

## ИЗМЕНЕНИЕ АКТИВНОСТИ ГАММА-ГЛУТАМИЛТРАНСФЕРАЗЫ В ТКАНЯХ ПЕЧЕНИ У КРОЛЬЧАТ В РАЗНЫЕ ФАЗЫ ПОСТНАТАЛЬНОГО ОНТОГЕНЕЗА

**Терентьева Майя Генриховна**, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Биотехнологии и переработка сельскохозяйственной продукции»

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

**Щипцова Надежда Варсонофьевна**, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Биотехнологии и переработка сельскохозяйственной продукции»

ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ

428003, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29 Тел.:62-23-34

e-mail: info@academy21.ru

*Ключевые слова:* доли печени, гамма-глутамилтрансфераза, активность фермента, фаза питания, крольчата.

*В настоящей работе изложены закономерности изменений активности гамма-глутамилтрансферазы (ГГТ) в тканях различных долей печени (хвостатой, сосцевидной, правой наружной, левой наружной, левой внутренней и квадратной) у крольчат породы серый великан в разные фазы постнатального онтогенеза. Активность фермента определена спектрофотометрическим методом в научной лаборатории ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ. Выявлено, что крольчата рождаются с различной активностью фермента в исследуемых долях печени, и интенсивность возрастных изменений активности ГГТ в изучаемые промежуточные фазы жизни крольчат в тканях долей печени разнообразная, что связано с изменением состава растительного корма и с неодинаковой потребностью участия фермента в обменных процессах в тканях организма в течение изучаемого раннего постнатального периода. Наиболее интенсивные изменения активности фермента с возрастом крольчат происходят в молочивно-молочной фазе – в квадратной доле; в первую фазу молочного питания – в правой и в левой наружной долях; в третьей фазе молочного питания – в левой внутренней и в квадратной долях; во второй фазе переходного питания – в левой внутренней доле. Стабилизации активности ГГТ к двухмесячному возрасту не происходит.*

### Введение

Ферменты как биологические катализаторы играют значительную роль в жизнедеятельности живых организмов. Обмен веществ в организме у животных в течение постнатального онтогенеза в значительной степени зависит от активности в них ферментативных систем [1, 2]. Проведенные нами исследования [3-7] показали, что закономерности возрастных изменений таких систем, включающихся в разнообразные функциональные системы и обеспечивающих структурно-химическое формирование тканей органов в каждой фазе системогенеза органов пищеварения у животных имеют свои видовые особенности.

В постнатальный период развития для структурно-химического совершенствования разных систем организма, в том числе и пищеварения, важное значение имеет сбалансированный рацион кормления. В связи с этим целью наших исследований было определение активности фермента гамма-глутамилтрансферазы (ГГТ) в тканях печени у крольчат в разные фазы питания.

Фермент ГГТ, благодаря особой структурной локализации в мембранах клеток, играет немаловажную роль в транспорте аминокислот из просвета кишок через клеточную мембрану (гамма-глутамильный цикл), выступая катализатором переноса гамма-глутамильного остатка аминокислот на другой белок или молекулу. Он становится объективным показателем уровня структурно-химического и функционального состояния системы органов у животных, так как активно принимает участие в различных обменных процессах [8, 9, 10].

### Материалы и методы исследований

Для исследований использовали крольчат породы серый великан в возрасте 1, 6, 12, 18, 24, 30, 45, 60 суток, выращенных в условиях личного хозяйства Чувашской Республики с соблюдением необходимых ветеринарно-санитарных правил и норм кормления в весенне-летний сезон. Животные содержались в соответствии с параметрами зоогигиенических требований. В каждую возрастную группу отбирали по 5 особей с учетом пола и массы тела.

Эвтаназию крольчат и все манипуляции

выполняли согласно «Правил проведения работ с использованием экспериментальных животных» [11].

В каждом возрасте у крольчат в тканях печени определяли уровень гамма-глутамил-трансферазы. Активность фермента выявляли в тканях следующих долей печени: хвостатая, сосцевидная, правая, квадратная, левая наружная и левая внутренняя доли. Для этого использовали стандартные наборы реагентов ОАО «Витал Девелопмен Корпорэйшн» (СПб). Принцип метода определения активности ГГТ состоит в том, что  $\gamma$ -глутамилтрансфераза катализирует процесс переноса  $g$ -глутаминовой группы с синтетического субстрата L- $\gamma$ -глутамил-3-карбокси-4-нитроанилид на глицилглицин с высвобождением 5-амино-2-нитробензоата в реакционную среду.

