиця для склянок з реактивами, які використовують для поточних аналізів. Довжина полиці відповідає довжині стола, а висота - 55-60 см. Нижню перегородку полиці необхідно робити на висоті 30-32 см.

Щоб полиця не прогиналася під вагою пляшок з реактивами, її поділяють вертикальними стояками на декілька частин. Поверхню лабораторного стола обов'язково покривають пластиком або лінолеумом, щоб легко змивалася при попаданні реактивів. Якщо на столі будуть проводитись аналізи, які потребують підігрівання чи кип'ятіння, до нього підводять газ або електричний струм.

Дистилятор. Апарат призначений для виробництва дистильованої води.

Апарат складається з аквадистилятора і електрощита. Робота базується на конденсації ретельно відсепарованого пару. Водопровідна вода поступає від випарювача і нагрівається електронагрівачами до кипіння. Утворений пар, проходить через ряд сепараторів, попадає на стінки конденсатора, що охолоджується зовні водопровідною водою, конденсуючись, витікає у вигляді дистильованої води. Контроль за рівнем води у випарювачі здійснюється автоматичним пристроєм - датчиком рівня, котрий у випадку пониження рівня води вище допустимого відключає нагрівачі від мережі, чим оберігає їх від перегорання. Для одержання дистильованої води в умовах невеликої лабораторії найкращим є дистилятор ДЕ-4-01"ЕМО". Він повністю забезпечує лабораторію дистильованою водою для проведення всіх необхідних аналізів якості поживності кормів. Крім того використовують також дистилятори марки ДЕ-10"ЕМО", ДЕ-25 "ЕМО", ДЕ-04 М, ДЕ-10 М, ДЕ-5, ДЕ-10, ДЕ-20, ДЕ-5С (бідистилятор).



Рис. 1. Дистиллятор лабораторный ДЛ-25

Сушильна шафа. Призначена для сушки у повітряному середовищі різних виробів і матеріалів, а також для проведення аналітичних робіт в дослідницьких лабораторіях при температурі від 50 до 200⁰ С в стаціонарних умовах. Крім того використовують також сушильні шафи марки СНОЛ 24/200, СНОЛ 58/350, СНОЛ 67/350.

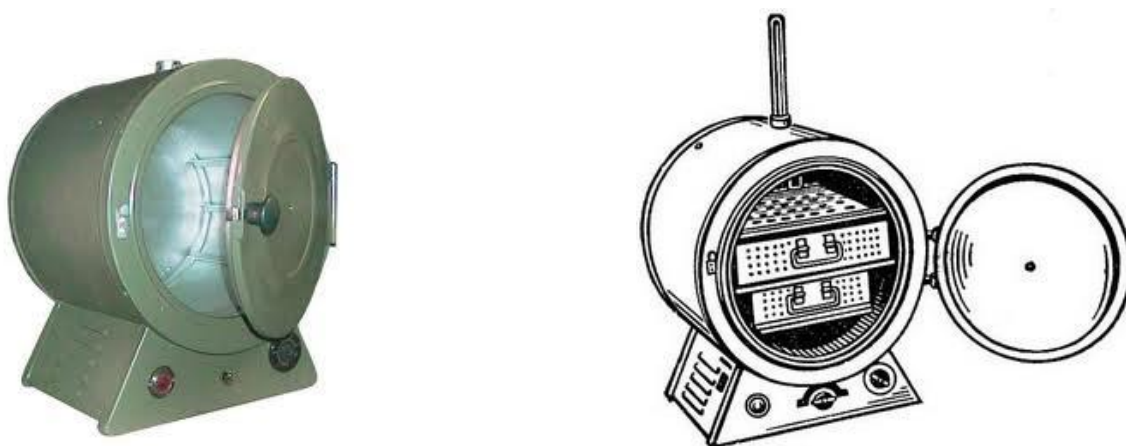


Рис.2 Сушильна шафа

Ваги. Для зважування зразків корму необхідні технічні й аналітичні ваги. На технічних вагах зважують тоді, коли дослідження ведуть з невеликою точністю. Зважувати зразки можна на тарілкових, циферблатних і технічних лабораторних вагах.

Всі аналітичні ваги встановлюють на столах або підставках з мінімальною вібрацією. Для цього їх виготовляють з твердих порід дерева (дуб, граб, бук та ін.) або накривають мармуровими плитами. Зважувати необхідно при закритій вітрині, в якій закріплені ваги.

Млини для подрібнення кормів. Сухі зразки кормів можна подрібнювати різними млинами, однак найбільш зручним є електричний лабораторний млин мари МРП-1. Він працює від трифазного електричного струму напругою 220 та 380 В і має потужність 0,6 кВт. Подрібнюють зразок корму (вологість до 14%) в спеціальному металевому циліндрі ножами, які обертаються з швидкістю понад 7000 об/хв.

Невеликі зразки кормів можна подрібнювати н електричному млинку марки ЭМ-2. Цей млинок працює від двофазного струму напругою 220 В, має потужність 50 Вт і близько 8000 об/хв.

Муфельна піч. Призначена для проведення аналітичних робіт і різних видів термообробки в всіх галузях промисловості, сільського господарства, лабораторіях різного рівня при температурах до 1100° 1300° С. Камера (муфель) печі може бути виготовлена з кераміки або з високоефективного теплоізоляційного волокна. Муфельні печі можуть комплектуватись аналоговими або мікропроцесорними регуляторами температури. У випадку, якщо є необхідність в ступінчастому протікання процесу, можлива установка в печі програматора. Корпус кожної лабораторної муфельної печі має полімерне покриття для захисту печі від корозії. Озолюють корми в муфельній печі марки **МП-2У**. Працює вона від двофазного струму напругою 220 В і має потужність нагрівача близько 2,6 кВт. Діапазон температур, які регулюються автоматично, коливається від 100 до 1000°. Розміри робочого простору становлять 245х94х174 см, а загальні габарити 470х460х510 см. Встановлюють муфельну піч під витяжною шафою.



Рис.3 Муфельна піч

Прилади для визначення азоту. Щоб визначити вміст азоту в кормі, потрібно спалити наважку в концентрованій сірчаній кислоті. Для спалення використовують спеціальні колби К'ельдаля з круглим дном і витягнутою шийкою. Щоб колби не перекидались, виготовляють штативи. Такий штатив являє собою каркас, в якому на трубі закріплюють газові пальники. Над пальниками на відстані 5-6 см повинна бути розташована товста жерсть (1,5-2 мм) з отворами діаметром 6-7 см, які співпадають з розміщенням газових пальників. У задній частині каркаса також прикріплюють жерсть з вертикальними прорізами, куди вставляють шийки колб К'ельдаля. На одному кінці металевої труби, на якій закріплені пальники, роблять спеціальний штуцер (другий кінець заварюють наглухо), який за допомогою гумового шланга з'єднують з газовим краном. На кожному пальнику повинен бути спеціальний краник для регулювання величини полум'я під колбами.

При відгоні азоту у великій колбі кип'ятять воду і пара через систему трубок поступає в колбу К'ельдаля, захоплюючи з собою вивільнений аміак з нейтралізованого розчину, та проносить його через водяний холодильник у приймальну колбу, де він знову з'єднується з 0,1 н. сірчаною кислотою. Коли апарат працює, треба стежити, щоб всі виходи з великої колби були відкриті, бо інакше вона може розірватися. Слід пам'ятати, що відганяти азот необхідно лише при постійній циркуляції води в холодильниках, причому вода повинна поступати з крана в нижній отвір і виливатись через верхній. Так повинні під'єднуватися всі види водяних холодильників.

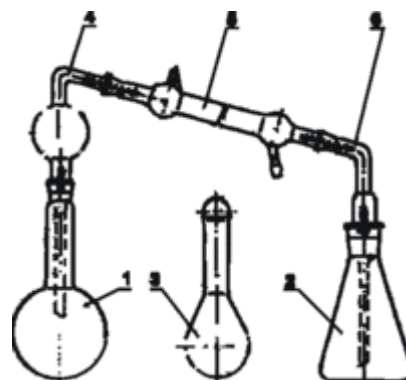


Рис.4. Апарат Кельдаля

Апарат Сокслета. Цей апарат використовують для визначення в кормах сирого жиру. Апарат складається з спеціальної електричної плитки, колби для жиру розчинників, водяного холодильника і власне екстрактора. Екстрактор — це циліндр, до якого припаяні дві трубки: широка для проходження парів розчинника жирів, а вузька — для зливання його в колбу разом з екстрагованим жиром. Верхній отвір кулькоподібного водяного холодильника необхідно закрити ватою, а ще краще хлоркальцієвою трубкою, щоб не потрапляли в розчинник водяні пари з повітря. Апарат закріплюють на вертикальному металевому штативі з важкою основою.



Рис.5. Апарат Сокслета

Фотоелектроколориметри (ФЕК). У лабораторії користуються фотоелектроколориметрами типів КФК-2, КФК-3, КФК-3-01. Призначений для вимірювання в окремих ділянках діапазону довжини хвиль 315-980 нм, що виділяються світлофільтрами коефіцієнтів пропускання і оптичної щільності рідинних розчинів твердих тіл, а також визначення концентрації речовин в розчинах методом побудови градуювальних графіків. ФЕК КФК-2 дозволяє також здійснювати вимірювання коефіцієнтів пропускання розсіюючих суспензій, емульсій і колоїдних розчинів у прохідному світлі.

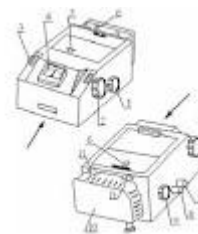


Рис.6. ФЕК

Центрифуги. Для невеликої лабораторії найбільше зручною є настільна центрифуга ЦЛН-2. Вона розвиває швидкість обертання ротора від 3000 до 8000 – 9000 об/в. На роторі розміщено шість гнізд, в які встановлюють центрифужні пробірки місткістю до 10 см³. Працює центрифуга від двофазного електричного струму напругою 220 В і має потужність до 90 Вт. Ця центрифуга має розміри (250 мм x 190 мм) і вагу 7,5 кг.

Інше обладнання та посуд. У лабораторії необхідно мати також декілька електричних плиток, водяних ванн, штативи для пробірок і піпеток, прилади для титрування, ексикатори, промивалки, лабораторні сита тощо.

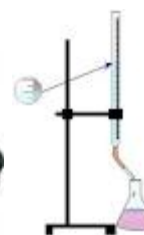


Рис.7. Лабораторне обладнання (тиглі, бюкси, ексикатор, лабораторні сита, штатив, та прилад для титрування)

Техніка зважування на аналітичних терезах ВЛР-200

1. Перевірити горизонтальне положення терезів і, якщо воно порушене, опорними гвинтами (праворуч і ліворуч) встановити по рівню.

2. Вставити штепсель понижуючого трансформатора в розетку. Не відкриваючи дверцят, ручку ввімкнення терезів (внизу праворуч і ліворуч) повернути на 180° - до себе і вгору до відказу, не прикладаючи зусиль. При цьому вмикається освітлювач і на екрані з'являється збільшене зображення мікрошкали, яка переміщується знизу вгору або навпаки.

3. Ручкою ліворуч зверху встановити нульове положення шкали. Якщо цього зазначеною ручкою зробити не можна, зняти кришку терезів і перевірити

положення коромисла і сережок, на яких висять шальки з повітряними демпферами. Якщо положення коромисла і сережок не порушене, то гайками тарувальних гвинтів, вкручених праворуч і ліворуч у коромисло, встановити рівновагу (на екрані «00»).

4. Якщо терези встановлені на нульове положення, починають зважування. Ліворуч, відкривши дверцята, на шальку терезів кладуть предмет для зважування, праворуч – гирі масою 1 г, 2, 10, 20, 50, 100 г, які знаходяться в скриньці. Гирі беруть пінцетом.

Вмикати терези зручніше лівою рукою і, якщо шкала пересувається вниз – показники наближаються до «100», додаючи гирі, якщо навпаки – до «00», знімають. (На шкалі вище «100» стоїть знак «+», нижче «00» - знак «-»).

Додаючи гирі на праву шальку терезів, досягають такого положення, щоб від доданого 1 г шкала пересувалась нижче «00». Тоді знімають 1 г і урівноважують за допомогою вмонтованого механізму – ручка праворуч друга зверху, поступово додаючи 100 мг, 200, ... 00 мг. Відлік ведуть по лімбу гирьового механізму – від шкали ліворуч.

5. Дані зважування в сотих і тисячних частках грама беруть на шкалі освітленого екрана між двома паралельними штрихами, підводячи ручкою подільного пристрою (верхня праворуч) у середню їх лінію рухомої шкали.

Показники зважування знімають у такій послідовності: маса гир на правій шальці терезів – ціле число, на екрані зліва направо на лімбі – десяті, на шкалі – соті і тисячні, на екрані подільного пристрою – десятитисячні і стотисячні частки грама (наприклад, 32,62635).

6. Після зважування терези вимикають, виймають штепсель з розетки, встановлюють показники гирьового механізму і подільного пристрою на «0». Гирі встановлюють на місце в скриньку. Зачинають дверцята.

Завдання 1. Вивчити основні задачі та принцип дії обладнання лабораторії зоотехнічного аналізу кормів.

Завдання 2. Вивчити техніку зважування на аналітичних терезах.

Завдання 3. Провести зважування зразків кормів. Дані записати в таблицю 1.

Таблиця 1

№ зразка	Назва корму	Маса пустого бюкса, мг	Маса бюкса з кормом, мг	Наважка корму, мг

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Який прилад використовують для визначення азоту?
2. За допомогою яких приладів проводять визначення кількості азоту в кормі?
3. Для визначення яких речовин використовують апарат Сосклета?
4. Які аналізи слід проводити під витяжною шафою?
5. Як необхідно обладнати кімнати лабораторії?
6. Які прилади і апарати для проведення аналізу корму Вам відомі?
7. Як користуватися аналітичними терезами?

Тема 3. Зоотехнічний аналіз кормів

Мета: Ознайомитись з хімічним складом кормових засобів та схемою зоотехнічного аналізу корму.

На ріст, продуктивність та здоров'я сільськогосподарських тварин впливають кількість і хімічний склад кормів та здатність хімічних сполук корму до перетравлення та засвоєння.

В кормах рослинного, тваринного та мікробіологічного походження виділено 74 хімічних елементи, серед яких 19 вважаються незамінними для життя. Це – кисень, вуглець, водень, азот, кальцій, фосфор, калій, хлор, сірка, натрій, магній, цинк, залізо, йод, мідь, вольфрам, молібден, кобальт і селен. Найбільш важливими є кисень, вуглець і водень. Живі організми і корми містять кисню приблизно 70%, вуглецю – 18 і водню – 10%

Характеризуючи цінність корму для тварин ми використовуємо термін «поживність корму», або забезпеченість корму хімічними сполуками, які можуть використовуватись для підтримання життя, продуктивності та здоров'я тварин.

Інтенсифікація тваринництва неможлива без створення повноцінної годівлі, яка базується, в першу чергу, на забезпеченні тварин всіма елементами енергетичного, протеїнового, мінерального та вітамінного живлення. Лише після встановлення наявності цих елементів живлення в раціоні можна говорити про якість годівлі тварин.

Необхідність детального вивчення хімічного складу кормів як первинного показника їх поживності витікає з тісної взаємозалежності між обміном речовин у тварин, їх життєдіяльністю та надходженням поживних речовин із кормами.

До складу організмів рослин і тварин входять різноманітні сполуки, основу яких становлять: вуглець, водень, кисень, азот, кальцій, фосфор, натрій, калій, магній, залізо та ін. На перші чотири (органогенні) елементи припадає близько 95% маси тіла, а з урахуванням кальцію та фосфору - 98,5 %; на решту - 1,5%.

Елементи, вміст яких в організмі досягає 0,01%, називають *макроелементами*, в межах 0,001% і менше - *мікроелементами*.

Хімічний склад кормів характеризує вміст у них окремих груп сполук та елементів. Його визначають за схемою зоотехнічного аналізу корму (схема.1).

Для характеристики взаємозв'язку між складовими частинами кормів і тіла тварин сполуки, які входять до їх складу, під час зоотехнічного аналізу об'єднують в окремі групи, подібні за хімічним складом або фізіологічною дією в організмі. Передусім визначають вміст води і сухої речовини, а в сухій речовині - органічної речовини та золи.

Органічна речовина складається з азотистих і безазотистих речовин. Азотовмісні речовини об'єднані під загальною назвою сирий протеїн, який містить білки та інші азотисті речовини, що називають амідами. До цієї групи органічних і мінеральних сполук належать вільні амінокислоти, солі амонію, нітрати, нітрити тощо. Частина амідів представлена проміжними продуктами синтезу білка, а інша їх частина може утворюватися при розщепленні білків під дією ферментів.

За методиками, прийнятими в зоотехнічному аналізі, кількість поживних речовин визначають разом з деякими домішками. Так, після озолення корму в золі залишаються певна частина органічної речовини та карбонати; при визначенні

вмісту жиру екстрагуванням в органічний розчинник, крім власне жиру, переходять смоли, віск, пігменти, фосфатиди, жиророзчинні вітаміни (А, D, Е, К); із клітковиною залишаються частина зольних елементів, геміцелюлози, пектинові речовини, лігнін. Тому речовини, вміст яких визначають за методами зоотехнічного аналізу, називають *"сирими"*.

Оцінюючи поживність кормів за хімічним складом, слід враховувати, що їх хімічна природа змінюється під впливом різних умов. Склад рослин може коливатися залежно від складу ґрунту, рельєфу, клімату, добрив, агротехніки та інших факторів. Один і той самий корм із різних районів має неоднаковий хімічний склад.

Рослини, які росли в прохолодну погоду, містять більше клітковини, менше протеїну та жиру, ніж ті, що росли в теплу погоду. В молодих рослинах більше протеїну, жиру, золи та менше вуглеводів. Листя рослин значно багатше на протеїн, ніж стебла, черешки і квітки. Дуже різняться між собою за хімічним складом різні сорти зернових, коренеплодів та інших культур.

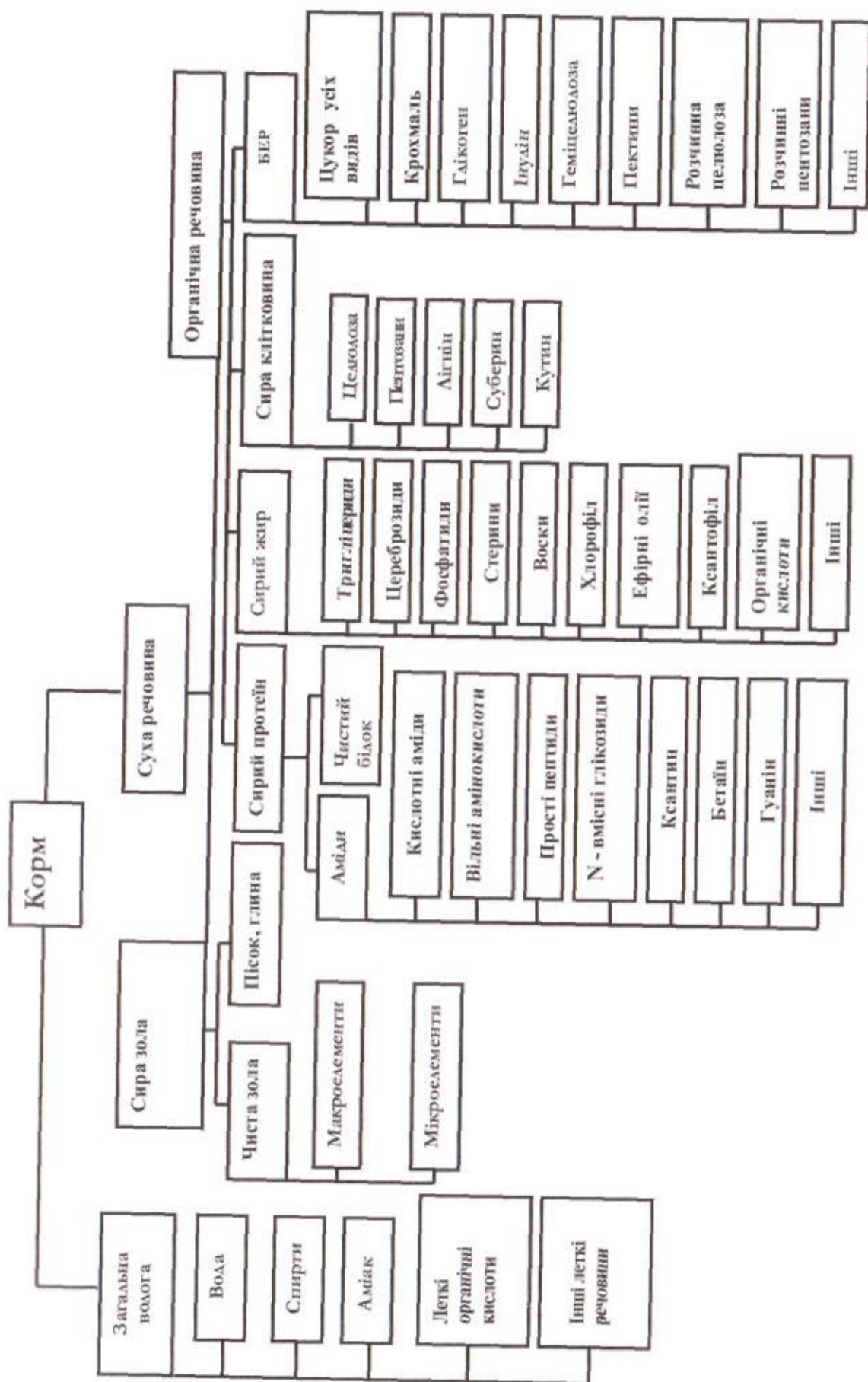
Хімічний склад корму коливається у певних межах і залежить від його якості. При правильному й своєчасному збиранні рослини містять більше поживних речовин, ніж при збиранні із запізненням та в дощову погоду. Крім того, при недбайливому зберіганні корми втрачають значну частину поживних речовин. Тому своєчасне дотримання агротехнічних вимог і техніки зберігання - важливі фактори підвищення не тільки врожайності і кормових якостей рослин, а й кормів в цілому.

