

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ**  
**С.З. ГЖИЦЬКОГО**

**Факультет ветеринарної медицини**



**КАФЕДРА НОРМАЛЬНОЇ  
ТА ПАТОЛОГІЧНОЇ  
ФІЗІОЛОГІЇ  
ІМЕНІ  
С.В. СТОЯНОВСЬКОГО**

**ОБМІН РЕЧОВИН ТА ЕНЕРГІЇ. ФІЗІОЛОГІЯ ТРАВЛЕННЯ**  
**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ З**  
**«ФІЗІОЛОГІЇ ТВАРИН» ДЛЯ СТУДЕНТІВ ДРУГОГО**  
**(МАГІСТЕРСЬКОГО) РІВНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ**  
**СПЕЦІАЛЬНОСТІ 211 – „ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА”**

**Львів – 2022**

**УДК: 616-092.18.636.2**

**Розробники:**

Ковальчук І.І. – доктор ветеринарних наук, завідувач кафедри нормальної та патологічної фізіології імені С.В. Стояновського ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького.

Змія М.М. – кандидат ветеринарних наук, доцент кафедри нормальної та патологічної фізіології імені С.В. Стояновського ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького.

Коломієць І.А. — кандидат ветеринарних наук, доцент кафедри нормальної та патологічної фізіології імені С.В. Стояновського ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького.

Головач П.І. – доктор ветеринарних наук, професор, професор кафедри нормальної та патологічної фізіології імені С.В. Стояновського ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького.

**Рецензент:**

Тибінка А.М. – доктор ветеринарних наук, професор, професор кафедри нормальної та патологічної морфології і судової ветеринарії ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького.

**Ковальчук І.І., Змія М.М., Коломієць І.А., Головач П.І. Обмін речовин та енергії. Фізіологія травлення. Методичні вказівки для лабораторних занять з «Фізіології тварин» для студентів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 211 – „Ветеринарна медицина” – Львів: ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького, 2022.– 29 с.**

Методичні вказівки підготовлено відповідно до робочої програми навчальної дисципліни «Фізіологія тварин» для студентів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 211 – „Ветеринарна медицина”. – Львів : ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького, 2021. Методичні вказівки розраховані на практичне закріплення теоретичного матеріалу студентами і включають ряд лабораторних робіт по темі «Обмін речовин та енергії. Фізіологія травлення». Вони також включають перелік програмних питань для проведення поточного і підсумкового (екзаменаційного) контролю знань, а також список методичного забезпечення та рекомендованої вітчизняної і зарубіжної літератури.

Схвалено і рекомендовано до видання на засіданні кафедри нормальної та патологічної фізіології імені С.В. Стояновського “15” лютого 2022 року, протокол №9 та методичною комісією факультету ветеринарної медицини Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького, протокол №6 від “17” лютого 2022 року.

<b>ЗМІСТ</b>	<b>Стор.</b>
<b>Обмін речовин та енергії. Методи дослідження обміну енергії</b>	4
<b>Лабораторне заняття №1.</b>	5
Робота 1. Визначення відсотка вмісту кисню та вуглекислого газу у видихуваному повітрі корови	
<b>Лабораторне заняття №2.</b>	6
Робота 1. Визначення витрат енергії тваринами за газообміном (непряма калориметрія)	
Робота 2. Вимірювання температури тіла у тварин і птиці	8
<b>Фізіологія травлення. Функції травної системи</b>	10
<b>Лабораторне заняття №1.</b>	11
Робота 1. Вивчення складу та властивостей слини	
Робота 2. Вплив ферментів слини на крохмаль	13
<b>Лабораторне заняття №2.</b>	15
Робота 1. Розчеплення білка ферментами шлункового соку	
Робота 2. Дія хімозину на згортання молока	17
Робота 3. Визначення моторної функції шлунку	19
<b>Лабораторне заняття №3.</b>	20
Робота 1. Вивчення дії трипсину на білок	
Робота 2. Дія ліпази на жири	22
<b>Лабораторне заняття №4.</b>	23
Робота 1. Вивчення складу та властивостей жовчі	
Робота 2. Вплив ферментів кишкового соку на крохмаль	24
<b>Питання для самопідготовки та контролю знань студента (поточного і підсумкового)</b>	26
<b>Рекомендована література</b>	28

## ОБМІН РЕЧОВИН ТА ЕНЕРГІЇ. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОБМІНУ ЕНЕРГІЇ

Обмін речовин (метаболізм) – основа існування організму тварин – перетворення в організмі тварин поживних речовин – білків, жирів, вуглеводів, води та мінеральних речовин для росту й розвитку, побудови клітин і тканин, утворення енергії, накопичення запасів. **Анаболізм асиміляція** (від грец. *ἀναβολή* – *підйом*) – це сукупність процесів синтезу й засвоєння порівняно складних клітинних компонентів із простих попередників. Ці процеси призводять до ускладнення будови клітин і нерозривно пов'язані з затратами енергії. **Катаболізм дисиміляція** (від грец. *καταβολή* – *скидати*) – сукупність процесів ферментативного розщеплення складних молекул живого організму й виведення кінцевих продуктів обміну. Процес катаболізму супроводжується звільненням енергії, яку організм використовує для утворення нових структур, підтримки певної температури тіла, виконання фізичного навантаження тощо.

Тварини використовують енергію, що надходить із кормом. Вона трансформується в специфічну внутрішню енергію хімічних сполук, акумулюється в макроергах і лише після цього стає доступною для використання організмом. Здатність накопичувати енергію в макроергах (аденозинтрифосфорна кислота, креатинфосфат та ін.) є універсальною енергетичною функцією всього живого, а її кількісна характеристика може бути основою для оцінки життєстійкості організму.

Так як енергія, витрачена твариною, еквівалентна її теплопродукції, то про інтенсивність енергетичного обміну можна судити за кількістю виділеного тепла. Цей метод називається *калориметрією*. Розрізняють пряму й непряму калориметрію.

*Пряма калориметрія* – безпосереднє вимірювання всієї кількості тепла, що виділяється твариною протягом певного часу в біокалориметрі. За принципом дії біокалориметри поділяються на повітряні (тепло поглинається повітрям), водяні (тепло поглинається водою), компенсаційні (з використанням дублюючих нагрівальних приладів) і градієнтні (з використанням термопар). Біокалориметри дають точні результати стосовно потреби сільськогосподарських тварин в енергії, але через громіздкість і складність апаратури пряма калориметрія нині використовується рідко, переважно в науково-дослідних установах.

У зв'язку зі складністю застосування біокалориметрів значного поширення набули методи *непрямої калориметрії*. Вони полягають у тому, що визначають кількість кисню, спожитого тваринами за одиницю часу та видихуваного вуглекислого газу за цей же період часу.

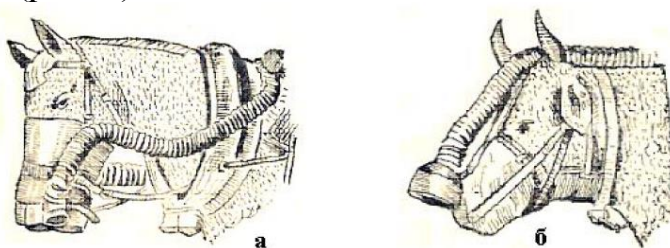
# ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 1

## РОБОТА 1. ВИЗНАЧЕННЯ ВІДСОТКА ВМІСТУ КИСНЮ ТА ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ У ВИДИХУВАНОМУ ПОВІТРІ КОРОВИ

Вихідні дані для проведення такого розрахунку можна отримати методом непрямой калориметрії за двома варіантами: або за допомогою респіраторних (дихальних) камер, або за допомогою респіраторних масок.

Респіраторні камери є закритого і відкритого типу. Апарати обох типів – це герметичні системи, обладнані пристосуванням для годівлі, напування, доїння тварин, збирання сечі та калу. У відкритій системі тварина знаходиться у безперервному вентиляційному режимі; споживання кисню визначається за різницею вмісту його у повітрі, що надходить до камери і витяжному повітрі. Аналогічним чином визначають і об'єм виділеного вуглекислого газу. У камерах закритого типу повітря циркулює замкненою системою, проходячи крізь поглиначі виділених газів ( $\text{CO}_2$  і ін.) та водяної пари і очищеним знову повертається до камери. Надходження кисню до камери регулюється тим же способом, що і при прямій калориметрії. Тривалість досліду в респіраторних камерах повинна бути не менше 4 годин, а для отримання середньодобових показників теплопродукції – до 48 годин.

За допомогою респіраторних камер визначають потреби тварин в енергії, а також оцінюють поживність кормів в обмінній енергії. Недоліком методу непрямой калориметрії з використанням респіраторних камер є складність відбору проб повітря (в камерах відкритого типу), велика кількість поглиначів та неможливість достовірно встановити величину дихального коефіцієнту (в камерах закритого типу), а також складність використання їх в умовах виробництва та визначення впливу факторів середовища на показники енергетичного обміну. Зазначених недоліків можна уникнути, використовуючи респіраторні маски (рис. 1).