Исследования проводили в научном испытательном центре ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ.

Активность фермента рассчитывали по калибровочным графикам.

Степень достоверности различий средних величин активности ГГТ между возрастными группами определяли с помощью критерия Стьюдента.

#### Результаты исследований

Показатели активности ГГТ (мкмоль/г\*ч) (табл.) у односуточных крольчат, питающихся в первые 3-4 суток после рождения только молозивом, в тканях разных долей печени неодинаковы. Наименьшая величина в эту фазу питания определяется в тканях квадратной доли – 56,2±3,4. В остальных изучаемых долях уровень фермента значительно превышает данную величину. В тканях хвостатой доли – в 3,1 раза выше,  $p < 0,001$ , сосцевидной – в 3,8 раза,  $p < 0,001$ , правой – в 3,9 раза,  $p < 0,001$ , левой наружной – в 2,5 раза,  $p < 0,001$ , левой внутренней – в 2,6 раза,  $p < 0,001$ .

В молозивно-молочной фазе питания с суточного по шестисуточный возраст в тканях изучаемых долей печени у крольчат активность ГГТ снижается. Вместе с тем уменьшение уровня фермента имеет неодинаковый характер. Величина фермента в эту фазу питания уменьшается в тканях квадратной доли на 33,6%,  $p \leq 0,01$ . В тканях хвостатой и правой долей печени в данную фазу питания крольчат снижение активности фермента составляет соответственно на 28,3%,  $p \leq 0,01$  и на 25,0%,  $p \leq 0,001$ . Снижение уровня ГГТ в тканях левой наружной, левой внутренней и сосцевидной долей печени имеет более низкую степень, соответственно на 14,1%,  $p \leq 0,05$ , на 17,1%,  $p \leq 0,05$  и на 19,3%,  $p \leq 0,05$ .

В первой фазе молочного питания крольчат с шести до двенадцатисуточного возраста изменение активности ГГТ в тканях изучаемых долей печени не одинаковое. В тканях сосцевидной и квадратной долей уровень фермента повышается, а в остальных – уменьшается. В тканях хвостатой доли она снижается лишь на 4,4%, до 127,6±4,6, и такое фазное изменение достоверно,  $p \geq 0,05$ . В тканях правой доли, левой наружной и левой внутренней долей печени уменьшение активности ГГТ значительное, соответственно на 44,7%,  $p \leq 0,001$ , 43,3%, до 68,9±3,9,  $p \leq 0,001$  и на 45,4%, до 65,5±3,9,  $p \leq 0,001$ . В тканях квадратной доли печени крольчат активность ГГТ, наоборот, значительно в 2,1 раза, повышается до 80,4±3,8,  $p \leq 0,001$ .

Во второй фазе молочного питания крольчат с двенадцатого по восемнадцатые сутки жизни активность ГГТ во всех тканях печени значительно увеличивается. В тканях хвостатой доли – в 2,0 раза,  $p \leq 0,001$ , левой наружной доли – в 3,0 раза,  $p \leq 0,001$ , правой, левой внутренней и квадратной долях уровень фермента возрастает в каждой в 2,8 раза,  $p \leq 0,001$ . Изме-

Таблица

Активность ГГТ (мкмоль/г\*ч) в тканях долей печени у крольчат

Возраст кроликов, сутки	Доля печени					
	Хвостатая	Сосцевидная	Правая	Левая наружная	Левая внутренняя	Квадратная
1	171,7±5,9	214,5±9,1	219,2±8,4	141,4±5,6	144,5±5,9	56,2±3,4
6	133,9±4,4**	173,2±3,9**	164,4±3,6**	121,5±4,8*	119,9±5,3*	37,3±1,4**
12	127,6±4,6	183,5±5,4	90,9±4,1***	68,9±3,9***	65,5±3,9***	80,4±3,8***
18	247,8±5,6***	207,4±4,7**	249,1±6,5***	197,9±5,1***	178,5±4,8***	219,3±6,1***
24	238,1±5,3	204,5±4,7	200,2±4,8**	229,3±5,5**	220,8±5,6**	284,7±4,8***
30	123,7±4,4***	131,6±3,8***	93,4±2,9***	186,3±4,6**	60,9±3,1***	83,3±2,5***
45	278,4±5,7***	265,4±4,8***	227,5±4,9***	298,3±5,7***	224,6±4,6***	252±5,7***
60	129,8±4,9***	126,6±3,9***	116,4±4,9***	154,3±3,8***	179,1±4,6***	206,1±5,5***

Примечание: \* –  $p < 0,05$ , \*\* –  $p < 0,01$ , \*\*\* –  $p < 0,001$  – достоверность между возрастными группами

нение фермента относительно низкое лишь в тканях сосцевидной доли, возрастает на 16,8%, до  $214,4 \pm 4,7$ ,  $p \leq 0,01$ .