В ході проведення хімічного аналізу кормів їх поживність оцінюють за такими показниками:

- сирий протеїн (білки, амінокислоти, небілковий азот);

Сирий протеїн - важливий показник білкового живлення тварин. Він стоїть на 2 місці після енергії за важливістю формування продуктивності тварин.

В світі існує проблема дефіциту протеїну. Внаслідок його нестачі в кормах і продуктах харчування тварин, втрачають значну кількість продукції. Виробництво продуктів тваринництва стає низькорентабельною, а люди відчують голод.



Кормами багатими на сирий протеїн вважаються ті, які містять понад 20% сирого протеїну в сухій речовині корму.

В раціонах сільськогосподарських тварин його кількість рідко перевищує 14% від сухої речовини раціону, тому сирий протеїн є другим після енергії, обмежуючим фактором продуктивності тварин та прибутковості виробництва.

- ефірний екстракт (жири, масла, воски, смоли, пігменти);

Важливим показником енергетичного живлення є наявність в кормі сирого жиру, який крім того виконує захисну функцію в організмі тварини.

В період молочного живлення кількість сирого жиру в спожитому кормі досягає 30% і більше від сухої речовини.

В інші періоди індивідуального розвитку в травоядних тварин на рівень сирого жиру звертається менша увага, його кількість в сухій речовині раціону рідко перевищує 7%.

- сира клітковина (целюлоза, геміцелюлоза, лігнін);

Важливою хімічною сполукою, яка визначається в ході зоотехнічного аналізу корму, є сира клітковина.

Вона складається з целюлози і лігніну.

Целюлоза – важкоперетравний компонент клітковини. Вона може перетравитися лише за участі ферментів мікроорганізмів. Найкраще вона перетравлюється в шлунково-кишковому тракті травоядних тварин.

Не травоядні теж можуть перетравлювати клітковину, але в значно меншій кількості, оскільки в шлунково-кишковому тракті у них менше мікроорганізмів.

Так, наприклад, травоядні можуть перетравлювати корм з вмістом сирого протеїну від 18% до 50% сирої клітковини в сухій речовині не більше 10%.

Лігнін, який входить до складу сухої клітковини, взагалі не перетравлюється травними ферментами, навіть мікроорганізмів, і проходить через шлунково-кишковий тракт транзитом. Тому якщо в кормі багато лігніну, тобто лігніфікованої клітковини, то вона не перетравлюється. Наприклад, тирса.

Таким чином, клітковина є важливою для травоядних тварин з точки зору забезпечення мікробного травлення в шлунково-кишковому тракті.

Відомо, що травлення у травоядних тварин не буде відбуватися, якщо в їх раціоні кількість грубого корму (сіно), яке багате на клітковину буде менше, ніж 40% від добового споживання сухої речовини.

В даному випадку процеси мікробного травлення припиняться. З іншого боку кількість сирової клітковини і, взагалі, грубого корму (наприклад сіна) не повинна бути занадто високою, навіть в раціонах травоядних тварин.

Це пов'язано з тим, що сира клітковина зменшує або обмежує можливості споживати твариною достатню кількість різних елементів живлення. Зокрема протеїну, енергії. Це пов'язано з тим, що клітковина займає дуже багато місця в шлунково-кишковому тракті.

Тварина може заповнити шлунково-кишковий тракт клітковиною повністю, і при цьому бути голодною, худою, низькопродуктивною, хворою. Тому тваринам не рекомендується давати багато соломи, низькоякісного сіна, оскільки продукції від таких кормів ми не отримуємо, і виробництво наше буде збитковим і нерентабельним.

Таким чином, клітковина є скоріше обмежуючим фактором у живленні, навіть травоядних тварин.

Ми повинні контролювати, щоб вміст сирової клітковини був мінімальним. Оскільки при зменшенні рівня клітковини, буде зростати продуктивність тварин.

Використовуючи лише грубі корми в раціонах тварин, не слід очікувати їх високої продуктивності.

Корова лише на грубих кормах не буде давати 10-15 кг молока, а приріст у молодняка ВРХ (великої рогатої худоби) не буде перевищувати 600г, тому з метою підвищення продуктивності ми повинні збільшувати даванки концентрованих кормів, які містять дуже мало клітковини, при цьому рівень сирової клітковини в раціоні знизиться.

Не слід вважати, що клітковина шкідлива, навіть для тварин, які не є травоядними. Клітковина повинна обов'язково бути присутня в раціонах даного

класу тварин, оскільки вона відрізняється «грубістю», грубий компонент раціону завдяки тому, що він подразнює слизову оболонку шлунково-кишкового тракту тим самим очищуючи її від шкідливих речовин, сприяє активному виділенню ферментів і травних соків, поліпшує моторику і споживання корму, поліпшує діяльність мікрофлори в ободовій кишці.

- зола (мінеральні елементи);

Для аналізу забезпеченості кормів мінеральними елементами живлення в кормах визначають кількість сирової золи, макро та мікроелементів.

Сира зола свідчить про загальну кількість макро та мікроелементів у кормі, і не є досить важливим показником живлення в той же час. Важливо визначати вміст окремих макро та мікроелементів. Макроелементи називаються так тому, що їх кількість в нормі визначається в грамах, а мікроелементи – в міліграмах, але це не є свідченням того, що вони менш важливі.

До найбільш важливих макроелементів належать: N, Ca, P, Mg, S, K.

До мікроелементів належать: I, Co, Zn, Cu, Mo, Mn і т.д.

Макро і мікроелементи відіграють в організмі структурну та регуляторну функції. Структурна – входять до складу кістяку. Регуляторна – (переважно мікроелементи) є складовими ферментів, гормонів, вітамінів, які обумовлюють швидкість та напрямок біохімічних реакцій в організмі і поліпшують якість та здоров'я тварин.

- безазотисті екстрактивні речовини (крохмаль, цукри, деяка кількість целюлози, геміцелюлоза, лігнін).

Для аналізу забезпеченості кормів вуглеводами в ході зоотехнічного аналізу визначають кількість безазотистих речовин (БЕР).

БЕР складається з цукрів, крохмалю, геміцелюлози.

Відомо, що цукри і крохмаль добре перетравлюються травними ферментами організму тварини, і тому їх кількість є визначальним фактором забезпеченості тварин легкоперетравними вуглеводами.

Ці вуглеводи в організмі виконують енергетичну функцію, тому якщо в кормах багато крохмалю та цукрів, їх можна назвати енергетичними кормами.

В той же час до складу БЕР входить геміцелюлоза, вона не перетравлюється травними ферментами організму тварини, вона перетравлюється лише травними ферментами мікроорганізмів, і тому якщо в складі БЕР багато геміцелюлози – цей корм слід вважати низькоперетравним. Таким, який можуть споживати лише травоядні тварини.

Таким чином, хоча БЕР є показником вуглеводного живлення, цей показник не може дати точну характеристику легкоперетравних та важкоперетравних вуглеводів в його складі.

Тому цей показник слід доповнювати додатковими аналізами цукрів та крохмалю в складі корму.

Завдання 1. Ознайомитись із схемою хімічного складу корму.

Завдання 2. Замалювати схему зоотехнічного аналізу кормів в робочий зошит.

Завдання 3. Виписати хімічний склад кормів в таблицю 2.

Таблиця 2

Хімічний склад кормів, %						
Корм	суха речовина	протеїн	жир	клітковина	БЕР	зола
Трава лучна						
Сіно: лучне						
люцерни						
конюшини						
вико-вівсяне						
Солома: пшениці озимої						
ячмінна						
Сінаж різнотравний						
Силос кукурудзяний						
Буряки кормові						
Картопля						
Зерно: гороху						
кукурудзи						
пшениці озимої						
ячменю ярого						
вівса						
Висівки пшеничні						
Макуха соняшникова						
Жом буряковий свіжий						

Жом буряковий сухий						
Молоко незбиране						
Молоко збиране						
Сироватка						
М'ясо-кісткове борошно						
Рибне борошно						

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Що таке корм?
2. Від чого залежить хімічний склад корму?
3. Які хімічні елементи мають назву мікроелементи?
4. Які хімічні елементи мають назву макроелементи?
5. Які речовини відносять до неорганічних?
6. Які речовини відносять до органічних?
7. На які групи поділяються вуглеводи?
8. Які речовини входять в групу БЕР?
9. Фактори, що впливають на хімічний склад кормів.
10. Які вітаміни відносяться до жиророзчинних?
11. Які вітаміни відносяться до водорозчинних?
12. Чому деякі речовини (протеїн, жир, клітковина, зола) називають «сирі»?

Тема 4. Визначення первинної води (ДСТ 27548-87)

Мета: Вивчити методику визначення первинної води та визначити її вміст у кормах.

Обладнання та посуд: 1. Ваги технічні з наважками. 2. Сушильна шафа. 3. Фарфорові чашки. 4. Банки скляні з притертими пробками. 5. Млин лабораторний.

Хід визначення:

Від середньої проби корму слід відразу (щоб не втратили вологи і не допустити псування корму) взяти лабораторну пробу для визначення первинної води методом квартування з тим розрахунком, щоб отримати 200 г сухого корму (грубий і зелений корм швидко подрібнюють). Пронумеровану фарфорову чашку

зважують на технічній вазі. Вагу тари записують в форму запису. В чашку насипають подрібнений корм, зважують і ставлять в сушильну шафу для висушування при температурі 60-65⁰С (зелену масу спочатку сушать протягом 30 хв. при температурі 80⁰С, а потім досушують при температурі 60-65⁰С).

Через 3-12 годин (в залежності від вологості корму) фарфорову чашку виймають з сушильної шафи, дають їй охолонути (30 хв. на повітрі), зважують і ставлять в шафу на 1-2 години. Корм висушують при температурі 60-65⁰С до тих пір, поки різниця між двома зважуваннями не буде перевищувати 0,5 г. Після висушування корм ставлять в умовах лабораторії на 4-6 годин для приведення його в повітряно-сухий стан, після чого знов зважують і розраховують вагу випаруваної води за різницею між початковою вагою чашки з кормом і даними останнього зважування (після витримки в умовах лабораторії).

При визначенні початкової води в коренебульбоплодах їх обмивають водою від бруду і витирають насухо рушником. Після цього від кожного коренебульбоплоду відрізають $\frac{1}{8}$ або $\frac{1}{4}$ частину в залежності від розміру середньої проби, щоб вага проби для аналізу складала 1-1,2 кг. Зважені дольки розрізають поперек на тоненькі пластинки і нанизують на міцну нитку.

Ці пластинки сушать в сушильній шафі у підвішеному вигляді 30 хв. при температурі 80⁰С (для зупинки ферментативних процесів), після цього проби досушують в умовах лабораторії протягом 6-7 днів до тих пір, поки різниця між двома зважуваннями не буде перевищувати 0,5 г.

Повітряно-суху пробу корму подрібнюють млином і просівають через сито діаметром 1 мм. Частинки корму, які залишилися на ситі, ще подрібнюють млином і просівають, так роблять до тих пір, поки залишок на ситі не буде перевищувати 2% маси розмеленої проби, після чого залишок добавляють до основної проби і ретельно перемішують. Подрібнений зразок корму переносять у в скляну банку з притертою пробкою, яку заповнюють не більше половини об'єму для того, щоб можна було ретельно перемішати корм при взятті наважки.

Вміст (%) початкової вологи розраховують за формулою:

$$X = \frac{A \times 100}{B}, \text{ де } X - \% \text{ первинної вологи,}$$

A – маса випаруваної води,

B – маса наважки корму до висушування (г).

Всі визначення хімічного складу корму проводять у двох вимірах (паралельних визначеннях).

Завдання 1. Визначити первинну воду у кормах, які використовують для годівлі тварин навчальної лабораторії тваринництва ЖНАЕУ. Результати записати в таблицю 27.

Завдання 2. Провести порівняльний аналіз фактичного вмісту первинної води в кормах з довідниковими даними. Результати записати в робочий зошит.

Таблиця 27

Запис для визначення первинної води

№ п/п	Показники	Паралельні визначення	
		Перша проба	Друга проба
1	Назва корму		
2	Номер чашки		
3	Маса чашки, г		
4	Маса чашки з наважкою корму, г		
5	Маса наважки корму, г		
6	Маса чашки з кормом після висушування при температурі 60-65 ⁰ С - 1- е зважування, г - 2 –е зважування, г -		
7	Маса чашки з кормом в повітряно-сухому стані, г		
8	Маса випаруваної води, г		
9	% початкової води		
10	Середній % вологи за двома пробами		

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Яку воду називають первинною?
2. При якій температурі проводять висушування корму?
3. Протягом якого терміну проводять висушування зразків корму?
4. За допомогою якої формули визначають вміст води в кормах?
5. Які фактори впливають на показники вмісту первинної води в кормах?

Тема 5. Визначення гігроскопічної води

Мета: Навчити студентів визначати вміст гігроскопічної води в кормах.

Обладнання і посуд: 1. Ваги аналітичні з наважками. 2. Сушильна шафа. 3. Ексикатор. 4. Бюкси. 5. Щипці металеві.

Хід визначення:

1. Пронумеровані бюкси ставлять на 1 годину в сушильну шафу для висушування при температурі 100-105⁰С .
2. Бюкси із сушильної шафи виймають щипцями, ставлять в ексикатор для охолодження (на 30-40 хв.) і зважують на аналітичній вазі з точністю до 0,0001 г.
3. Насипають в бюкси 2-3 г корму, який досліджують, в повітряно-сухому стані і зважують на аналітичній вазі з точністю до 0,0001 г.
4. Бюкси з наважкою ставлять в сушильну шафу при температурі 100-105⁰С на 1-2 години (кришку бюкса відкривають)
5. Виймають з сушильної шафи бюкси і ставлять в ексикатор на 30 хв. Після охолодження зважені бюкси ставлять в сушильну шафу на 1 годину, а потім знову охолоджують і зважують на аналітичній вазі.
6. Висушують і зважують до тих пір, поки попереднє зважування не буде відрізнятися від останнього не більше як на 0,0001 г.
7. Маса гігроскопічної води визначають за різницею між вагою бюкса з наважкою до висушування і вагою бюкса з кормом після висушування.

8. Вміст (%) гігроскопічної води в повітряно-сухому кормі визначають за формулою:

$$X = \frac{a \times 100}{b}, \text{ де}$$

X – % гігроскопічної води;

a – маса випаруваної води при висушуванні, г;

b – маса наважки корму в повітряно-сухому стані, г.

Завдання 1. Визначити вміст гігроскопічної води у кормах, які використовують для годівлі тварин навчальної лабораторії тваринництва ЖНАЕУ. Результати записати в таблицю 28.

Таблиця 28

Запис для визначення гігроскопічної води

№ п/п	Показники	Паралельні визначення	
		Перша проба	Друга проба
1	Назва корму		
2	Номер бюкса		
3	Маса бюкса після висушування при 100-105 ⁰ С , г - 1- е зважування, г - 2 –е зважування, г		
4	Маса бюкса з наважкою корму, г		
5	Маса наважки корму, г		
6	Маса бюкса з кормом після висушування при температурі 60-65 ⁰ С - 1- е зважування, г - 2 –е зважування, г -		
7	Маса випаруваної води, г		
8	% гігроскопічної води в повітряно-сухому кормі		
9	Середній % гігроскопічної вологи за двома пробами		

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Яку воду називають гігроскопічною?
2. При якій температурі проводять висушування корму для визначення вмісту гігроскопічної води?

3. Протягом якого терміну проводять висушування зразків корму для визначення вмісту гігроскопічної води?
4. За допомогою якої формули визначають вміст гігроскопічної води в кормах?
5. Які фактори впливають на показники вмісту гігроскопічної води в кормах?

Тема 6. Визначення гігроскопічної води прискореним методом

Мета: Навчити студентів визначати вміст гігроскопічної води в кормах прискореним методом.

Обладнання і посуд: 1. Ваги аналітичні з наважками. 2. Сушильна шафа. 3. Ексикатор. 4. Бюкси. 5. Щипці металеві.

Хід визначення:

У висушений та зважений бюкс насипають 10 г корму повітряно-сухого стану і зважують. Бюкс з наважкою корму з відкритою кришкою ставлять на 60 хв. в сушильну шафу при температурі 130°C , після чого його закривають кришкою і ставлять в ексикатор для охолодження на 30 хв. Потім охолоджений бюкс зважують, встановлюють масу випаруваної води та розраховують процент гігроскопічної води в повітряно-сухому кормі.

Завдання 1. Визначити вміст гігроскопічної води у кормах прискореним методом. Дані оформити по формі запису наведеної нижче.

Форма запису і розрахунок результатів аналізу

1. Маса висушеного бюкса _____ г
2. Маса бюкса з наважкою корму _____ г
3. Наважка корму _____ г
4. Маса бюкса з наважкою корму після висушування _____ г
5. Маса випаруваної води _____ г
6. Вміст випаруваної вологи _____ %

Відсоток випаруваної води у повітряно-сухій речовині корму визначають за формулою

$$X = \frac{a \times 100}{b}, \text{ де}$$

X – вміст гігроскопічної води, %;

a – маса випаруваної води при висушуванні, г;

b – маса наважки корму в повітряно-сухому стані, г.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Техніка визначення вмісту у кормах гігроскопічної води прискореним методом.
2. Яка відмінність у методиках визначення вмісту в кормах гігроскопічної води?
3. При якій температурі проводять висушування корму для визначення вмісту гігроскопічної води прискореним методом?
4. Скільки часу необхідно затратити на визначення вмісту гігроскопічної води прискореним методом?
5. В чому відмінність між первинною і гігроскопічною водою?

Тема 7. Перерахунок даних аналізу з повітряно-сухого стану на корм з натуральною вологістю

Мета: Навчитися перерахувати дані хімічного складу корму, які отримали в пробах повітряно-сухого корму на корм з натуральною вологістю.

Теоретичне обґрунтування для виконання завдання

Хімічний аналіз корму проводять в пробі корму в повітряно-сухому стані, а корм згодовують тваринам в натуральному вигляді, то необхідно перерахувати дані хімічного складу, які отримали в пробах повітряно-сухого корму на корм з натуральною вологістю.

Для перерахунку необхідно знати процентний вміст початкової води і поживних речовин в повітряно-сухій пробі.

Перерахунок проводять за формулою:

$$X = \frac{(100 - \%пв) \cdot xa}{100}, \text{ де}$$

X – вміст речовини в натуральному кормі, %;

пв – вміст початкової води;

а – вміст речовини в повітряно-сухому стані.

Перерахунок даних аналізу на абсолютно-суху речовину

Для порівняння поживної цінності різних кормів за хімічним складом прийнято визначати хімічний склад абсолютно сухого корму. Перерахунок даних, отриманих в повітряно-сухій пробі на абсолютно-сухий корм проводять за формулою:

$$X = \frac{100xa}{100 - ga}, \text{ де}$$

X – вміст речовини в абсолютно-сухому кормі, %;

а – вміст речовини в повітряно-сухому кормі, %;

га – вміст гігроскопічної води, %.

Розрахунок кількості загальної води

Загальну кількість води в кормі з натуральною вологістю визначають за формулою:

$$X = \%пв + \frac{(100 - \%пв) \cdot x \%гв}{100},$$

де X – вміст води в натуральному кормі, %;

пв – вміст початкової води, %;

гв – вміст гігроскопічної води, %.

При наявності даних про вміст сухої речовини в кормі у виробничих умовах досить швидко можна визначити поживність корму на основі відповідних розрахунків. Для цього процент сухої речовини множать на відповідний коефіцієнт, розрахований на основі узагальнення наукових досліджень (табл 29).

Завдання 1. Визначити кількість загальної води у кормах, що зберігаються на кормовому дворі навчальної лабораторії тваринництва ЖНАЕУ з натуральною вологістю.

Коефіцієнти для визначення поживності кормів за сухою речовиною

Корм	Суха речовина, %	Коефіцієнт	Корм	Суха речовина, %	Коефіцієнт
Об'ємисті грубі, сухі					
Солома					
Конюшини червоної	85	0,22	Кукурудзяна	70	0,35
Горохова	82	0,27	Суданської трави	85	0,42
Люцернова	85	0,30	Просяна	83	0,44
Еспарцетова	86	0,40	Вико-вівсяна	85	0,29
Люпинова	82	0,43	Вівса з ячменем	86	0,31
Жита озимого	86	0,24	Пшениці з ячменем	85	0,34
Пшенична	85	0,29	гречана	86	0,35
Вівсяна	86	0,34			
Полова					
Горохова	86	0,40	Просяна	85	0,44
Льонова	86	0,40	Пшенична	89	0,49
Ячмінна	90	0,43	Конюшинна	86	0,82
Гречана	86	0,44			
Трав'яне борошно					
Еспарцету	89	0,65	Злаково-бобове	84	0,74
Люцерни	89	0,66	Осокове	87	0,75
Конюшини	89	0,66	Різотрав'я	92	0,76
Буркуну	90	0,74	ріпакове	88	0,79
Сорго	92	0,65	Озимого жита	89	0,92
Суданської трави	91	0,71	Гички буряків	92	0,53
Кукурудзи	89	0,79	Бадилля картоплі	89	0,56
Вівса	90	0,81	Вико-вівсяне	89	0,73
Сінне борошно					
Озимого жита	88	0,61	люцерни	88	0,61
Сіно					
Лучне	87	0,47	Суданської трави	85	0,60
Злакове	87	0,50	Тимофіївки лучної	85	0,55
Злакове різотравне	86	0,52	Стоколосу	87	0,63
Різотравне	81	0,58	Кукурудзи	94	0,82
Степове	85	0,59	Злаково-бобове	89	0,54
Буркуну	88	0,53	Злакових сумішей	87	0,55
Конюшини червоної	85	0,59	Люцерни з суданкою	86	0,56
Люцерни	85	0,60	Суданської трави з кукурудзою	89	0,56
Еспарцету	85	0,65	Віко-вівсяне	85	0,56
Грястиці білої	86	0,48	Гороху з ячменем	78	0,58
Райграсу	87	0,54	Вівса з горохом	85	0,59
Озимого жита	88	0,58	Бобових сумішок	83-91	0,60
Тонконога	90	0,58	Вико-ячмінне	77	0,69
вівса	87	0,59			

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Для чого проводять перерахунок даних аналізу з повітряно-сухого стану на корм з натуральною вологістю?
2. Що потрібно зняти для перерахунку вмісту початкової води і поживних речовин в повітряно-сухій пробі?
3. Яку формулу використовують для визначення загальної кількості води в кормі з натуральною вологістю?