**Рис. 1.** Види респіраторних масок

*Примітка:* Джерело рисунків – *Фізіологія тварин : підручник з грифом Міністерства аграрної політики України / Мазуркевич А.Й., Карповський В.І., Камбур М.Д., Трокоз В.О., Бублик В.М., Головач П.І., Грибан В.Г. та ін. – Вінниця : Нова Книга, 2008. – 424 с.*

Мета роботи: вивчити метод визначення енергетичного обміну за показниками газообміну.

Завдання роботи: навчитися експериментально визначати витрати енергії тваринами за газообміном.

Матеріальне забезпечення: піддослідна тварина (корова), газовий лічильник з термометром, газоприймач, газоаналізатор Холдена, секундомір, барометр, дихальна маска, мішок Дугласа, розчин лугу, розчин пірогалолу.

Хід роботи: одягти на голову корови маску, яку приєднати з допомогою гофрованої трубки через перемикач до мішка Дугласа, з якого попередньо видалити повітря. Зібрати видихуване твариною повітря протягом 5хв. Підрахувати кількість дихальних рухів тварини за хв. Від'єднати мішок від маски і визначити об'єм видихуваного повітря, пропускаючи його через газовий лічильник. Одночасно брати в газові приймачі проби повітря для аналізу з мішка Дугласа і з приміщення, де виконується дослід. Відмічати температуру і барометричний тиск. Провести аналіз видихуваного і вдихуваного повітря в газоаналізаторі Холдена, який складається з бюретки для вимірювання газів, двох поглинальних піпеток і термобарометричної трубки. В бюретку відміряти певний об'єм повітря (10-20 мл). Повітря взаємодіє з лугом у першій поглинальній піпетці, де відбувається поглинання вуглекислого газу. За різницею об'ємів при першому і другому підрахунках визначають об'єм  $\text{CO}_2$  у видихуваному повітрі. Повітря, що залишилося, взаємодіє з лужним розчином пірогалолу у другій поглинальній піпетці, де поглинається кисень. За різницею об'ємів при другому і третьому підрахунках визначають об'єм  $\text{O}_2$  у пробі повітря. Термобарометрична камера служить для приведення об'єму аналізованого повітря до постійних умов температури і тиску протягом дослідження.

Результати досліджень: у результатах описати відмінності складу вдихуваного і видихуваного повітря.

Висновки: роблять на підставі аналізу отриманих результатів експериментальних досліджень.

## **ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 2**

### **РОБОТА 1. ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ ЕНЕРГІЇ ТВАРИНАМИ ЗА ГАЗООБМІНОМ (НЕПРЯМА КАЛОРИМЕТРІЯ)**

У зв'язку зі складністю застосування біокалориметрів значного поширення набули методи непрямой калориметрії. Дані, одержані методами прямої і непрямой калориметрії, не завжди співпадають. Це спостерігається, як правило, при розрізненні окиснення і фосфорилування, коли збільшується частка енергії, що розсіюється у вигляді “первинного” тепла, не використаного організмом, а також при посиленні анаеробних процесів, процесів синтезу, використанні внутрішніх резервів кисню тощо. Крім вищеописаних методів калориметрії для вивчення обміну речовин і енергії застосовуються і інші – метод визначення інтенсивності тканинного дихання і окисного фосфорилування тощо.

Методи непрямой калориметрії полягають в тому, що визначають кількість кисню, спожитого тваринами за одиницю часу та видихуваного вуглекислого газу за цей же період часу. В основі цього методу лежать наступні передумови: тварини отримують енергію, як правило, шляхом окиснення поживних речовин з участю кисню, тому мірою енергетичного обміну може

бути споживання кисню; продукція тепла на 1 л спожитого кисню залежить від того, які речовини окислюються, а останні визначаються за показниками дихального коефіцієнту.

Дихальний коефіцієнт (ДК), або співвідношення легеневого газообміну, являє собою відношення об'єму вуглекислого газу, який виділений при диханні тварин за певний проміжок часу, до об'єму поглинутого за цей час кисню. Цей показник визначають за формулою:

$$\text{ДК} = V \text{CO}_2 / V \text{O}_2,$$

де  $V \text{CO}_2$  – об'єм виділеного вуглекислого газу,  $V \text{O}_2$  – об'єм спожитого кисню.

ДК не є однаковим і залежить від наявності в організмі речовин, які окиснюються. У випадку окиснення вуглеводів до води і вуглекислого газу об'єм спожитого кисню і об'єм виділеного вуглекислого газу буде рівний і ДК дорівнює 1. У зв'язку з тим, що в інших поживних речовинах на 1 атом карбону припадає менше атомів кисню, ніж у вуглеводах, їх окиснення характеризується нижчим ДК. Для жирів він буде становити 0,7, а для білків – 0,8. Величина ДК залежить від віку і виду тварин.

Споживання 1 л кисню відповідає утворенню певної кількості тепла в організмі, що називається калоричним еквівалентом кисню (КЕК). Даний показник залежить від характеру речовин, що окислюються. Так, при окисненні вуглеводів він становить 21,12, тобто, якщо на окиснення вуглеводів буде витрачено 1 л кисню, то повинно звільнитись 21,12 кДж тепла. При окисненні жирів цей показник складає 19,62, а білків – 20,19. Оскільки роль білків у процесах звільнення енергії незначна, то орієнтуються, як правило, на вуглеводи і жири. Але при точних роботах кількість окиснених білків і звільненої при цьому енергії визначають за кількістю нітрогену, виділеного із сечею за досліджуваний період.

Мета роботи: вивчити методи непрямой калориметрії.

Завдання роботи: навчитися експериментально визначати витрати енергії тваринами за газообміном.

Матеріальне забезпечення: піддослідна тварина (корова), газовий лічильник з термометром, газоприймач, газоаналізатор Холдена, секундомір, барометр, дихальна маска, мішок Дугласа, розчин лугу, розчин пірогалолу.

Хід роботи: для визначення інтенсивності енергетичного обміну методом непрямой калориметрії потрібно знати скільки спожито кисню за певний час та виділено вуглекислого газу. Потім розрахувати дихальний коефіцієнт і на його основі визначити калоричний еквівалент кисню, а помноживши об'єм спожитого кисню на показник його калоричного еквіваленту, отримаємо енергетичні затрати організму. Вихідні дані для проведення такого розрахунку можна отримати методом непрямой калориметрії за двома варіантами: або за допомогою респіраторних (дихальних) камер, або за допомогою респіраторних масок.

Використовуючи респіраторні маски масковим методом можна проводити короткочасні дослідження (10-20 хв) з метою вивчення енергетичного обміну при різних фізіологічних станах і за впливу різних факторів середовища.

Дихальна маска надівається на морду тварини і за допомогою гофрованої трубки з'єднується з гумовим мішком (мішок Дугласа), куди збирається усе видихуване повітря за певний проміжок часу (див лабораторне заняття 1). З мішка відбирають пробу повітря для визначення в ньому вмісту кисню та вуглекислого газу за допомогою газоаналізатора, а решту повітря пропускають через газовий лічильник, щоб визначити його об'єм. Для приведення об'єму повітря до редукованого стану враховують вміст у ньому водяної пари, атмосферний тиск та температуру.

Результати досліджень: у результатах описати кількість спожитого кисню та виділеного вуглекислого газу за редукованим об'ємом видихуваного повітря, а також за різницею вмісту цих газів в атмосферному і видихуваному повітрі.

Таблиця 1

**Величина дихального коефіцієнта у жуйних тварин різного віку за умови годівлі згідно норм ВІТ (В.Г.Грибан, 1988)**

Вікові групи тварин	Показники дихального коефіцієнта		
	велика рогата худоба	вівці	кози
до 2-х міс.	0,75	0,73	0,72
2,5-4 міс.	0,81	0,73	0,74
4,5-6 міс.	0,86	0,73	0,76
7-18 міс.	0,88	0,78	0,75
дорослі тварини до 5-6 років	0,84	0,76	0,73
тварини старші 7-8 років	0,88	0,80	0,75

Висновки: роблять на підставі аналізу отриманих результатів експериментальних досліджень.

**РОБОТА 2. ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ТІЛА У ТВАРИН І ПТИЦІ**

Термометрія (від грец. there – тепло і metreo – вимірюю) – вимірювання температури тіла. Температура тіла залежить від виду тварини, її віку (молоді мають більш високу температуру тіла), статі, породи, прийняття корму, води та інших чинників. Підтримання температури тіла здійснюється завдяки механізмам хімічної і фізичної терморегуляції. Регуляція температури тіла у більшості живих організмів відбувається за допомогою хімічної та фізичної терморегуляції.

Термометрія має важливе діагностичне значення, оскільки часто дає змогу виявити хворих ще до появи інших, специфічних клінічних симптомів, ізолювати їх від здорових тварин і надати лікувальну допомогу. За змінами температури тіла спеціалісти ветеринарної медицини можуть контролювати перебіг хвороби, виявляти ускладнення, стежити за результатами і ефективністю лікування, прогнозувати закінчення хвороби. В зв'язку з цим термометрія є обов'язковим і досить важливим методом дослідження, тим більше, що деяким захворюванням характерна цілком закономірна крива температурних коливань. Вимірюють температуру не лише у хворих тварин, а і в клінічно здорових при дослідженні на сап, проведенні диспансеризації,



відбиранні тварин у господарствах-постачальниках перед транспортуванням в спеціалізовані господарства, або перед забоєм, при виникненні ін-фекційних захворювань, коли необхідно відокремити здорових тварин від хворих.

