

2. **Паелов А.В.** Цестоды и акантоцефалы пастушковых птиц СССР // Тр. Гельминтол. лаборатории АН СССР. М., 1966. Вып. 17. С. 104-127.
3. **Гричик В.В.** Взгляд на состояние изученности орнитофауны Республики Беларусь // Subbuteo, 1999. Том 2. С. 3-10.
4. **Блум П.Н.** Лысуха (*Fulica atra L.*) в Латвии. Рига, 1973. – 156 с.
5. **Никифоров М.Е., Яминский Б.В., Шкляров Л.П.** Птицы Белоруссии: Справочник-определитель гнезд и яиц. Мн., 1989. – 479 с.
6. **Вайткявичюс А.П., Пятрайтис А.К.** Орнитофауна дельты реки Нямунас // Труды АН Литовской ССР. Серия В, 1(33). Вильн., 1965. С. 95-115.
7. **Wagner S.** Uber Verhalten und Brutbiologie das Blashuhns (*Fulica atra*) - Beitr. Vogelk., 7,6, 281-440.
8. **Witherby H. F., Jourdain F. C. R., Ticehurst N.F., Tucker B. W.** The handbook of British birds, vol. 5. London, 1958.
9. **Завьялов Е.В., Табачишин В.Г., Шляхтин Г.В., Якушев Н.Н., Кочетова И.Б.** Журавлиные и пастушковые птицы Саратовской области. Беркут. Т. 6. Вып. 1-2, 1997. С. 67-83.
10. **Вайткявичюс А.П., Скуодис В.К.** Перелет птиц (по данным кольцевания в Литве с 1929 по 1959). Вильнюс, 1965.
11. **Мальчевский А.С., Пушкинский Ю.Б.** Птицы Ленинградской области и сопредельных территорий: История, биология, охрана. В 2 т. Т.1. Л., 1983. – 480 с.

S U M M A R Y

*The data on distribution, number, biology of duplication and phenology of Coot (*Fulica atra L.*) in Belarusian Lake Area are presented.*

Поступила в редакцию 5.03.2002

УДК 577.154

В.И. Гидранович, М.Э. Ахтанина

Взаимосвязь дегидрогеназных систем метаболизма углеводов

Животные, как гетеротрофные организмы, получают энергию для процессов жизнедеятельности в результате окислительно-восстановительных реакций, в которых электроны от доноров (восстановителей) переносятся к акцепторам электронов (окислителям). В качестве доноров электронов выступают питательные вещества, а главным окислителем является кислород. Наряду с кислородом во многих метаболических путях роль окислителя выполняют NAD^+ и $NADP^+$ – коферменты многих дегидрогеназных систем. В ряде реакций молекула пищевого вещества восстанавливает эти коферменты до $NADH$ ($NADPH$), а атомы водорода (электроны) переносятся от восстановленных коферментов на другие акцепторы, которые обладают большим сродством к электронам, чем коферменты. Особенностью биологических окислительно-восстановительных реакций является цикличность окисления и восстановления коферментов [1–4].

Важную роль как в биоэнергетике, так и в других процессах в организме животных выполняют углеводы – первичные продукты фотохимического восстановления диоксида углерода. В ходе эволюции животного мира возникло несколько путей метаболизма углеводов, выполняющих специфические

функции в клетках различных органов и тканей и взаимосвязанных между собой общими ферментами, коферментами и метаболитами. Изучение дегидрогеназных систем обмена углеводов, их взаимосвязи в различных органах и тканях диктуется особенностями их роли в метаболических процессах.

Свойства гомологичных ферментов у организмов разных видов или в клетках разных типов могут существенно различаться как по концентрации, так и по каталитическим свойствам [2]. Определение концентрации ферментов в присутствии других белков представляет трудновыполнимую задачу. Поэтому, при изучении ферментативных процессов предметом исследований является не концентрация фермента, а скорость реакции, характеризующая главную функцию данного фермента. Известно, что скорость ферментативной реакции зависит от многих факторов и, в частности, от продолжительности реакции, концентрации субстрата и количества исследуемого биологического материала. Активность ферментов определяют, по мере возможности, в условиях насыщения фермента субстратом, так, чтобы скорость реакции в определенные промежутки времени не зависела от концентрации субстрата [5].

