

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ И ТЕМПЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ АЦЕТИЛХОЛИН-АЦЕТИЛХОЛИНЭСТЕРАЗА В ТКАНЯХ МЫШЦ КОНЕЧНОСТЕЙ У КРОЛЬЧАТ

**Мардарьева Наталия Валерьевна**, кандидат биологических наук, доцент, заведующая кафедрой «Биотехнологии и переработка сельскохозяйственной продукции»

ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА

428003, г. Чебоксары, ул. Карла Маркса, д. 29; тел.: 89278411221;

e-mail: volga480@yandex.ru

**Ключевые слова:** крольчата, ацетилхолин, мышцы, постнатальный онтогенез.

Выявление закономерностей развития системы ацетилхолин-ацетилхолинэстераза в тканях мышц конечностей у крольчат дает возможность определить физиологические основы функционирования этой системы у животных на разных этапах их развития. Использовали крольчат породы серый великан в возрасте 1, 6, 12, 18, 24, 30, 45, 60, 90 и 120 суток. Возрастные группы формировали по принципу аналогов с учётом пола, живой массы, типа нервной системы и общего состояния. Мышцы животных извлекали, и пробы тканей замораживали в жидком азоте для дальнейших исследований. Содержание ацетилхолина определяли методом И.В. Шуцкого (1967), ацетилхолинэстеразы (АХЭ) – С. Хестрина в модификации А.Н. Панюкова (1966) в научной лаборатории ФГБОУ ВО Чувашской ГСХА. Результаты исследований свидетельствуют, что сравнительный анализ возрастных изменений содержания ацетилхолина и активности ацетилхолинэстеразы в тканях скелетных мышц в разные сроки раннего постнатального онтогенеза кроликов показывает, что темпы изменений названных показателей в отдельные возрастные фазы неодинаковые. Как видно из приведенных данных, содержание ацетилхолина и активность ацетилхолинэстеразы большими темпами изменяются в течение первых 24 суток жизни кроликов. Темпы изменений изучаемых показателей наиболее выражены в тканях трехглавой мышцы плеча и большой грудной мышцы, то есть в тех мышцах, которые в эту фазу жизни кроликов испытывают большую функциональную нагрузку и соответственно более интенсивно созревают. Позже функциональная нагрузка возрастает на прямую мышцу живота, икроножную и ягодичную мышцы, повышается интенсивность развития этих мышц, соответственно большими темпами в них изменяются содержание ацетилхолина и активность ацетилхолинэстеразы. С завершением совершенствования структуры и функции скелетных мышц содержание ацетилхолина и активность ацетилхолинэстеразы в них стабилизируются.

### Введение

Интенсивные структурно-функциональные и биохимические изменения в разных системах органов у животных организмов происходят в ранних фазах постнатального онтогенеза, в том числе и в скелетных мышцах. Результаты исследований многих авторов также подтверждают выводы о прямом участии ацетилхолина в метаболических процессах и тем самым в трофике тканей [1].

В предыдущих работах, представленных нашими коллегами, приведены результаты исследований амилазной активности и активности  $\gamma$ -глутамилтрансферазы в разных мышцах и органах у разновозрастных крольчат и поросят [2, 3, 4] и активности разных ферментов - в тканях разных органов пищеварительной системы у поросят и крольчат разного возраста [5, 6, 7].

Для выполнения работы была поставлена цель – определить закономерности развития системы ацетилхолин-ацетилхолинэстераза в тканях разных мышц у кроликов породы серый великан. Одной из задач исследований явилось нахождение концентрации ацетилхолина и ак-

тивности ацетилхолинэстеразы в разных функционально-значимых мышцах разного возраста кроликов.

### Объекты и методы исследований

Для проведения работы были отобраны крольчата в возрасте 1, 6, 12, 18, 24, 30, 45, 60, 90 и 120 суток. Каждый возраст отбирался в количестве 5 голов. Кролики содержались в условиях личного хозяйства и выращены строго с соблюдением требуемых ветеринарно-санитарных правил и норм кормления.

Все необходимые манипуляции крольчатам были проведены натощак в состоянии общего наркоза согласно «Правилам проведения работ с использованием экспериментальных животных» (1977) [8].

Устанавливали активность концентрации ацетилхолина и активности ацетилхолинэстеразы с использованием набора реагентов компании ОАО «Витал Девелопмен Корпорэйшн» (Санкт-Петербург).