Мета роботи: вивчити метод термометрії у тварин і птиці.

Завдання роботи: навчитися експериментально визначати температуру тіла у піддослідних тварин і птиці.

Матеріальне забезпечення: ртутний або електронний термометр, піддослідна тварина (крізь), піддослідна птиця (курка), фіксаційний столик, спиртовий (дезинфікуючий) розчин, вазелін.

Хід роботи: термометрія у тварин проводиться ректально (через пряму кишку). Температура тіла у птахів в основному вимірюється у клоаці або під крилом. Для визначення температури тіла використовують ртутний або електронний термометр та електротермометри різної конструкції.

Для заняття треба брати спокійних дорослих тварин та птицю. Для проведення вимірювання температури тварина чи птиця фіксується. Фіксація – це повне або часткове знерухомлення. Вона досягається людиною з використанням певних засобів і прийомів. Фіксацію виконують за допомогою рук, деяких допоміжних пристосувань і різних пристроїв (фіксаційних столиків). Птицю фіксують за крила і кінцівки або загортають у рушник.

Перед уведенням термометра в пряму кишку його оглядають і струшують, щоб ртутний стовпчик опустився в резервуар або до позначки 34-35°C. Потім термометр протирають ватним тампоном, змоченим у спирті, і змазують вазеліном.

Після фіксації тварини термометр вводять у пряму кишку правою рукою легкими обертальними рухами і закріплюють його термометротримачем на хвості або крупі. Через 10-15хв термометр обережно виймають, очищають ватною від залишків калу, покази ртутного стовпчика записують у робочі зошити й аналізують.

Після цього ртутний стовпчик обов'язково треба струснути, а термометр помістити в посудину з дезинфікуючим розчином, або обробити його цим розчином і помістити у футляр.

Нормальна температура тіла у тварин і птиці наведена в табл. 2.

Таблиця 2

**Температура тіла у різних видів тварин і птиці**

Тварина			Тварина		
	Середня	Коливання		Середня	Коливання
Корова	39,0	37,5–39,5	Собака	38,5	37,5–39,0
Кінь	38,0	37,5–38,5	Кішка	39,0	38,0–39,5
Вівця	39,5	38,0–41,0	Морська свинка	39,0	37,9–39,4
Коза	39,3	37,6–41,0	Курка, качка	41,0	40,3–41,7
Свиня	39,0	38,0–40,0	Верблюд	36,6	35,0–38,6
Олень	38,0	37,5–38,6	Крізь	39,0	38,5–39,7

Результати досліджень: в результатах досліджень описати отримані числові значення.

Висновки: роблять на підставі аналізу отриманих результатів експериментальних досліджень.

## ФІЗІОЛОГІЯ ТРАВЛЕННЯ. ФУНКЦІЇ ТРАВНОЇ СИСТЕМИ

**Травлення** — це фізіологічний процес, який поєднує в собі фізичну, хімічну й біологічну обробку корму, внаслідок чого його складні поживні речовини (білки, жири та вуглеводи) перетворюються на простіші сполуки, здатні розчинятись у воді, всмоктуватися в шлунково-кишковому тракті у кров та лімфу й засвоюватися клітинами і тканинами тварин.

Види травлення. У філогенезі органи травлення зазнали значних ускладнень. У найпростіших воно *внутрішньоклітинне*; клітини активно захоплюють поживні речовини із навколишнього середовища і ферментативно розщеплюють їх у травних вакуолях. *Зовнішнє травлення* забезпечує розщеплення поживних речовин поза організмом. Воно притаманне деяким членистоногим. *Порожнинне травлення* являє собою ферментативний гідроліз поживних речовин у порожнині шлунка і кишечника під дією травних соків. *Мембранне*, або *пристінкове*, травлення зумовлене структурно зв'язаними ферментами на поверхні мембрани мікроросинок епітеліальних клітин, забезпечує їх високу активність та інтенсивну резорбцію продуктів гідролізу. За своєю суттю воно займає проміжне положення між внутрішньоклітинним і порожнинним травленням. *Колективне травлення* відбувається за участю цілого колективу індивідумів (бджоли, мурашки, терміти), які передають один одному із рота в рот необхідні поживні речовини.

Методи дослідження системи травлення: фістульна методика (методика запропонована І. П. Павловим у дослідах на собаках та жуйних тваринах), зондування, ендоскопії, гістохімічний, балонографічний, радіотелеметричний, електрофізіологічний, рентгенологічний та інші методи дослідження.

**Функції травної системи.** Процес травлення забезпечується руховою, секреторною, всмоктувальною, обмінною та екскреторною функціями шлунково-кишкового тракту тварин.

- *рухова функція* забезпечує приймання корму, його перемішування та переміщення в порожнині травного тракту;

- *секреція травних соків* здійснюється травними залозами, які виробляють слину, шлунковий та кишковий соки, сік підшлункової залози і жовч;

- *всмоктування* виконується слизовою оболонкою ротової порожнини, шлунка, тонкого і товстого кишечника. У жуйних тварин цей процес відбувається також і в передшлунках;

- *обмінна функція* полягає у постійному обміні білків, жирів, вуглеводів, мінеральних та інших речовин між органами травної системи і кров'ю;

- *екскреторна* полягає у виведенні з організму деяких продуктів обміну речовин.

Система травлення у тварин складається з ротової порожнини, глотки, стравоходу, шлунка, тонких і товстих кишок. У кожного виду сільськогосподарських тварин і птиці травна система має свої відмінності.

## ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 1

### РОБОТА 1. ВИВЧЕННЯ СКЛАДУ ТА ВЛАСТИВОСТЕЙ СЛИНИ

Ротове травлення складається з приймання корму, власне ротового травлення — жування й ослинення — та акту ковтання. Жування — це механічне подрібнення, сплюснення, перетирання, змочування слиною й пережовування корму. Воно частково звільняє поживні речовини корму і збільшує його поверхню для ферментативного гідролізу. Деякі тварини (жуйні) використовують язик для захоплення корму. Смакові сосочки язика тварин мають різну форму (рис. 1) і призначені для диференціювання основних смаків.



**Рис. 2.** Види сосочків язика тварин: 1 – грибовидний; 2 – листовидний; 3 – нитковидний; 4 – жолобовидний.

Залежно від будови та розміщення щелеп коні та жуйні жувають корм тільки на одному боці. У коня тривалість жування на одному боці становить в середньому 40 хв, а часом може доходити і до 3 год. Корови роблять в середньому 94 жувальних рухи за хвилину при з'їданні зерна й силосу та 78 рухів при з'їданні сіна. Кінь при пережовуванні сіна робить 70–80 жувальних рухів за хвилину. Вологий корм потребує менше жувальних рухів та меншої тривалості жування, ніж сухий. М'ясоїдні тварини розминають, подрібнюють корм і швидко ковтають його, не пережовуючи. Всього за добу жуйні тварини роблять у середньому 30–40 тис. жувальних рухів, з них – на приймання корму 10–13, а в період жування 20–27 тисяч.

Приймання їжі і води тваринами — акт довільний, але відбувається за принципом зчеплених рефлексів. Зчеплення рефлексорних процесів контролюється центральною нервовою системою за участю довгастого мозку, гіпоталамуса, таламуса, лімбічної та моторних зон кори великих півкуль головного мозку. Жування є довільний акт, підкорений волі тварин. Регулюється він рефлексорно. Аферентні імпульси від механорецепторів ротової порожнини передаються до центра жування (довгастий мозок) по язиковій гілці трійчастого нерва, по язиковоглотковому нерву та верхньогортанній гілці блукаючого нерва. Рухомими відцентровими нервами жуйних м'язів є гілки трійчастого, лицевого і додаткового нервів.

У ссавців у ротову порожнину відкриваються протоки трьох пар слинних великих залоз (привушних, підщелепних, під'язикових) і багатьох малих (щічних, орбітальних, молярних, глоткових). У порожнину рота виділяють свій секрет також келихоподібні клітини слизової оболонки язика, губ, щок, твердого та м'якого піднебіння.

За характером секрету слинні залози розподіляють на серозні, слизові й змішані. Привушні залози — серозні, виробляють рідку серозну, злегка опалесцентну (за рахунок білків) слину, яка містить ферменти. Протоки привушних залоз відкриваються на слизовій оболонці щік проти третіх кутніх зубів. Підщелепні залози, змішані, серозно-слизового характеру. Вони секретують багату на муцин, але бідну на солі слину, що не містить ферментів. У слині міститься складний білок - муцин, який виробляється слизовими і змішаними слинними залозами і надає слині слизистого характеру. На їстівні речовини виділяється густа, в'язка слина з великим вмістом муцину та ферментів, а на неїстівні речовини — рідка, так звана відмивна слина. Під'язикові залози — серозно-слизові, секретують слину, багату на солі з домішками слизу.

Слина, що знаходиться у порожнині рота, є сумішшю секретів усіх слинних залоз. Вона являє собою безколірну, злегка опалесцентну рідину. Слина буває рідкою, водянистою, або густою, в'язкою. В'язкість її залежить від наявності білкової речовини — муцину. Рідка слина прозора, густа — мутнувата. Питома вага слини 1,002–1,009 г/см<sup>3</sup>.

