

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Департамент научно-технологической политики и образования

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Донской государственный аграрный университет»

# **Биохимия пищеварения**

Учебное пособие

УДК 577.1

ББК 28.67

Б63

**Рецензенты:** **Сочинская О.Н.**, доц. каф. биологии, морфологии и вирусологии, канд. с.-х. наук Донской ГАУ;  
**Нижельская Е.Н.**, доц. каф. паразитологии, ВСЭ и эпизоотологии, канд. вет. наук Донской ГАУ.

**Б63**

**Биохимия пищеварения** : учебное пособие / сост.: В.Э. Никитчук, А.А. Савинова, Н.П. Фалынскова ; Донской ГАУ. – Персиановский : Донской ГАУ, 2018. – 21 с.

Учебное пособие содержит материал о биохимических процессах, происходящих при переваривании корма у животных в пищеварительном тракте. Предназначено для самостоятельной работы студентов.

2

УДК 577.1

ББК 28.67

Утверждено методической комиссией факультета ветеринарной медицины протокол № 9 от 9 апреля 2018 г.

Рекомендовано к изданию методическим советом университета протокол № 3 от 18 апреля 2018 г.

© ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2018  
© Никитчук В.Э., Савинова А.А., Фалынскова Н.П.,  
составление, 2018

# Содержание

Введение.....	4
1. Общие представления о процессе пищеварения.....	5
2. Слюна и ее действие.....	6
3. Желудочный сок и его действие.....	7
4. Обменные процессы в преджелудках жвачных животных.....	9
5. Переваривание в тонком отделе кишечника.....	11
6. Процессы, происходящие в толстом отделе кишечника.....	15
7. Регуляция пищеварения.....	19
8. Контрольные вопросы.....	20
9. Список использованной литературы.....	21

## Введение

Обмен веществ и энергии составляет главную сущность жизнедеятельности любого организма. Живое остается живым до тех пор, пока оно способно строить самое себя из веществ окружающей среды; живая материя поддерживает собственное существование путем постоянного и непрерывно протекающего поглощения химических соединений из внешней среды, преобразования их в структурные элементы тела и выведения во внешнее пространство продуктов распада. Этот непрерывный круговорот веществ называется обменом веществ или метаболизмом.

Обмен веществ складывается из двух противоположных процессов – ассимиляции и диссимиляции, составляющих диалектическое единство.

Поглощение, накопление и преобразование организмом веществ окружающей среды в вещества собственного тела называется *ассимиляцией* или *анаболизмом*. При этом происходит трата энергии.

Ту часть обмена веществ, которая сопровождается разрушением компонентов живого тела и выведением продуктов распада из организма, называют *диссимиляцией* или *катаболизмом*. При этом выделяется энергия, значительное количество которой организм использует для реакций ассимиляции, поддержания определенной температуры тела, механической работы и др.

Таким образом, обмен веществ есть диалектическое единство противоположных процессов питания и выделения, усвоения и разрушения, синтеза и распада, т. е. единство процессов ассимиляции и диссимиляции.

Обмен веществ у животных организмов можно разделить на 3 этапа:

1. *Пищеварение* – процесс механической и химической обработки составных частей пищи в пищеварительных органах и всасывание.
2. *Промежуточный обмен* включает процессы распада и синтеза веществ в тканях организма.
3. *Выделение* продуктов обмена из организма с мочой, калом, выдыхаемым воздухом и т.д.

## 1. Общие представления о процессе пищеварения

Биологическая необходимость пищеварения заключается в том, что сложные молекулы продуктов питания, чужеродные для данного организма, расщепляются до низкомолекулярных органических веществ, не обладающих специфичностью, которые, всосавшись в пищеварительном тракте, служат строительным материалом для органов и тканей организма животного. Так, белки расщепляются до аминокислот, жиры – до жирных кислот и глицерина, сложные углеводы – до моносахаридов.

Переваривание – одна из главных форм взаимосвязи организма с окружающей средой. Оно происходит в желудочно-кишечном тракте, слизистая оболочка которого обеспечивает усвоение и всасывание питательных веществ. Процессы пищеварения регулируются нейрогуморальными механизмами, условными и безусловными рефлексами и другими механизмами.

Разложение кормовых веществ осуществляется в результате:

- 1) химического действия пищеварительных соков животного на составные вещества корма;
- 2) химического действия микроорганизмов, населяющих полости пищеварительного тракта животных, т. к. микроорганизмы обладают ферментными системами, способными вызвать глубокий распад кормовых веществ;
- 3) химического действия ферментов, содержащихся в кормах.

Схематически пищеварительный аппарат сельскохозяйственных животных представляет собой длинную извитую трубку с расширениями, начинающуюся ротовым и заканчивающуюся заднепроходным отверстием. Расширенные части пищеварительного аппарата – желудок, преджелудки жвачных, зоб птиц, ободочная и прямая кишки.

Слизистая оболочка пищеварительного тракта содержит многочисленные железы, выделяющие пищеварительные соки. В определенных участках она обособлена в специальные железы, вырабатывающие пищеварительные соки (слюнные железы, поджелудочная железа, печень).