Тема 8. Визначення „сирої” золи в кормі методом сухого озолення (ДСТ 26226-84)

Мета: В лабораторних умовах навчитись визначати вміст "сирої" золи в кормі.

Обладнання і посуд: 1. Муфельна піч. 2. Тиглі фарфорові 3. Щипці металеві 4 . Ексикатор 5. Вага аналітична з наважками.

Теоретичне обґрунтування для виконання завдання

Залишок, який отримують після спалювання і прожарювання наважки корму в муфельній печі, називають «сирою» золою. «Сирою» вона називається тому, що крім мінеральних складових корму сюди іноді входять незгорілі частки органічних речовин і деякі механічні домішки, наприклад, пісок.

Озолення наважки корму спочатку проводять при низькій температурі для попередження втрат корму в результаті займання і забезпечення більш повного згоряння органічної речовини, так як при спалюванні при високій температурі легкоплавкі солі обволікають неозолену речовину і заважають повному згорянню наважки корму.

Хід визначення:

1. Пронумеровані хлорним залізом тиглі в муфельній печі прожарюють на протязі 0,5-1 години до темно-червоного кольору стінок печі.

2. Прожарені тиглі переносять з муфельної печі тигельними щипцями в ексікатор і охолоджують 40-50 хвилин. Після охолодження тиглі зважують на аналітичній вазі з точністю до 0,0001 г і записують масу тигля.

3. У зважений тигель насипають 2-5 г корму (не більше половини тигля) і зважують тигель з кормом. За різницею маси тигля і маси тигля з кормом визначають наважку корму.

4. Тигель ставлять у відкриту муфельну піч, включають муфель на слабкий нагрів (можна спалювати на плитці під витяжною шафою). Після закінчення сухої перегонки (дим не виділяється) тиглі прожарюють у муфельній печі при температурі 400-450⁰С.

Озолення продовжують до білого або світло - сірого кольору золи.

Таблиця 30

Запис для визначення «сирої» золи

№ п/п	Показники	Паралельні визначення	
		Перша проба	Друга проба
1	Назва корму		
2	Номер тигля		
3	Маса тигля після прожарювання, г 1- е зважування, г 2 -е зважування, г		
4	Маса тигля з наважкою корму, г		
5	Маса наважки корму, г		
6	Маса тигля з кормом після прожарювання, г * 1- е зважування, г 2 -е зважування, г		
7	Маса «сирої» золи , г		
8	Вміст «сирої» золи в повітряно-сухому кормі, г		
9	Середній вміст за двома пробами		
10	Вміст «сирої» золи в кормі з натуральною вологою		
11	Вміст «сирої» золи в абсолютно-сухій речовині корму		

* - Різниця між двома зважуваннями не повинна перевищувати 0,15%

Дані хімічного аналізу корму у повітряно-сухому стані перераховують на корм з натуральною вологістю.

Завдання 1. Визначити кількість "сирої" золи у кормах, які згодовують тваринам навчальної лабораторії тваринництва ЖНАЕУ. Результати записати в таблицю 30.

Завдання 2. Провести порівняльний аналіз фактичного вмісту золи в кормах з довідниковими даними. Результати записати в робочий зошит.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Чому золу називають "сирою"?
2. За допомогою яких приладів визначають вміст "сирої" золи в кормах?
3. З якою метою визначають вміст "сирої" золи кормах?
4. Які речовини входять до складу "сирої" золи?

Тема 9. Визначення «сирої» клітковини методом Геннеберга і Штомана (модифікація) (ДСТ 13496.2-84)

Мета: Навчити студентів визначати вміст «сирої» клітковини методом Геннеберга і Штомана.

Обладнання і посуд. 1. Сушильна шафа. 2. Водоструйний насос з колбою Бунзена. 3. Електроплитка. 4. Хімічні стакани ємністю 500 мл. 5. Скляні палички. 6. Мірні циліндри на 250 мл, 100 мл і 25 мл. 7. Бюкси. 8. Ексикатори. 9. Лійки 10. Промивалки, 1,25% розчин сірчаної кислоти, Розчин їдкого калію або натру – 5%, Спирт етиловий, Ефір петролейний або сірчаний, Фільтри паперові.

Теоретичне обґрунтування для виконання завдання

Визначення «сирої» клітковини базується на тому, що при кип'ятінні наважки корму в 1,25%-му розчині кислоти і їдкого лугу клітковина не піддається гідролізу,

а всі поживні речовини корму розщеплюються і будуть видалені із розчину вимиванням залишків корму.

При кип'ятінні наважка корму у слабкому розчині сірчаної кислоти відбувається гідроліз нерозчинних у воді вуглеводів крохмалю і частково геміцелюлози і розчинних у воді моноцукрів. Сірчана кислота переводить у розчинний стан амід, алкалоїди і частину мінеральних речовин.

Їдкий луг гідролізує білкові речовини, частково видаляє жири, розчиняє більшу частину геміцелюлози і частину лігніну. Осад промивають дистильованою водою, переносять на фільтрувальний папір і промивають спиртом і ефіром для видалення залишків жиру, воску і частково пентозан.

Після дії всіх розчинників в осаді отримують «сиру» клітковину. «сирою» вона називається тому, що після обробки не повністю видаляються похідні клітковини: лігнін, геміцелюлози, пектинові і інші речовини.

Хід визначення:

1. В бюкси вкладають паперові фільтри діаметром 10-12 см, висушують в термостаті при температурі 100-105 °С протягом 1-2 годин і доводять до постійної маси.

2. Беруть наважку (2-3 г) дослідного корму зважують на аналітичній вазі.

3. Зважений корм пересипають в хімічний стакан ємністю 500-600 мл.

4. В стакан з наважкою додають 200 мл 1,25%-го розчину сірчаної кислоти.

5. Суміш ретельно перемішують скляною паличкою з гумовим наконечником.

6. Стакан ставлять на електричну плитку і доводять до кипіння і з того моменту продовжують кип'ятити 30 хвилин.

7. Після 30-хвилинного кипіння стакан знімають з плитки, додають 200-300 мл гарячої дистильованої води, розмішують і дають осад осісти. Рідину відсмоктують насосом, залишивши осад в стакані.

8. Промивають осад за допомогою приладу, який складається з водоструйного насоса, колби Бунзена, лійки діаметром 5 см, обтягнутої батистом або іншою тканиною. При промиванні лійку опускають в стакан так, щоби вона торкалася

рідини, але не була занурена в неї. Включають насос і відсмоктують рідину. Коли в стакані майже не залишиться розчину, лійку піднімають щоб залишки рідини стекли, лійку опускають в стакан і відключають насос. Потім потоком гарячої води змивають з лійки частинки корму в стакан.

9. Осад промивають ще 2-3 рази гарячою дистильованою водою до повного видалення сірчаної кислоти (проба на лакмус).

10. В стакан з промитим осадом наливають 100 мл 5-го розчину їдкого натру і доливають гарячу воду до відмітки.

Таблиця 31

Запис для визначення «сирої» клітковини

№ п/п	Показники	Паралельні визначення	
		Перша проба	Друга проба
	Назва корму		
	Маса пробірки з наважкою корму, г		
	Маса порожньої пробірки		
	Маса наважки корму, г		
	Номер бюкса		
	Маса бюкса з фільтром після висушування при температурі 100-105 °С, г		
	Маса бюкса з фільтром і клітковиною після висушування при температурі 100-105°С, г 1 – е зважування 2 – е зважування		
	Маса «сирої» клітковини , г		
	Вміст «сирої» клітковини в повітряно-сухому кормі, г		
	Середній вміст «сирої» клітковини за двома паралельними пробами, %		
	Вміст «сирої» клітковини в кормі з натуральною вологістю, %		
	Вміст «сирої» клітковини в абсолютно-сухій речовині корму, %		

11. Вміст стакана доводять до кипіння (при постійному перемішуванні), кип'ятять 30 хвилин, підтримуючи постійний рівень рідини на рівні відмітки додаванням гарячої води. Після цього відсмоктують рідину і промивають 2-3 рази дистильованою водою до повного видалення лугу (проба на лакмус).

12. В воронку, яка вставлена в колбу, кладуть висушений паперовий фільтр із бюкса і переносять на нього осад із стакана (за допомогою скляної палички і дистильованої гарячої води).

13. Осад на фільтрі промивають 4 рази спиртом (по 15 мл).

14. Фільтр з осадом обережно складають, переносять у бюкс і сушать до постійної маси в сушильній шафі при температурі 100-105⁰С.

15. За різницею маси бюкса з фільтром визначають масу «сирої» клітковини.

Вміст «сирої» клітковини розраховують за формулою:

$$X = \frac{a \times 100}{b}, \text{ де}$$

X – вміст «сирої» клітковини, %;

a - маса «сирої» клітковини, г

b – маса наважки корму у повітряно-сухому стані, г.

Завдання 1. Визначити кількість "сирої" клітковини у кормах, які згодують тваринам навчальної лабораторії тваринництва ЖНАЕУ. Результати записати в таблицю 31.

Завдання 2. Провести порівняльний аналіз фактичного вмісту «сирої» клітковини в кормах з довідниковими даними. Результати записати в робочий зошит.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Суть методу визначення «сирої» клітковини?
2. За допомогою яких приладів визначають вміст "сирої" клітковини в кормах?
3. Які речовини входять до складу "сирої" клітковини?
4. Яка кількість корму необхідна для визначення вмісту в кормі "сирої" клітковини?
5. Скільки часу триває визначення в кормі "сирої" клітковини?

Тема 10. Визначення «сирого» протеїну методом Кельдаля (ДСТ 13496.4-84)

Мета: Навчитись визначати вміст «сирого» протеїну методом Кельдаля.

Обладнання і посуд. 1. Колби Кельдаля на 250 і 500 мл. 2. Колби мірні на 250 мл. 3. Колби конічні на 250 і 500 мл. 4. Мірні циліндри на 25-50-100 мл. 5. Обладнання у витяжній шафі для спалювання. 6. Прилад для відгонки за Кельдалем. 7. Колбонагрівач або електроплитка.

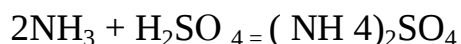
Реактиви: 1. Концентрована сірчана кислота (питома вага 1,82-1,84) 2. Каталізатори – сірчаноокисла мідь ($\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$) і сірчаноокислий калій (K_2SO_4). 3. Розчин їдкого лугу – 33%. 4. Децинормальний розчин сірчаної кислоти. 5. Децинормальний розчин їдкого натру. 6. Пемза у вигляді порошку або гранульована. 7. Індикатор метилоранж.

Теоретичне обґрунтування для виконання завдання

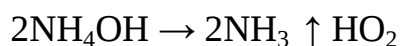
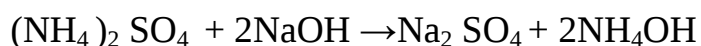
Визначення протеїну в кормах базується на тому, що до його складу входить хімічний елемент азот, якого немає в жирах та вуглеводах.

Тому вміст протеїну визначають за кількістю азоту, який звільнюється при руйнуванні органічних речовин корму під дією концентрованої сірчаної кислоти (питома вага 1,840); при нагріванні безазотисті органічні речовини (жири і вуглеводи) руйнуються сірчаною кислотою до утворення вуглекислоти і води, які випаровуються.

Азотисті органічні речовини окислюються до вуглекислоти, води й аміаку, який тут же з'єднується із сірчаною кислотою, утворюючи нелетку сіль сірчаноокислого амонію:



Після цього на сірчаноокислий амоній діють розчином їдкого натру (33%) і в результаті реакції виділяється аміак



Аміак, який виділився, поглинається розчином 0,1н сірчаної кислоти. Надлишок кислоти титрується 0,1н розчином їдкого натру. За кількістю зв'язаної сірчаної кислоти визначають кількість азоту в кормі. Відомо, що 1 мл 0,1н розчину сірчаної кислоти відповідає 0,0014 г азоту. Отриману кількість азоту множать на коефіцієнт 6,25 і знаходять кількість «сирого» протеїну в кормі.

При перемноженні на коефіцієнт 6,25 допускають, що в «сирому» протеїні міститься в середньому 16% азоту ($100 : 16 = 6,25$). Фактично кількість азоту в різних азотистих речовинах різна, наприклад, в білках вона варіює від 13 до 19%.

Коефіцієнт 6,25 використовують для зерна кукурудзи, бобових, м'яса, яєць; для пшениці, жита, ячменю слід користуватися коефіцієнтом 5,83; для олійних і шроту з коноплі, соняшнику, льону, сої – 5,3; для молока – 6,38.

Хід визначення:

1. Наважку корму (0,5-1 г) зважену на аналітичній вазі, обережно висипають в колбу Кельдаля.

2. В колбу Кельдаля обережно наливають 20 мл концентрованої сірчаної кислоти, акуратно перемішують, додають 0,5-1 г сірчаноокислої міді і 3-5 г сірчаноокислого калію і ставлять на колбонагрівач або електроплитку у витяжну шафу.

3. Спалювання проводять (спочатку обережно, щоб не пінилося), при частому перемішуванні поки не зникне бурий колір рідини і не стане синьо-зелений.

4. В приймальну конічну колбу наливають 30-50 мл точно відміряного децинормального розчину сірчаної кислоти і 3 краплі індикатора – метилоранж.

5. Після того, як рідина стане світлою, її охолоджують, обережно розбавляють дистильованою водою (100-150 мл), знов охолоджують і обережно без втрат переливають в більшу колбу (500-600 мл) для відгонки, потім колбу Кельдаля промивають 2-3 рази дистильованою водою і вміст виливають в колбу для відгонки – колбу ставлять в апарат для перегонки. Для рівномірного кипіння додають 2-3 кусочки пемзи.

Запис для визначення «сирого» протеїну

№ п/п	Показники	Паралельні визначення	
		Перша проба	Друга проба
	Назва корму		
	Дата визначення		
	№ колби Кельдаля		
	Наважка корму, г		
	Кількість концентрованої сірчаної кислоти для спалювання, мл		
	Об'єм децинормального розчину сірчаної кислоти, взятого в приймальну колбу, мл		
	Кількість децинормального лугу використаного на титрування, мл		
	Кількість децинормального розчину сірчаної кислоти, який сполучився з NH_3		
	Кількість азоту в наважці корму, г		
	Вміст азоту у повітряно-сухому стані корму, %		
	Середнє за даними двох проб		
	Вміст «сирого» протеїну у повітряно-сухому стані корму, %		
	Вміст «сирого» протеїну у кормі з натуральною вологою, %		
	Вміст «сирого» протеїну у абсолютно-сухому стані корму, %		

6. Потім приймальну колбу підставляють під скляну трубку, яка з'єднана з холодильником апарата Кельдаля таким чином, щоб кінець трубки був занурений у розчин.

7. В циліндр наливають 80-100 мл 33% розчину їдкого натру і обережно по стінці переливають у відгонну колбу. Швидко закривають колбу гумовим корком з каплеуловлювачем і починають відгонку. При нагріванні виділяється аміак і зв'язується з 0,1 розчином сірчаної кислоти.

8. Відгонку проводять доти, поки червоний лакмусовий папірець, який підставляють під стікаючу краплю відгонки, не буде міняти колір на синій (реакція нейтралізації). При хорошому кипінні відгонка триває 30-40 хвилин.

9. Після закінчення відгонки кінець скляної трубки холодильника обмивають дистильованою водою і промивні води зливають в приймальну колбу. Вміст приймальної колби титрують децинормальним розчином їдкого натру з індикатором метилоранж.

10. За різницею кількості 0,1 н розчину сірчаної кислоти, яку взяли в приймальну колбу і кількістю 0,1 н розчину лугу, яка пішла на титрування, встановлюють кількість децинормальної сірчаної кислоти, яка зв'язалась з аміаком. Цю кількість множать на коефіцієнт 0,0014 і отримують кількість азоту із взятої наважки корму.

11. Вміст азоту розраховують за формулою:

$$X = \frac{a \times 100}{b}, \text{ де}$$

X – вміст азоту, %;

a - маса азоту, г

b – маса наважки корму у повітряно-сухому стані, г.

12. Вміст «сирого» протеїну в повітряно-сухому стані корму розраховують шляхом множення вмісту азоту на коефіцієнт 6,25.

Завдання 1. Визначити вміст «сирого» протеїну методом Кельдаля у кормах, які використовують для годівлі тварин навчальної лабораторії тваринництва ЖНАЕУ. Результати записати в таблицю 32.

Завдання 2. Провести порівняльний аналіз фактичного вмісту протеїну в кормах з довідниковими даними. Результати записати в робочий зошит.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Суть методу визначення «сирого» протеїну?
2. Як визначити вміст в кормах азоту?
3. Які речовини входять до складу "сирого" протеїну?

Тема 11. Визначення «сирого» жиру в кормі методом Рушковського (ДСТ 13496.15-85)

Мета: Навчитись визначати вміст «сирого» жиру в кормі методом Рушковського (ДСТ 13496.15-85)

Обладнання і посуд. Апарат Сокслета, фільтрувальний папір, розчинник, вода.

Теоретичне обґрунтування для виконання завдання

Жири, що входять до складу кормів, це є сполуки складних ефірів гліцерину і кислот жирного ряду (більше 30).

До складу жирних кислот природних жирів входять як насичені (масляна, капронова, каприлова, пальмітинова, стеаринова), так і ненасичені (олеїнова, линолева, ліноленова) жирні кислоти. Якщо в жирах відносно більше насичених жирних кислот, то жир твердіший, тугоплавкий. Якщо ж в них переважає вміст ненасичених кислот, то вони мають рідку консистенцію.

Рослинні корми мають різну кількість «сирого» жиру. В насінні і зерні жиру більше, ніж в стеблах і листках, дуже мало його в коренебульбоплодах.

Методи визначення жиру в кормах ґрунтовані на здатності його розчинятися в органічних розчинниках (бензині, бензолі, ефірі, петролейному ефірі).

При обробці сухої речовини корму органічними розчинниками із досліджуваного корму вилучаються, крім основного жиру, вільні жирні кислоти, фосфатиди, алкоголь, хлорофіл, віск, смоли, ксантофіл, каротин. Тому всі речовини, які вимиваються із корму, прийнято називати «сирим» жиром. Визначення жиру часто проводять за методом залишку в апараті Сокслета.

Причому, «сирий» жир екстрагується із сухої наважки корму, взятої в пакетик із знежиреного фільтрувального паперу. Пакетик кладуть в екстрактор апарата Сокслета. Екстрагування відбувається 8-12 годин. Вміст «сирого» жиру

визначають за різницею між масою бюкса з пакетом і наважкою корму, доведеної до постійної маси і їх масою після екстрагування жиру із наважки корму.

Кількість «сирого» жиру у повітряно-сухому стані розраховують за формулою:

$$X = \frac{(b - c)100}{a}, \text{ де}$$

X – вміст «сирого» жиру у повітряно-сухому кормі;

a – маса наважки, г;

b - маса бюкса з пакетом і наважкою корму до екстрагування, г;

c – маса бюкса з пакетом і наважкою корму після екстрагування, г

Хід визначення:

1. Пронумеровані бюкси з паперовим пакетом просушують до постійної маси.

2. У висушений паперовий пакетик насипають 2-3 г повітряно-сухого корму, знов кладуть у бюкс і зважують на аналітичній вазі з точністю до 0,0001 г. За різницею маси бюкса з пакетиком і наважкою та масою бюкса з порожнім пакетиком розраховують масу наважки.

3. Доведений до постійної маси пакетик з наважкою переносять в екстрактор апарату Сокслета, заливають сірчаним ефіром і залишають на ніч.

Через добу додають сірчаний ефір стільки, щоб ефір злився в приймальну колбу апарату Сокслета. Після чого додають ще 25-50 мл ефіру.

5. Ведуть екстрагування 8-12 годин (при нормальній роботі апарату проходить 4-5 зливів ефіру).

Для визначення кінця екстрагування жиру на фільтрувальний папір наносять декілька крапель ефіру із екстрактора. При повному вилученні жиру через декілька хвилин після випарування ефіру на фільтрувальному папері не залишиться плями.

6. Після повного екстрагування пакетики переносять у фарфорову чашку для видалення ефіру (краще у витяжній шафі).

7. Потім пакетики знову кладуть в бюкси і доводять до постійної маси.

8. Кількість «сирого» жиру визначають за різницею між масою бюкса з пакетиком і наважкою корму і їх масою після екстрагування жиру.

Таблиця 33

Запис для визначення «сирого» жиру

№ п/п	Показники	Паралельні визначення	
		Перша проба	Друга проба
1	Назва корму		
2	Номер бюкса		
3	Маса бюкса з пакетом після висушування при 100-105 ⁰ С , г 1- е зважування, г 2 -е зважування, г		
4	Маса бюкса з пакетом і наважкою корму, г		
5	Маса наважки корму, г		
6	Маса бюкса з пакетом і наважкою після висушування при температурі 60-65 ⁰ С - 1- е зважування, г - 2 –е зважування, г -		
7	Маса бюкса з пакетом і наважкою після екстрагування і висушування через 1 годину, г - 1- е зважування, г - 2 –е зважування, г		
8	Маса «сирого» жиру, г		
8	Вміст «сирого» жиру в повітряно-сухому кормі, %		
9	Вміст «сирого» жиру в кормі з натуральною вологістю, %		

Завдання 1. Визначити вміст «сирого» жиру в кормі методом Рушковського у кормах, які використовують для годівлі тварин навчальної лабораторії тваринництва ЖНАЕУ. Результати записати в таблицю 33.