До складу слини входить 99,2–99,4% води і 0,6–0,8% сухих речовин, з яких на органічні припадає 2/3, а решта — на мінеральні. З органічних речовин до слини входять муцин, глобулін, креатинін, сечова кислота, сечовина, амінокислоти, ферменти—амілаза, мальтаза (глюкозидаза) і лізоцим. Білки і солі, що знаходиться в слині, підвищують її в'язкість. З мінеральних речовин до складу слини входять: хлориди, сульфати, фосфати, бікарбонати калію, натрію, кальцію, аміак, азотнокислі солі та роданисті сполуки. Слина містить гази — кисень, азот, вуглекислий газ. За добу у корови виділяється 90–180 л слини, у коня — 40 л, у свині до 15 л, у овець – від 6 до 10 л слини.

Слина тварин має лужну реакцію. Реакція її у різних тварин значно коливається. У жуйних рН слини становить 7,8 – 8,4, у коней і собак — 7,55, у свиней — 7,32. У тварин одного й того ж виду реакція її змінюється залежно від характеру корму. Лужність більше виражена в слині привушних залоз в порівнянні із слизовими залозами. Лужна реакція обумовлена наявністю в слині лужних солей, головним чином - бікарбонатів натрію і кальцію. Особливо висока лужність паротидної слини жуйних. Лужні солі, що містяться в ній, сприяють нормальному протіканню мікробіологічних процесів в передшлунках жуйних, нейтралізуючи кислоти, що утворюються в процесі бродіння. Лужність слини збільшується з віком, підвищується при годуванні і жуйці.

Мета роботи: вивчити склад та властивості слини.

Завдання роботи: навчитися експериментально визначати рН слини, її в'язкість, виділяти муцин та роданисті сполуки.

Матеріальне забезпечення: пробірка зі слиною, лакмусові папірці, колба з дистильованою водою, штатив з пробірками, віскозиметр, 10% оцтова кислота, розчин хлористого заліза.

Хід роботи: для визначення рН слини необхідно зволожити слиною лакмусовий папірець і порівняти його з кольором на шкалі.

В'язкість слини визначається за допомогою віскозиметра і виражає відношення часу витікання слини через капілярну трубку віскозиметра до часу витікання через той же капіляр віскозиметра і при тій же температурі рівної кількості дистильованої води. Для визначення в'язкості слини необхідно в одну вузьку центрифужну пробірку налити 3 мл слини, в іншу – 3 мл дистильованої води. Почергово занурити капіляри віскозиметра в рідини і втягнути їх до позначки «О». Покласти віскозиметр горизонтально, відкритий краник і втягнути слину до позначки «1». Відмітити, до якої позначки дійшла вода. Відповідно зробити розрахунок, у скільки разів слина в'язкіша за воду, беручи до уваги те, що в'язкість води береться за одиницю.

Для виділення муцину з слини необхідно набрати в пробірку 2 мл слини, додати 1 мл дистильованої води і додати 8-10 крапель 10 % оцтової кислоти. Після легенького збовтування вмістимого спливає білий осад білка та муцину. Якщо додати ще 20 крапель 10 % оцтової кислоти, то частина осаду розчиниться, а залишиться муцин, який в оцтовій кислоті не розчиняється, а слина в пробірці втратить свій слизистий характер.

Для виділення роданистих сполук необхідно набрати в пробірку 2 мл слини, підкислити оцтовою кислотою і додати в розчин хлористого заліза  $\frac{1}{3}$  об'єму. При цьому з'явиться забарвлення від світло-жовтого до оранжевого.

Результати досліджень: в результатах досліджень оформити наступну таблицю:

Таблиця 1

#### Склад та властивості слини

Показник	рН	В'язкість	Фізичні власт.муцину	Роданисті сполуки	Колір розчину

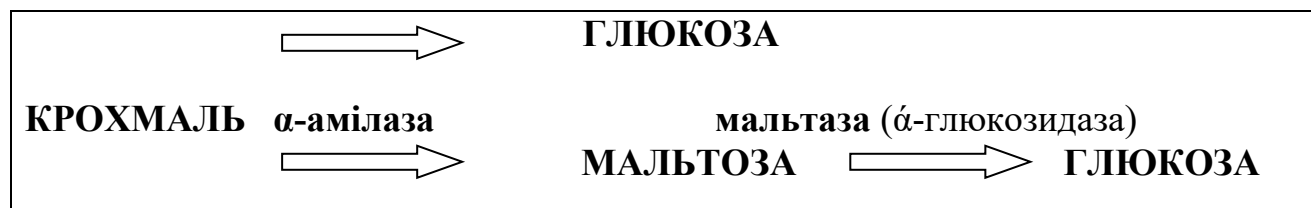
У результатах пояснити, чим зумовлена реакція слини, обґрунтувати роль муцину, вказати на значення роданистих сполук в слині і роль слини у травлення в ротовій порожнині.

Висновки: роблять на підставі аналізу отриманих результатів експериментальних досліджень.

## РОБОТА 2. ВПЛИВ ФЕРМЕНТІВ СЛИНИ НА КРОХМАЛЬ

Слина змочує і зволожує корм, частково розчиняє його, сприяє виявленню смакових властивостей, ослизнює, склеює його частини і сприяє дальшому перетравленню. Слина нейтралізує деякі подразнюючі речовини, розбавляючи і змиваючи їх. Під впливом ферментів амілази і мальтази (α-глюкозидази) крохмаль розщеплюється до мальтози і глюкози (див. рис.3). Активними ферменти слини є при температурі, наближеній до температури

тіла. Зниження температури навколишнього середовища знижує активність ферментів. Кип'ятіння слини спричинює інактивацію ферментів, оскільки під дією високої температури ферменти, будучи білковими сполуками, денатуруються.



**Рис. 3.** Дія ферментів слини на крохмаль.

Мета роботи: вивчити ферментативні властивості слини.

Завдання роботи: експериментально дослідити дію слини на крохмаль.

Матеріальне забезпечення: штатив з пробірками, пробірка зі слиною, дистильована вода, крохмальний клейстер, 0,5% соляна кислота, розчин Люголя, 1% розчин мідного купоросу, 10% NaOH, морозильна камера, термостат (водяна баня), спиртівка (газовий пальник).

Хід роботи: пронумерувати чотири пробірки, в кожен з яких додати по 1мл слини та 1мл дистильованої води і провести дослід за запропонованою схемою (табл. 2). Через 30 хвилин вміст кожної пробірки розділити на 2 рівні частини і з однією провести реакцію на крохмаль, додавши кілька крапель розчину Люголя. Поява синього забарвлення свідчить про наявність крохмалю. З другою половиною вмісту провести пробу Тромера на виявлення глюкози. Для цього в кожен пробірку долити 0,5мл 10% розчину лугу, а потім 3-5 крапель 1% розчину мідного купоросу і підігріти. Поява бурого забарвлення свідчить про наявність глюкози.

Таблиця 2

Схема дослідів

№	Вміст пробірки	Умови дослідів
1.	2мл розведеної слини + 2мл крохмального клейстеру	Поставити в термостат при 37-40°C на 30 хвилин.
2.	2мл розведеної слини + 2мл крохмального клейстеру + 2мл 0,5% соляної кислоти	Поставити в термостат при 37-40°C на 30 хвилин.
3.	2мл розведеної і прокип'яченої слини + 2мл крохмального клейстеру	Поставити в термостат при 37-40°C на 30 хвилин.
4.	2мл розведеної слини + 2мл крохмального клейстеру	Поставити в морозильну камеру на 30 хвилин.

Результати досліджень: в результатах досліджень оформити наступну таблицю із зазначенням: (результат позитивний «+», негативний «-»). У

результатах замалювати схему травлення в ротовій порожнині, пояснити, які фактори впливають на активність ферментів слини, описати значення ферментів слини.

Таблиця 3

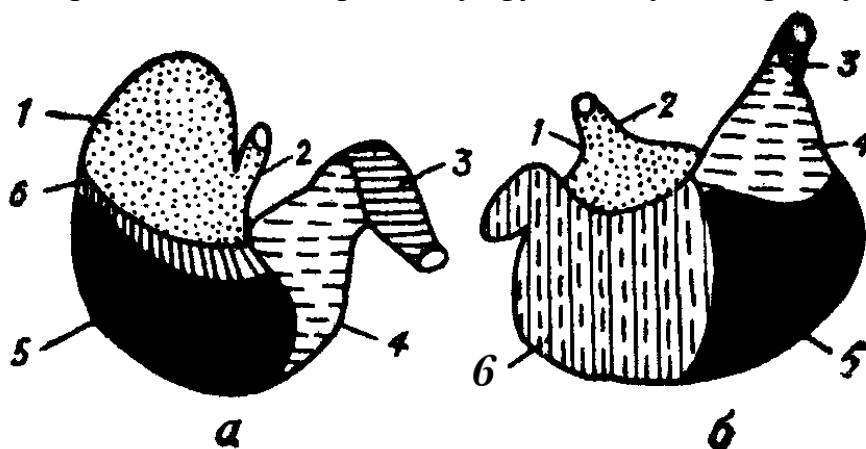
**Результати дослідження**

Назва проби	№ пробірок			
	1	2	3	4
Проба на крохмаль				
Проба Тромера на глюкозу				

Висновки: роблять на підставі аналізу отриманих результатів експериментальних досліджень.

**ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 2**  
**РОБОТА 1. РОЗЩЕПЛЕННЯ БІЛКА ФЕРМЕНТАМИ ШЛУНКОВОГО СОКУ**

Шлунки бувають одно- та багатокамерні. Однокамерний шлунок — це розширення трубки травного тракту, який має вигляд овального мішка. Шлунок ділиться на три частини — кардіальну, фундальну і пілоричну (рис. 4).



**Рис. 4.** Схема будови шлунка коня (а) і свині (б):

1 — стравохідна беззалозиста частина шлунка; 2 — стравохід; 3 — дванадцятипала кишка; 4 — зона пілоричних; 5 — зона фундальних, 6 — зона кардіальних залоз.

Стінка шлунка складається з трьох оболонок: внутрішньої слизової, середньої м'язової і зовнішньої серозної. Слизова оболонка шлунка має численні залози, які виділяють шлунковий сік. У кардіальній частині є прості трубчасті залози, які виробляють слиз. У фундальній частині шлунка залози побудовані з головних, обкладових й додаткових клітин. В головних клітинах залоз виробляються ферменти, в обкладових – соляна кислота, а в додаткових

— слиз. У пілоричній частині слизової оболонки шлунка залози мають головні і додаткові клітини.

У шлунку корм перебуває декілька годин, де піддається механічному впливу та дії ферментів кислого шлункового соку. Залози різних відділів шлунка виділяють не однаковий за активністю сік. Так, сік слизової оболонки малої кривизни протеолітично, більш активний порівняно з соком, виділеним залозами великої кривизни шлунка.

Чистий шлунковий сік — безбарвна прозора рідина кислої реакції, що містить неорганічні та органічні речовини. Неорганічними складовими частинами шлункового соку є: соляна кислота (0,1–0,5%), хлористі солі калію, натрію, кальцію, амонію і магнію, а також сульфати і фосфати. Соляна кислота знаходиться у шлунковому соку у вільному стані. Вона може хімічно реагувати зі слизом та органічними речовинами корму і переходити у зв'язаний стан. Концентрація соляної кислоти у шлунковому соку залежить від характеру корму. Роль соляної кислоти не обмежується активізацією пепсиногену. Вона бере участь у зсіданні молока, евакуації корму із шлунка в кишечник, активізує моторику шлунка, має бактерицидну дію. До органічних речовин шлункового соку належать білки, значну частину яких становлять ферменти (пепсин, желатиназа, хімозин, ліпаза), молочна кислота, креатин, фосфорна, аденозинтрифосфорна кислота, сечовина, сечова кислота. До складу шлункового соку входять і деякі продукти проміжного білкового обміну — амінокислоти.

Сік, що виділяється, залозами фундальної частини шлунка, містить наступні ферменти: протеолітичні ферменти - пепсин, що каталізує гідроліз пептидних зв'язків білкових молекул, хімозин (ренін), який зброджує білок молока, виявляє активність у молодих тварин, желатиназа розріджує желатину значно швидше, ніж кристалічний пепсин, ліполітичний фермент - ліпаза, що гідролізує емульговані нейтральні жири на гліцерин і жирні кислоти (в основному емульговані жири молока).

Пепсин виявляється в шлунковому соці усіх хребетних. Пепсин — протеолітичний фермент, що виробляється головними клітинами залоз шлунка у вигляді неактивного пепсиногену, який під дією соляної кислоти перетворюється в активний пепсин. Цей фермент гідролізує білки корму до альбумоз і пептонів (поліпептиди). Оптимальні умови для його дії — температура близько 40°C і рН 2,23. У кислому середовищі білки набрякають і стають доступнішими для дії пепсину. Пепсин неоднаково діє на різні види білків. Білки м'яса та крові (фібрин) швидко перетравлюються пепсином, яєчний білок і колаген — значно повільніше.

Протеолітичну дію соку визначають якісними кольоровими реакціями, що виявляють продукти гідролізу.

Мета роботи: ознайомитися з методом вивчення ферментативних властивостей шлункового соку.

Завдання роботи: експериментально дослідити вплив шлункового соку на білок за різних умов, визначити оптимальні умови для його активності.



Матеріальне забезпечення: шлунковий сік, фібрин або білок вареного курячого яйця, сода, 0,5 % соляна кислота, 10% NaOH, 1% CuSO<sub>4</sub>, штатив з пробірками, термостат, морозильна камера.

Хід роботи: пронумерувати 5 пробірок і заповнити їх за запропонованою схемою:

Таблиця 4

**Схема досліду**

№	Вміст пробірок	Умови досліду
1	5мл шлункового соку + 0,2г свіжого фібрину	60 хв. в термостат при 38-40°C, періодично збовтувати
2	5мл 0,5% соляної к-ти + 0,2г свіжого фібрину	60 хв. в термостат при 38-40°C, періодично збовтувати
3	5мл прокип'яченого і охолодженого шлункового соку + 0,2г свіжого фібрину	60 хв. в термостат при 38-40°C, періодично збовтувати
4	5мл нейтралізованого содою до слаболужної реакції шлункового соку + 0,2г свіжого фібрину	60 хв. в термостат при 38-40°C, періодично збовтувати
5	5мл шлункового соку + 0,2г свіжого фібрину	Поставити в холодильник на верхню полицю на 60 хв.

Для кожної пробірки дотриматися запропонованих умов досліду, наведених у таблиці 4. Для виявлення продуктів розщеплення білка (пептонів) провести біуретову реакцію. До всіх пробірок прилити по 1-2мл 10% NaOH і додати 2-3 краплі 1% мідного купоросу. Ретельно збовтати вміст пробірок. При наявності білку появляється фіолетове забарвлення, а при наявності пептонів – рожеве.

Результати досліджень: у результатах досліджень скласти наступну таблицю:

Таблиця 5

**Результати досліджень**

Назва проби	№ пробірок				
	1	2	3	4	5
Проба на пептони					

У таблиці відмітити позитивний результат – «+», негативний – «-». У результатах досліджень нарисувати схему травлення в шлунку, пояснити дію ферментів.

Висновки: роблять на підставі аналізу отриманих результатів експериментальних досліджень.

**РОБОТА 2. ДІЯ ХІМОЗИНУ НА ЗГОРТАННЯ МОЛОКА**

Хімозин, або сичужний фермент, діє на молочний білок— казеїноген, перетворює його в казеїн, який випадає в осад. Активність його виявляється при слабокислій, нейтральній і слаболужній реакціях у присутності солей кальцію. Під впливом хімозину молоко звертається в шлунку в пухкий

пористий згусток, який перетравлюється порівняно легко. У молодих тварин хімозину значно більше, ніж пепсину, що пов'язано з їх молочним харчуванням. У дорослих тварин більше пепсину і соляної кислоти. І. П. Павлов вважав, що зсідання казеїну молока відбувається за рахунок не тільки окремого ферменту хімозину, а й пепсину, що хімозин і пепсин єдині (протеолітичні властивості притаманні також желатиназі шлункового соку).

Фермент хімозин (ренін) у великій кількості міститься в сичужном соці телят, тому його називають сичужним ферментом. Специфічність ферментативної дії хімозину обмежена його коагулюючим впливом на молоко. Під дією реніну казеїноген молока взаємодіє з іонами Са і випадає в осад у вигляді казеїну. Коагуляція білка молока є кінцевим результатом розщеплення білка молока - казеїну на параказеїн і сироваткову альбумозу. Параказеїн, що утворився, у присутності іонів кальцію перетворюється на нерозчинну кальцієву сіль, яка випадає у вигляді осаду («сироутворення»).

Мета роботи: дослідити вплив хімозину на згортання молока.

Завдання роботи: експериментально дослідити вплив хімозину на згортання молока та процес «сироутворення».

Матеріальне забезпечення: молоко, шлунковий сік, штатив з пробірками, термостат, морозильна камера, спиртівка, дистильована вода, 2 % розчин щавлевокислого натрію.

Хід роботи: пронумерувати 4 пробірки і заповнити їх за запропонованою схемою:

Таблиця 6

Схема досліду

№	Вміст пробірок	Умови досліду
1	5 мл молока + 1 мл шлункового соку	Поставити в термостат на 10-15 хв. при 38 °С
2	5 мл молока + 10 краплин 2% розчину щавлевокислого Na + 1 мл шлункового соку	Поставити в термостат на 10-15 хв. при 38 °С
3	5 мл прокип'яченого і охолодженого молока + 1 мл шлункового соку	Поставити в термостат на 10-15 хв. при 38 °С
4	5 мл молока + 1 мл шлункового соку	Поставити в морозильну камеру на 30 хв.

Для кожної пробірки дотриматися запропонованих умов досліду, наведених у таблиці 6. Вийнявши всі пробірки, проаналізувати результати, маючи на увазі, що хімозин діє як у кислому, так і в слабо лужному середовищі.

Результати досліджень: у результатах досліджень скласти наступну таблицю:

Таблиця 7

Результати досліджень

Результати	№ пробірок			
	1	2	3	4

Згортання молока				
---------------------	--	--	--	--

У таблиці відмітити номер пробірки, де відбувається згортання молока позначкою «+», а негативний результат «-». У результатах пояснити значення хімозину в травленні, механізм його дії та властивості.