В пищеварительном тракте животного корма подвергаются, прежде всего, механической обработке: они измельчаются, растираются, увлажняются, в результате чего значительно облегчается воздействие на них пищеварительных соков. Железы слизистой оболочки всего пищеварительного тракта, а также специальные пищеварительные железы – слюнные, поджелудочная и печень – вырабатывают и выделяют в полости

пищеварительного тракта соки, содержащие различные гидролитические ферменты, которые можно разделить на четыре группы:

- 1) ферменты, участвующие в переваривании углеводов (амилолитические);
- 2) ферменты, участвующие в переваривании белков и пептидов (протеолитические);
- 3) ферменты, участвующие в переваривании нуклеиновых кислот (нуклеазы или нуклеолитические) и гидролизе нуклеотидов;
- 4) ферменты, участвующие в переваривании липидов (липолитические).

Количество и состав сока каждого отдела пищеварительного тракта изменяется в зависимости от состояния центральной нервной системы, от условий содержания животного, качества корма, его предварительной обработки и т.д.

рН среды в разных участках желудочно-кишечного тракта различный, этим обеспечивается оптимальная активность ферментов для полного переваривания составных частей корма. Характерным для желудочно-кишечного тракта является наличие слизи, которая служит обволакивающим и защитным средством.

## 2. Слюна и ее действие

6

Пищеварение начинается в ротовой полости, куда выделяется секрет слюнных желез. Здесь корм подвергается механической обработке, смачивается слюной и становится доступной для продвижения по пищеводу.

Слюна вырабатывается околоушной, подъязычной, подчелюстной железами, рН слюны сельскохозяйственных животных находится в слабощелочной зоне. Слюнные железы вырабатывают за сутки у человека около 1,5л слюны, у лошади – 40-50 л, крупного рогатого скота – 60-80 л, овец – 6-10 л, собаки – 3л.

Исследования И.П. Павлова показали, что различные раздражители вызывают неодинаковую реакцию со стороны слюнных желез. Если мясо, влажная пища вызывает небольшое слюноотделение, то сухая пища, раздражители типа кислот приводят к повышению секреции слюнных желез.

Слюна животных бесцветная или мутная, опалесцирует, имеет тягучую консистенцию, без запаха. Слюна животных содержит 0,4-0,9% плотного остатка, в состав которого входят: муцины, альбумины, глобулины, аминокислоты, ферменты (амилаза, мальтаза и др.), холестерин, глюкоза, молочная кислота, витамины, мочевины, мочевая кислота и др.

Минеральный состав слюны представлен анионами хлоридов, гидрокарбонатов, фосфатов, сульфатов, иодидов, бромидов и катионами  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  и др. Слюна жвачных животных особенно богата гидрокарбонатами.

**Муцин** – глюкопротеид, обуславливает вязкость слюны, благодаря чему кормовые массы легко перемещаются по пищеводу в следующие отделы, не повреждая слизистую оболочку.

Корма, содержащие крахмал и гликоген, под влиянием фермента **амилазы** подвергается гидролитическому расщеплению:



Амилаза лучше всего действует на крахмал вареных кормов, расщепляя его до мальтозы. Под влиянием **мальтазы** мальтоза может расщепляться до глюкозы:



Корм в ротовой полости находится 1-5 минут. Ферменты частично расщепляют углеводы корма. Большинство полисахаридов остается неизменным и поступает в желудок или преджелудки.

Наибольшая активность амилазы и мальтазы – в слюне человека и обезьян, самая низкая – в слюне собак и кошек.

После ротовой полости пищевой ком по пищеводу проходит в желудок. Здесь расщепление углеводов постепенно прекращается. По мере пропитывания кормовых масс желудочным соком амилаза и мальтаза слюны инактивируются (через 20-30 мин.) вследствие резкого изменения реакции среды (данные ферменты активны при рН близком к нейтральному значению).

### 3. Желудочный сок и его действие

Изучение химизма желудочного пищеварения было начато в середине 18 столетия. Впервые в 1752 году Реамюр добыл желудочный сок хищных птиц. Классические исследования деятельности пищеварительных желез принадлежат И.П. Павлову. Он показал зависимость секреции желудочного сока от качества и количества корма.

Желудочный сок продуцируется железами дна желудка. Это бесцветная, иногда слегка мутная жидкость, без запаха с кислой реакцией среды (рН 1,2-3,8 в зависимости от вида животного). Суточное количество желудочного

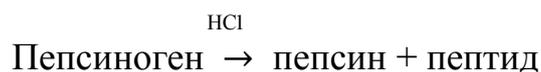
сока у человека – 2-3 л, крупного рогатого скота – 30, лошади – 20, свиньи – 4, собаки - 2-3, овцы и козы – 4.

В состав желудочного сока входит 99,5% воды и 0,5% плотных веществ. Плотные вещества включают ферменты – пепсин, реннин, желатиназу, липазу и др.; белки – сывороточные альбумины и глобулины, муцин; из минеральных веществ – кислоты (в основном соляную) и соли.