С целью выяснения вклада в окислительно-восстановительный потенциал клеток пентозофосфатного, сорбитолового, гликолитического путей метаболизма углеводов и цикла трикарбоновых кислот изучали глюкозо-6-фосфатдегидрогеназную (Г-6-Ф-ДГ) [6], изоцитратдегидрогеназную (ИЦДГ) [7], сорбитолдегидрогеназную (СДГ) [8] и лактатдегидрогеназную (ЛДГ) [9] реакции в динамике и их взаимосвязь в эндокринных железах, селезенке и печени поросят месячного возраста. Кроме того, изучали динамику глутатионредуктазной (ГлР) реакции [10]. Используя соответствующие методы определения активности ферментов, экспериментальным путем подбирали оптимальное разведение тканей. Течение реакций регистрировали спектрофотометрически в течение первых 4 минут с интервалами в 1 минуту, скорость рассчитывали и выражали в нмоль за 1 секунду на 1 мг белка.

Величину и направление связей между дегидрогенажными системами в разных органах и между различными дегидрогенажными системами в одном и том же органе оценивали по коэффициенту корреляции (r). Статистическую обработку производили с помощью компьютерной программы «Biostat».

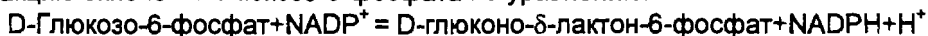
Результаты исследований свидетельствуют, что для оптимальной регистрации скоростей дегидрогеназных реакций в различных органах разведение гомогенатов в инкубационной среде составляло от 150 до 1500 раз (табл. 1).

Таблица 1

Разведение тканей в инкубационной смеси при изучении дегидрогеназных реакций

Ткани	Ферменты				
	Г-6-ФДГ	ИЦДГ	ГлДГ	СДГ	ЛДГ
Надпочечники	750	750	150	150	1500
Тимус	375	750	300	375	750
Щитовидная железа	375	750	150	150	1500
Поджелудочная ж-за	750	750	150	150	750
Печень	375	1500	750	750	1500
Селезенка	750	750	375	150	1500

Глюкозо-6-фосфат-дегидрогеназа (D-глюкозо-6-фосфат:NADP⁺ оксидоредуктаза, КФ 1.1.1.49) входит в состав окислительно-декарбоксилирующей системы пентозофосфатного пути метаболизма углеводов и катализирует реакцию окисления глюкозо-6-фосфата по уравнению:



Высокая скорость Г-6-Ф-ДГ реакции обнаружена в надпочечниках и селезенке (табл. 2). Во всех изучаемых органах поддерживается постоянная скорость реакции в пределах изучаемого времени, за исключением печени, где скорость реакции за 2, 3 и 4 минуты соответственно составила 86,5 %, 78,1 % и 73,4 % по отношению к скорости за 1 минуту. Снижение скорости Г-6-Ф-ДГ реакции вряд ли связано с недостатком субстрата или кофермента, так как при тех же соотношениях глюкозо-6-фосфата и NADP⁺ в селезенке и надпочечниках скорость реакции в 2-4 раза выше, чем в печени.

Таблица 2

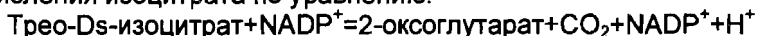
Динамика дегидрогеназных реакций метаболизма углеводов