Завдання 2. Провести порівняльний аналіз фактичного вмісту «сирого» жиру в кормах з довідниковими даними. Результати записати в робочий зошит.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Суть методу визначення «сирого» жиру?

2. Скільки триває екстрагування корму для визначення "сирого" жиру?
3. Які речовини входять до складу "сирого" жиру?
4. Які речовини можна використовувати для екстрагування жирів?
5. Який апарат використовують для визначення "сирого" жиру в кормах, та описати його будову.

Тема 12. Визначення в кормі вмісту безазотистих екстрактивних речовин (БЕР)

Мета: Навчитись визначати в кормах вміст безазотистих екстрактивних речовин (БЕР)

Теоретичне обґрунтування для виконання завдання

Безазотистими екстрактивними речовинами прийнято вважати всі безазотисті органічні речовини корму за виключенням «сирого» жиру та «сирої» клітковини. До них відносять крохмаль, частину геміцелюлоз, цукри та деякі інші речовини.

Вміст безазотистих екстрактивних речовин встановлюється шляхом віднімання від 100 вмісту води, «сирої» золи, «сирого» жиру, «сирої» клітковини і «сирого» протеїну.

Завдання 1. Визначити в кормах навчальної лабораторії тваринництва ЖНАЕУ вміст безазотистих екстрактивних речовин.

Завдання 2. Провести порівняльний аналіз фактичного вмісту безазотистих екстрактивних речовин в кормах з довідниковими даними. Результати записати в робочий зошит.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Які речовини називають безазотистими екстрактивними?
2. Як визначають вміст БЕР у кормах?
3. Які речовини входять до складу безазотистих екстрактивних речовин?

Тема 13. Визначення в кормі вмісту кальцію трилонометричним методом (ДСТ 26570-85)

Мета: Ознайомитись з методикою визначення в кормах вмісту кальцію трилонометричним методом

Обладнання і посуд. 1. Мурексид 2. Трилон Б 3. Лимоннокислий натрій 5% 4. Соляна кислота 10% 5. КОН 10% 6. Колби мірні на 100 мл 7. Колби широкогорлі на 200-250 мл 8. Піпетки на 5 мл і 25 мл 9. Бюретки на 50 мл

Теоретичне обґрунтування для виконання завдання

Метод оснований на властивості мурексиду утворювати з кальцієм сполуки рожевого кольору при рН середовища 10-13. При титруванні трилоном Б утворюється більш стійка комплексна сполука трилону Б з кальцієм, а мурексид звільнюється з відновленням в точці еквівалентності початкового фіолетового кольору.

Хід визначення:

1. В тигель з золою після сухого озолення налити 5 мл соляної кислоти.
2. Через 20 хв. розчин перенести в мірну колбу на 100 мл через лійку з нещільними фільтром. Тигель декілька разів промити дистильованою водою, яку потім влити в мірну колбу.
3. Долити в мірну колбу дистильованої води до мітки і добре перемішати розчин.
4. Приготувати контрольний розчин: в колбу на 100 мл влити 5 мл 10% соляної кислоти і долити дистильованої води до мітки.
5. Піпеткою відміряти 25 мл контрольного розчину в широкогорлу колбу на 200-250 мл; в таку ж колбу відміряти 25 мл розчину золи. В обидві колби додати по 2 мл 5% розчину лимоннокислого натрію. Розчин в обох колбах розбавити дистильованою водою, доводячи їх об'єм до 100 мл.
6. В обидві колби для нейтралізації кислоти додати по 10 мл 10% КОН і на кінці скальпеля – індикатор мурексид.

7. Контрольні і досліджувані розчини титрувати із бюретки на 50 мл 0,02 н розчином трилону Б до постійного фіолетового кольору.

8. Вміст Са в кормі вирахувати за формулою, %:

$$X = \frac{(A - A_1) \times U \times 0,0004 \times 100}{U_1 - H}, \text{ де}$$

X – вміст кальцію;

A, A₁ – кількість трилону Б, використаного на титрування досліджуваного і контрольного розчину, мл;

U – об'єм вихідної речовини золи, мл;

U₁ – об'єм розчину золи, взятого на титрування, мл;

H – наважка корму, г

0,0004 - кількість Са в грамах, відповідно 1 мл 0,02 н розчину трилону Б.

Таблиця 34

Запис для визначення кальцію

№ п/п	Показники	Паралельні визначення	
		Перша проба	Друга проба
1	Назва корму		
2	Наважка корму, г		
3	Об'єм розчину золи, мл		
4	Об'єм розчину золи взятий для визначення кальцію, мл		
5	Кількість 0,02 н розчину трилону Б, використаного для титрування: - контрольного розчину, мл - досліджуваного розчину, мл		
6	Вміст кальцію в кормі, %		
7	Середній вміст кальцію, %		

Завдання 1. Визначити в кормах навчальної лабораторії тваринництва ЖНАЕУ вміст кальцію трилонометричним методом, результати записати в таблицю 34.

Завдання 2. Провести порівняльний аналіз фактичного вмісту в кормах кальцію з довідниковими даними. Результати записати в робочий зошит.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Суть визначення в кормах кальцію трилонометричним методом?
2. Яку роль відіграє кальцій у життєдіяльності тварин?
3. Які реактиви використовують при визначенні кальцію трилонометричним методом?
4. Які прилади необхідні для визначення кальцію в кормах трилонометричним методом?
5. Скільки часу необхідно затратити для визначення в кормах кальцію трилонометричним методом?

Тема 14. Визначення в кормі вмісту фосфору колориметричним методом (ДСТ 26657-85)

Мета: Навчитись визначати в кормах вміст фосфору колориметричним методом.

Обладнання і посуд: Мірні колби об'ємом на 100 мл – 3 шт., лійка скляна діаметром 4-5 мм, піпетка на 5 мл з поділками, піпетка на 10 мл, мікропіпетка на 1 мл, колориметр, соляна кислота 25% розчин, аміак 1%-ний, стандартні розчини, сірчаноокислий розчин молібденово-кислого амонію, хлористе олово.

Теоретичне обґрунтування для виконання завдання

При обережному сухому озоленні речовини фосфорна кислота залишається в золі у вигляді різних солей. Ці солі розчиняються соляною кислотою. Подальше визначення ґрунтується на властивості фосфорної кислоти давати голубе забарвлення з молібденово-кислим амонієм в присутності хлористого олова, причому інтенсивність цього забарвлення пропорційна вмісту в розчині фосфорної кислоти.

Хід визначення:

1. Із солянокислого розчину золи (колба 1 в роботі з визначення кальцію) беруть піпеткою, обережно не скаламучуючи, 10 мл розчину і переносять в чисту колбу на 100 мл (колба 2).
2. В колбу 2 добавляють 1-2 краплі фенолфталеїну і вміст колби нейтралізують 1%-ним розчином аміаку до блідо-рожевого кольору. Доливають

дистильованою водою до мітки і змішують. Нейтральне середовище створюється для наступних реакцій.

3. Із колби 2 беруть піпеткою 10 мл розчину, переносять в чисту колбу (колба 3) і додають в неї приблизно 85 мл води, туди ж добавляють 2,5 мл молібденово-кислого амонію (розчинений в сірчаній кислоті) і 0,25 мл хлористого олова. Вміст колби перемішують і доливають водою до мітки. Розчин в колбі набуває блакитного кольору.

4. Підбирають по кольору стандартний розчин і з ним колеметрують розчин колби 3.

5. Обчислюють вміст фосфору в кормі за формулою, %:

$$X = \frac{CxVxKx100x0,437}{HxK_1}, \text{ де } C - \text{кількість мл розчину зразка в стандартному}$$

розчині:

- для ст.1 – 10 мл

- для ст.2 – 20 мл

- для ст.3 – 30 мл

V – вміст P_2O_5 в 1 мл розчину зразка = 0,003 мг;

K – покази колориметру для розчину, що досліджується, мл;

K_1 - покази колориметра для стандартного розчину, мл;

H – наважка речовини, взята для визначення золи в мг, поділена на 100 (тому що в колбу 3 потрапляє після всіх розведень 1/100 частина всієї золи).

0,437 – коефіцієнт переходу окису фосфору P_2O_5 на фосфор.

Таблиця 35

Запис для визначення фосфору

№ п/п	Показники	Паралельні визначення	
		Перша проба	Друга проба
1	Наважка корму, взята для визначення «сирої золи», г		
2	Номер стандарту, взятого для колориметрування		
3	Показники колориметра, мм - досліджуваного розчину - стандартного розчину		
4	Вміст фосфору в кормі, %		
5	Середній вміст фосфору		

Завдання 1. Визначити вміст в кормах вміст фосфору колориметричним методом. Результати записати в таблицю 35.

Завдання 2. Провести порівняльний аналіз фактичного вмісту фосфору в кормах з довідниковими даними. Результати записати в робочий зошит.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Суть визначення в кормах фосфору колориметричним методом?
2. Яку роль відіграє фосфор у життєдіяльності тварин?
3. Які прилади необхідні для визначення в кормах фосфору колориметричним методом?

Тема 15: **Визначення молочної, оцтової і масляної кислот у силосі методом Леппера-Фліга**

Мета: Ознайомитись з методикою визначення молочної, оцтової і масляної кислот у силосі методом Леппера-Фліга.

Обладнання і посуд: 10%-і водні розчини окису кальцію і 5-водної сірчаної кислоти міді, 50%-ний розчин сірчаної кислоти; 398 мл сірчаної кислоти (густина $1,84 \text{ г/см}^3$), додають до 500 мл дистильованої води, після охолодження доводять об'єм розчину до 1 л водою; 0,05 н. розчин їдкого натру; розчин фенолфталеїну (1 г фенолфталеїну розчиняють в 100 мл 70%-ного етилового спирту); розчин двохромовоокислого калію (67 г $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ розчиняють в дистильованій воді при слабкому підігріванні, потім охолоджують до кімнатної температури, додають 45 мл сірчаної кислоти (густина $1,84 \text{ г/см}^3$) і доводять дистильованою водою об'єм розчину до 1 л); пемза прожарена; лабораторний фільтрувальний папір, холодильник Лібіха (прямий, довжина 40 см); круглі плоскодонні колби місткістю 500 мл з шліфами; круглі плоскодонні колби без шліфів на 1000 мл; бюретки на 10-20 мл або мірні циліндри на 10-20 мл, мірні лійки діаметром 12-15 см; мірні циліндри на 250 мл, мірні колби на 50, 100, 250,

1000 мл, конічні колби на 100, 200 мл, технічна вага з точністю зважування до $\pm 0,1$ г, колбонагрівачі на 200 і 300 Вт, штативи.

Теоретичне обґрунтування для виконання завдання

Суть методу полягає в тому, що при нагріванні настою силосу з водяною парою відбувається відгонка оцтової і масляної кислот в певних кількостях.

Молочна кислота під дією двохромовокислого калію і сірчаної кислоти окисляється до оцтової кислоти, яка також відганяється.

Хід визначення:

1. Середню пробу силосу добре подрібнюють, перемішують і зваживши 100 г кладуть в мірну колбу на 1000 мл, після чого заливають до мітки дистильованою водою. Колбу закривають пробкою і струшують, а потім ставлять для настоювання в прохолодне місце на 12 годин (як правило на ніч). Після цього вміст колби перемішують і витяжку фільтрують через вату у широкогорлій лійці або через сухий фільтр.

2. Видалення цукру з фільтрату: 200 мл одержаного фільтрату переносять в мірну колбу місткістю 250 мл автоматичною бюреткою або за допомогою циліндра додають 20 мл окису кальцію і 10 мл розчину сірчаноокислої міді, вміст струшують і залишають на 1 годину. Потім доводять дистильованою водою об'єм рідини в колбі до мітки, перемішують і фільтрують через сухий складчастий фільтр в суху колбу. Одержаний фільтрат використовують для досліджень.

3. 200 мл фільтрату (з якого видалили цукор) наливають в круглу плоскодонну колбу (для відгонки) місткістю 500 мл і для переводу зв'язаних кислот у вільні додають в колбу 5 мл 50%-ного розчину сірчаної кислоти, а для рівномірного кипіння вносять 4-5 шматочків пемзи. Вміст колби збовтують, колбу швидко з'єднують з холодильником Лібиха і нагрівають.

4. Спочатку протягом 20-30 хвилин (з моменту закипання рідини) відганяють перший дистилят об'ємом 100 мл, потім, не перериваючи відгонки, протягом 10-15 хвилин відганяють в другу колбу ще 50 мл (другий дистилят; за швидкістю дистиляції слідкують). Для приймання дистиляту зручно користуватись мірними

колбами місткістю 100 і 50 мл з притертими пробками. Після відгонки дистилятів колбочки негайно щільно закривають.

5. Після відгонки першого і другого дистилятів до залишку рідини у відгінній колбі додають для окиснення молочної кислоти в оцтову 55 мл розчину двохромовокислого калію (не допускати його попадання на шліфи), а також 100 мл дистильованої води.

6. Рідину в колбі нагрівають до кипіння і потім протягом 10-15 хвилин проводять відгонку в мірну колбу 50 мл (третій дистилят).

7. Всі дистиляти по черзі переносять в конічні колби. Мірні колби споліскують 10-15 мл води (завжди однією і тією ж кількістю) і воду зливають в колби з дистилятами. Дистиляти титрують 0,05 н. розчином їдкого натру в присутності декількох крапель фенолфталеїну до блідо-рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 1 хвилини. Кількість використаного на титрування лугу множать на 1,25 (тому що при видаленні цукру 200 мл фільтрату реактивами і водою об'єм рідини доводили до 250 мл, а для визначення кислот брали тільки 200 мл фільтрату без цукру). Кількість мілілітрів 0,05 н. лугу, витраченого на титрування першого, другого і третього дистилятів, позначають відповідно індексами D_1 , D_2 , D_3 . Вміст кислот у силосі (в процентах) визначають за такими формулами:

оцтової $0,096D_2 - 0,021D_1$

масляної $0,043D_1 - 0,068D_2$

молочної $0,123D_3 - 0,046D_2 + 0,006D_1$

При визначенні кислот у силосі допустимі розходження між результатами паралельних визначень не повинні перевищувати $\pm 0,03$ %.

До некласного відносять силос бурого і темно-коричневого кольору з сильним запахом меду або свіжого житнього хліба, який відповідає за усіма іншими показниками вимогам стандарту.

Якісна оцінка силосу (по А.А.Зубріліну)

Запах	Колір	Очікувана кислотність (рН) за кольором і запахом силосу	Оцінка
Фруктовий, який швидко зникає при розтиранні проби силосу в руках	Жовтувато-зелений (оливковий)	Не вище 4,2. Переважає молочна кислота	Відмінний
Такий самий, але менше виражений	Переважає жовтий колір	Нижче 4,0. Надлишок молочної кислоти	Добрий, неперекислений
Фруктовий з слабким запахом меду	Сірувато-зелений	4,2. Помірно кислий	Добрий
Добре виражений запах житнього хліба	Темно-коричневий	4,2 і вище. Слабо-кислий	Задовільний
Різкий запах оцтової кислоти, який зникає, але не безслідно	Переважає зелений колір	4,4-4,5 (багато оцтової кислоти)	Незадовільний, погано поїдається
Їдкий, аміачний (запах гною) з слабким запахом оселедця	Зелений колір	Не нижче 4,8-5,0. Міститься масляна кислота	Поганий, допускається згодовувати з застереженнями.
Дуже неприємний, гнильний, який не зникає	Брудно-зелений	6,0-7,0 і вище. Міститься багато продуктів гниття	Зіпсований, не придатний до поїдання

Наприклад, кількість 0,05 н. розчину луку, витраченого на титрування після множення на коефіцієнт 1,25 склала: $D_1 = 21,5$ мл; $D_2 = 13,26$ мл; $D_3 = 21,99$ мл. Відповідно кислот у силосі міститься: оцтової $-0,096 \cdot 13,26 - 0,021 \cdot 21,5 = 0,82\%$; масляної $- 0,043 \cdot 21,5 - 0,068 \cdot 13,26 = 0,023\%$; молочної $- 0,123 \cdot 21,99 - 0,046 \cdot 13,26 + 0,006 \cdot 21,5 = 2,22\%$.

Завдання 1. Визначити вміст молочної, оцтової і масляної кислот у силосі методом Леппера-Фліга.

Завдання 2. Результати обрахунків порівняти з вимогами державних стандартів. Встановити клас силосу. Результати досліджень записати в робочий зошит.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Які реактиви і обладнання використовують при визначенні вмісту молочної, оцтової і масляної кислот у силосі методом Леппера-Фліга?
2. Яку роль відіграє вміст у силосі молочної кислоти? Яка допустима кількість її може міститися в силосі?
3. Яку роль відіграє вміст у силосі оцтової кислоти? Яка допустима кількість її може міститися в силосі?
4. Яку роль відіграє вміст у силосі масляної кислоти? Яка допустима кількість її може міститися в силосі?

Тема 16. Визначення вмісту кухонної солі у комбікормах

Мета: Ознайомити студентів з методикою визначення вмісту кухонної солі у комбікормах.

Обладнання і посуд: 0,1 н. розчин азотнокислого срібла, 10%-ний розчин хромовокислого калію, колби місткістю 200 мл, складчасті фільтри, аналітична вага.

Теоретичне обґрунтування для виконання завдання

У практиці годівлі сільськогосподарських тварин зустрічаються отруєння тварин при використанні комбікормів, які призначені іншим видам тварин, при згодовуванні не розмішаного комбікорму, при підвищеній кількості кухонної солі у комбікормі.

Хід визначення:

Наважку досліджуваного корму масою ≈ 5 г насипають у колбу місткістю 200 мл, потім добавляють 150 мл дистильованої води і залишають на 30 хвилин, періодично перемішуючи її вміст.

Після цього доводять об'єм дистильованою водою до 200 мл, суміш збовтують і фільтрують. 50 мл фільтрату наливають у колбу додають 2-3 краплі 10%-ного розчину хромовокислого калію і титрують 0,1 н розчином азотнокислого срібла до незникаючого червонувато-бурого забарвлення осаду.

Процентний вміст кухонної солі вираховують за формулою (X, %):

$$X = \frac{a \cdot 0,005846 \cdot B \cdot 100}{v \cdot m},$$

де а – кількість 0,1 н розчину азотнокислого срібла, витраченого на титрування, мл;

0,005846 – кількість хлористого натрію, еквівалентне 1 мл 0,1 н розчину азотнокислого срібла;

Б – загальний об'єм розчину, у якому розведена наважка корму, мл;

в – об'єм фільтрату, взятого для титрування, мл;

м – наважка корму, г;

100 – коефіцієнт перерахунку у проценти.

Завдання 1. Визначити вміст кухонної солі в комбікормі, який використовують для годівлі тварин навчальної лабораторії тваринництва ЖНАЕУ. Результати досліджень записати в робочий зошит.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Як впливає сіль на стан здоров'я тварин?
2. Яку кількість корму необхідно відібрати для визначення вмісту кухонної солі у комбікормах?
3. Методика визначення вмісту кухонної солі у комбікормах.
4. Яка кількість солі допустима в раціонах великої рогатої худоби, свиней, овець, коней, птиці,?
5. Які захворювання виникають у тварин при надлишку солі у раціонах?

Тема 17. Визначення загальної кислотності комбікормів

Мета: Ознайомитися з методикою визначення загальної кислотності комбікормів.

Обладнання і посуд: Вага аналітична, колби мірні місткістю 50 і 100 мл; колби конічні місткістю 250 та 500 мл, піпетки місткістю 25 мл, циліндри місткістю 500 мл, 0,1 н розчин гідроксиду натрію, папір фільтрувальний, натрій тетраборнокислий; 1%-ний спиртовий розчин фенолфталеїну; 0,1%-ний водний розчин метилоранжу; 1%-ний спиртовий розчин тимолфталеїну; барій хлористий; спирт етиловий; вода дистильована; кислота сірчана.

Х і д в и з н а ч е н н я:

25 г комбікорму насипають у суху колбу місткістю 500 мл, наливають 250 мл дистильованої води, закривають колбу пробкою і безперервно збовтують протягом 10 хвилин. Розчин відстоюють 35 хвилин, потім фільтрують через сухий фільтр у суху колбу. Перші порції фільтрату виливають, а потім 25 мл фільтрату переносять піпеткою у конічну колбу і титрують 0,1 н. розчином їдкого натрію у присутності фенолфталеїну до рожевого забарвлення.

При дослідженні темнозабарвлених розчинів при титруванні як індикатор використовують тимолфталеїн або лакмусовий папір.

Обробка результатів. Загальну кислотність комбікорму у градусах Неймана вираховують за формулою:

$$x = 4VK_{\text{щ}},$$

де V – кількість 0,1 н. розчину лугу, витраченого на титрування, мл;

$K_{\text{щ}}$ – поправка до титру 0,1 н. розчину лугу.

За кінцевий результат досліджень приймають середнє арифметичне результатів двох паралельних визначень не повинні перевищувати $\pm 0,1^0$ Н, а між контрольними аналізами - $\pm 0,15^0$ Н.

Завдання 1. Визначити загальну кислотність комбікормів, які згодують тваринам навчальної лабораторії тваринництва ЖНАЕУ. Результати досліджень записати в робочий зошит.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Як впливає кислотність комбікормів на стан здоров'я тварин?
2. Яку кількість корму необхідно відібрати для визначення кислотності у комбікормах?
3. Які захворювання виникають у тварин при збільшенні кислотності комбікормів?
4. Які реактиви необхідні для визначення кислотності комбікормів?
5. Методика визначення загальної кислотності комбікормів.