Основным ферментом желудочного сока является пепсин, а кислотой, создающей условия для его каталитического действия, соляная. В образовании пепсина участвуют главные клетки желез дна желудка, в образовании соляной кислоты – обкладочные. Соляная кислота находится в желудочном соке в свободном состоянии и связанном с белками и продуктами их расщепления.

Роль соляной кислоты заключается в следующем:

1) активирует фермент пепсин, который вырабатывается в виде неактивного профермента пепсиногена и активируется по схеме:



2) создает кислую реакцию среды, необходимую для деятельности пепсина (оптимум pH пепсина 1,5-2,5);

3) ускоряет набухание белков и, таким образом, делает их доступнее для действия ферментов;

4) оказывает дезинфицирующее действие на содержимое желудка (прекращает гнилостные и бродильные процессы);

5) облегчает растворение плохо растворимых веществ, содержащихся в корме (фосфатов кальция, комплексных соединений железа и др.);

б) стимулирует синтез гормонов кишечника.

**Пепсин** катализирует расщепление белков. Обнаружен у всех позвоночных, за исключением некоторых рыб. Относится к эндопептидазам. Легче всего разрываются связи, образованные ароматическими и дикарбоновыми аминокислотами. Пепсин легко расщепляет белки животного происхождения (казеин, миоглобин, миоген, миозин) и некоторые растительные белки, построенные в основном из моноаминодикарбоновых кислот (глиадин и глутелин злаков), а также нуклеопротеиды и другие сложные белки.

Часть белков расщепляется другими протеолитическими ферментами желудочного сока, например, коллагены – желатиназой, казеины – реннином.

**Реннин** (химозин или сычужный фермент) вырабатывается клетками желез желудка, вызывает процесс свертывания казеина молока. Синтезируется в

виде прореннина, который при значении  $pH < 5$  превращается в реннин. В слабокислой среде ( $pH 5,0-5,3$ ) в присутствии солей кальция химозин катализирует следующее превращение:



Этот фермент имеет особое значение для детей и молодняка животных, у людей функция этого фермента поддерживается длительно.

Химозин используется при изготовлении кисломолочных продуктов.

**Липаза** – малоактивный фермент, расщепляющий жиры на глицерин и жирные кислоты, действует только на эмульгированные жиры. Оптимум действия находится при  $pH 4,0-5,0$ . В организме сосунов липаза более активна и хорошо расщепляет эмульгированные жиры молока. В желудочном соке взрослых животных липаза значительной роли не играет, т.к.:

- 1) действует в слабокислой среде, а в желудке – сильноокислая;
- 2) для активного действия липазы жиры должны быть эмульгированы.

#### 4. Обменные процессы в преджелудках жвачных животных

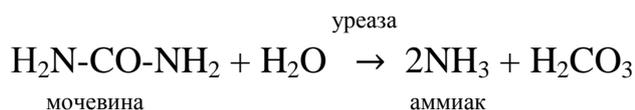
Жвачные животные имеют сложный желудок, состоящий из четырех взаимосвязанных камер: рубца, сетки, книжки и сычуга. Самая крупная из них – рубец, занимающий значительную часть левой половины брюшной полости. Емкость рубца варьирует в зависимости от возраста у овец – 4-10 л, у крупного рогатого скота – 100-300 л. Рубец начинает функционировать через несколько недель после рождения. Содержимое рубца обладает слабокислой реакцией, буферными свойствами и богато микрофлорой, представленной бактериями, простейшими и дрожжами, которые хорошо приспособились к среде в данной камере желудка и жизненно необходимы организму животного. В 1г содержимого рубца находится до  $10^6$  микроорганизмов. Слизистая оболочка рубца ферментов не вырабатывает.

В преджелудках жвачных животных под влиянием микроорганизмов происходит расщепление углеводов, превращение азотистых веществ и липидов, синтез витаминов.

##### *Расщепление углеводов*

Ферменты микроорганизмов расщепляют клетчатку (в пищеварительных соках нет ферментов, действующих на клетчатку) по типу различных брожений по следующей схеме:





В дальнейшем бактерии используют азот аммиака для построения аминокислот.

В сычуге микроорганизмы под действием желудочного сока погибают и разрушаются. Освободившиеся при этом белки богаты цистином, метионином и другими важными аминокислотами; эти белки усваиваются организмом животного и имеет большое значение в питании животного.

#### *Обмен липидов*

Липиды корма ферментируются микрофлорой преджелудков. При этом частично они превращаются в липиды микроорганизмов, а частично в летучие жирные кислоты, о судьбе которых указано выше.

#### *Синтез витаминов*

Взрослые жвачные способны синтезировать в преджелудках с помощью микрофлоры все витамины группы В, витамины К, С, U и др.

При нарушении функций преджелудков развиваются кетозы и в крови появляются кетоновые тела: ацетоуксусная, β-оксимасляная кислоты, ацетон и др.

## 5. Переваривание в тонком отделе кишечника

В двенадцатиперстной кишке кормовые массы подвергаются действию пищеварительных соков, выделяемых железами тонкого отдела кишечника, поджелудочной железой и печенью.