Ткани	Время реакции, мин.			
	1	2	3	4
Глюкозо-6-фосфат-дегидрогеназа, нмоль NADPH · сек⁻¹ · г⁻¹				
Надпочечники	153,33±1,25	154,16±1,22	154,33±1,30	150,91±1,11
Тимус	46,83±0,30	46,00±0,43	45,44±0,39	46,12±0,50
Щитовид. железа	36,83±0,38	40,00±0,30	40,39±0,24	40,89±0,35
Поджелуд. железа	36,67±0,42	33,00±0,17	36,33±0,18	38,58±0,15
Печень	52,33±0,33	45,25±0,30	40,89±0,29	38,42±0,24
Селезенка	109,33±0,53	114,17±0,68	117,50±0,92	117,25±0,72
Изоцитратдегидрогеназа, нмоль NADPH · сек⁻¹ · г⁻¹				
Надпочечники	48,17±0,38	50,25±0,22	49,56±0,27	49,25±0,26
Тимус	60,33±0,72	62,67±0,97	63,00±0,86	63,13±0,63
Щитовид. железа	58,00±0,48	61,58±0,64	64,00±0,68	61,54±0,48
Поджелуд. железа	131,83±1,87	153,33±1,75	142,44±1,48	131,92±0,99
Печень	367,33±13,17	388,87±15,50	363,67±12,61	324,96±11,96
Селезенка	89,00±1,30	87,00±1,45	79,83±1,23	69,63±1,01
Глутатионредуктаза, нмоль NADP⁺ · сек⁻¹ · г⁻¹				
Надпочечники	26,83±0,67	17,50±0,51	15,61±0,35	10,46±0,32
Тимус	57,83±0,47	41,00±0,27	37,00±0,24	34,17±0,39
Щитовид. железа	23,33±0,47	19,67±0,29	19,83±0,35	18,71±0,31
Печень	241,17±2,20	192,92±1,18	164,78±1,54	149,71±1,49
Селезенка	36,17±0,68	39,17±0,62	38,83±0,68	38,17±0,61
Сорбитолдегидрогеназа, NAD⁺ · сек⁻¹ · г⁻¹				
Надпочечники	9,67±0,15	10,08±0,17	9,67±0,15	9,04±0,17
Тимус	46,17±0,48	35,17±0,32	30,17±0,22	26,13±0,18
Щитовид. железа	29,83±0,25	27,75±0,37	26,78±0,37	27,33±0,36
Поджелуд. железа	104,50±1,51	80,92±0,52	73,17±0,82	67,08±0,84
Печень	537,33±15,17	516,50±16,75	428,72±14,00	343,63±14,75
Селезенка	10,50±0,50	9,67±0,33	8,83±0,28	8,25±0,25
Лактатдегидрогеназа, NAD⁺ · сек⁻¹ · г⁻¹				
Надпочечники	273,33±19,83	241,17±15,17	217,05±10,28	202,96±6,13
Тимус	683,17±14,67	591,83±13,05	476,28±21,83	391,08±13,13
Щитовид. железа	554,67±25,47	546,67±16,83	506,44±14,33	472,29±17,46
Поджелуд. железа	466,33±24,50	512,50±25,75	383,56±13,72	329,08±11,25
Печень	852,17±32,17	783,75±30,50	684,61±16,17	600,87±14,25
Селезенка	783,83±25,40	751,58±27,92	677,11±22,05	601,91±15,67

Расчеты коэффициентов корреляции показали, что между активностью Г-6-Ф-ДГ в щитовидной железе и крови ($r = +0,81$; $P < 0,001$), между активностью в тимусе и крови ($r = +0,69$; $P < 0,001$) и между активностью в селезенке и крови ($r = +0,41$; $P < 0,05$) существует положительная или однонаправленная связь. Между активностью Г-6-Ф-ДГ в надпочечниках, поджелудочной железе и печени, с одной стороны, и кровью с другой, взаимосвязь разнонаправленная или отрицательная, но статистически недостоверная.

Высокая степень положительной связи обнаружена между активностью этого фермента в тимусе и щитовидной железе ($r = +0,94$; $P < 0,001$), в поджелудочной железе и печени ($r = +0,97$; $P < 0,001$). Несколько слабее эта связь между активностью Г-6-Ф-ДГ в печени и селезенке ($r = +0,69$; $P < 0,00$) и между активностью в поджелудочной железе и селезенке ($r = +0,51$; $P < 0,02$). Отрицательная связь обнаружена между активностью Г-6-Ф-ДГ в тимусе и поджелудочной железе ($r = -0,56$; $P < 0,01$), в тимусе и печени ($r = -0,43$; $P < 0,05$), в щитовидной и поджелудочной железах ($r = -0,43$; $P < 0,05$).

NADP-зависимая изоцитратдегидрогеназа (трео-Дс-изоцитрат: NADP⁺ оксидоредуктаза (декарбоксилирующая) КФ 1.1.1.42) катализирует реакцию окисления изоцитрата по уравнению:



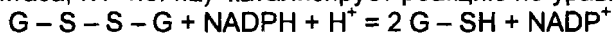
В организме животных имеются NAD- и NADP-зависимая ИЦДГ. Первый фермент содержится только в митохондриях, а второй – в цитоплазме и митохондриях. В мышечной ткани активность NADP-зависимой ИЦДГ значительно превышает активность NAD-зависимой ИЦДГ [11]. ИЦДГ(NADP) реакция цикла трикарбоновых кислот и дегидрогеназные реакции пентозофосфатного пути взаимосвязаны через общий кофермент – NADP⁺, и эти ферменты могут конкурировать за кофермент, а NADP⁺, в свою очередь, через трансдегидрогеназную систему связан с NAD⁺ [12].