Фазные изменения активности ГГТс восемнадцатисуточного по двадцатичетырехсуточный возраст в тканях хвостатой, сосцевидной, правой и левой наружной долей незначительны. Уровень фермента достоверно повышается лишь в тканях левой внутренней и квадратной долей печени: соответственно на 19,7% до  $220,8 \pm 5,6$ ,  $p \leq 0,01$  и на 17,4% до  $264,7 \pm 4,8$ ,  $p \leq 0,01$ .

С двадцатичетырехсуточного по тридцатисуточный срок жизни крольчат, в период перехода с молочного питания на растительное, активность ГГТ достоверно уменьшается во всех тканях печени, но снижение имеет неодинаковый характер. Наиболее интенсивно уменьшается в тканях левой внутренней – на 72,4%,  $p \leq 0,00$ , квадратной – на 68,5%,  $p \leq 0,001$ , правой – на 61,0%,  $p \leq 0,001$ . Менее интенсивно снижается в тканях хвостатой, сосцевидной и левой наружной долей, соответственно: на 47,0%,  $p \leq 0,001$ , на 35,7%,  $p \leq 0,001$ , на 15,1%,  $p \leq 0,01$ .

В первой растительной фазе питания крольчат с тридцати до сорокапятисуточного возраста с переходом кормления крольчат на смешанный растительный корм активность ГГТ в тканях всех изучаемых долей печени значительно возрастает, однако в разной степени. Наиболее интенсивное увеличение уровня фермента в эту фазу питания обнаруживается в тканях квадратной и левой внутренней долей печени, соответственно в 4,0 раза до  $252,7 \pm 5,7$ ,  $p \leq 0,001$  и в 3,7 раза до  $224,6 \pm 4,6$ ,  $p \leq 0,001$ . В тканях сосцевидной, хвостатой и правой долей печени степень повышения активности ГГТ чуть ниже, соответственно в 2,0 раза до  $265,4 \pm 4,8$ ,  $p \leq 0,001$ , в 2,2 раза до  $278,4 \pm 5,7$ ,  $p \leq 0,001$  и в 2,4 раза до  $227,5 \pm 5,7$ ,  $p \leq 0,001$ . В тканях левой наружной доли увеличение активности ГГТ в фазе первого растительного питания крольчат относительно ниже, чем в тканях других изучаемых долей печени в 1,6 раза,  $p \leq 0,001$  до  $298,3 \pm 5,7$ .

Во второй растительной фазе питания крольчат с преобладанием в рационе сочных кормов с сорокапятисуточного по двухмесячный возраст активность ГГТ в тканях всех изучаемых долей печени, наоборот, значительно уменьшается. Наблюдается уменьшение данного показателя в тканях разных долей печени (хвостатой, сосцевидной, правой и левой наружной) соответственно на 53,4%,  $p \leq 0,001$ , на 52,3%,  $p \leq 0,001$ , на 48,4%, на 48,3%,  $p \leq 0,001$ . Наиболее интенсивно в эту фазу питания в тканях левой внутренней

и квадратной долей также обнаруживается достоверное снижение активности ГГТ, но в меньшей степени, соответственно на 20,3%,  $p \leq 0,001$  и на 18,1%,  $p \leq 0,001$ .

### Обсуждение

Выяснили, что при рождении у крольчат уровень фермента в тканях каждой изучаемой доли печени не одинаковый. По мере взросления крольчат с изменением типа питания и интенсивность изменений активности ГГТ в тканях печени также разнообразна. При этом изменения имеют свой характер в тканях каждой доли печени. По-видимому это связано с тем, что в связи с изменением состава корма в каждую фазу питания отдельные доли печени включаются в разнообразные функциональные системы и с неодинаковой потребностью участия фермента в обменных процессах [12, 13]. В данном случае изменения активности ГГТ в разные фазы питания в каждой доле печени у крольчат происходят по-разному: в первой фазе молочного питания – в квадратной возрастают в 2,2 раза; во второй фазе молочного питания – в правой и в левой наружной возрастают в 2,8 раза, в левой внутренней и в квадратной увеличиваются в 2,7 раза; во второй фазе питания – в левой внутренней снижаются на 72,4% и в квадратной – уменьшаются на 70,4%; в первой растительной фазе питания – в левой внутренней увеличиваются в 3,7 раза.