Пищевая кашка здесь нейтрализуется. В этом отделе в основном заканчивается переваривание составных частей корма и образуются вещества, способные всасываться. Так, белки распадаются до аминокислот, жиры – до глицерина и высших жирных кислот, углеводы – до моносахаридов.

### *Сок поджелудочной железы и его действие*

Наибольшее значение имеет сок поджелудочной железы (панкреатический сок), оказывающий сильное действие на все составные части корма. Поджелудочная железа человека выделяет 0,6-0,7 л сока, крупного рогатого скота – 3-4 л, свиньи – 8 л, собаки – 0,2-0,3 л. Это прозрачная бесцветная жидкость слабощелочной реакции (рН 7,3-8,25), содержащая 90% воды и до

10% плотного остатка. В состав плотного остатка входят белки, пептиды, аминокислоты, жиры, мыла, NaCl, CaCl<sub>2</sub>, NaHCO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> и другие вещества.

Панкреатический сок оказывает действие на все составные части корма, осуществляя на 60-80% расщепление белков, углеводов, жиров и нуклеиновых кислот корма. Важнейшими частями панкреатического сока являются следующие ферменты.

**Трипсин.** В железе находится в виде неактивной формы – трипсиногена; переходит в трипсин под действием фермента кишечного сока энтерокиназы. Трипсин – эндопептидаза, действующая на связи, образованные карбоксильными группами лизина и аргинина. Белки при этом расщепляются до пептидов и аминокислот.

**Химотрипсин.** В железе находится в неактивной форме в виде химотрипсиногена, активируется трипсином, разрывает связи, образованные карбоксильными группами ароматических аминокислот.

**Карбоксипептидаза.** Относится к экзопептидазам, разрывает крайние пептидные связи со стороны свободной карбоксильной группы, отщепляет от полипептидов свободные аминокислоты.

**Нуклеазы (рибонуклеаза, дезоксирибонуклеаза).** Эти ферменты расщепляют нуклеиновые кислоты до нуклеотидов.

**Липаза.** Синтезируется в неактивной форме, гидролизует жиры, активируется желчью, является более активной, чем желудочная липаза.

**Амилаза.** Гидролизует крахмал, гликоген, декстрины до мальтозы. Действие ее значительно сильнее, чем действие амилазы слюны; желчь усиливает действие фермента.

**Мальтаза.** Расщепляет мальтозу до глюкозы.

**Лактаза.** Расщепляет лактозу до глюкозы и галактозы; имеет большое значение у молодняка животных.

**Сахараза (инвертаза).** Расщепляет сахарозу до глюкозы и фруктозы.

### ***Желчь и ее действие***

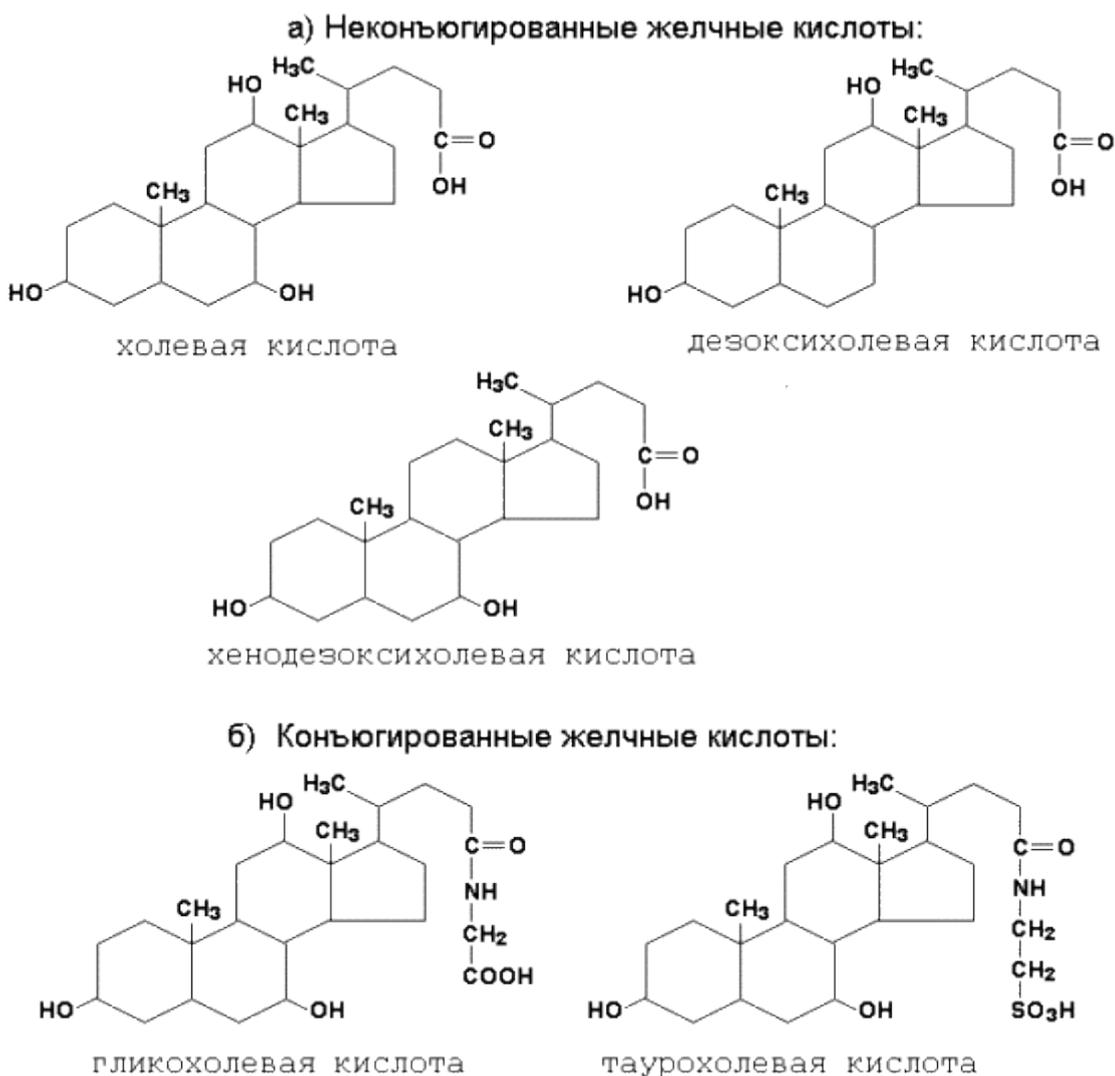
В просвет кишечника выделяется секрет печени – желчь. Различают два вида желчи: печеночную (из протоков) и пузырную (из желчного пузыря), которая является более концентрированной, чем печеночная. У однокопытных животных желчного пузыря нет, поэтому у них вырабатывается только печеночная желчь.