Висновки: роблять на підставі аналізу отриманих результатів експериментальних досліджень.

### РОБОТА 3. ВИЗНАЧЕННЯ МОТОРНОЇ ФУНКЦІЇ ШЛУНКУ

Рухова функція шлунка забезпечується трьома шарами гладких м'язів, які розміщені у поздовжньому, поперечному і косому напрямках. У пілоричному відділі є кільцеві м'язові волокна, які утворюють два сфінктери: препілоричний, що знаходиться на межі між фундальною і пілоричною частинами, і пілоричний, який закриває вихідний отвір шлунка. Ці сфінктери регулюють перехід вмісту шлунка в кишечник. При вході стравоходу в шлунок косий шар м'язів у кардіальній зоні шлунка утворює кардіальний сфінктер.

Моторику шлунка вивчають різними методами. Один із них — графічна реєстрація за допомогою введеного через фістульну трубку в шлунок гумового роздутого повітрям балончика, з'єданого з капсулою Марєя. При скороченні шлунка тиск на балончик передається на капсулу Марєя, на якій закріплено важелець. Рух останнього залишає слід на закопченому барабані кімографа. Рухову функцію шлунка можна дослідити і методом рентгеноскопії, давши тварині перед дослідженням контрастну масу солей барію або вісмуту, яка поглинає рентгенівське проміння. Наповнений такою масою шлунок добре видно, бо інші тканини черевної порожнини пропускають рентгенівське проміння. Цей метод дозволяє досить довго спостерігати скорочення шлунка.

На рухи шлунка впливають і деякі хімічні речовини: соляна кислота, гістамін, продукти розщеплення білків, розчини солей тощо. Ці речовини подразнюють рецептори шлунка, збуджуючи його моторику гуморальним шляхом. Моторна функція шлунка регулюється вегетативною нервовою системою, причому по блукаючих нервах до шлунка надходять стимулюючі імпульси, а по симпатичних — гальмівні впливи. Центри, які регулюють моторику шлунка, розміщені в довгастому і середньому мозку; в свою чергу, вони підкоряються вищим центрам головного мозку включно до кори великих півкуль. У зв'язку з цим вид чи запах корму викликає рухову реакцію шлунка. Підлеглисть моторної функції шлунка нервовим центрам кори головного мозку доведена дослідями з умовно-рефлекторними руховими реакціями органа на індиферентні подразники.

Розрізняють ритмічні скорочення шлунка (у вигляді хвиль, які йдуть одна за одною) і тонічні, коли мускулатура довго залишається напруженою. Ритмічні скорочення починаються в кардіальній частині шлунка і поширюються до пілоричної. Шари корму, які прилягають до стінок шлунка, скороченнями поступово просуваються до пілоричної частини. Цьому сприяють також і тонічні скорочення стінок шлунка, які створюють високий тиск у його

порожнині. Тонічні скорочення — це тривале напруження м'язів фундальної частини шлунка, що спричиняє постійний тиск при різних ступенях наповнення шлунка. Тонічні скорочення не переміщують вміст шлунка, але віджимають продукти перетравлення у напрямі пілоричної частини. Скорочення косих м'язів малої кривизни шлунка під час прийому води чи рідкого корму зближують кардіальну й пілоричну частини шлунка. При цьому утворюється так звана шлункова борозна, по якій рідкі речовини можуть потрапляти через розслаблений пілоричний сфінктер прямо в кишечник.

Мета роботи: вивчити моторну функцію шлунку.

Завдання роботи: провести гострий експеримент та дослідити моторну функцію шлунка в жаби.

Матеріальне забезпечення: жаби, фіксаційний столик, набір препаратувальних інструментів, кристалики солі, адреналін, ацетилхолін.

Хід роботи: зафіксувати жабу одним з відомих методів, відкрити черевну порожнину і спостерігати за спонтанними рухами шлунка, яких спочатку може не бути, але через 10-15 хвилин, при підсиханні препарату, вони з'являються. Подразнити по чергово шлунок механічно, кристаликом солі, адреналіном, ацетилхоліном.

Результати дослідження: у результатах досліджень описати і пояснити види рухів шлунка, нервову і гуморальну регуляцію моторики шлунка.

Висновки: роблять на підставі аналізу отриманих результатів експериментальних досліджень.

### **ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 3** **РОБОТА 1. ВИВЧЕННЯ ДІЇ ТРИПСИНУ НА БІЛОК**

Тонкі кишки у тварин складаються з дванадцятипалої, голодної або порожньої і клубової кишки. У травленні в тонкому кишечнику важливу роль відіграють сік підшлункової залози, кишковий сік і жовч. Підшлункова залоза — це залоза змішаної секреції. Вона виробляє секрет, який через протоки виділяється в порожнину дванадцятипалої кишки. У порожнину дванадцятипалої кишки виділяється печінковий секрет — жовч. Сік тонкого відділу кишечника продукується брунеровими і ліберкюновими залозами.

Сік підшлункової залози розщеплює білки, жири й вуглеводи. Секреторну діяльність підшлункової залози регулює вегетативна нервова система. Центр нервової регуляції підшлункового соковиділення знаходиться в довгастому мозку. Приймання корму і харчові умовні сигнали підсилюють секреторну діяльність підшлункової залози, що свідчить про наявність складнорефлекторної фази зовнішньо-секреторної функції цього органа. Блукаючі нерви є секреторними для підшлункової залози, оскільки їх подразнення стимулює її секрецію, при чому поряд з підвищенням рівня соковиділення збільшується вміст у секреті органічних речовин, у тому числі і ферментів. При подразненні волокон симпатичних нервів секреція соку підшлункової залози гальмується як кількісно, так і якісно.

Сік підшлункової залози — це прозора безбарвна рідина лужної реакції, рН 7,4–8,4 (у коней 7,3–7,6; у великої рогатої худоби — 8–8,4). Лужна реакція соку зумовлюється наявністю в ньому бікарбонатів. Густина соку — 1,008–1,010. Склад підшлункового соку: 90-97% води і 3-10% сухого залишку. До складу останнього входять білкові речовини і мінеральні сполуки: двовуглекислий натрій, хлористий натрій і кальцій, фосфорнокислий натрій та ін.

У великої рогатої худоби за добу виділяється підшлункового соку 6–7 л, у коней – 5-6 л, у свиней — 8 л, у собак — 200–300 мл.

Підшлунковий сік містить протеолітичні, амілолітичні, ліполітичні ферменти, які розщеплюють білки, вуглеводи і ліпіди: трипсин, хімотрипсин, карбоксиполіпептидазу, дипептидазу, еластазу, протаміназу, нуклеазу, амілазу, мальтазу, лактазу, інвертазу та ліпазу.

Протеолітичні ферменти. Трипсин розщеплює пептидні зв'язки у поліпептидах з утворенням олігопептидів, поліпептидів, дипептидів та вільних амінокислот. Він виділяється залозою у формі неактивного трипсиногену, який активується кишковою ентерокиназою і перетворюється в трипсин. Він діє у слаболужному і нейтральному середовищі. Хімотрипсин виділяється у вигляді неактивного хімотрипсиногену, активується трипсином. Він розщеплює білки й поліпептиди до амінокислот. Карбоксиполіпептидаза діє на поліпептиди і відокремлює від них амінокислоти з боку вільної карбоксильної групи. Дипептидаза розщеплює дипептиди на вільні амінокислоти. Еластаза діє на білки сполучної тканини — еластин і колаген. Протаміназа розщеплює протаміни, нуклеаза — нуклеїнові кислоти на мононуклеотиди і фосфорну кислоту.

Мета роботи: вивчити дію трипсину на білок.

Завдання роботи: експериментально дослідити дію соку підшлункової залози на білок.

Матеріальне забезпечення: сік підшлункової залози, фібрин, штатив з пробірками, 0,5% розчин соляної кислоти, 1% розчин  $\text{CuSO}_4$ , 10% розчин  $\text{NaOH}$ , спиртівка, термостат, морозильна камера.

Хід роботи: пронумерувати 4 пробірки і заповнити їх за запропонованою схемою (табл. 8). Для кожної пробірки дотриматися запропонованих умов досліді, наведених у таблиці 8.

Таблиця 8

Схема досліді

№	Вміст пробірок	Умови досліді
1	3мл панкреатину + фібрин	На 30-40 хв. в термостат при 37-40°C.
2	3мл панкреатину + розчин соляної кислоти до кислої реакції + фібрин	На 30-40 хв. в термостат при 37-40°C.
3	3мл прокип'яченого і охолодженого панкреатину + фібрин	На 30-40 хв. в термостат при 37-40°C.
4	3мл панкреатину + фібрин	На 30-40 хв. в холодильник.

Через 30-40 хв. провести біуретову реакцію, додавши 1-2мл 10% лугу і обережно по стінці пробірки додати 2-3 краплі 1% розчину мідного купоросу. Утвориться кільце, колір якого може бути різним, від синього до рожево-фіолетового, залежно від ступеню перетравлення білка.

Результати досліджень: у результатах досліджень скласти наступну таблицю:

Таблиця 9

### Результати досліджень

Назва проби	№ пробірок			
	1	2	3	4
Біуретова реакція				

Результати занести в таблицю, пояснити результати досліду і нарисувати схему дії трипсину на білок.