### Результаты исследований

Сравнение содержания ацетилхолина и активности ацетилхолинэстеразы в разных

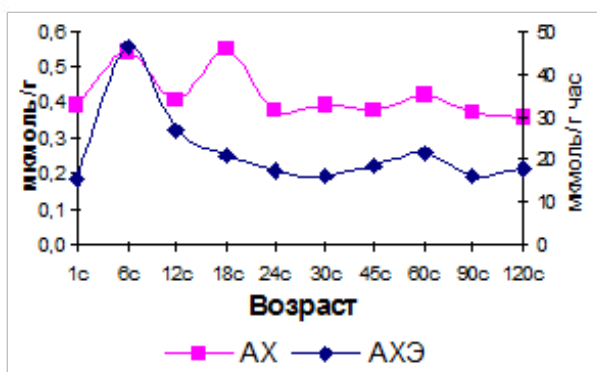


Рис. 1 - Содержание АХ и АХЭ в тканях трехглавой мышцы плеча

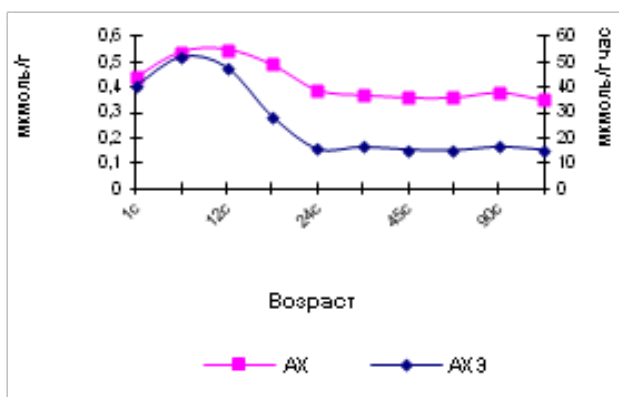


Рис. 2 - Содержание АХ и АХЭ в тканях прямой мышцы живота

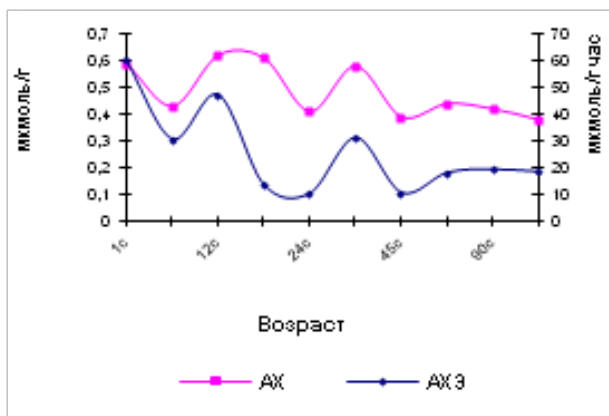


Рис. 3 - Содержание АХ и АХЭ в тканях ягодичной мышцы

мышцах в разные сроки раннего постнатального онтогенеза кроликов показывает, что темпы изменений данных показателей в отдельные возрастные фазы различны.

Значительные изменения содержания АХ в тканях трехглавой мышцы плеча (рис. 1) выявляются в фазы: с первых по шестые сутки повышается на 38,5 % (с  $0,39 \pm 0,02$  до  $0,54 \pm 0,01$ ), с двенадцатых по восемнадцатые сутки

растет на 29,3 % (с  $0,41 \pm 0,02$  до  $0,53 \pm 0,03$ ), с восемнадцатых по двадцать четвертые сутки понижается на 28,3 % (с  $0,53 \pm 0,03$  до  $0,38 \pm 0,02$ ) и с шестых по двенадцатые сутки опускается на 24,1 % (с  $0,54 \pm 0,01$  до  $0,41 \pm 0,03$ ).

Наиболее высокими темпами активность АХЭ в тканях трехглавой мышцы плеча меняется с первых по шестые сутки, повышается в 3,1 раза (с  $15,2 \pm 1,4$  до  $46,2 \pm 4,1$ ). Такие же изменения активности фермента устанавливаются с шестых по двенадцатые сутки, убавляется на 41,8 % (с  $46,2 \pm 4,1$  до  $26,9 \pm 2,5$ ), с восемнадцатых по двадцать четвертые сутки снижается на 40,2 % (с  $28,6 \pm 1,8$  до  $17,1 \pm 1,7$ ) и с шестидесятых по девяностые сутки падает на 22,2 % (с  $20,7 \pm 2,2$  до  $16,1 \pm 2,4$ ).