Пузырная желчь – густая, тягучая, мутноватая жидкость, имеющая различную окраску: от золотисто-желтой до черной с зеленым отливом,

горькая на вкус, имеет слабый запах, реакция среды – нейтральная или слабокислая, содержит 9-20% сухого вещества (в печеночной – 1-5%). В состав сухого вещества входят желчные пигменты, желчные кислоты, муцин, холестерин, фосфатиды, жиры, мочевины, мочевая кислота, пуриновые основания, минеральные вещества, газы ( $\text{CO}_2$  и  $\text{O}_2$ ) и другие вещества.

**Желчные пигменты** представлены билирубином (красно-оранжевый) и биливердином (темно-зеленый). Они представляют собой продукты распада белка крови гемоглобина. Эти пигменты нередко появляются в крови при некоторых заболеваниях крови или печени, поэтому обнаружение их в крови является диагностическим признаком.

**Желчные кислоты** являются производными холановой кислоты и близки по своей структуре к холестерину. К числу желчных кислот относятся: холевая, дезоксихолевая, хенодезоксихолевая и литохолевая. Они находятся в желчи в свободном и связанном (в виде парных соединений с глицином или таурином) состояниях.



Дезоксихолевая кислота, в отличие от холевой, не имеет гидроксильной группы в 7-м положении, а хенодезоксихолевая – в 12 положении. В литохолевой кислоте отсутствуют гидроксильные группы в 7 и 12 положениях.

Холевая кислота содержится в значительном количестве в желчи крупного рогатого скота и овец, в желчи коз, кроликов и собак; дезоксихолевая кислота найдена в меньших количествах в желчи крупного рогатого скота, свиней и кроликов; литохолевая обнаруживается главным образом в желчных камнях крупного рогатого скота и свиней. Из желчи человека выделены все четыре желчные кислоты. Парные желчные кислоты (гликохолевая и таурохолевая) содержатся в желчи всех сельскохозяйственных животных.

**Значение желчных кислот** в пищеварительном процессе объясняется прежде всего их физико-химическими свойствами.

- 1) Они обладают способностью резко понижать поверхностное натяжение растворов, облегчают превращение жиров в тонкую эмульсию и тем самым делают их легко доступными для воздействия липазы.
- 2) Желчные кислоты играют существенную роль в процессе всасывания высших жирных кислот, образующихся при расщеплении жиров. Они легко образуют комплексные соединения с высшими жирными кислотами, которые обладают значительной растворимостью и быстро проникают в эпителий ворсинок.
- 3) Желчные кислоты участвуют во всасывании стероидов, витаминов А, Д, Е, К.
- 4) Они активируют липазу и усиливают действие протеаз на белки.

### ***Кишечный сок и его действие***

Кишечный сок выделяется железами тонкого отдела пищеварительного тракта, это густая жидкость щелочной реакции (рН 7,4-8,7). Суточное количество кишечного сока у человека – 2-3 л, у овец – 3 л, у крупного рогатого скота и лошадей – значительно больше. Он богат ферментами, содержит муцин, сывороточные белки, жиры, соли (NaCl, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) и другие вещества. Кишечный сок завершает химическое разложение кормовых масс.

Ферменты кишечного сока:

**Энтерокиназа** является активатором трипсиногена, по химической природе относится к сложным, содержащим аминокислоты, белкам; её активность прекращается при увеличении кислотности до 6,4.