Висновки: роблять на підставі аналізу отриманих результатів експериментальних досліджень.

## РОБОТА 2. ДІЯ ЛІПАЗИ НА ЖИРИ

Сік підшлункової залози містить набір ферментів, здатних забезпечити високий рівень травлення в порожнині тонкої кишки. До ліполітичних ферментів підшлункового соку належить ліпаза, що гідролізує жири на гліцерин та жирні кислоти.

Мета роботи: вивчити вплив ліпази соку підшлункової залози на жири.

Завдання роботи: експериментально дослідити дію соку підшлункової залози на жири.

Матеріальне забезпечення: штатив з пробірками, сік підшлункової залози, соняшникова олія, диметиламідоазобензол.

Хід роботи: пронумерувати 2 пробірки і заповнити їх за запропонованою схемою. Для кожної пробірки дотриматися запропонованих умов досліду, наведених у таблиці 10. Через 1 годину до обох пробірок додати по 2 краплі диметиламідоазобензолу. Поява малинового кольору свідчить про розщеплення жиру до гліцерину та жирних кислот.

Таблиця 10

### Схема досліду

№	Вміст пробірок	Умови досліду
1	3мл панкреатину + 3 краплі соняшникової олії	В термостат на 30 хв. при 37-40°C.
2	3мл панкреатину перекип'яченого і охолодженого + 3 краплі соняшникової олії.	В термостат на 30 хв. при 37-40°C.

Результати досліджень: у результатах досліджень скласти наступну таблицю:

## Результати досліджень

Результати дослідження	№ пробірок	
	1	2

Результати занести в таблицю, пояснити результати, нарисувати схему дії ліпази на жири.

*Висновки:* роблять на підставі аналізу отриманих результатів експериментальних досліджень.

## ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 4

## РОБОТА 1. ВИВЧЕННЯ СКЛАДУ ТА ВЛАСТИВОСТЕЙ ЖОВЧІ

У порожнину дванадцятипалої кишки виділяється печінковий секрет — жовч. До її складу входять вода, солі жовчних кислот, жовчні пігменти, холестерин, лецитин, сечовина, сечова кислота, фосфати, електроліти та багато інших речовин. У м'ясоїдних тварин жовч червоно-жовтого кольору, а у травоядних — темно-зеленого, оскільки в їх жовчі є тільки один пігмент — білівердин. Розрізняють два види жовчі: печінкову та міхурову. Печінкова жовч — рідка, прозора, світло-жовтого або світло-зеленого кольору. Густина її 1,009–1,013, рН 7,5. Вміст води в ній становить 96–99%. Міхурова жовч значно густіша, бо вода всмоктується стінками жовчного міхура, вона темного кольору, густина її — 1,026–1,048, рН 6,8, вміст води 80–86%. Міхурова жовч має слиз залоз стінок жовчного міхура. У жовчі є незначна кількість ферментів.

Жовч виробляється паренхімою печінки постійно і нерівномірно; оскільки жовчоутворення значною мірою віддзеркалює добовий ритм обміну речовин в організмі тварин. Жовч, яка накопичується в жовчному міхурі, звідки надходить у дванадцятипалу кишку в період травлення. Виділення жовчі підсилюється після годівлі, особливо при згодовуванні макухи, яка має багато жиру. У коня, верблюда, оленя немає жовчного міхура, його функцію виконують жовчні ходи, які мають великі розміри.

Виділення жовчі починається через 20–50 хв після годівлі та через 4–8 хв після водопою. Це складнорефлекторний процес, який регулюється рефлекторно та гуморально. Рефлекторний вплив починається, коли тварині показують корм і коли він надходить у шлунок та кишечник. Регуляція жовчовиділення забезпечується вегетативною нервовою системою. Блукаючі нерви підсилюють виділення жовчі, а симпатичні — гальмують їх.

У коня за добу виділяється 6–7 л, у великої рогатої худоби 7–9,5 л, овець і кіз — 1–1,5 л, свиней 2,4–3,8 л жовчі.

В процесах травлення жовч відіграє важливу роль. Вона емульгує жири, утворюючи дрібнодисперсну емульсію, що збільшує площу контакту ліпази з жиром, підсилює дію ліпази, амілази та протеолітичних ферментів. Жовчні кислоти утворюють з жирними кислотами водорозчинні комплекси, які легко всмоктуються в кишечнику. Жовч нейтралізує кислий вміст, що надходить з шлунка у кишечник, активізує моторику кишечника, зменшує поверхневий

натяг та прискорює фільтрацію жирних кислот, омилює жири, діє бактерицидно на мікрофлору кишечника, затримуючи процес гниття в кишках.

Мета роботи: вивчити склад та властивості жовчі.

Завдання роботи: експериментально дослідити властивості жовчі та її вплив на жири.

Матеріальне забезпечення: жовч, штатив з пробірками, дистильована вода, порошок сірки, рослинна олія, 10% розчин глюкози, сірчана кислота, концентрована азотна кислота.

Хід роботи: для визначення впливу жовчі на поверхневий натяг в одну пробірку налити 5 мл жовчі, в другу – 5 мл дистильованої води. Обережно з кінчика шпателя в обидві пробірки насипати порошок сірки.

Для визначення вмісту жовчних кислот в пробірку налити 2 мл жовчі і додати 0,5 мл 10% розчину глюкози. Обережно додати 1-2 мл концентрованої сірчаної кислоти і перемішати (реакція проходить з виділенням тепла). При наявності в пробірці жовчних кислот отримується темно-вишневе забарвлення.

Для проведення реакції на жовчні пігменти (за Гмеліним) у пробірку обережно налити 1 мл концентрованої азотистої кислоти і на неї нашарувати 1 мл жовчі. Стежити за утворенням різнобарвних кілець, які свідчать про наявність у жовчі жовчних пігментів.

Для спостереження за емульгуванням жиру жовцю необхідно в одну пробірку налити 5 мл жовчі, в другу – 5 мл дистильованої води. Додавати до кожної пробірки по 5 мл рослинної олії. Вміст пробірок інтенсивно збовтувати і поставити в штатив. Спостерігати в якій з пробірок жир спливає на поверхню, а в якій утворюється стійка емульсія.

Результати досліджень: у результатах досліджень записати оригані дані, пояснити, чому сірка в жовчі тоне, а у воді – ні, описати значення жовчних кислот, пояснити роль печінки у виділенні жовчних пігментів,

Висновки: роблять на підставі аналізу отриманих результатів експериментальних досліджень.

## **РОБОТА 2. ВПЛИВ ФЕРМЕНТІВ КИШКОВОГО СОКУ НА КРОХМАЛЬ**

Сік тонкого відділу кишечника продукується брунеровими та ліберкюновими залозами. Кишковий сік — безбарвна, злегка мутнувата рідина, при відстоюванні ділиться на два шари: нижній, що містить слизові грудочки, і верхній рідкий, прозорий. Слизові грудочки складаються із секрету келихоподібних залоз і відшарованих епітеліальних клітин, на яких адсорбовано 70–80% ферментів. Густина кишкового соку 1,005–1,015, рН 7,4–8,7. У ньому міститься 97,6% води, 0,8% білка, 0,73% інших органічних речовин і 0,87% мінеральних сполук, зокрема вуглекислого та хлористого натрію. Сік різних ділянок тонких кишок неоднаковий за своїм складом. У голодній кишці в дистальному напрямі поступово зменшується рівень секреції соку і вміст у ньому ферментів, проте кількість слизу збільшується. Загальна кількість кишкового соку за добу складає: у свиней – до 50, у великої рогатої худоби – до 150, у коней – до 190, в овець і кіз – 15-20 літрів.



За допомогою ферментів кишковий сік розщеплює складові частини корму до такого стану, при якому вони можуть засвоюватись організмом. До них належать ферменти: мальтаза (глюкозидаза), яка розщеплює мальтозу до глюкози, інвертаза (фруктофуронідаза) — тростинний цукор до фруктози і глюкози, лактаза (галактозидаза) — молочний цукор — до глюкози і галактози. Ентеропептидаза (ентерокіназа) виробляється в дванадцятипалій кишці, гідролізує трипсиноген і прокарбоксіпептидазу, перетворює їх у активні ферменти. Амінопептидаза, аміотрипептидаза розщеплюють в основному пептиди, які утворюються в результаті дії пепсину і трипсину. Пептидази розщеплюють пептиди до вільних амінокислот. Лужна фосфатаза утворюється переважно у верхньому відділі тонкого кишечника, відокремлює фосфатиди від різних сполук, бере участь у фосфорилуванні вуглеводів, амінокислот, ліпідів, забезпечує їх транспортування через клітинні мембрани. Кишкова ліпаза розщеплює жири на гліцерин і жирні кислоти; в кишковому соку її кількість незначна. Фосфоліпаза діє на ефірні зв'язки в фосфоліпідах, розщеплює їх на жирні кислоти, гліцерин і фосфати.

Мета роботи: вивчити вплив ферментів кишкового соку на крохмаль.

Завдання роботи: експериментально дослідити вплив ферментів кишкового соку на крохмаль.