В большой грудной мышце (рис. 2) у крольчат изменения медиатора - АХ наиболее выражены с первых по шестые сутки, увеличились на 22,5 % (с  $0,44 \pm 0,03$  до  $0,54 \pm 0,03$ ), упали на 20,3 % и на 10,8 % с восемнадцатых по двадцать четвертые сутки (с  $0,49 \pm 0,03$  до  $0,39 \pm 0,03$ ) и с двенадцатых по восемнадцатые сутки (с  $0,55 \pm 0,04$  до  $0,49 \pm 0,03$ ) соответственно.

С восемнадцатых по двадцать четвертые сутки меняется также активность АХЭ на 45,0 %, падает с  $28,7 \pm 2,7$  до  $15,8 \pm 1,3$ , с двенадцатых по восемнадцатые сутки - на 40,1 % (с  $46,9 \pm 3,8$  до  $27,7 \pm 2,7$ ), а первые шесть суток повышается на 28,5 % (с  $40,4 \pm 2,3$  до  $51,9 \pm 3,6$ ).

Наиболее высокие темпы изменений АХ в тканях ягодичной мышцы (рис. 3) наблюдаются с шестых по двенадцатые сутки - повышается на 44,1 % (с  $0,43 \pm 0,03$  до  $0,62 \pm 0,09$ ), с двадцать четвертых по тридцатые сутки - на 41,0 % (с  $0,41 \pm 0,03$  до  $0,58 \pm 0,05$ ). Наиболее выраженный спад содержания ацетилхолина проявляется с восемнадцатых по двадцать четвертые сутки на 48,6 % (с  $0,61 \pm 0,03$  до  $0,41 \pm 0,03$ ), с тридцатых по сорок пятые сутки - на 48,5 % (с  $0,57 \pm 0,05$  до  $0,38 \pm 0,01$ ) и с первых по шестые сутки - на 27,1 % (с  $0,59 \pm 0,04$  до  $0,43 \pm 0,03$ ).

Значительный подъем активности ацетилхолинэстеразы в данной ткани выражается с двенадцатых по восемнадцатые, с тридцатых по сорок пятые, с первых по шестые сутки. Показатели падают в данные возрастные сроки в 3,5 (с  $47,4 \pm 3,4$  до  $13,4 \pm 2,8$ ), в 3,0 (с  $31,2 \pm 3,5$  до  $10,5 \pm 0,4$ ) и в 2,0 ( $60,2 \pm 8,1$  до  $30,8 \pm 3,1$ ) раза соответственно, а с двадцать четвертых по тридцатые сутки наблюдается подъем в 3,0 раза (с  $10,4 \pm 2,6$  до  $31,3 \pm 3,4$ ). Такая же повышенная активность выражается с сорок пятых по шестидесятые - на 71,6 % ( $10,6 \pm 0,4$  до  $18,2 \pm 1,1$ ) и с

шестых по двенадцатые сутки - на 54,2 % (с  $30,7 \pm 3,2$  до  $47,5 \pm 3,3$ ).

Икроножная мышца (рис. 4) обладает высокой активностью ацетилхолина в фазу с шестых по двенадцатые сутки жизни крольчат - на 81,5 % (с  $0,37 \pm 0,03$  до  $0,69 \pm 0,07$ ), с двадцать четвертых по тридцатые сутки - на 46,1 % (с  $0,38 \pm 0,01$  до  $0,56 \pm 0,02$ ). С восемнадцатых по двадцать четвертые сутки наблюдается спад активности АХ на 42,5 % (с  $0,68 \pm 0,05$  до  $0,39 \pm 0,01$ ), с тридцатых по сорок пятые сутки - на 33,3 % (с  $0,57 \pm 0,02$  до  $0,38 \pm 0,03$ ) и с первых по шестые сутки - на 22,4 % (с  $0,49 \pm 0,02$  до  $0,38 \pm 0,02$ ).