### Заключение

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют, что в тканях разных долей печени изменения активности гамма-глутамилтрансферазы в разные фазы постнатального онтогенеза происходят с разной интенсивностью и имеют разный характер. Стабилизации активности фермента в тканях печени к двухмесячному возрасту не происходит.

### Библиографический список

1. Ферменты / М. Н. Ермаханов, У. О. Сабденова, Г. Т. Асылбекова, Ж. Т. Парманова, Э. Т. Куандыкова, А. А. Еримбетова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 3-1. – С. 103-106. -URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=8681>.
2. Плакунов, В. К. Основы энзимологии / В. К. Плакунов. – Москва : Логос, 2011. – 128 с. – ISBN 5-94010-027-9.
3. Игнатъев, Н.Г. Гамма-глутамилтрансфераза в тканях двенадцатиперстной кишки у крольчат / Н. Г. Игнатъев, М.Г. Терентьева //

Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 2(34). – С. 101-105.

4. Dynamics of Cbx7 Expression in the Epidermis after Wounding of the Skin / A.N.Mardaryev, N.V.Mardaryeva, G.A.Larionov, V.S.Gordova // Russian Journal of Physiology. – 2019. – No 4. – P. 456–464.

5. Терентьева, М. Г. Интенсивность изменений активности ферментов в тканях толстого кишечника у поросят в разные фазы постнатального онтогенеза / М.Г. Терентьева, Н. В. Мардарьева // Аграрный вестник Урала. – 2020. – № 03(194). – С. 66-75. - DOI: 10.32417/1997-4868-2020-194-3-66-75.

6. Ларионов, Г. А. Активность ферментов в тканях скелетных мышц у морских свинок под функциональной нагрузкой / Г.А. Ларионов, Н.В. Мардарьева, М. Г. Терентьева // Аграрный вестник Урала. – 2020. – № 04(195). – С. 64-70. - DOI: 10.32417/1997-4868-2020-195-4-64-70.

7. Терентьева, М.Г. Ферменты в тканях ободочной кишки у разновозрастных поросят / М.Г. Терентьева, Н.В. Мардарьева, О.П. Нестерова // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. – 2017. – Т. 12, №2. – С. 149-156.

8. Активность гамма-глутамилтрансферазы в ткани печени при аллоксановом сахарном диабете / О. Ю. Жукова, Е. А. Чигринский, Е. С.

Ефременко, А. И. Богунов // Омский научный вестник. – 2015. – № 2(144). – С. 89-91.

9. Метаболические изменения у телят после рождения при введении в рацион их матерей в сухостойный период суспензии микроводорослей планктонного штамма *Chlorella vulgaris* / О. В. Пугачева, В. Д. Кочарян, В. С. Авдеенко, А. В. Молчанов, С. О. Лощинин // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 24-28.

10.  $\gamma$ -Glutamyltransferase is a predictor of incident diabetes and hypertension: the coronary artery risk development in young adults (CARDIA) study / D. H. Lee [et al.] // Clinical Chemistry. – 2003. – No 49. – P. 1358-1366.

11. Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных: приложение к приказу Министерства здравоохранения СССР №775 от 12.03. – 1977. - URL: <http://msu.ru/bioetika/doc/prikaz-sssr1977.doc>

12. Крейк, А. И. Ключевая идея теории функциональных систем П. К. Анохина / А. И. Крейк // Материалы и методы инновационных исследований и разработок : сборник статей Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 164-166.

13. Судаков, К.В. Развитие теории функциональных систем в научной школе П. К. Анохина / К.В. Судаков // Вестник Международной академии наук. – 2011. – №1. – С. 1-5.

## CHANGES IN ACTIVITY OF GAMMA-GLUTAMYLTRANSFERASE IN LIVER TISSUES OF RABBITS AT DIFFERENT PHASES OF POSTNATAL ONTOGENESIS

**Terentieva M.G., Mardarieva N.V., Shchiptsova N.V.**  
**FSBEI HE Chuvash SAU**  
**428003, Cheboksary, K. Marx st., 29 Tel.: 62-23-34**  
**e-mail: info@academy21.ru**

*Key words: liver lobes, gamma-glutamyltransferase, enzyme activity, feeding phase, rabbits.*