**Аминопептидаза** – экзопептидаза, расщепляющая полипептиды со стороны аминокислот, имеющих свободные аминогруппы.

**Дипептидазы** расщепляют только дипептиды. Их активируют ионы магния, марганца, а также цистеин.

**Нуклеотидазы** расщепляют нуклеотиды.

Из других ферментов кишечного сока наиболее существенное значение имеет липаза, а также ферменты, расщепляющие дисахариды – мальтаза, лактаза и сахараза. Их действие подобно действию таких же ферментов сока поджелудочной железы.

В результате действия всех пищеварительных соков и ферментов пищеварительного тракта, белки корма расщепляются до аминокислот, жиры – до глицерина и жирных кислот, крахмал и дисахариды – до моносахаридов. Все эти продукты гидролитического расщепления всасываются, главным образом, в тонком отделе кишечника и поступают в кровь. Все, что не успело расщепиться, поступает в толстый отдел кишечника, который ферментов не вырабатывает.

## 6. Процессы, происходящие в толстом отделе кишечника

Все процессы, происходящие в толстом отделе кишечника, осуществляются за счет ферментов, принесенных свыше, и ферментов микроорганизмов, которые поселяются у родившихся животных и являются их обязательными сожителями в течение всей жизни. В толстом отделе кишечника происходят следующие процессы:

- 1) Гнилостный распад белков и аминокислот – гниение белков.
- 2) Брожение углеводов (клетчатки и др.) – разложение углеводов.
- 3) Синтез витаминов группы В, К и др., которые после разрушения самих микроорганизмов используются животным.
- 4) Всасывание воды.
- 5) Формирование каловых масс.

Непереваренные остатки корма, отмершие микробы, нерастворимые соли, жиры и желчные пигменты являются основными составными частями кала. В результате жизнедеятельности микроорганизмов образуются кишечные газы –  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CH}_4$ .

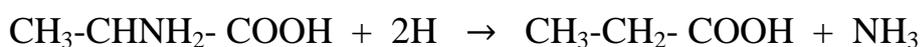
### ***Гниение белков***

Основная часть аминокислот, образовавшихся в результате гидролиза белков, всасывается и с током крови поступает в клетки органов и тканей и

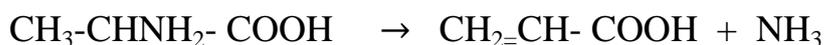
используется для синтетических процессов. Вместе с тем, часть аминокислот в кишечнике под действием гнилостной микрофлоры расщепляется до аминов, жирных кислот, спиртов, фенолов, индола, скатола, сероводорода и других в результате следующих процессов:

1) **Дезаминирование** аминокислот, т.е. отщепление аминогрупп, при этом образуется ядовитое соединение – аммиак, который частично всасывается, а большая часть выделяется с кишечными газами. Кроме аммиака образуются безазотистые соединения.

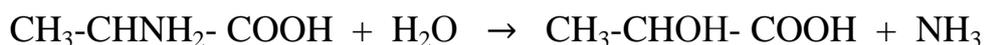
Различные микроорганизмы осуществляют дезаминирование по-разному. Одни – при участии водорода – **восстановительное дезаминирование**, в этом случае образуются насыщенные карбоновые кислоты.



Другие микроорганизмы осуществляют эту реакцию прямым отщеплением аммиака от аминокислоты (**прямое дезаминирование**), образуются при этом ненасыщенные кислоты.



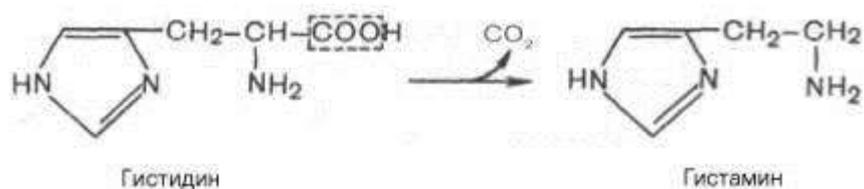
Известны микроорганизмы, которые осуществляют дезаминирование путем гидролиза – **гидролитическое дезаминирование**, продуктами которого являются оксикислоты.



Некоторые микроорганизмы осуществляют **окислительное дезаминирование**, при этом образуются кетокислоты

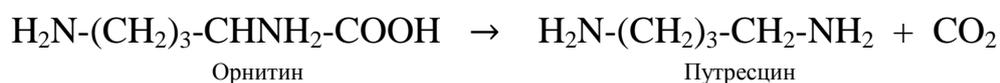
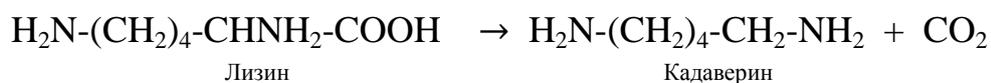


2) **Декарбоксилирование** аминокислот, при этом образуются амины и углекислый газ, который выделяется с кишечными газами. Образующиеся амины часто являются биологически активными веществами, а многие из них сильно ядовиты.