Спад активности АХЭ выражается с восемнадцатых по двадцать четвертые сутки в 2,5 раза (с  $29,2 \pm 2,7$  до  $11,8 \pm 2,1$ ). Такое проявление активности наиболее выражено с первых по шестые сутки, падает на 23,7 % (с  $32,1 \pm 3,0$  до  $24,5 \pm 3,4$ ), с шестых по двенадцатые сутки поднимается на 16,3 % (с  $24,5 \pm 3,5$  до  $28,5 \pm 1,3$ ).

Наиболее выраженные изменения концентрации АХ в тканях прямой мышцы живота (рис. 5) наблюдаются с двенадцатых по восемнадцатые сутки, уменьшается на 40,7 % (с  $0,54 \pm 0,02$  до  $0,32 \pm 0,02$ ), с шестых по двенадцатые сутки поднимается на 31,7 % (с  $0,41 \pm 0,02$  до  $0,54 \pm 0,02$ ), с шестидесятых по девяностые сутки снижается на 26,5 % (с  $0,49 \pm 0,03$  до  $0,36 \pm 0,03$ ).

По сравнению с предыдущими мышцами в тканях прямой мышцы живота интенсивный спад активности АХЭ обнаружили с тридцатых по сорок пятые сутки - в 3,7 раза (с  $18,7 \pm 1,1$  до  $5,1 \pm 0,2$ ), с шестых по двенадцатые сутки - в 1,5 раза (с  $60,9 \pm 5,6$  до  $39,9 \pm 2,6$ ), а с сорок пятых по шестидесятые сутки наиболее выражен ее подъем - в 3,1 раза (с  $5,1 \pm 0,3$  до  $15,7 \pm 1,7$ ), с первых по шестые сутки - в 2,4 раза (с  $25,7 \pm 2,1$  до  $60,9 \pm 5,7$ ). С двенадцатых по восемнадцатые сутки нами выявлено снижение активности фермента на 43,4 % (с  $39,8 \pm 2,6$  до  $22,5 \pm 1,6$ ).

#### Выводы

Выявленные данные говорят о том, что содержание АХ на относительно стабильном уровне выявляется у кроликов в разных мышцах в разные возрастные периоды: к 24-суточному возрасту - в трехглавой мышце плеча и большой грудной мышце, к 45-суточному возрасту - в тканях икроножной и ягодичной мышц, к 90-суточному возрасту - в тканях прямой мышцы живота.

Изменения активности ацетилхолинэстеразы и ее относительная стабилизация у кроликов также происходят в разных мышцах в разные возрастные периоды: к 12 суткам - в тканях

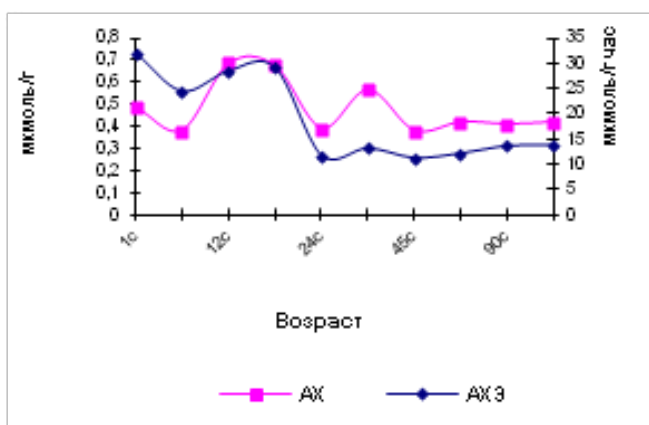


Рис. 4 - Содержание АХ и АХЭ в тканях икроножной мышцы

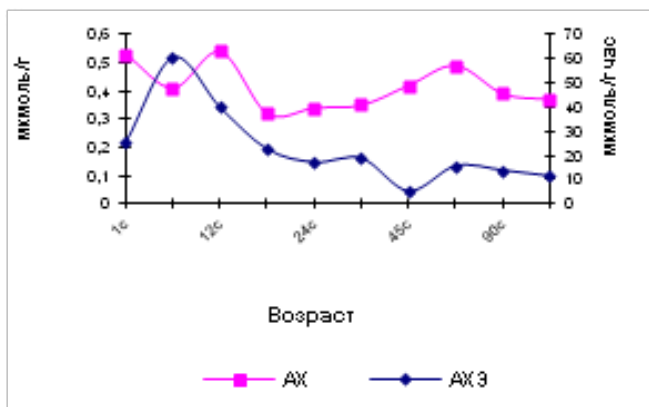


Рис. 5 - Содержание АХ и АХЭ в тканях прямой мышцы живота

трехглавой мышцы плеча, к 24 суткам - в тканях большой грудной мышцы, к 45 суткам - в тканях ягодичной мышцы и к 60 суткам - в тканях прямой мышцы живота.