Тема 18. Титриметричний (об'ємний) аналіз

Мета: Ознайомитись з методикою об'ємного аналізу

Теоретичне обґрунтування для виконання завдання

Більшість хімічних реакцій проводять у розчинах. Особливе значення вони мають при проведенні аналізів і, зокрема, об'ємних, в яких всі визначення ґрунтуються на застосуванні точних розчинів, тобто розчинів, в одиниці об'єму яких міститься точно визначена кількість речовини. Тому необхідно знати як розрахувати розчин, приготувати його, як з ним працювати, а також знати правила зберігання розчинів протягом тривалого часу.

Титриметричним (об'ємним) аналізом називають метод кількісного аналізу, в якому вимірювання маси визначають шляхом вимірювання об'ємів.

Об'ємні методи аналізу застосовують при дослідженні кормів і крові тварин.

Титриметричне визначення полягає у тому, що до розчину визначуваних іонів додають точно еквівалентну кількість розчину реактиву відомої концентрації. Вимірюють об'єм розчину реактиву і за рівнянням хімічної реакції обчислюють кількість визначуваних іонів. У титриметричних визначеннях багатьох елементів також застосовуються реакції комплексоутворення.

Реакції окиснення-відновлення – це такі реакції, за яких змінюється валентність реагуючих іонів або елементів. Реакції окиснення-відновлення використовують у багатьох методах розділення і визначення елементів.

Класичні методи титриметричного аналізу – перганатометрія, йодометрія, хроматометрія та інші – ґрунтуються на використанні різних окислювачів і відновників. У перманганатометрії, наприклад, визначувані іони окислюють розчином перманганату калію, в йодометрії для цього користуються розчинами йоду.

В якісному аналізі визначення кислотності досліджуваного розчину дає можливість зробити деякі попередні висновки про те, які саме речовини є у цьому розчині. У кількісному аналізі на реакціях взаємодії між кислотами та основами і їх солями ґрунтується один з найважливіших методів титриметричного аналізу – метод нейтралізації.

Суть об'ємного (титриметричного) аналізу полягає у наступному. До розчину, приготовленого з наважки речовини, яку аналізують (або до певної частини об'єму цього розчину), поступово приливають розчин точно відомої концентрації доти, доки взаємодіючі речовини не прореагують повністю. Тоді на основі точного вимірювання об'єму реактиву вираховують вміст складової частини в аналізованому зразку, який визначають.

Момент закінчення реакції, коли взаємодіючі речовини повністю прореагують між собою, називають точкою еквівалентності, тому що у цей момент кількості речовин, які прореагували, строго еквівалентні.

Реакції, які застосовують у титриметричному методі, повинні відповідати таким вимогам.

1. Реакція повинна бути практично необоротною.

2. Момент закінчення реакції (точка еквівалентності) повинен бути добре помітним. В точці еквівалентності (момент закінчення реакції) повинно змінюватись забарвлення або самих речовин, які беруть участь у реакції, або сторонніх речовин – індикаторів, які попередньо в невеликих кількостях вводять у досліджуваний розчин.

3. Реакція повинна проходити швидко, практично моментально.

4. Зміна зовнішніх умов, у яких виконують реакцію, не повинна впливати на її хід і на властивості кінцевих продуктів.

Для практичного виконання визначення об'ємним методом необхідно дотримуватись таких умов.

1. Робочий розчин (титрований або стандартний), тобто розчин речовини, яка вступає у реакцію з речовиною, яку визначають і має точно відому концентрацію.

2. Вимірювальні місткості для точного визначення об'ємів розчинів, взаємодіючих речовин. Такими місткостями є бюретка і піпетка.

Бюретка – це скляна трубка, калібрована на цілі і десяті частинки мілілітру, яка має внизу кран.

Піпетка – вузька скляна трубка з розширенням посередині, кільцевою міткою на верхній частині і відтягнутим нижнім кінцем.

При виконанні визначення у бюретку наливають один розчин, як правило, робочий, а під бюретку підставляють колбу з розчином речовини, яку визначають. З бюретки у колбу по краплях доливають розчин доти, доки перша надлишкова крапля не викличе характерні зміни розчину у колбі. Тоді відраховують за поділками бюретки об'єм витраченого розчину і роблять розрахунки. Процес приливання одного розчину до іншого з метою визначення концентрації одного з них називають **титруванням**. Для приготування розчинів точної концентрації застосовують мірні колби, які відрізняються від звичайних плоскодонних вузьким і довгим горлом з кільцевою міткою. Головна перевага титриметричного методу полягає у швидкості виконання визначень, тому що вимірювання об'єму займає набагато менше часу, ніж вимірювання маси. У титриметричному аналізі виключаються такі тривалі операції як висушування, прожарювання, доведення осадів до постійної маси.

Наприклад, для визначення концентрації сірчаної кислоти гравіметричним (ваговим) методом необхідно приблизно 10 годин, не враховуючи часу, необхідного для відстоювання і дозрівання осаду. А для цього ж визначення

об'ємним методом потрібно всього лиш 15-20 хвилин. Тому у хімічних лабораторіях більшість аналізів виконують титриметричним методом.

Крім того в об'ємному методі можна застосовувати реакції різноманітних типів: окислення-відновлення, нейтралізації, комплексоутворення. Разом з тим титриметричний метод, так як і гравітаційний, допускає застосування ряду аналітичних реакцій, які супроводжуються випаданням осаду.

Щодо точності титриметричного методу, то вона дещо поступається точності гравіметричного, але цілком достатня як для технічних, так і для наукових цілей.

Титриметричний аналіз в залежності від типу хімічних реакцій, які застосовуються, поділяють на три основні методи.

1. Окисно-відновний метод (оксидиметрія), оснований на застосуванні окисно-відновних реакцій.
2. Метод нейтралізації, в якому використовують реакції нейтралізації.
3. Метод осадження і комплексоутворення, оснований на застосуванні реакцій, які супроводжуються випаданням осадів або утворенням комплексних сполук.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Які аналізи називають титриметричними?
2. В чому суть титриметричних (об'ємних) аналізів?
3. На які методи поділяють титриметричні аналізи?
4. Що таке титрування?
5. Яким вимогам повинні відповідати реакції, які застосовують у титриметричному методі?

Тема 19. Аналіз зразків на вміст ^{90}Sr

Мета: Ознайомитись з методикою визначення в кормах вмісту ^{90}Sr

Обладнання і посуд: Вага аналітична, колби мірні місткістю 50 і 100 мл; колби конічні місткістю 250 та 500 мл, піпетки місткістю 25 мл, циліндри місткістю 500 мл, папір фільтрувальний, вода дистильована; кислота сірчана.

Теоретичне обґрунтування для виконання завдання

- висушування зразків при температурі 105°C у сушильній шафі до часу досягнення стабільної маси (маса зразка ≈ 10 г). Зважування зразків після сушки;
- озолення зразків при температурі 600°C протягом не менш ніж 12 годин у муфельній печі. Температура на початку озолення повинна бути $200\text{--}300^{\circ}\text{C}$. Зважування зразків після озолення.

Хімічне виділення ^{90}Sr

- розчинити золу в 20 мл 1М HCL і прокип'ятити кілька хвилин ($\approx 3\text{хв}$); - фільтрація і промивка 10 мл 1М HCL (два рази) з використанням аналітичного фільтра тора, що включає в себе фільтраційну мікролійку і фільтраційну колбу з носиком, під'єднаним до вакуумного насосу; додати у розчин фільтрату 2 г моногідрату лимонної кислоти і 2 мл ітрієвого носія ($\text{Y}(\text{NO}_2)_3$ 1М HCL, довести рН до 1,0 – 1,2 за допомогою 6М NH_4OH ;
- помістити розчин у роздільну колбу і струшувати 1 хвилину з 40 мл 10% розчину HDEPH + толуол. Зазначити дату та час. Почекати. Відкинути нижню фазу;
- супернатант (або фаза HDEPH) збовтується в роздільній колбі з 40 мл 0,08М HCL 0,5 хвилини. Зачекати. Відкинути нижню фазу;
- супернатант (або фаза HDEPH) збовтується 1 хвилину в роздільній колбі з 40 мл 3М HNO_3 . Зачекати. Нижню фазу відкинути в центрифужну пробірку. Додати пару крапель фенолфталеїну і додати концентрований NH_4OH до зміни кольору при рН 9-10. Нехай розчин охолоне, після чого помістити центрифужну пробірку на 5 хвилин в центрифугу з 3000 об/хв.;
- злити верхню рідину (супернатант) і розчинити залишок у 1 мл концентрованої HNO_3 , додати 9 мл дистилату H_2O . Отриманий розчин переливаємо у 20 мл ємкість для вимірювань на В – спектрометрі Packard

TRI – CARB 4660.Рідинна сцинтиляційна система Packard TRI – CARB 4660 призначена для кількісного виявлення бета – радіації й його випромінювання та люмінесцентного випромінювання.

З фізичної точки зору детектор складається з двох протиставлених бі-лужних вузлів інтегрованих фотомультіплікуючих труб, асемблера і світлонепроникного боксу, захищеного приблизно 2 дюймами свинцю для зменшення зовнішньої радіації. Детекторний бокс також містить рефлексор для більш ефективного збирання випромінювання від зразка.

Тема 20. Суть атомно-адсорбційного аналізу

Мета: Ознайомитись з методами атомно-адсорбційного аналізу засоби вимірювання і допоміжні пристрої

Вимірювальні засоби і пристрої:

- комплекс КАС 120.1, ТУ 25-7416.0131-88;
- посуд лабораторний скляний, ГОСТ 25336-82;
- посуд мірний, ГОСТ 1770-74, ГОСТ 20292-74;
- стандартні зразки складу водних розчинів солей металів,
- ГСОМ-4, ГСОМ-23 - 27;
- кислота азотна реактивна розбавлена «ХЧ», ГОСТ 4461-77;
- ваги аналітичні АДВ - 200М, ГОСТ 19491-74;
- гирі аналітичні ГА - 200А, ГОСТ 7328-82.

Атомно-абсорбційний аналіз (рос. атомно-абсорбционный анализ, англ. atomic-absorption material analysis, нім. atomare Absorptionsanalyse) — метод кількісного визначення елементного складу речовини, що досліджується за атомними спектрами поглинання. Ґрунтується на здатності атомів вибірково поглинати електромагнітне випромінювання в різних ділянках спектра.

Атомно-абсорбційний аналіз проводять на спец. приладах — абсорбц. спектрофотометрах.

Атомно-абсорбційний метод відомий в двох варіантах: полум'яному та електротермічному.

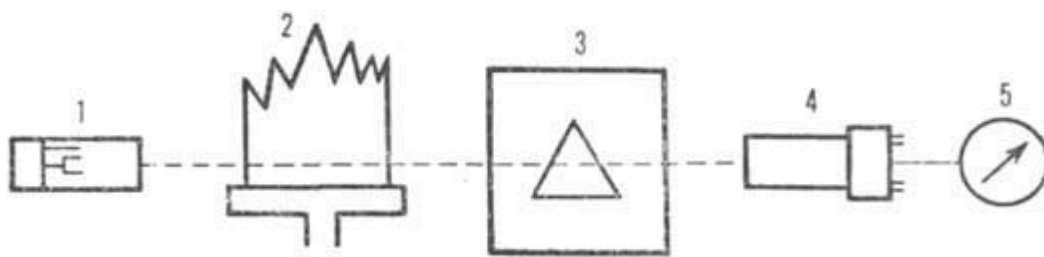
Полум'яний варіант. Для розкладання та дисоціації проби потрібна температура від 2000 °С. Цього можна досягти вносячи рідку пробу за допомогою пневматичного розпилювача у вигляді аерозолю в полум'я. При цьому проходять наступні фізичні та хімічні процеси:

- видалення розчинника (зазвичай води)
- видалення конституційно та хімічно зв'язаного розчинника (розкладання міцних сольватів)
- випаровування сухої проби
- атомізація молекул і отримання вільних атомів

Електротермічний варіант. В електротермічному варіанті методу пробу автоматичним дозатором вводять в графітову піч, яка нагрівається електричним струмом. При нагріванні печі до високої температури солі дисоціюють з утворенням вільних атомів. З загального випромінювання спектральні лінії, що досліджуються, виділяють монохроматором, а їх інтенсивність фіксують фотоелектричним множителем.

Атомно-абсорбційний аналіз — використовується для визначення багатьох елементів (в основному металів) в воді, харчовій продукції, геологічних об'єктах.

Атомно-абсорбційний аналіз (атомно-абсорбц. спектрометрія), метод кількісного елементного аналізу по атомних спектрах поглинання (абсорбції). Через шар атомних парів проби, одержуваних за допомогою атомізатора, пропускають випромінювання в діапазоні 190-850 нм. У результаті поглинання квантів світла атоми переходять у збуджені енергетичні стани. Цим переходам в атомних спектрах відповідають резонансні лінії, характерні для даного елемента. Відповідно до закону Бугера-Ламберта-Бера, мірою концентрації елемента служить оптична щільність $A = \lg(I_0 / I)$, де I_0 і I — інтенсивності випромінювання від джерела відповідно до і після проходження через поглинаючий шар.



Принципова схема полум'яного атомно-абсорбційного спектрометра: 1-джерело випромінювання; 2-полум'я; 3-монохрому гір; 4-фотопомножувач; 5-реєструючий або показує прилад.

Прилади для **атомно-абсорбційного аналізу** - атомно-абсорбційні спектрометри - прецизійні високоавтоматизовані пристрої, що забезпечують відтворюваність умов вимірювань, автоматичне введення проб і реєстрацію результатів вимірювання. В деякі моделі вбудовані мікро ЕОМ. В якості прикладу на рис. наведена схема одного з спектрометрів. Джерелом лінійного випромінювання в спектрометрах найчастіше служать одноелементні лампи з порожнистим катодом, що заповнюються неоном. Для визначення деяких легколетучих елементів (Cd, Zn, Se, Ti й ін) зручніше користуватися високочастотними безелектродними лампами.

Переклад аналізованого об'єкта в атомізоване стан і формування поглинаючого шару пара певної і відтворної форми здійснюється в атомізатор - зазвичай в полум'ї або трубчастій печі. Найбільш часто використовують полум'я сумішей ацетилену з повітрям (макс. т-ра 2000°C) і ацетилену з N_2O (2700°C). Пальник з щілиноподібні соплом довжиною 50 - 100 мм і шириною 0,5 - 0,8 мм встановлюють уздовж оптич. осі приладу для збільшення довжини поглинаючого шару.

Трубчасті печі опору виготовляють найчастіше з щільних сортів графіту. Для виключення дифузії пари через стінки і збільшення довговічності графітові трубки покривають шаром газонепроникного піроуглерода. Максимальна температура нагріву досягає 3000°C . Менш поширені тонкостінні трубчасті печі з тугоплавких металів (W, Ta, Mo), кварцу з ніхромовим нагрівачем. Для захисту графітових і металевих печей від обгорання на повітрі їх поміщають в напівгерметичні або

герметичні камери, через які продувають інертний газ (Ar, N₂). Введення проб у поглинаючу зону полум'я або печі здійснюють різними прийомами. Розчини розпорошують (зазвичай в полум'я) за допомогою пневматичних розпилювачів, рідше - ультразвукових. Перші простіше і стабільніші в роботі, хоча поступаються останнім в ступені дисперсності утворюється аерозолі. Лише 5-15% найбільш дрібних крапель аерозолі надходить у полум'я, а інша частина відсівається у змішувальній камері і виводиться у стік. Максимальна концентрація твердої речовини в розчині зазвичай не перевищує 1%. В іншому випадку відбувається інтенсивне відкладення солей в соплі пальника.

Термічне випаровування сухих залишків розчинів - основний спосіб введення проб в трубчасті печі. При цьому найчастіше проби випаровують з внутрішньої поверхні печі; р-р проби (обсягом 5-50 мкл) вводять за допомогою мікропіпетки через дозувальне отвір в стінці трубки і висушують при 100 ° С. Однак проби випаровуються зі стінок при безперервному зростанні температури поглинаючого шару, що обумовлює нестабільність результатів. Щоб забезпечити сталість температури печі в момент випаровування, пробу вводять в попередньо нагріту піч, використовуючи вугільний електрод (графітову кювету) графітовий тигель (піч Вудріффа), металевий або графітовий зонд. Пробу можна випаровувати з платформи (графітового коритця), яку встановлюють у центрі печі під дозувальним отвором. У результаті значного відставання температури платформи від температури печі, що нагрівається зі швидкістю бл. 2000 До/с, випаровування відбувається при досягненні піччю практично постійної температури. Для введення в полум'я твердих речовин або сухих залишків розчинів використовують стрижні, нитки, човники, тиглі з графіту або тугоплавких металів, що поміщаються нижче оптич. осі приладу, так що пари проби надходять в поглинаючу зону з потоком газів полум'я. Графітові випарники в ряді випадків додатково підігрівають електричним струмом. Для виключення хутро. втрат порошкоподібних проб у процесі нагрівання застосовуються випарники типу циліндричних капсул, виготовлені з пористих сортів графіту.

Іноді розчини проб піддають в реакційному посудині обробці у присутності відновників, найчастіше NaBH_4 . При цьому Hg, напр., Відганяється в елементному вигляді, As, Sb, Bi і ін-у вигляді гідридів, к-які вносяться до атомізатор потоком інертного газу. Для монохроматизації випромінювання використовують призми або дифракційні решітки; при цьому досягають дозволу від 0,04 до 0,4 нм.

При **атомно-абсорбційному аналізі** необхідно виключити накладення випромінювання атомізатора на випромінювання джерела світла, врахувати можливу зміну яскравості останнього, спектральні перешкоди в атомізатор, викликані частковим розсіюванням і поглинанням світла твердими частинками і молекулами сторонніх компонентів проби. Для цього користуються різними прийомами, наприклад модулюють випромінювання джерела з частотою, на яку налаштовують приймально-реєструючий пристрій, застосовують двухлучеву схему або оптич. схему з двома джерелами світла (з дискретним і безперервним спектрами). найбільш ефективна схема, заснована на зєсманівське розщепленні і поляризації спектральних ліній в атомізатор. У цьому випадку через поглинаючий шар пропускають світло, поляризований перпендикулярно магнітному полю, що дозволяє врахувати неселективні спектральні перешкоди, досягають значень $A = 2$, при вимірюванні сигналів, які в сотні разів слабкіше.

Переваги **атомно-абсорбційного аналізу** - простота, висока селективність і малий вплив складу проби на результати аналізу. Обмеження методу - неможливість одночасного визначення декількох елементів при використанні лінійчатих джерел випромінювання і, як правило, необхідність переведення проб в р-р.

Атомно-абсорбційний аналіз застосовують для визначення близько 70 елементів. Не визначають гази і деякі ін неметали, резонансні лінії яких лежать у вакуумній області спектру (довжина хвилі менше 190 нм). Із застосуванням графітової печі неможливо визначати Hf, Nb, Ta, W і Zr, які утворюють з вуглецем важко летучі карбіди. Межі виявлення більшості елементів у розчинах при атомізації в полум'ї 1-100мкг / л, в графітової печі в 100-1000 разів нижча. Абсолютні межі виявлення в останньому випадку становлять 0,1-100 пг. Щодо

стандартне відхилення в оптимальних умовах вимірів досягає 0,2-0,5% для полум'я і 0,5-1,0% для печі. В автоматичному режимі роботи полум'яний спектрометр дозволяє аналізувати до 500 проб на годину, а спектрометр з графітової піччю-до 30 проб. Обидва варіанти часто використовують у поєднанні з передуватиме. поділом і концентруванням екстракцією, дистиляцією, іонним обміном, хроматографією, що в ряді випадків дозволяє побічно визначати деякі неметали і орг. з'єднання.

Миш'як [As]

Миш'як відносять до умовно-есенціальних, імунотоксичних елементів. Відомо, що миш'як взаємодіє з тіоловими групами білків, цистеїном, глутатіоном, ліпоєвою кислотою. Миш'як впливає на окиснювальні процеси в мітохондріях і бере участь у багатьох інших важливих біохімічних процесах.

Значні кількості миш'яку містяться в риб'ячому жирі і морській рибі (до 10 мг/кг), винах (до 1 мг/л і більше). У питній воді вміст миш'яку становить менше 10 мкг/л, проте у деяких регіонах світу (Індія, Бангладеш, Тайвань, Мексика) вміст цього елемента досягає більше 1 мг/л, що є причиною масових хронічних отруєнь миш'яком і викликає так звану хворобу «чорної стопи». Близько 80 % миш'яку всмоктується у шлунково-кишковому тракті, 10 % надходить через легені і близько 1 % – через шкіру. Через 24 години після надходження з організму виводиться 30 % миш'яку з сечею і майже 4 % із фекаліями. Миш'як накопичується в легенях, печінці, шкірі і тонкому кишечнику.

Добова потреба - 50-100 мкг.

Токсична доза для людини - 5-50 мг.

Летальна доза для людини - 50-340 мг.

Визначення за допомогою ААС

Довжина хвилі - 193,7 нм (альтернативна – 197,3 нм).

Ширина щілини монохроматора – 1,0 нм, при альтернативній довжині хвилі – 0,4 нм. Струм лампи – 7 мА.

Робочий діапазон: 50 – 200 мг/л (полум'я); 0,001 – 0,01 мг/л. (електротермічна атомізація).

Рекомендовані градувальні розчини: полум'я – 50 – 100 – 200 мг/л;
ЕТА – 0,001 – 0,05 – 0,01 мг/л.

Рекомендована суміш для полум'яної атомізації – ацетилен – повітря.

Температура атомізації для ЕТА – 2600.

Кальцій – Кальцій має високу біологічну активність, виконує в організмі різноманітні функції, серед яких:

- ☐ регуляція внутрішньоклітинних процесів;
- ☐ регуляція проникності клітинних мембран;
- ☐ регуляція процесів нервової провідності і м'язових скорочень;
- ☐ підтримка стабільної серцевої діяльності;
- ☐ формування кісткової тканини, мінералізація зубів;
- ☐ участь у процесах згортання крові.