*This work describes the patterns of changes in activity of gamma-glutamyltransferase (GGT) in tissues of various liver lobes (caudate, mastoid, right outer, left outer, left inner, and square) of gray giant rabbits at different phases of postnatal ontogenesis. The enzyme activity was determined by spectrophotometric method in the scientific laboratory of Chuvash State Agrarian University. It was revealed that rabbits are born with different enzyme activities in the studied liver lobes, and the intensity of age-related changes of GGT activity in the studied rabbits' periods of life in the tissues of liver lobes is diverse, which is connected with change of vegetable feed composition and with unequal need for enzyme participation in metabolic processes in the body tissues during the studied early postnatal period. The most intense changes in enzyme activity with age of rabbits occur at colostrum-milk phase in the square lobe; as for the first phase of milk nutrition - in the right and left outer lobes; the third phase of milk nutrition - in the left inner and in the square lobes; in the second phase of transitional nutrition - in the left inner lobe. Stabilization of GGT activity does not happen by the age of two months.*

### *Bibliography:*

1. Enzymes / M. N. Ermakhanov, U. O. Sabdenova, G. T. Asylbekova, Zh. T. Parmanova, E. T. Kuandykova, A. A. Erimbetova // International Journal of Applied and Fundamental Research. - 2016. - № 3-1. - P. 103-106. -URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=8681>.
2. Plakunov, V.K. Fundamentals of enzymology / V.K. Plakunov. - Moscow: Logos, 2011. - 128 p. - ISBN 5-94010-027-9.
3. Ignatiev, N.G. Gamma-glutamyltransferase in duodenal tissues of young rabbits / N.G. Ignatiev, M.G. Terentieva // Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. - 2016. - № 2 (34). - P. 101-105.
4. Dynamics of Cbx7 Expression in the Epidermis after Wounding of the Skin / A. N. Mardaryev, N. V. Mardaryeva, G. A. Larionov, V. S. Gordova // Russian Journal of Physiology. - 2019. - No 4. - P. 456–464.
5. Terentieva, M.G. Intensity of changes in activity of enzymes in the tissues of large intestine of piglets at different phases of postnatal ontogenesis / M.G. Terentieva, N. V. Mardarieva // Agrarian Vestnik of the Urals. – 2020. – № 03 (194). -P. 66-75. - DOI: 10.32417 / 1997-4868-2020-194-3-66-75.
6. Larionov G.A. Enzyme activity of skeletal muscle tissues of guinea pigs under functional load / G.A. Larionov, N.V. Mardarieva, M. G. Terentieva // Agrarian Vestnik of the Urals. - 2020. - № 04 (195). -P. 64-70. - DOI: 10.32417 / 1997-4868-2020-195-4-64-70.
7. Terentieva, M.G. Enzymes in colon tissues of mixed-age piglets / M.G. Terentieva, N.V. Mardarieva, O. P. Nesterova // Vestnik of the Peoples' Friendship

University of Russia. Series: Agronomy and Livestock. - 2017. - V. 12, № 2. - P. 149-156.

8. Activity of gamma-glutamyltransferase in liver tissue in case of alloxan diabetes / O. Yu. Zhukova, E.A. Chigrinskiy, E.S. Efremenko, A.I. Bogunov // Omsk Scientific Vestnik. - 2015. - № 2 (144). - P. 89-91.

9. Metabolic changes of calves after birth in case of introduction of a suspension of microalgae of planktonic strain *Chlorella vulgaris* № C-111 into the diet of their mothers in the dry period / O. V. Pugacheva, V. D. Kocharyan, V. S. Avdeenko, A. V. Molchanov, S.O. Loshchinin // Agrarian scientific journal. - 2017. - № 2. - P. 24-28.

10.  $\gamma$ -Glutamyltransferase is a predictor of incident diabetes and hypertension: the coronary artery risk development in young adults (CARDIA) study / D. H. Lee [et al.] // Clinical Chemistry. - 2003. - No 49. - P. 1358-1366.

11. Rules for carrying out work with experimental animals: annex to the order of the Ministry of Health of the USSR № 775 of 12.03. - 1977. - URL: <http://msu.ru/bioetika/doc/prikaz-sssr1977.doc>

12. Craik, A. I. The key idea of the theory of functional systems by P.K. Anokhin / A. I. Craik // Materials and methods of innovative research and development: collection of articles of the International Scientific and Practical Conference. - 2016. - P. 164-166.

13. Sudakov, K.V. Development of the theory of functional systems in the scientific school of P.K. Anokhin / K.V. Sudakov // Vestnik of the International Academy of Sciences. - 2011. - № 1. - P. 1-5.