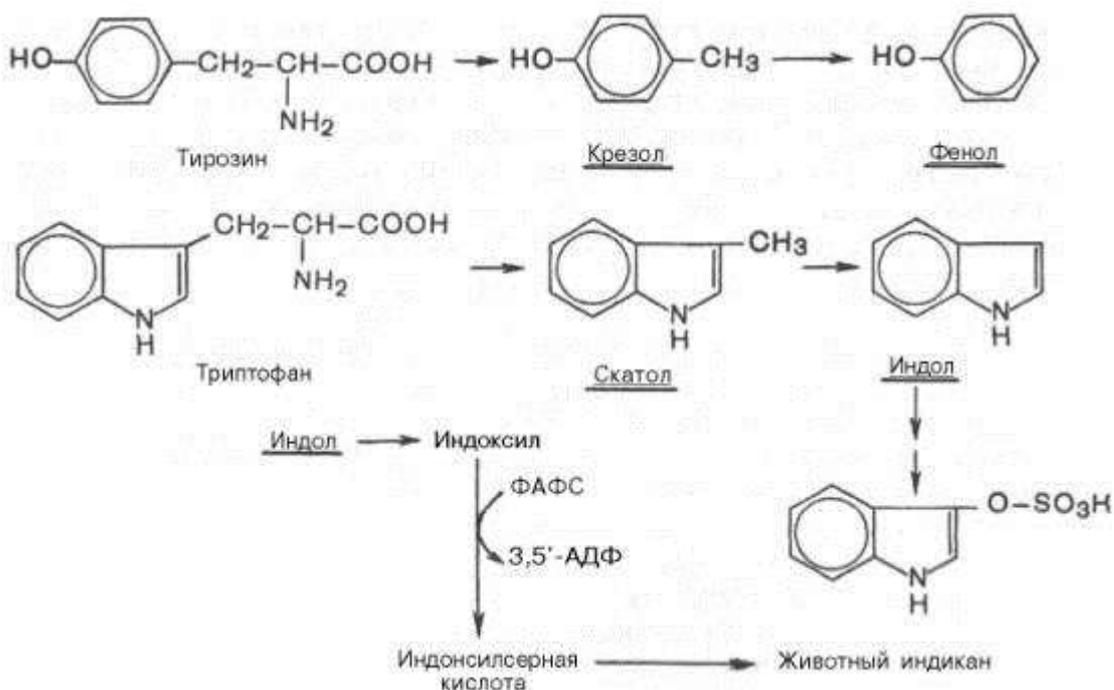
Гистамин вызывает резкое расширение капилляров, при этом падает кровяное давление, а при накоплении его в большом количестве может возникнуть шок.

Если декарбоксилированию подвергаются диаминомонокарбоновые кислоты, образуются диамины.



Кадаверин и путресцин называются трупными ядами, т.к. они образуются также при разложении трупов. Они всасываются в кровь и выделяются с мочой.

Кроме вышеуказанных реакций происходит более глубокий распад аминокислот, что ведет к образованию ядовитых, дурно пахнущих веществ: индола, скатола, фенола, крезола и др.

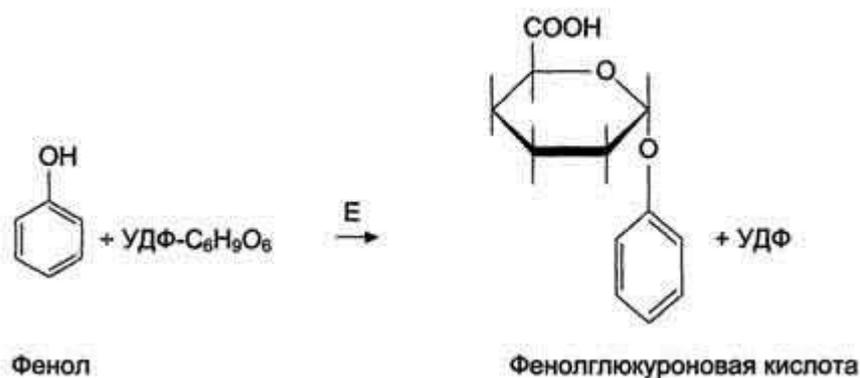
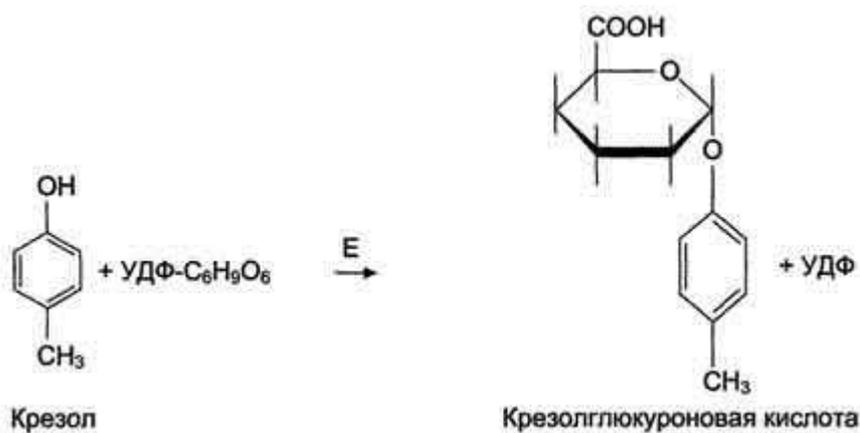


Индикан выделяется с мочой.