По результатам исследований видно, что интенсивные изменения содержания ацетилхолина и активности ацетилхолинэстеразы во всех изучаемых мышечных тканях наблюдаются в течение первых 24 суток существования.

Наиболее выраженные изменения данных показателей встречаются в тех мышцах, которые в данный период жизни сильно развиваются и испытывают высокую функциональную нагрузку: трехглавая мышца плеча и большая грудная мышца.

С возрастом нагрузка переходит на прямую мышцу живота, икроножную и ягодичную мышцы, что также основано на интенсивности развития этих мышц. В результате этого такими же темпами изменяются и содержание ацетилхолина, и активность ацетилхолинэстеразы.

Стабилизация данных показателей наступает с завершением совершенствования струк-

туры и функции этих мышц.

Определение выраженных изменений содержания ацетилхолина, активности ацетилхолинэстеразы в тканях изучаемых скелетных мышц в разные возрастные периоды отражает их структурно-функциональное совершенствование и особенности постнатального развития. Данные свидетельствуют об участии в этом совершенствовании системы ацетилхолин-ацетилхолинэстераза. Сведения, полученные при этом, отражают теорию, предложенную П.К. Анохиным (К., 1975), суть которой состоит в том, что «в каждой фазе онтогенеза развиваются именно те системы, которые обеспечивают проявление жизненно важных функций развивающегося организма и приспособляют его к изменяющимся условиям внутренней и внешней среды».

#### Библиографический список

1. Зайцев, С.Ю. Биохимия животных. Фундаментальные и клинические аспекты /С.Ю. Зайцев, Ю.В. Конопатов. - 2-е изд. - СПб: Лань, 2005. - 384 с.

2. Мардарьева, Н.В. Амилазная активность в тканях мышц у растущих крольчат / Н.В. Мардарьева, О.П. Нестерова, Т.В. Кузнецова // Продовольственная безопасность и устойчивое развитие АПК. Материалы международной научно-практической конференции.- Чебоксары: ФГБОУ ВПО ЧГСХА, 2015. - С. 441-444.

3. Мардарьева, Н.В. Возрастные изменения активности  $\gamma$ -глутамилтрансферазы в тканях мышц конечностей у крольчат / Н.В. Мардарье-

ва, М.Г.Терентьева // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – Том 1, № 2. – С. 83-86.

4. Активність  $\gamma$ -глутамілтрансферази у тканинах м'язів візновікових кролят / О.П.Нестерова, Г.М.Ефремова, М.Г.Терентьева, Т.В. Кузнецова // Вестник Сумского национального аграрного университета. – 2016. – №5 (29). – С. 187-190.

5. Мардарьева, Н.В. Активность аспартатаминотрансферазы в тканях двенадцатиперстной кишки у крольчат в разные фазы постнатального онтогенеза / Н.В. Мардарьева, М.Г.Терентьева // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – Том 1, № 2. – С. 83-86.

6. Терентьева, М.Г. Уровень  $\gamma$ -глутамилтрансферазы в тканях поджелудочной железы у поросят при включении в рацион свиней БВМД / М.Г.Терентьева, Н.Г. Игнатев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – №12 (86) – С. 76-78.

7. Терентьева, М.Г. Активность  $\gamma$ -глутамилтрансферазы в тканях желудка у поросят / М.Г. Терентьева, Н.Г.Игнатев // Аграрный вестник Урала. – 2011. - №9(88). – С. 12-18.

8. Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных: приложение к приказу Министерства здравоохранения СССР №775 от 12.03.1977 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vita.org.ru/exper/order-peotrovsky.htm>

## CONSISTENT PATTERNS AND RATE OF DEVELOPMENT OF THE ACETYLCHOLINE - ACETYLCHOLINESTERASE SYSTEM IN MUSCLE TISSUES OF RABBIT LIMBS

*Mardarieva N.V.*

*FSBEI HE Chuvash State Agricultural Academy  
428003, Cheboksary, Karl Marx st., 29; Phone: 89278411221;  
e-mail: volga480@yandex.ru*

*Key words: rabbit, acetylcholine, muscles, postnatal ontogeny.*

*Revealing the patterns of development of the acetylcholine-acetylcholinesterase system in limb muscle tissues of rabbits makes it possible to determine the physiological basis of this system functioning at different stages of development. The gray giant rabbit breed was studied at the age of 1, 6, 12, 18, 24, 30, 45, 60, 90 and 120 days. Age groups were formed on the principle of analogs, taking into account gender, live weight, type of nervous system and general condition. The animal muscles were removed and tissue samples were frozen in liquid nitrogen for further studies. The content of acetylcholine was determined by the method of I.V. Shutskiy (1967), acetylcholinesterase (AChE) – by S. Hestrin in the modification of A.N. Panyukov (1966) in the scientific laboratory of FSBEI HE Chuvash State Agricultural Academy. The results of the studies show that a comparative analysis of age-related changes in acetylcholine content and acetylcholinesterase activity in skeletal muscle tissues at different periods of early postnatal ontogenesis of rabbits shows that the rates of changes of these indicators differ.*

*As can be seen from the data presented, the content of acetylcholine and the activity of acetylcholinesterase change rapidly during the first twenty-four days of rabbit life. The rates of changes of the studied indicators are most pronounced in the tissues of triceps muscle of arm and the large pectoral muscle, that is, in those muscles that experience a greater functional load in this phase of rabbit life and, consequently, grow more intensively. Later, the functional load increases on the rectus abdominis muscle, sural and gluteus muscle, the development intensity of these muscles increases, so the acetylcholine content and the activity of acetylcholinesterase change at a higher rate. By the time of complete formation of structure and function of skeletal muscles, the content of acetylcholine and the activity of acetylcholinesterase in them stabilize.*

#### *Bibliography*

*1. Zaitsev, S.Yu. Biochemistry of animals. Fundamental and clinical aspects /S.Yu. Zaitsev, Yu.V. Konopatov. - 2nd edition. - St. Petersburg: Lan, 2005. - 384 p.*

2. Mardarieva, N.V. Amylase activity in muscle tissues of growing rabbits / N.V. Mardarieva, O.P. Nesterova, T.V. Kuznetsova // *Food security and sustainable development of the agro-industrial complex. Materials of the international scientific and practical conference* .- Cheboksary: FSBEI HE Chuvash State Agricultural Academy, 2015. - P. 441-444.
3. Mardarieva, N.V. Age-related changes in  $\gamma$ -glutamyltransferase activity in limb muscle tissues of rabbits / N.V. Mardarieva, M. G. Terentyeva // *News of Samara State Agricultural Academy*. - 2016. - Volume 1, No. 2. - P. 83-86.
4. The activity of  $\gamma$ -glutamyl transferase in tissues sprzedawana m / O. P. Nesterova, G. M. Efremova, M. G. Terentjeva, T. V. Kuznetsova // *Vestnik of the Sumy National Agrarian University*. -2016. - №5 (29) .- P. 187-190.
5. Mardarieva, N.V. Activity of aspartate aminotransferase in duodenum tissues of rabbits at different phases of postnatal ontogenesis / N.V. Mardarieva, M. G. Terentjeva // *News of Samara State Agricultural Academy*. - 2016. - Volume 1, No. 2. - P. 83-86.
6. Terentjeva, M.G. Level of  $\gamma$ -glutamyltransferase in pancreatic tissues of piglets in case of including protein, vitamin and mineral supplements in their rations/ M.G. Terentjeva, N.G. Ignatiev // *Vestnik of Altai State Agrarian University*. - 2011. - No. 12 (86) - P. 76-78.
7. Terentjeva, M.G. Activity of  $\gamma$ -glutamyltransferase in stomach tissues of piglets / M.G. Terentjeva, N.G. Ignatiev // *Agrarian vestnik of the Urals*. - 2011. - No. 9 (88). - P. 12-18.
8. Rules of work with experimental animals: an annex to the order of the Ministry of Health of the USSR №775 12.03.1977 [Electronic resource]. - Access mode: <http://www.vita.org.ru/exper/order-peetrovsky.htm>