Джерела, шляхи надходження і виведення

Значна кількість кальцію міститься у молочних продуктах (вершки, молоко, сир). У менших концентраціях кальцій наявний у городній зелені (петрушка, шпинат), овочах (боби, квасоля), горіхах, рибі. Добова потреба організму в кальції (800-1500 мг), як правило, покривається за рахунок їжі. Біозасвоюваність кальцію становить 25-40 %.

Всмоктування кальцію відбувається в тонкому кишечнику, головним чином у дванадцятипалій кишці. Тут жовчні кислоти утворюють із солями кальцію комплексні сполуки, які потім проходять через стінку ворсинок. Виводиться кальцій з організму через кишечник і нирки.

Визначення за допомогою ААС

Довжина хвилі - 422,7 нм. Ширина щілини монохроматора – 0,1 нм.
Струм лампи – 5 мА.

Робочий діапазон: 0,5 – 5 мг/л (полум'я).

Рекомендовані градувальні розчини: 0,5 – 1 – 2,5 – 5,0 мг/л.

Рекомендована суміш для полум'яної атомізації: ацетилен – закис азоту.

Кадмій [Cd]

Кадмій належить до токсичних мікроелементів, будучи одним з основних полютантів довкілля. Фізіологічна роль кадмію вивчена недостатньо.

Харчовими джерелами кадмію є морепродукти, (особливо мідії і устриці), злаки (зернові) і листові овочі.

У тонкому кишечнику адсорбується менше 5 % кадмію, що потрапив з їжею. На всмоктування кадмію істотно впливає наявність інших біоелементів і харчових речовин, таких, як Ca, Zn, Cu, харчові волокна. Кадмій, що потрапляє в організм із вдихуванням повітрям, засвоюється значно краще (10-50 %).

Визначення за допомогою ААС

Довжина хвилі - 228,8 нм. Ширина щілини монохроматора – 0,4 нм. Струм лампи – 5 мА.

Робочий діапазон: 0,2 – 2 мг/л (полум'я); 0,00005 – 0,004 мг/л (електротермічна атомізація).

Рекомендовані градувальні розчини: полум'я – 0,2 – 0,5 – 1,0 – 2,0 мг/л; ETA – 0,00005 – 0,0001 – 0,001 – 0,004 мг/л

Рекомендована суміш для полум'яневої атомізації: ацетилен – повітря.

Температура атомізації для ETA – 1800.

Кобальт [Co]

Кобальт є життєво необхідним елементом для тварин і людини.

Кобальт входить до складу молекули ціанокобаламіну, активно бере участь у ферментативних процесах і утворенні гормонів щитовидної залози, пригнічує обмін йоду, сприяє виділенню води нирками. Кобальт підвищує засвоєння заліза і синтез гемоглобіну, є потужним стимулятором еритропоезу.

Процес кровотворення у людини і тварин може здійснюватися лише при нормальній взаємодії трьох біоелементів – кобальту, міді і заліза. Необхідно зазначити, що механізм впливу кобальту на гемопоез продовжує залишатися нез'ясованим.

В організм людини кобальт надходить з їжею. Особливо багато кобальту в печінці, молоці, червоному буряці, редисі, зеленій цибулі, капусті, петрушці,

салаті і часнику. В середньому у шлунково-кишковому тракті всмоктується близько 20 % кобальту.

Визначення за допомогою ААС

Довжина хвилі - 240,7 нм. Ширина щілини монохроматора – 0,4 нм.
Струм лампи – 5 мА.

Робочий діапазон: 0,7 – 5 мг/л (полум'я); 0,001 – 0,06 мг/л (електротермічна атомізація).

Рекомендовані градуювальні розчини:ylum'я – 1 – 2,5 – 5 мг/л; ЕТА – 0,001 – 0,005 – 0,01 – 0,05 мг/л.

Рекомендована суміш дляylum'яневої атомізації – ацетилен – повітря.

Температура атомізації для ЕТА – 2300.

Мідь [Cu]

Провідну роль у метаболізмі міді відіграє печінка, оскільки тут синтезується білок церулоплазмін, що має ферментативну активність і бере участь у регуляції гомеостазу міді.

Мідь є життєво важливим елементом, який входить до складу багатьох вітамінів, гормонів, ферментів, дихальних пігментів, бере участь у процесах обміну речовин, у тканинному диханні. Мідь має велике значення для підтримки нормальної структури кісток, хрящів, сухожиль (колаген), еластичності стінок кровоносних судин, легених альвеол, шкіри (еластин). Мідь входить до складу мієлінових оболонок нервів. Дія міді на вуглеводний обмін виявляється у прискоренні процесів окиснення глюкози, гальмуванні розпаду глікогену в печінці.

Цей біоелемент підвищує стійкість організму до деяких інфекцій, зв'язує мікробні токсини і підсилює дію антибіотиків. Мідь має виражену протизапальну властивість, пом'якшує прояви аутоімунних захворювань (напр., ревматоїдного артриту), сприяє засвоєнню заліза.

В організм мідь надходить в основному з їжею. У деяких овочах і фруктах міститься від 30 до 230 мг міді. Багато міді міститься в морських

продуктах, бобах, капусті, картоплі, кропиви, кукурудзі, моркві, шпинаті, яблуках, какао-бобах.

Визначення за допомогою ААС

Довжина хвилі - 324,7 нм. Ширина щілини монохроматора – 0,1 нм.
Струм лампи – 2 мА.

Робочий діапазон: 0,5 – 8,0 мг/л (полум'я); 0,001 – 0,08 мг/л (електротермічна атомізація).

Рекомендовані градувальні розчини:ylum'я – 0,1 – 0,5 – 1,0 – 2,5 – 5,0 мг/л; ETA – 0,001 – 0,01 – 0,05 – 0,08 мг/л.

Рекомендована суміш дляylum'яневої атомізації: ацетилен – повітря.

Температура атомізації для ETA – 2300.

Залізо [Fe]

Основною функцією заліза в організмі є перенесення кисню і участь в окиснювальних процесах (за допомогою десятків залізовмісних ферментів). Залізо входить до складу гемоглобіну, міоглобіну, цитохромів. Велика частина заліза в організмі міститься в еритроцитах; багато заліза знаходиться в клітинах мозку. Залізо відіграє важливу роль у процесах виділення енергії, у ферментативних реакціях, у забезпеченні імунних функцій, у метаболізмі холестерину. Насичення клітин і тканин залізом відбувається за допомогою білка трансферину, який здатний переносити іони тривалентного заліза.

В організм людини залізо надходить із їжею. Харчові продукти тваринного походження містять залізо у найлегше засвоюваній формі. Деякі рослинні продукти також багаті на залізо, проте його засвоєння організмом відбувається важче. Вважається, що організм засвоює до 35 % "тваринного" заліза. У той самий час з інших джерел відомо, що цей показник становить менше 3 %. Велика кількість заліза міститься в яловичині, в яловичій печінці, рибі (тунець), гарбузі, устрицях, вівсяній крупі, какао, горосі, листовій зелені, пивних дріжджах, інжирі і родзинках.

Вміст заліза у волоссі у чоловіків вищий, ніж у жінок. У осіб, що страждають на захворювання печінки, селезінки, хронічний алкоголізм, вміст заліза у волоссі підвищений.

Визначення за допомогою ААС

Довжина хвилі - 248,3 нм, альтернативна довжина хвилі – 372,0 нм. Ширина шіллини монохроматора – 0,4 нм. Струм лампи – 3 мА, для альтернативної довжини хвилі – 5 мА.

Робочий діапазон: 1,0 – 10,0 мг/л; на альтернативній довжині хвилі – 25,0 – 100,0 мг/л (полум'я); 0,0005 – 0,04 мг/л (електротермічна атомізація).

Рекомендовані градувальні розчини:ylum'я – 0,1 – 1,0 – 5,0 – 10,0 мг/л; ЕТА – 0,0005 – 0,001 – 0,005 – 0,01 – 0,05 мг/л.

Рекомендована суміш дляylum'яневої атомізації: ацетилен – повітря.

Температура атомізації для ЕТА – 2300.

Калій [K]

Калій бере участь у підтримці електричної активності мозку, функціонуванні нервової тканини, скороченні скелетних і серцевого м'язів.

Терапевтичне значення калію пов'язане з його подразнювальною дією на слизові оболонки і підвищенням тонуусу гладких м'язів (кишечник, матка), через що його сполуки використовуються як послаблюючі засоби. Калій викликає розширення судин внутрішніх органів і звуження периферичних судин, що сприяє посиленню сечовиділення. Калій уповільнює ритм серцевих скорочень і, діючи аналогічно блукаючому нерву, бере участь у регулюванні діяльності серця.

В організм сполуки калію надходять із їжею. Багато калію міститься у молочних продуктах, м'ясі, какао, томатах, бобах, картоплі, петрушці, абрикосах (куразі, урюку), родзинках, чорносливі, бананах, дині і чорному чаї. Вважається, що доросла людина споживає на день 2200-3000 мг калію. Вміст калію в їжі жителів різних країн коливається від 1800 до 5600 мг. У США мінімальна величина добового вживання калію, що рекомендується, встановлена

в розмірі не менше 2000 мг для осіб 18-річного віку. Для людей старшого віку до цієї величини додають кількість років окремого індивідуума (напр., для людей у віці 50 років цей показник дорівнює $2000+50=2050$ мг).

Визначення за допомогою ААС

Визначається в режимі емісії в полум'ї.

Довжина хвилі - 766,5 нм. Ширина щілини монохроматора – 1,0 нм.

Робочий діапазон: 1,0 – 10,0 мг/л.

Рекомендовані градувальні розчини: 0,1 – 1,0 – 5,0 – 10,0 мг/л.

Рекомендована суміш для полум'яневої атомізації: ацетилен – повітря.

Магній [Mg]

Магній є одним з дуже поширених елементів у природі. Верхній шар землі завглибшки до 16 км містить у середньому близько 3,45 % магнію. Особливо багато хлористого і сірчанокислового магнію в морській воді. Питна вода містить солі магнію, якщо його кількість у воді збільшується, таку воду називають "жорсткою". Магній входить також до складу кухонної солі.

Магній є найважливішим внутрішньоклітинним елементом. Він бере участь в обмінних процесах, тісно взаємодіючи з калієм, натрієм, кальцієм; є активатором для безлічі ферментативних реакцій. Нормальний рівень магнію в організмі необхідний для забезпечення "енергетики" життєво важливих процесів, регуляції нервово-м'язової провідності, тонуусу гладкої мускулатури (судин, кишечника, жовчного і сечового міхура і так далі). Магній стимулює утворення білків, регулює зберігання і вивільнення АТФ, знижує збудження в нервових клітинах. Магній відомий як протистресовий біоелемент, здатний створювати позитивний психологічний настрій.

Магній укріплює імунну систему, має антиаритмічну дію, сприяє відновленню сил після фізичних навантажень.

Найближчим сусідом магнію у групі періодичної системи є кальцій, з яким магній вступає в обмінні реакції. Ці два елементи легко витісняють один одного зі сполук. Дефіцит магнію в дієті, багатій на кальцій, обумовлює затримку кальцію в усіх тканинах, що веде до їх звапніння.

Магній потрапляє в організм із їжею (зокрема з кухонною сіллю) і водою. Як правило, норма надходження, як правило, становить 200-400 мг протягом 1 доби. Особливо багата на магній рослинна їжа. Частина іонізованого магнію відщеплюється від магnezійних солей їжі ще в шлунку і всмоктується у кров. Основна частина важкорозчинних солей магнію переходить у кишечник і всмоктується лише після їх з'єднання із жирними кислотами. У шлунково-кишковому тракті абсорбується до 40-45 % магнію.

Комплексні сполуки магнію надходять у печінку, де використовуються для синтезу біологічно активних сполук.

Визначення за допомогою ААС

Довжина хвилі - 285,2 нм. Ширина щілини монохроматора – 0,4 нм. Струм лампи – 3 мА.

Робочий діапазон: 0,1 – 1,0 мг/л; 0,0006 – 0,005 мг/л (електротермічна атомізація).

Рекомендовані градувальні розчини: полум'я – 0,05 – 0,1 – 0,5 – 1,0 мг/л; ЕТА – 0,0005 – 0,001 – 0,005 мг/л.

Рекомендована суміш для полум'яної атомізації: ацетилен – повітря.

Температура атомізації для ЕТА – 2200.

Марганець [Mn]

Марганець належить до найважливіших біоелементів (мікроелементів) і є компонентом безлічі ферментів, виконуючи в організмі численні функції: бере участь у синтезі і обміні нейромедіаторів у нервовій системі; перешкоджає вільнорадикальному окисненню, забезпечує стабільність структури клітинних мембран; забезпечує нормальне функціонування м'язової тканини; бере участь в обміні гормонів щитовидної залози (тироксин); забезпечує розвиток сполучної тканини, хрящів і кісток; підсилює гіпоглікемічний ефект інсуліну; підвищує гліколітичну активність; підвищує інтенсивність утилізації жирів; знижує рівень ліпідів в організмі; протидіє жировій дегенерації печінки; бере участь у регуляції обміну вітамінів С, Е, групи В, холіну, міді; бере участь у забезпеченні

повноцінної репродуктивної функції; необхідний для нормального росту і розвитку організму.

Сполуки марганцю в основному надходять в організм із їжею. Багато марганцю міститься у житньому хлібі, пшеничних і рисових висівках, сої, горосі, картоплі, буряці, помідорах, чорниці і в деяких лікарських рослинах (багно, евкаліпт).

Всмоктування марганцю відбувається в організмі вздовж усього тонкого кишечника. Марганець швидко покидає кров'яне русло і в тканинах наявний головним чином у мітохондріях клітин. У підвищених кількостях він наявний у печінці, трубчастих кістках, підшлунковій залозі, нирках.

Визначення за допомогою ААС

Довжина хвилі - 279,4 нм. Ширина щілини монохроматора – 0,1 нм. Струм лампи – 3 мА.

Робочий діапазон: 1,0 – 10,0 мг/л; 0,002 – 0,016 мг/л (електротермічна атомізація).

Рекомендовані градувальні розчини: полум'я – 0,1 –1,0 –5,0 – 10,0 мг/л; ЕТА – 0,002 – 0,005 – 0,01 мг/л.

Рекомендована суміш для полум'яної атомізації: ацетилен – повітря.

Температура атомізації для ЕТА – 2400.

Натрій [Na]

Джерело натрію - поварена сіль NaCl - є одним з найпоширеніших сполук натрію у природі. Вода морів і океанів містить у своєму складі до 3 % хлориду натрію. На землі є величезні поклади кам'яної солі. Цей елемент входить до складу всіх організмів рослинного і тваринного світу.

Натрій відіграє дуже важливу роль у регуляції осмотичного тиску і водного обміну, при порушенні яких розвиваються такі ознаки: спрага, сухість слизових оболонок, набряклість шкіри. Натрій значно впливає і на білковий обмін. В організмі людини натрій виконує "позаклітинні" функції, серед яких: підтримка осмотичного тиску і рН середовища; формування потенціалу дії шляхом

обміну з іонами калію; транспорт вуглекислого газу; гідратація білків; солюбілізація органічних кислот.

В організм людини натрій надходить щодня у вигляді NaCl в чималих кількостях: 12-15 г (або 4-6 г "чистого" натрію). NaCl міститься у багатьох харчових продуктах: ковбасі, салі, солоній рибі, ікрі, сири, маслинах, кетчупі, кукурудзяних пластівцях.

Іони натрію швидко і повністю всмоктуються на всіх ділянках шлунково-кишкового тракту і в місцях парентеральних ін'єкцій. Іони натрію легко проникають також через шкіру і легеневий епітелій.

Визначення за допомогою ААС

Визначається в режимі емісії у полум'ї.

Довжина хвилі - 589,0 нм. Ширина щілини монохроматора – 0,1 нм.

Робочий діапазон: 0,5 – 2,0 мг/л.

Рекомендовані градуювальні розчини: полум'я – 0,1 – 0,5 – 1,0 – 2,0 мг/л.

Рекомендована суміш для полум'яної атомізації: ацетилен – повітря.

Фосфор [P]

Значення фосфору для організму людини величезне.

Фосфор відіграє важливу роль у діяльності головного мозку, серця, м'язової тканини.

Фосфор у великих кількостях наявний в багатьох харчових продуктах (молоко, м'ясо, риба, хліб, овочі, яйця). Велика частина споживаного з їжею фосфору всмоктується в проксимальном у відділі тонкого кишечника. Всмоктування, розподіл і виведення фосфору в організмі значною мірою пов'язане з кальцієвим обміном.

Свинець [Pb]

Роль свинцю в життєдіяльності організму вивчена недостатньо. Відомо, що свинець бере участь в обмінних процесах кісткової тканини. З іншого боку, свинець є канцерогеном і тератогеном для організму.

Багато свинцю може потрапляти в організм із вдихуваним повітрям (до 70 % аерозолі, що містить свинець, осідає у легенях). При великих концентраціях тетраетилсвинцю виникає ризик його проникнення через шкіру. У чоловіків вміст свинцю в організмі вищий, ніж у жінок. Підвищене надходження з їжею кальцію, фосфору, магнію, цинку знижує абсорбцію свинцю, тоді як на тлі дефіциту заліза і перелічених елементів здатність організму засвоювати свинець збільшується.

Токсична дія свинцю багато в чому обумовлена його здатністю утворювати зв'язки з великим числом аніонів – лігандів, до яких належать сульфгідрильні групи, похідні цистеїну, імідазольні і карбоксильні групи, фосфати. У результаті зв'язування ангідридів зі свинцем пригнічуються синтез білків і активність ферментів, наприклад, АТФ-ази. Свинець порушує синтез гем і глобіну, втручаючись у порфіриновий обмін, індукує дефекти мембран еритроцитів.

Основний шлях надходження в організм свинцю лежить через шлунково-кишковий тракт. Відсоток всмоктування свинцю залежить від розчинності його сполук.

Визначення за допомогою ААС

Довжина хвилі - 283,3 нм. Ширина щілини монохроматора – 0,4 нм. Струм лампи – 3 мА.

Робочий діапазон: 2,0 – 20,0 мг/л; 0,001 – 0,08 мг/л (електро-термічна атомізація).

Рекомендовані градуовальні розчини: полум'я – 0,1 – 0,5 – 1,0 – 2,5 – 5,0 мг/л; ЕТА – 0,001 – 0,005 – 0,01 – 0,05 мг/л.

Рекомендована суміш для полум'яної атомізації: ацетилен – повітря.

Температура атомізації для ЕТА – 2100.

Дефіцитні стани

У людини дані відсутні.

Стани, що супроводжуються надлишком

Причини:

□ надлишкове надходження (у тому числі при дії екологічно несприятливих умов середовища: вихлопних газів

Селен [Se]

В організмі селен стимулює процеси обміну речовин. Селен бере участь як у першій фазі біохімічної адаптації (окиснення чужорідних речовин з утворенням органічних окислів і перекисів), так і в другій (зв'язування і виведення активних метаболітів). Він є основним компонентом ферменту пероксидази глутатіону, який захищає організм від шкідливих речовин, що утворюються при розпаді токсинів. Селен антагоніст ртуті і миш'яку, здатний захистити організм від кадмію, свинцю, талію. Селен бере участь і в інших формах антиоксидантного захисту.

Значення селену в механізмах підтримки гомеостазу добре ілюструється ефективністю вживання препаратів селену при найрізноманітніших патологічних процесах.

Природним джерелом селену для людини є харчові продукти. Високий вміст селену в часнику, свинячому салі, пшеничних висівках і білих грибах. Також багато селену міститься в оливковій олії, морських водоростях, пивних дріжджах, бобах, маслинах, кокосах, фісташках.

Всмоктування селену відбувається в дистальному відділі тонкого кишечника, де з розчинних сполук селену утворюються сполуки селену з метіоніном і цистеїном. Накопичується селен перш за все у нирках і печінці, кістковому мозку, серцевому м'язі, підшлунковій залозі, легенях, шкірі і волоссі.

Кремній [Si]

Кремній у вигляді різних сполук входить до складу більшості тканин, впливає на обмін ліпідів і на утворення колагену і кісткової тканини. Особливо важлива роль кремнію як структурного елемента сполучної тканини. Концентрація кремнію в аорті з віком знижується, що побічно свідчить про значущість біоелементного статусу кремнію в патогенезі атеросклерозу.

Незважаючи на істотні коливання в кількості кремнію, що надходить в організм, його вміст у крові залишається стабільним. У найбільш високих

концентраціях кремній міститься у сполучній тканині: стінках аорти, трахеї, зв'язках, кістках, шкірі (особливо в епідермісі), волоссі і лімфовузлах. У м'язах і паренхіматозних органах вміст кремнію істотно нижчий.

Хоча кремній є одним із найбільш поширених у земній корі хімічних елементів, у звичайних умовах він засвоюється організмом у дуже малих кількостях. В організмі засвоюється близько 4 % від загальної кількості кремнію, що туди потрапив.

Стронцій [Sr]

Стронцій - м'який метал срібисто-білого кольору, належить до лужноземельних металів. Хімічно дуже активний. Реагує з водою, горить на повітрі.

Стронцій, що надходить із їжею, відносно погано засвоюється організмом (близько 5-10%). В основному багаті на стронцій рослинні продукти, а також кістки і хрящі. Абсорбція стронцію відбувається в 12-палій і клубовій кишках.

В організмі дорослої людини масою 70 кг знаходиться близько 320 мг стронцію, причому його основна кількість (до 99 %) депонується у кістках. Відносно високі концентрації стронцію у лімфатичних вузлах ($0,30 \pm 0,08$ мкг/г), легенях ($0,20 \pm 0,02$), яєчниках ($0,14 \pm 0,06$), печінці і нирках ($0,1 \pm 0,03$).

Цинк [Zn]

Цинк є кофактором великої групи ферментів, що беруть участь у білковому та інших видах обміну, тому він необхідний для нормального перебігу багатьох біохімічних процесів. Цей елемент потрібний для синтезу білків, у т.ч. колагену і формування кісток. Цинк бере участь у процесах поділу і диференціювання клітин, формуванні Т-клітинного імунітету, функціонуванні десятків ферментів, інсуліну підшлункової залози, антиоксидантного ферменту супероксиду дисмутази, статевого гормону дигідрокортикостерону.