В результате превращений серусодержащих аминокислот образуются меркаптаны или тиоспирты ( $\text{CH}_3\text{SH}$ -метилмеркаптан).

Все эти соединения придают неприятный запах каловым массам и большая их часть выводится из организма. Если затруднено удаление этих веществ, то возможно отравление, даже со смертельным исходом.

Часть из этих веществ всасывается в кровь и обезвреживается в печени путем связывания их с серной или глюкуроновой кислотами и образование парных эфирсерных или эфироглюкуроновых соединений. Обезвреживанию подвергаются только окисленные соединения.



Процессы гниения у сельскохозяйственных животных резко усиливаются при нарушениях пищеварения, на почве кормления недоброкачественными кормами. При этом резко увеличивается образование ядовитых продуктов – аминов, индола, скатола, метилмеркаптана, сероводорода и др. Эти вещества всасываются в кровь и отравляют организм животного. Контроль за качеством кормления и предупреждение развития гнилостных процессов в кишечнике животных имеет большое практическое значение.

## 7. Регуляция пищеварения

Пищеварение регулируется ЦНС, а также системой гормонов и гормоноподобных веществ, образующихся в клетках пищеварительного тракта. Это гистамин (продукт декарбоксилирования гистидина), гастрин, секретин (полипептиды), энтерогастрон, холецистокинин, инсулин, простагландины, глюкагон, норадреналин, желчные кислоты и др. Выделение регуляторов происходит под действием корма и определяется его составом. При поступлении корма в желудок выделяется гистамин и гастрин, которые обеспечивают секрецию соляной кислоты и пепсина, переваривающих белки. Переход желудочного содержимого в двенадцатиперстную кишку служит сигналом к выделению энтерогастрона, который, выделяясь в кровь, тормозит секрецию желудочного сока.

Поступление пищи в кишечник способствует выделению комплекса регуляторов (секретин, холецистокинин-панкреозимин, химоденин и энтерокринин), которые обеспечивают быстрое выделение панкреатического и кишечного соков для переваривания корма.

Нарушение секреции регуляторов вызывает дисгармонию процессов пищеварения.

## 8. Контрольные вопросы

1. В чем состоит биологический смысл процесса пищеварения?
2. В результате каких процессов осуществляется разложение кормовых веществ в пищеварительном тракте животных?
3. Какие вещества входят в состав слюны?
4. Перечислите ферменты, входящие в состав слюны.
5. Какие вещества входят в состав желудочного сока?
6. Перечислите ферменты, входящие в состав желудочного сока.
7. Какова роль соляной кислоты в желудочном пищеварении?
8. Перечислите процессы, происходящие в преджелудках жвачных животных?
9. Какие вещества входят в состав сока поджелудочной железы?
10. Перечислите ферменты, входящие в состав панкреатического сока.
11. Какие вещества входят в состав желчи?
12. Какова роль желчных кислот в пищеварительном процессе?
13. Какие вещества входят в состав кишечного сока?
14. Перечислите ферменты, входящие в состав кишечного сока.
15. Перечислите процессы, происходящие в толстом отделе кишечника.
16. В чем заключается химизм гнилостного распада белков и аминокислот?
17. Как происходит обезвреживание ядовитых веществ, образующихся в толстом отделе кишечника?

## 9.Список использованной литературы

1. Желчные кислоты: общие сведения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://humbio.ru/humbio/har3/001340c7.htm>
2. Декарбоксилирование аминокислот [Электронный ресурс]. – Режим доступа:  
[http://bonoesse.ru/blizzard/A/Chimia/Bio\\_chinija/dekarboksilirovanie\\_aminokislot.html](http://bonoesse.ru/blizzard/A/Chimia/Bio_chinija/dekarboksilirovanie_aminokislot.html) 1
3. Ауэрман, Т.Л. Основы биохимии [Текст] : учеб. пособие / Т.Л. Ауэрман, Т.Г. Генералова, Г.М. Сусянок. – Москва : ИНФРА-М, 2013. – 400 с.
4. Гидранович, В.И. Биохимия [Текст] : учебное пособие / В.И. Гидранович, А.В. Гидранович. - 3-е изд. – Минск : ТетраСистемс, 2014. – 528 с.
5. Скурихин, И.М. Все о пище с точки зрения химика [Текст] : справочное издание / И.М. Скурихина, А.П. Нечаев. – Москва : Высш. шк., 1991. – 288 с.
6. Строев, Е.А. Биологическая химия [Текст] : учебник для фармац. ин-тов и фармац. фак. мед. ин-тов / Е.А. Строев. – Москва : Высш. шк., 1986. – 479 с.

*Учебное издание*

## **Биохимия пищеварения**

Учебное пособие

Составители: **Никитчук** Виктория Эдуардовна  
**Савинова** Алла Анатольевна  
**Фалынскова** Наталья Петровна

22

---

**Издаётся в авторской редакции**

Донской государственный аграрный университет  
346493, пос. Персиановский, Октябрьский район, Ростовская область

НИМИ ДГАУ, 346428, г. Новочеркасск, ул. Пушкинская, 111.