Матеріальне забезпечення: петля тонкої кишки тварини, ступка, скло, пісок, фізіологічний розчин, фільтр, штатив з пробірками, крохмальний клейстер, розчин Люголя, 10%  $\text{SiSO}_4$ , 10%  $\text{NaOH}$ , термостат.

Хід роботи: в ступці ретельно розтерти дрібно порізану петлю тонкої кишки разом із склом або піском. Зробити екстракт у фізрозчині і профільтрувати його. В пробірку налити 5 мл екстракту, додати 2 мл крохмального клейстеру і постави в термостат на 30-40 хв при 37-40 °С . Після цього провести реакцію Тромера та Люголя.

Результати досліджень: у результатах досліджень нарисувати схему травлення вуглеводів у тонкому відділі кишечника. Пояснити схему.

Висновки: роблять на підставі аналізу отриманих результатів експериментальних досліджень.

## **ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПІДГОТОВКИ ТА КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ СТУДЕНТА (ПОТОЧНОГО І ПІДСУМКОВОГО)**

### **Обмін речовин та енергії.**

1. Біологічне значення обміну речовин та енергії в організмі тварин.
2. Асиміляція і дисиміляція в організмі тварин.
3. Методи вивчення обміну речовин в організмі тварин.
4. Пластична й енергетична цінність поживних речовин в організмі тварин.
5. Значення білків для організму тварин. Фізіологічне значення амінокислотного складу кормових білків для організму тварин. Повноцінні й неповноцінні білки.
6. Азотистий баланс. Потреба організму тварин в білках (білковий мінімум).
7. Регуляція білкового обміну.
8. Значення вуглеводів для організму тварин. Анаеробне та аеробне розщеплення вуглеводів в організмі тварин.
9. Регуляція обміну вуглеводів в організмі тварин.
10. Енергетична і пластична функція ліпідів. Основні етапи ліпідного обміну в організмі тварин.
11. Обмін фосfolіпідів і стеринів в організмі тварин.
12. Регуляція ліпідного обміну.
13. Взаємозв'язок обміну білків, вуглеводів і ліпідів в організмі тварин.
14. Особливості різних видів обміну речовин у жуйних тварин.
15. Жиророзчинні вітаміни, їх класифікація і функції у організмі тварин.
16. Водорозчинні вітаміни, їх класифікація і функції у організмі тварин.
17. Макроелементи, їх функції в організмі тварин.
18. Мікроелементи, їх функції в організмі тварин.
19. Регуляція мінерального обміну.
20. Значення води в організмі тварин, джерела води, її вміст у різних тканинах організму.
21. Регуляція водного обміну.
22. Роль печінки в обміні речовин.
23. Джерела енергії та її використання в організмі тварин.
24. Методи вивчення енергетичного обміну в тварин. Пряма і непряма калориметрія.
25. Загальний і основний обмін. Фактори, що впливають на рівень основного обміну тварин.
26. Вплив зовнішніх і внутрішніх факторів на енергетичний обмін тварин.
27. Температурний гомеостаз, як необхідна умова життя. Температура тіла у різних видів тварин.
28. Механізм терморегуляції (хімічна і фізична терморегуляція) у тварин.
29. Вплив зовнішніх і внутрішніх факторів на терморегуляцію організму сільськогосподарських тварин.
30. Нервова і гуморальна регуляція температурного гомеостазу у тварин.

### **Фізіологія травлення.**

1. Суть травлення. Функції травної системи тварин.

2. Методи вивчення травлення.
3. Роль академіка І.П.Павлова і його школи у вивченні фізіології травлення.
4. Ферменти травного каналу, класифікація та їх функції.
5. Травлення у ротовій порожнині (приймання корму, жування, слиновиділення).
6. Методи вивчення функції слинних залоз.
7. Склад слини і її значення.
8. Особливості слиновиділення у різних видів тварин.
9. Регуляція слиновиділення.
10. Ковтання і його регуляція.
11. Загальні закономірності шлункового травлення.
12. Склад і властивості шлункового соку. Значення соляної кислоти.
13. Регуляція секреції шлункового соку.
14. Моторна функція шлунка.
2. Перехід вмісту шлунка у тонку кишку.
3. Блювання, його механізм і значення.
4. Особливості травлення в шлунку коня і свині.
5. Процеси травлення у багатокамерному шлунку жуйних тварин.
6. Роль рубця, сітки, книжки у травленні жуйних тварин.
7. Моторика передшлунків, її регуляція.
8. Травлення в сичузі, його особливості.
9. Особливості шлункового травлення у молодняку жуйних тварин у молочний і перехідний періоди.
10. Підшлункова залоза і методи вивчення її секреції.
11. Склад та функції соку підшлункової залози.
12. Регуляція секреторної діяльності підшлункової залози.
13. Склад жовчі, її утворення і функції.
14. Склад і функції кишкового соку у тварин.
15. Порожнинне і пристінкове травлення.
16. Моторна функція тонких кишок у тварин.
17. Особливості травлення у товстих кишках сільськогосподарських тварин.
18. Моторна функція товстих кишок.
19. Механізм всмоктування у травній системі тварин.
20. Регуляція процесів всмоктування у травній системі тварин.
21. Тривалість перебування корму у травному каналі різних видів сільськогосподарських тварин.
22. Екскреторна функція травного каналу у тварин. Формування калу і дефекація у різних видів тварин.
23. Особливості травлення у домашньої птиці.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Базова:

1. Фізіологія тварин : підручник з грифом Міністерства аграрної політики України / Мазуркевич А.Й., Карповський В.І., Камбур М.Д., Трокоз В.О., Бублик В.М., Головач П.І., Грибан В.Г. та ін. – Вінниця : Нова Книга, 2008. – 424 с.
2. Фізіологія тварин : підручник з грифом Міністерства аграрної політики України / Мазуркевич А.Й., Карповський В.І., Камбур М.Д., Трокоз В.О., Бублик В.М., Головач П.І., Грибан В.Г. та ін. – 2-е вид., доопр. – Вінниця : Нова книга, 2012. – 424 с.
3. Фізіологія сільськогосподарських тварин : практикум (видання друге, доопрацьоване) / Мазуркевич А.Й., Трокоз В.О., Карповський В.І., Степченко Л.М., Стояновський В.Г., Головач П.І. та ін. – К. : Центр учбової літератури, 2015. – 240 с.

### Допоміжна:

1. Довідник “Фізіолого-біохімічні показники організму тварин” : навч. посібник з грифом Міністерства аграрної політики України (лист №18-28-13/541 від 07.10.09) / [Мазуркевич А.Й., Камбур М.Д., Замазій А.А., Карповський В.І., Федорук Р.С., Трокоз В.О., Степченко Л.М., Костюк В.К., Сорока Н.М., Галат В.Ф., Прус М.П., Головач П.І. та ін.]. – Суми : ПП. Вінниченко М.Д., ФОП Дьоменко В.В., 2011. – 132 с.
2. Клевець М.Ю., Манько В.В., Гальків М.О. та ін. Фізіологія людини і тварин. Фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем. Навчальний посібник. – Львів: ЛНУ ім. І.Франка, 2012. – 312 с.
3. Стояновський В.Г., Головач П.І., Коломієць І.А., Змія М.М., Камрацька О.І. Методичні матеріали організації навчального процесу з „Фізіології тварин” (лекції, лабораторні заняття, тематична самостійна робота) для студентів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 211 „Ветеринарна медицина” у 2019-2020 навчальному році. – Львів : ЛНУВМБ ім. С.З.Гжицького, 2019. – 64 с.
4. Стояновський В.Г., Головач П.І., Колотницький В.А. Фізіологія центральної нервової системи та вищої нервової діяльності. Методичні вказівки для лабораторних знань і самостійної роботи з „Фізіології тварин” для студентів ОКР “бакалавр” напрямку 6.110101 – „Ветеринарна медицина”. – Львів : ЛНУВМ та БТ імені С.З. Гжицького, 2014. – 30 с.
5. Фізіологія сільськогосподарських тварин / Науменко В.В., Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янку І.Д. – К. : Сільгоспосвіта, 1994. – 508 с.
6. Юдінцева В.М., Замазій М.Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин: Словник-довідник. – Полтава : Скайтек, 1999. – 238 с.
7. Aurich Ch., Breer H., Breves G et. al. Fizjologia zwierzat domowych. – Łódź : Galaktyka, 2011.– Т.1. – 304, Т.2. – 335.
8. Akers R.M., Denbow D.M. Anatomy and Physiology of Domestic Animals. – USA : Blackwell Publishing, 2008.

9. Ganong W.F. Review of Medical Physiology. – New York : Lange medical Books McGraw-Hill, 2001. – 732 p.
10. Engelhart W. Physiologie der Haustiere. – Stuttgart, 2010. – 614 p.
11. Klinker R., Silbernagl S. Lehrbuch der Physiologie, 3 AUFT., – Stuttgart : Thime, 2001.

**Ковальчук І.І., Змія М.М., Коломієць І.А., Головач П.І.**  
**Обмін речовин та енергії. Фізіологія травлення.**  
**Методичні вказівки для лабораторних занять з «Фізіології тварин» для**  
**студентів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 211 –**  
**„Ветеринарна медицина” – Львів : ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького, 2022.–**  
**29с.**

Коректори Ковальчук І.І., Головач П. І.  
Комп'ютерний набір Коломієць І.А.