Цинк відіграє найважливішу роль у процесах регенерації шкіри, росту волосся і нігтів, секреції сальних залоз. Цинк сприяє всмоктуванню вітаміну Е і підтримці нормальної концентрації цього вітаміну в крові. Важливу роль він відіграє в переробленні організмом алкоголю, тому недостатній вміст цинку може

підвищувати схильність до алкоголізму (особливо у дітей і підлітків). Цинк необхідний для підтримки шкіри у нормальному стані, росту волосся і нігтів, а також при загоєнні ран, оскільки відіграє важливу роль у синтезі білків. Цинк укріплює імунну систему організму і має детоксикуючу дію - сприяє видаленню з організму двоокису вуглецю.

В організм цинк потрапляє з їжею. Особливо багато цинку міститься в яловичині, печінці, морських продуктах (устриці, молюски, оселедець), пшеничних зародках, рисових висівках, вівсяній муці, моркві, горосі, цибулі, шпинаті і горіхах.

Для кращого засвоєння цинку організмом необхідні вітаміни А і В₆. Засвоєнню цинку перешкоджають мідь, марганець, залізо і кальцій (у великих дозах). Кадмій здатний витіснити цинк з організму.

Визначення за допомогою ААС

Довжина хвилі - 213,9 нм. Ширина щілини монохроматора - 0,4 нм.
Струм лампи - 5 мА.

Робочий діапазон: 0,4 - 1,6 мг/л; 0,0002 - 0,015 мг/л (електротермічна атомізація).

Рекомендовані градуювальні розчини: полум'я - 0,01 - 0,1 - 0,5 - 1,0 мг/л; ЕТА - 0,0002 - 0,0005 - 0,001 - 0,005 - 0,01 мг/л.

Рекомендована суміш для полум'яної атомізації: ацетилен - повітря.

Температура атомізації для ЕТА - 1900.

Через високий вміст цинку в більшості біологічних зразків часто є необхідність в розведенні розчину в 100 чи більше разів.

Виготовлення реактивів

Для одержання достовірних даних хімічного аналізу дуже важливо правильно і точно виготовити реактиви необхідної концентрації. Найбільше значення має приготування молярних розчинів, а також розчинів для титрування, бо за допомогою їх ведуть кількісне визначення вмісту тієї або іншої речовини в кормі. Процентні розчини використовують лише для підкислення, підлуження, нейтралізації або якісного визначення вмісту окремих речовин чи сполук у кормі.

Розчини для титрування виготовляються деци-, санти-, одно-, двонормальної та інших концентрацій, що відповідає кількості грам-молекул даної речовини в 1 літрі. Грам-молекула кислоти дорівнює її молекулярній вазі, поділеній на основність (число атомів водню) основ та солей - на кількість атомів металу і їх валентність. Для соляної кислоти еквівалент становитиме $36,5:1=36,5$ сірчаної кислоти — $98 : 2 = 49$, їдкого натрію - $40 : 1 = 40$ гідрату окису кальцію $74 : 2 = 37$, сірчаноокислого алюмінію — $342 (2 \times 3) = 57$.

Розчини для титрування в більшості випадків готують у спеціальних фіксаналах, які випускає хімічна промисловість. Для цього досить акуратно перенести його вміст у мірну колбу і довести об'єм до вказаного на фіксаналі. Перед перенесенням вмісту фіксанал (ампулу) добре обмивають дистильованою водою і з одного боку пробивають спеціальним скляним стержнем. Після цього добре змивають водою речовину в мірну колбу.

Для виготовлення процентних розчинів відважують необхідну кількість речовин і розводять в 100 *мл* розчинника. Якщо сполука розчинена в якому-небудь розчиннику або має приєднану вільну воду, то необхідно зробити відповідну поправку.

Децинормальний розчин сірчаної кислоти. Для приготування такого розчину необхідно відміряти 2,8 - 2,9 *мл* хімічно чистої концентрованої кислоти (питома вага 1,84) в мірну колбу на 1000 *мл*, в яку попередньо налито близько половини дистильованої води. Після перемішування і охолодження об'єм колби доводять до мітки і знову перемішують. Титр встановлюють за 0,1 н. розчином

лугу або соди титруванням певної кількості розчину кислоти. 0,01 н. розчин кислоти готують з 0,1 н. розведенням у 10 разів, тобто 100 мл цього розчину доводять у мірній колбі до 1000 мл.

Децинормальний розчин їдкого лугу. Їдкі луги (калій і натрій) дуже швидко вбирають вуглекислий газ, внаслідок чого містять домішки карбонатів, тому розчини для титрування з них краще готувати з фіксаналів.

Розчини 0,01, 0,02 і 0,05 н. готують з децинормальних (0,1 н.) розведенням водою 100, 200 або 500 мл до 1000 мл. Якщо фіксаналу немає, то необхідно відважити 4 г їдкого натрію або 5,61 г їдкого калію, перенести в мірну колбу на 1 л і довести об'єм до мітки. Титр встановлюють по 0,1 н. H_2SO_4 .

Децинормальний розчин перманганату калію. Цей розчин використовують для визначення кальцію. Оскільки титрування молярним розчином перманганату калію ведуть у кислому середовищі, для виготовлення децинормального розчину беруть 3,16 г і доводять дистильованою водою до 1 літра.

Перманганат окислюється, тому його слід зберігати в посуді з темного скла. Фіксанали перманганату для виготовлення розчинів для титрування виготовляє також хімічна промисловість.

Деци- і санинормальний розчин азотнокислого срібла. Для приготування 0,1 н. розчину відважують 16,99 г азотнокислого срібла і доводять об'єм до 1 л. Оскільки азотнокисла сіль завжди містить невелику кількість домішок, наважку необхідно брати дещо більшу. Титр розчину встановлюють за 0,1 н. розчином кухонної солі (5,845 г сухої солі на 1 л води). Для цього відміряють у колбу 20-25 мл 0,1 н. NaCl , додають 5-10 крапель розчину K_2CrO_4 і титрують 0,1 н. AgNO_3 до переходу забарвлення осаду в світло-рожеве. Титр визначають за кількістю мілілітрів санинормальних солей натрію і срібла. Наприклад, на 20 мл 0,01 н. NaCl пішло 19,5 мл 0,01 н. AgNO_3 - титр 0,975 (19,5 : 20).

Зберігають 0,1 н. розчин AgNO_3 у темній склянці, бо на світлі сіль розпадається до металічного срібла. З 0,1 н. розчину готують 0,01 н. розведенням у 10 разів.

Сантинормальний розчин роданистого амонію. Відважують 0,761 г роданистого амонію, переносять у мірну колбу на 1 л і доводять об'єм до мітки. Титр встановлюють за 0,1 н. розчином AgNO_3 . Для цього в конічну колбу відмірюють 10-20 мл 0,01 н. AgNO_3 , додають 1-2 мл насиченого розчину залізоаміачних галунів і титрують з бюретки приготовленим розчином роданистого амонію до появи рожевого забарвлення.

Концентрований розчин NaOH. Його використовують для нейтралізації кислоти при відгоні аміаку. Для приготування концентрованого лугу відважують на технічних вагах 400-450 г NaOH і переносять у склянку з термостійкого скла або фарфорову чашку і доводять об'єм до 1 літра.

Процентні розчини. Для приготування процентних розчинів з кристалічних або порошкоподібних речовин відважують необхідну кількість і доводять об'єм до 100 мл. Наприклад, для виготовлення 10% -ного молібде новокислого амонію необхідно відважити 10 г солі і довести об'єм до 100 мл або 100 г солі до 1000 мл. Якщо діючої речовини міститься менш як 100%, то 100 г солі чи порошку розводять до об'єму, який відповідає діючій речовині. Наприклад, вміст чистої солі становить 92%. Для виготовлення 20%-ного розчину необхідно 100 г речовини довести до 460 мл, а для 10%-ного розчину - до 920 мл.

Так само виготовляють менш концентровані розчини. Наприклад, для виготовлення 10%-ного розчину аміаку з 25%-ного необхідно 100 мл 25%-ного аміаку розвести до 250 мл.

При виготовленні процентних розчинів з реактивів, питома вага яких не дорівнює одиниці, необхідно її враховувати. Наприклад, для виготовлення 10%-ного розчину соляної кислоти з питомою вагою 1,19 (близько 37% HCl) слід розвести в 1 л води лише 227 мл, а для виготовлення 5%-ної сірчаної кислоти з питомою вагою 1,84 (близько 96%) треба взяти 28,3 мл і для 10%-ної - 56,6 мл концентрованої H_2SO_4 .

Насичені розчини. До 500-600 мл дистильованої води додають сіль або іншу речовину до того часу, поки кристали не будуть розчинятися. Після цього розчин підігрівають на водяній бані і знову додають сіль до припинення розчинення.

Насичений розчин охолоджують і використовують для аналізів. В охолодженому насиченому розчині на дно посуду випадають кристали солей.

Індикатори. Для встановлення реакції розчину використовують індикатори, які мають специфічне забарвлення при нейтральному лужному або кислому середовищі. Інколи для створення фону, на якому краще помітний перехід, до індикатора додають барвники. Наприклад, таким барвником у складі індикатора Ташіро є метиленова синька, яка не змінює свого забарвлення при зміні рН середовища. Комбінованим індикатором добре користуватися при електричному освітленні.

Реактиви для миття посуду

На технічних вагах відважують близько 100 г двохромовокислого калію і розчиняють у 1 л 20%-ної сірчаної кислоти. Такого розчину готують 3-5 л. Попередньо обмитий скляний посуд витримують у розчині кілька годин, а потім добре миють спочатку простою, а потім дистильованою водою. Якщо посуд жирний, то його миють 10 - 15%-ним розчином луку або в мильній воді. Вимити посуд від нальоту марганцевокислого калію та його сполук (бурий наліт) можна розчином йодистого калію, сірчаноокислого заліза або щавлевої кислоти.

Хімічний склад кормів, %

Корм	суха речовина	протеїн	жир	клітковина	БЕР	зола
Трава: лучна	33,5	2,5	1,0	10,6	17,4	2,0
люцерни	25,0	5,0	0,8	6,9	10,1	2,2
конюшини	24,6	4,1	0,5	7,3	10,8	1,9
тимофіївки	29,3	3,3	1,0	7,2	15,3	1,8
конюшини + тимофіївки	25,7	3,4	0,8	6,3	13,4	1,8
вики+вівса	24,5	3,5	0,7	6,4	11,9	2,0
кукурудзи	24,9	2,2	0,6	5,5	15,3	1,3
ріпаку	12,7	2,7	0,6	2,0	5,6	1,8
Гичка цукрових буряків	17,6	2,6	0,7	2,7	8,6	3,0
Гичка кормових буряків	13,3	2,7	0,4	1,8	6,0	2,4
Сіно: лучне	83,0	9,7	2,5	26,3	38,3	6,2
люцерни	83,0	14,4	2,2	25,3	33,7	7,4
конюшини	83,0	12,7	2,5	24,4	34,3	7,1
конюшини + тимофіївки	83,0	10,5	2,5	25,5	38,0	6,5
вико-вівсяне	83,0	11,7	2,3	26,6	34,8	7,6
Трав'яне борошно: люцерни	90,0	18,9	2,9	24,1	35,2	8,9
конюшини	90,0	17,1	3,1	20,7	39,2	8,9
вико-вівсяне	90,0	16,5	3,3	24,4	37,4	8,4
Солома: пшениці озимої	84,6	3,7	1,5	36,4	36,8	6,0
ячмінна	83,0	4,9	1,9	33,1	35,9	6,4
вівсяна	83,0	4,0	1,7	32,4	38,6	6,3
горохова	84,4	7,4	1,3	33,0	36,9	5,8
Сінаж: різнотрав'я	45,0	4,6	1,0	15,7	20,4	3,3
конюшини	45,0	5,3	1,2	14,3	19,6	4,6
люцерни	45,0	10,3	1,3	12,9	15,7	4,8
Силос: різнотравний	25,0	3,3	1,3	9,0	8,7	2,7
кукурудзяний	25,0	2,5	1,0	9,5	9,4	2,6
гички цукрових буряків	23,0	3,1	0,9	3,7	10,7	4,6
Коренебульбоплоди:						
буряки кормові	12,0	1,3	0,1	0,9	7,5	1,2
буряки цукрові	23,0	1,6	0,2	1,4	18,7	1,1
морква	12,0	1,2	0,2	1,1	8,4	1,1
картопля	22,0	1,8	0,1	0,8	18,0	1,3
Зерно: гороху	85,0	21,8	1,9	5,4	53,0	2,9
кукурудзи	85,0	9,3	4,2	3,8	66,1	1,6
пшениці озимої	85,0	14,2	1,8	2,8	64,3	1,9
ячменю ярого	85,0	11,3	2,2	4,9	64,0	2,6
вівса	85,0	10,8	4,0	9,7	57,9	3,6
сої	85,0	31,9	14,6	7,0	26,3	5,2
люпину	87,0	36,8	4,7	10,2	32,1	3,2
Відходи борошномельного виробництва:						
висівки пшеничні	85,0	15,1	4,1	8,8	52,4	4,6
житні	85,0	15,3	3,4	8,0	53,7	3,6
Відходи олійноекстракційного виробництва:						
макуха лляна	90,0	33,8	10,2	9,5	29,8	6,7

продовження додатку Б

ріпакова	90,0	32,8	8,7	11,3	30,9	6,3
соєва	90,0	41,8	7,4	5,4	28,9	6,3
соняшникова	90,0	40,5	7,7	12,9	22,1	6,8
шрот лляний	90,0	34,0	1,7	9,6	38,7	6,0
ріпаковий	90,0	37,8	2,2	11,8	30,5	7,7
соєвий	90,0	43,9	2,7	6,2	30,7	6,5
соняшниковий	90,0	42,9	3,7	14,4	22,3	6,7
Відходи цукрового і бродильного виробництв:						
жом буряковий свіжий	11,2	1,2	0,3	3,3	5,6	0,8
буряковий сухий	86,8	7,7	0,5	19,0	55,3	4,3
буряковий кислий	13,4	1,5	0,3	3,7	6,6	1,3
меляса кормова свіжа	80,0	6,0	-	-	66,2	7,8
барда хлібна свіжа	10,0	2,3	0,1	1,5	5,6	0,5
дріжджі кормові свіжі	15,5	2,3	0,1	-	12,2	0,9
м'язга картопляна свіжа	9,5	0,2	0,1	0,7	7,7	0,8
Корми тваринного походження:						
молоко незбиране	13,0	3,6	3,7	-	5,0	0,7
збиране	9,0	3,6	0,1	-	4,6	0,7
сироватка	5,9	0,9	0,1	-	4,2	0,7
м'ясо-кісткове борошно	90,0	41,1	10,8	-	4,3	32,8
рибне борошно	90,0	57,1	2,3	-	4,5	25,1

Склад і поживність кормів (у 1 кг)

Показник	одиниця виміру	Трава					
		лучного пасовища	куку-рудзи	пшениц і озимої	жита озимого	тимо-фіївки	коню-шини
Кормові одиниці	-	0,24	0,21	0,20	0,19	0,25	0,20
Обмінна енергія							
велика рогата худоба	МДж	2,29	0,34	2,21	2,05	3,26	0,87
свині	МДж	2,48	-	2,7	2,10	-	2,13
Суша речовина	г	335	249	268	200	379	235
Перетравний протеїн	г	25	14	25	21	18	27
Сирий жир	г	10	6	9	8	10	3
Сира клітковина	г	102	55	61	58	128	61
БЕР	г	154	151	137	86	185	108
Цукор	г	24	40	25	14	25	12
Лізін	г	109	0,9	1,2	1,0	1,8	1,5
Метіонін+цистин	г	1,4	0,5	1,1	1,1	0,9	0,7
Кальцій	г	2,8	1,24	1,5	0,6	1,3	3,7
Фосфор	г	0,9	0,78	0,9	0,8	0,7	0,6
Магній	г	0,7	0,48	0,3	1,2	0,6	0,6
Калій	г	5,8	3,53	3,8	2,4	5,7	2,1
Натрій	г	0,6	0,28	0,5	0,1	3,2	0,5
Хлор	г	0,2	0,72	1,0	0,8	1,7	0,4
Сірка	г	0,8	0,63	0,5	0,8	0,6	0,5
Залізо	мг	47	86	48	70	88	99
Мідь	мг	1,8	0,5	3,6	0,1	1,2	2,0
Цинк	мг	6,8	3,5	4,4	6,9	4,1	11,9
Марганець	мг	36	11,3	56	5,8	27	16,4
Кобальт	мг	0,24	0,03	0,012	0,01	0,04	0,02
Йод	мг	0,03	0,05	0,02	0,01	0,26	0,08
Каротин	мг	55	56	36	37	35	40
Вітаміни:							
Д	МО	3,3	2,2	4	2,2	3,8	3,3
Е	мг	55	45	50	38	30	40
В ₁	мг	-	1,0	2,0	0,8	1,7	1,5
В ₂	мг	-	1,67	2,5	2,7	2,8	4,4
В ₁₂	мкг	-	-	-	-	-	-

Показник	одиниця виміру	Трава					гичка кормових буряків
		люпину	люцерни	вико- вівсяної суміші	конюшини+ тимофіївки	ріпаку	
Кормові одиниці	-	0,19	0,22	0,18	0,16	0,12	0,10
Обмінна енергія							
велика рогата худоба	МДж	2,15	1,75	1,58	1,84	1,33	1,13
свині	МДж	2,25	1,99	2,10	2	-	-
Суша речовина	г	200	250	200	200	121	133
Перетравний протеїн	г	31	38	24	18	22	18
Сирий жир	г	6	7	7	7	8	4
Сира клітковина	г	57	68	58	59	19	18
БЕР	г	75	100	82	98	56	54
Цукор	г	13	14	23	27	16	9
Лізин	г	1,9	1,9	2,0	1,3	1,3	0,9
Метіонін+цистин	г	1,0	1,1	1,3	1,0	1,1	1,0
Кальцій	г	1,9	4,5	2,0	1,8	1,4	2,5
Фосфор	г	0,5	0,7	1,1	0,6	0,4	0,8
Магній	г	0,4	0,6	0,7	0,3	0,4	0,7
Калій	г	2,8	5,3	4,3	3,1	3,2	5,1
Натрій	г	0,1	0,1	0,4	0,2	0,8	1,6
Хлор	г	0,7	1,0	0,9	0,8	0,9	2,9
Сірка	г	0,9	1,0	0,7	0,3	0,6	0,3
Залізо	мг	60	34	47	42	88	180
Мідь	мг	0,8	2,6	1,0	1,4	1,8	1,8
Цинк	мг	8,9	6,1	3,2	6,8	4,5	7,0
Марганець	мг	51,2	8,3	20,7	32,9	18,0	20,0
Кобальт	мг	0,31	0,05	0,16	0,19	0,12	0,04
Йод	мг	-	0,02	0,04	0,05	0,03	0,13
Каротин	мг	27	44	40	37	30	35
Вітаміни:							
Д	МО	2,0	2,5	2,6	3,7	5	5
Е	мг	45	50	20	38	28	45
В ₁	мг	2,2	1,3	3,1	2,3	2,5	0,5
В ₂	мг	2,6	4,0	2,3	4,3	0,7	0,5
В ₁₂	мкг	-	-	-	-	-	-

Показник	одиниця виміру	гичка цукрових буряків	Сіно					
			лучне	злакове змішане	конюшини	люцерни	вико-вів'яне	конюшини+ тимофіївки
Кормові одиниці	-	0,16	0,42	0,52	0,52	0,44	0,45	0,47
Обмінна енергія								
велика рогата худоба	МДж	1,67	6,85	6,8	7,23	6,72	6,80	6,76
свині	МДж	-	-	-	6,94	6,23	6,15	6,67
Суха речовина	г	175	857	847	830	830	830	830
Перетравний протеїн	г	19	55	42	78	101	67	53
Сирий жир	г	7	25	20	25	22	23	25
Сира клітковина	г	27	236	278	244	253	266	265
БЕР	г	85	414	418	367	330	352	388
Цукор	г	15	20	29	25	20	27	26
Лізин	г	0,9	4,2	3,8	6,8	7,3	4	2,9
Метіонін+цистин	г	0,7	3,7	3,2	2,9	5,5	2	1,9
Кальцій	г	2,9	7,2	6,5	9,2	17	6,5	7,6
Фосфор	г	2,0	2,2	2,1	2,2	2,2	2,9	2,5
Магній	г	0,8	1,7	0,8	1,6	3,0	1,1	0,9
Калій	г	3,5	16,7	8,0	27,8	15,6	12,3	14,0
Натрій	г	1,7	0,4	2,1	2,9	1,5	0,8	1,0
Хлор	г	2,0	6,8	5,0	1,9	2,6	2,6	3,8
Сірка	г	0,5	1,8	1,5	1,7	1,8	1,21	1,18
Залізо	мг	50	188	334	185	168	244	524
Мідь	мг	1,9	5,5	4	5,4	8,2	2,11	2,04
Цинк	мг	4,6	21,2	21	25,4	19,1	20,9	17,1
Марганець	мг	23,5	94	100	60,2	26,4	68,5	53,2
Кобальт	мг	0,08	0,10	0,09	0,2	0,2	0,24	0,21
Йод	мг	0,60	0,4	0,03	0,3	0,3	0,32	0,32
Каротин	мг	30	15	20	25	49	15	21
Вітаміни:								
Д	МО	5	150	-	250	360	250	400
Е	мг	45	60	-	100	134	63	90
В ₁	мг	0,5	2	-	1,3	1,6	1,3	1,8
В ₂	мг	0,5	6	-	6,8	6,3	6,8	11,5
В ₁₂	мкг	-	-	-	-	-	-	-

Показник	одиниця виміру	Трав'яне борошно			Солома		
		коню- шини	люцерни	різнотра- в'я	горохова	вівсяна	пше- нична
Кормові одиниці	-	0,71	0,72	0,63	0,30	0,31	0,20
Обмінна енергія							
велика рогата худоба	МДж	8,41	8,62	8,01	5,66	5,38	4,76
свині	МДж	7,98	7,73	5,38	4,25	4,04	-
Суша речовина	г	900	900	900	844	830	846
Перетравний протеїн	г	94	119	42	35	17	5
Сирий жир	г	31	29	18	17	17	13
Сира клітковина	г	207	211	280	330	324	364
БЕР	г	392	362	409	379	379	368
Цукор	г	20	40	50	1,5	4,0	3
Лізин	г	8,7	10,6	4,5	2,4	1,8	1,6
Метіонін+цистин	г	4,8	6,4	4,2	4,0	1,1	0,6
Кальцій	г	14,0	17,3	5,8	11,2	3,4	2,8
Фосфор	г	2,9	3,0	3,1	1,4	1,0	0,8
Магній	г	3,0	2,8	3,3	2,2	1,1	0,8
Калій	г	29,2	19,6	8,2	10,2	13,9	7,6
Натрій	г	0,5	0,9	2,5	1,3	1,0	1,3
Хлор	г	3,7	1,2	2,2	1,0	4,3	2,6
Сірка	г	2,3	4,8	1,9	1,5	1,7	0,8
Залізо	мг	223	167	99	418	141	360
Мідь	мг	9,0	8,4	2,9	6,3	2,9	1,8
Цинк	мг	37,6	29	22,7	47	26	29
Марганець	мг	57,5	27	66,3	40	90	44
Кобальт	мг	0,2	0,21	0,66	0,15	0,70	0,31
Йод	мг	0,35	0,4	0,89	0,38	0,44	0,50
Каротин	мг	170	200	120	3	2	4
Вітаміни:							
Д	МО	80	100	70	10	5	5
Е	мг	58	93,5	75	-	-	-
В ₁	мг	2,8	2,3	1,8	-	-	-
В ₂	мг	13,7	9,05	6	-	-	-
В ₁₂	мкг	-	-	-	-	-	-

Показник	одиниця виміру	солома		полова			силос	
		ячмінна	кукурудзяна	горохова	конюшини	ляна	різнотравний	кукурудзяний
Кормові одиниці	-	0,34	0,40	0,35	0,60	0,33	0,15	0,20
Обмінна енергія								
велика рогата худоба	МДж	5,71	6,59	6,2	7,6	5,1	1,78	2,30
свині	МДж	4,28	-	5,4	5,3	3,9	2,35	2,60
Суша речовина	г	830	360	851	812	850	250	250
Перетравний протеїн	г	13	18	35	92	40	16	14
Сирий жир	г	19	16	21	23	47	13	10
Сира клітковина	г	331	276	351	238	384	86	75
БЕР	г	259	455	346	348	288	98	119
Цукор	г	2,4	4	5,0	5,0	2,0	3	6
Лізин	г	1,3	1,4	2,5	2,5	1,4	1,4	0,5
Метіонін+цистин	г	1,6	1,3	3,7	3,1	1,0	0,5	0,8
Кальцій	г	3,3	5,9	13,1	14,5	10,3	2,1	1,4
Фосфор	г	0,8	1,0	3,5	2,4	2,9	0,6	0,4
Магній	г	1,1	1,1	2,5	5,5	2,0	0,4	0,5
Калій	г	12,4	2,4	10,5	5,5	10,3	3,6	2,9
Натрій	г	0,8	1,1	1,0	1,2	0,7	0,7	0,35
Хлор	г	4,3	4,4	1,0	1,5	2,0	0,9	1,3
Сірка	г	1,6	1,7	1,5	1,2	1,1	0,3	0,4
Залізо	мг	373	975	4270	2050	3430	55,7	61,0
Мідь	мг	3,0	0,6	7,5	12,8	0,2	0,9	1,0
Цинк	мг	20,2	5,8	50,0	72,0	20,0	4,2	5,8
Марганець	мг	52	50,7	18,1	109	221	48,0	4,0
Кобальт	мг	0,14	-	0,2	0,01	0,01	0,04	0,07
Йод	мг	0,46	-	0,4	0,4	0,2	0,10	0,06
Каротин	мг	4	-	7	10	4	10	20
Вітаміни:								
Д	МО	10	-	20	20	8	65	50
Е	мг	-	-	-	-	-	45	46
В ₁	мг	-	-	-	-	-	1,75	0,65
В ₂	мг	-	--	-	-	-	2,15	1,75
В ₁₂	мкг	-	-	-	-	-	-	-

Показник	одиниця виміру	Силос		Сінаж			
		вико-вівсяний	комбінований	конюшини	люцерни	вико-вівсяний	різнотравний
Кормові одиниці	-	0,23	0,24	0,34	0,35	0,32	0,29
Обмінна енергія							
велика рогата худоба	МДж	2,45	-	3,84	4,19	3,68	3,44
свині	МДж	2,52	2,82	4,44	4,24	4,56	3,46
Суша речовина	г	250	250	450	450	450	450
Перетравний протеїн	г	24	20	33	71	38	23
Сирий жир	г	15	5	12	17	13	10
Сира клітковина	г	77	39	143	127	148	157
БЕР	г	105	151	207	148	192	195
Цукор	г	4	-	16	19	22	23
Лізин	г	1,3	0,7	2,2	5,7	3,0	1,4
Метіонін+цистин	г	0,9	1,2	1,3	3,8	1,4	1,5
Кальцій	г	1,9	0,9	5,5	10,9	2,8	4,9
Фосфор	г	0,9	0,5	0,6	1,0	1,4	1,3
Магній	г	0,4	0,3	0,7	0,9	0,8	1,3
Калій	г	6,4	5,8	7,9	11,9	9,6	11,7
Натрій	г	0,5	0,1	0,2	0,9	0,7	0,8
Хлор	г	1,0	1,2	1,5	2,3	1,5	4,0
Сірка	г	0,4	0,1	0,7	1,2	0,7	0,9
Залізо	мг	79,0	38,0	72,0	126,0	119	208
Мідь	мг	1,2	1,4	2,7	6,3	1,8	5,1
Цинк	мг	5,4	3,6	5,1	9,2	8,1	14,5
Марганець	мг	95,4	11,0	28,0	22,5	26,0	37,1
Кобальт	мг	0,03	0,01	0,07	0,05	0,36	0,16
Йод	мг	0,07	0,03	0,14	0,14	0,10	0,09
Каротин	мг	20	4,3	35	40	30	25
Вітаміни:							
Д	МО	125	13,5	185	165	160	180
Е	мг	18	8,7	128	25	45	35
В ₁	мг	0,8	0,7	2,0	2,1	2,4	2,8
В ₂	мг	2,2	0,2	4,0	3,5	3,6	3,3
В ₁₂	мкг	-	-	-	-	-	-

Показник	одиниця виміру	Коренебульбоплоди					Зерно
		карто- пля	картопля варена	буряки кормові	буряки цукрові	морква	люпин
Кормові одиниці	-	0,30	0,32	0,12	0,24	0,14	1,10
Обмінна енергія							
велика рогата худоба	МДж	2,82	2,98	1,65	2,84	2,20	10,45
свині	МДж	3,19	3,34	1,74	2,63	1,74	12,75
Суша речовина	г	220	230	120	230	120	875
Перетравний протеїн	г	10	11	9	7	8	270
Сирий жир	г	1	1	1	2	2	47
Сира клітковина	г	8	8	9	14	11	142
БЕР	г	182	192	87	188	87	279
Цукор	г	10,5	19	40	120	35	35
Лізин	г	1,0	1,0	0,4	0,5	0,5	13,3
Метіонін+цистин	г	0,5	0,50	0,2	0,2	0,4	8,7
Кальцій	г	0,2	,1	0,4	0,5	0,9	2,8
Фосфор	г	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	6,1
Магній	г	0,3	0,3	0,2	0,4	0,3	1,9
Калій	г	4,2	4,2	4,0	2,6	5,1	8,2
Натрій	г	0,4	0,4	1,3	1,3	0,2	0,60
Хлор	г	0,5	0,6	1,1	2,0	0,7	0,9
Сірка	г	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	1,3
Залізо	мг	21,0	13,0	8,0	31,0	10,0	-
Мідь	мг	0,8	0,9	1,9	2,3	1,1	-
Цинк	мг	1,3	1,1	3,3	7,1	2,2	-
Марганець	мг	2,3	2,0	11,1	21,5	2,1	-
Кобальт	мг	0,03	0,01	0,10	0,02	0,08	-
Йод	мг	0,06	0,01	0,01	0,17	0,03	-
Каротин	мг	2,0	-	0,1	0,3	54	-
Вітаміни:							
Д	МО	-	-	-	-	-	-
Е	мг	0,8	0,6	0,7	0,4	1,5	-
В ₁	мг	1,2	1,0	0,1	0,2	0,6	7
В ₂	мг	-	-	-	-	-	-
В ₁₂	мкг	-	-	-	-	-	-

Показник	одиниця виміру	Зерно					
		горох	соя	кукурудза	овес	пшениця	ячмінь
Кормові одиниці	-	1,18	1,45	1,33	1,00	1,28	1,15
Обмінна енергія							
велика рогата худоба	МДж	11,10	15,01	13,67	10,78	13,56	12,70
свині	МДж	13,06	14,70	12,20	9,20	10,80	10,50
Суша речовина	г	850	850	850	850	850	850
Перетравний протеїн	г	192	281	73	79	106	85
Сирий жир	г	19	146	42	40	20	22
Сира клітковина	г	54	70	38	97	17	49
БЕР	г	532	265	653	573	661	638
Цукор	г	55	40	40	25	20	32
Лізин	г	14,2	21,2	2,1	3,6	3,0	4,1
Метіонін+цистин	г	5,5	9,6	3,3	3,2	3,7	3,6
Кальцій	г	2,0	4,8	0,5	1,5	0,8	2,0
Фосфор	г	4,3	7,1	5,2	3,4	3,6	3,9
Магній	г	1,2	2,9	1,4	1,2	1,0	1,0
Калій	г	10,7	21,7	5,2	5,4	3,4	4,0
Натрій	г	0,3	3,4	1,3	1,8	0,1	0,8
Хлор	г	1,6	2,6	1,0	1,3	1,2	1,3
Сірка	г	0,7	0,2	0,5	1,4	0,4	2,4
Залізо	мг	601	125	303	41	40	50
Мідь	мг	7,7	14,2	2,9	4,9	6,6	4,2
Цинк	мг	26,7	33,0	29,6	22,5	23,0	35,1
Марганець	мг	20,2	27,3	3,9	56,5	46,4	13,5
Кобальт	мг	0,18	0,09	0,06	0,07	0,07	0,26
Йод	мг	0,06	0,20	0,12	0,10	0,06	0,22
Каротин	мг	0,2	0,2	6,8	1,3	1	0,52
Вітаміни:							
Д	МО	-	-	-	-	-	-
Е	мг	53	36	22,6	12,9	11,9	50
В ₁	мг	7,5	6,6	4,0	7,3	4,6	3,5
В ₂	мг	-	3,1	1,2	1,1	1,4	1,1
В ₁₂	мкг	-	-	-	-	-	-

Показник	одиниця виміру	Висівки пшеничні	Макуха				Шрот	
			лляна	соняшникова	ріпакова	соєва	ляний	соняшниковий
Кормові одиниці	-	0,75	1,27	1,08	1,17	1,35	1,07	1,03
Обмінна енергія								
велика рогата худоба	МДж	9,28	11,70	10,44	11,34	12,90	11,70	10,60
свині	МДж	8,85	13,73	12,25	12,68	15,50	12,44	12,54
Суша речовина	г	850	900	900	900	900	900	900
Перетравний протеїн	г	97	287	324	262	393	282	386
Сирий жир	г	41	102	77	87	74	17	37
Сира клітковина	г	88	95	129	113	54	96	144
БЕР	г	526	305	221	229	229	384	224
Цукор	г	47	35	63	-	100	48	53
Лізин	г	5,4	11,5	13,4	14,4	26,3	12,6	14,2
Метіонін+цистин	г	3,9	9,1	15,8	16,7	11,3	13,0	16,7
Кальцій	г	2,0	3,4	5,9	4,8	4,3	2,8	3,6
Фосфор	г	9,6	10,0	12,9	7,9	6,9	8,3	12,2
Магній	г	4,3	4,3	4,8	4,4	2,9	5,3	5,1
Калій	г	10,9	12,4	9,5	11,1	17,4	12,5	8,0
Натрій	г	0,9	1,4	1,3	0,7	0,5	0,9	0,4
Хлор	г	1,0	0,5	1,0	0,4	0,9	0,6	0,4
Сірка	г	1,9	3,9	5,5	4,5	2,3	3,7	3,3
Залізо	мг	170	197	215	544	216	215	332
Мідь	мг	11,3	26,4	17,2	7,2	16,7	15,9	24,1
Цинк	мг	81,0	69,6	40,0	48,5	41,6	52,0	40,8
Марганець	мг	117,0	38,0	37,9	44,2	34,2	37,0	48,5
Кобальт	мг	0,10	0,29	0,19	0,21	0,09	0,28	0,416
Йод	мг	1,75	0,93	0,37	0,40	0,36	0,88	0,66
Каротин	мг	2,6	0,3	-	-	2	-	3
Вітаміни:								
Д	МО	-	4	5	3	9,5	2,5	5
Е	мг	20,9	5,8	11,0	12,0	11,0	8,0	3
В ₁	мг	6,0	10,2	6,3	1,7	6	7,2	7
В ₂	мг	2,9	4,8	3,1	3,6	3	4,4	3
В ₁₂	мкг	-	-	-	-	-	-	-

Показник	одиниця виміру	Шрот		Барда свіжа		дробина пивна свіжа	жом бураковий свіжий
		ріпако- вий	соєвий	картоп- ляна	пшенична		
Кормові одиниці	-	1,00	1,21	0,04	0,11	0,21	0,12
Обмінна енергія							
велика рогата худоба	МДж	11,36	12,92	0,42	1,10	2,35	1,13
свині	МДж	11,94	14,49	0,71	1,23	2,04	1,74
Суша речовина	г	900	900	50	100	232	112
Перетравний протеїн	г	318	400	8	21	42	6
Сирий жир	г	22	27	6	6	12	3
Сира клітковина	г	113	62	6	11	39	33
БЕР	г	306	311	20	47	107	57
Цукор	г	-	95	-	-	-	2,5
Лізин	г	16,6	27,7	-	0,8	202	1,2
Метіонін+цистин	г	19,3	11,9	-	0,8	1,0	-
Кальцій	г	6,6	2,7	0,2	0,2	0,5	1,5
Фосфор	г	9,8	6,6	0,5	0,6	1,1	0,14
Магній	г	5,0	3,5	-	-	0,4	0,5
Калій	г	14,5	19,5	3,4	0,7	0,3	0,8
Натрій	г	0,2	1,8	0,1	0,1	0,5	0,15
Хлор	г	0,3	0,4	0,2	-	0,1	0,3
Сірка	г	14,0	3,13	-	-	0,65	0,4
Залізо	мг	274	216	8,5	5,9	50	24
Мідь	мг	6,1	16,7	20,0	15,0	2,2	2
Цинк	мг	50,2	41,6	1,0	2,7	22,0	4
Марганець	мг	62,0	37,0	1,0	9,4	8,0	12
Кобальт	мг	0,19	0,12	1,01	0,05	0,05	0,06
Йод	мг	0,57	0,49	0,003	0,20	0,02	6,2
Каротин	мг	-	0,2	-	-	1,6	-
Вітаміни:							
Д	МО	2,5	4,5	-	-	-	-
Е	мг	-	3,0	-	-	14,0	-
В ₁	мг	2,2	5,4	-	-	0,2	0,04
В ₂	мг	3,4	3,8	-	-	0,3	0,10
В ₁₂	мкг	-	-	-	-	-	-

Продовження додатку В

Показник	одиниця виміру	жом бураковий сухий	мяляса кормова	дріжджі кормові сухі	молоко		
					незби- ране	збиране свіже	збиране сухе
Кормові одиниці	-	0,84	0,76	1,19	0,30	0,13	1,25
Обмінна енергія							
велика рогата худоба	МДж	0,78	9,36	12,22	2,28	1,31	12,31
свині	МДж	11,19	11,78	14,69	2,88	1,61	14,84
Суша речовина	г	868	800	900	130	90	920
Перетравний протеїн	г	38	60	419	33	35	338
Сирий жир	г	5	-	15	37	1	11
Сира клітковина	г	190	-	2	-	-	-
БЕР	г	557	626	351	50	45	460
Цукор	г	-	543	1,4	48,5	-	-
Лізин	г	6,1	-	30,9	2,8	2,9	29,3
Метіонін+цистин	г	0,1	-	12,3	1,2	1,2	12,9
Кальцій	г	7,8	3,2	3,85	1,3	1,4	12,9
Фосфор	г	0,5	0,2	14,9	1,2	1,0	10,0
Магній	г	2,8	0,1	1,3	0,1	0,1	-
Калій	г	5,3	32,9	18	1,4	1,8	15,0
Натрій	г	1,4	4,9	0,1	0,4	0,6	5,5
Хлор	г	1,7	5,6	0,2	0,8	1,5	11,0
Сірка	г	2,0	1,4	7,0	0,36	0,39	3,6
Залізо	мг	300	283	42,0	6,0	0,8	8
Мідь	мг	14,8	4,6	11,9	0,3	0,9	13
Цинк	мг	20,4	20,8	84,0	3,0	4,4	47
Марганець	мг	63,0	24,6	28,0	0,32	0,21	2
Кобальт	мг	0,37	0,60	1,32	0,03	0,07	1,80
Йод	мг	1,72	0,68	0,33	0,06	0,11	0,13
Каротин	мг	-	-	-	0,9	-	-
Вітаміни:							
Д	МО	-	-	100	12,5	1...3	-
Е	мг	-	3	-	12	0,6	0,4
В ₁	мг	0,4	0,9	6,1	0,35	0,4	4,5
В ₂	мг	0,7	2,4	44,5	1,32	1,8	13,9
В ₁₂	мкг	-	-	-	4,50	3,6	42,0

Показник	одиниця виміру	сироватка	борошно			рибний фарш
			кров'яне	м'ясо- кісткове	рибне жирне	
Кормові одиниці	-	0,13	1,04	1,04	0,98	0,69
Обмінна енергія						
велика рогата худоба	МДж	0,94	12,44	8,63	11,47	5,81
свині	МДж	1,10	14,17	11,50	13,34	6,66
Суша речовина	г	59	900	900	900	300
Перетравний протеїн	г	9	527	341	571	128
Сирий жир	г	1	25	112	23	120
Сира клітковина	г	-	-	-	-	-
БЕР	г	43	52	46	53	13
Цукор	г	-	-	-	-	-
Лізин	г	0,6	62,7	21,7	49,7	6,9
Метіонін+цистин	г	0,1	23,7	8,8	46,1	2,3
Кальцій	г	0,4	16,5	143	66,6	9,9
Фосфор	г	0,5	4,5	74,0	36,2	7,9
Магній	г	0,1	0,2	1,8	4,5	0,6
Калій	г	1,9	4,0	14,0	16,6	4,3
Натрій	г	0,4	5,1	7,3	11,1	0,4
Хлор	г	0,6	2,3	7,5	12,6	-
Сірка	г	0,1	2,1	2,5	4,9	-
Залізо	мг	2,0	267	50	113,0	40
Мідь	мг	0,24	7,6	1,5	15,2	-
Цинк	мг	1,15	29,0	85,0	106,5	-
Марганець	мг	0,30	6,0	12,3	23,7	0,002
Кобальт	мг	0,01	0,1	0,18	0,11	-
Йод	мг	-	1,2	1,31	2,60	-
Каротин	мг	-	-	-	-	-
Вітаміни:						
Д	МО	-	-	-	75,0	-
Е	мг	-	-	1,0	19,3	-
В ₁	мг	0,3	-	1,1	0,8	-
В ₂	мг	1,7	-	4,2	5,6	-
В ₁₂	мкг	1,0	-	12,3	259,7	-

Використана література

1. Аналітична хімія / Ф.Г. Жаровський, А.Т. Пилипенко, І.В. Пятницький. -2 вид., перероб. і доп.- К.: Вища школа, 1982. -544 с.
2. ВНТП-СГіП-46-8.94 Відомчі норми технологічного проектування. Об'єкти для заготівлі, зберігання і приготування кормів для тваринництва. Затв. Мінсільгосппродом України 28.06.1994 р.
3. Зоотехнический анализ кормов/ Е.А. Петухова, Р.Ф. Бессарабова, Л.Д. Халенева, О.А. Антонова. -2-е изд., доп и перераб. –М.: Агропромиздат, 1989. 239 с.
4. Крешков А.П. Основы аналитической химии. Теоретические основы. Количественный анализ/ А. П. Крешков. –М.: Химия, 1970. -456 с.
5. Макро- та мікроелементи (обмін, патологія та методи визначення): монографія / М.В. Погорелов, В.І. Бумей-стер, Г.Ф. Ткач, С.Д. Бончев, В.З. Сікора, Л.Ф. Суходуб, С.М. Данильченко, – Суми: Вид-во СумДУ, 2010. – 147 с.
6. Машков Б.М., Хазина З.И. Справочник по качеству зерна и продуктов его переработки. 5-е изд., перераб. и доп. –М.: Колос, 1980. -335 с.
7. Прокопенко Л.С. Экспрес-методи визначення якості кормів / Л.С. Прокопенко, Г.В. Танцюров, Ч.Ф. Юрченко. –К.: Урожай, 1987. – 160 с.
8. Разумов В.А. Массовый анализ кормов: Справочник/ В.А. Разумов – М.: Колос, 1982. – 176 с.
9. Разумов В.А. Справочник лаборанта-химика по анализу кормов / В.А. Разумов. –М.: Россельхозиздат, 1986. -304 с.