ИЦДГ (NADP⁺), так же как и дегидрогеназы пентозофосфатного пути метаболизма углеводов, поставляет клеткам NADPH для биосинтетических процессов. Поэтому изучение активности этого фермента, наряду с Г-6-Ф-ДГ, представляет значительный интерес в выяснении вклада этих ферментов в образовании NADPH в различных тканях.

В тимусе, щитовидной и поджелудочной железах и печени скорость ИЦДГ реакции превышает скорость Г-6-Ф-ДГ реакции, и только в надпочечниках и селезенке преобладает скорость последней (табл. 2). Следовательно, в надпочечниках и селезенке основным источником восстановительных эквивалентов (NADPH) является Г-6-Ф-ДГ реакция, а в поджелудочной железе и печени – ИЦДГ реакция. Тимус, щитовидная железа в этом отношении занимают промежуточное положение. ИЦДГ реакция является основным источником NADPH и в сердечной мышце [12] и в надпочечниках жвачных животных [13].

Однонаправленная коррелятивная связь между активностью ИЦДГ наблюдается в щитовидной железе и селезенке ($r = +0,87$; $P < 0,001$), в надпочечниках и печени ($r = +0,79$; $P < 0,001$), в поджелудочной железе и печени ($r = +0,76$; $P < 0,001$), в надпочечниках и щитовидной железе ($r = +0,69$; $P < 0,001$), в надпочечниках и селезенке ($r = 0,62$; $P < 0,001$), а в надпочечниках и тимусе ($r = -0,53$; $P < 0,01$), в тимусе и щитовидной железе ($r = -0,69$; $P < 0,001$), в тимусе и печени ($r = -0,69$; $P < 0,001$), наоборот, разнонаправленная. Связь между активностью ИЦДГ в щитовидной железе и печени, в селезенке и печени, в надпочечниках и поджелудочной железе положительная, а взаимосвязь между активностью этого фермента в тимусе и поджелудочной железе, в тимусе и селезенке, в поджелудочной железе и селезенке, в щитовидной и поджелудочной железах – отрицательная, но во всех случаях статистически недостоверная.

Фермент глутатионредуктаза (NAD(P)H: окисленный глутатион оксидоредуктаза, КФ 1.6.4.2) катализирует реакцию по уравнению:



ГлР поддерживает глутатион в восстановленной форме. Соотношение восстановленного глутатиона к окисленному в норме равно примерно 500. Восстановленный глутатион участвует в процессах восстановления рибонуклеозиддифосфатов в дезоксирибонуклеозиддифосфаты, выполняет роль сульф-

гидрильного буфера, поддерживая в восстановленном состоянии HS-группы ферментов и других белков и, в частности, гемоглобина. Кроме того, восстановленный глутатион играет значительную роль в процессах детоксикации, реагируя с пероксидом водорода и органическими пероксидами.

Из приведенных данных (табл. 2) видно, что печень занимает первое место по скорости ГлР реакции. В остальных тканях скорость этой реакции относительно невысокая, а в поджелудочной железе ГлР активность была зарегистрирована только при 10-минутной инкубации. ГлР реакция взаимосвязана с Г-6-Ф-ДГ и ИЦДГ реакциями, которые поставляют NADPH для восстановления глутатиона. Г-6-Ф-ДГ полностью обеспечивает ГлР NADPH, за исключением тимуса, а ИЦДГ может поставлять для этой реакции восстановленный кофермент со значительным избытком во всех изучаемых тканях. Однако здесь уместно отметить, что ГлР не единственный потребитель NADPH.

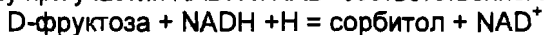
Положительная коррелятивная связь между активностью ГлР обнаружена в надпочечниках и печени ($r = +0,88$; $P < 0,001$), селезенке и печени ($r = +0,77$; $P < 0,001$), в тимусе и печени ($r = +0,51$; $P < 0,05$), в крови и тимусе ($r = +0,53$; $P < 0,01$), в крови и поджелудочной железе ($r = +0,62$; $P < 0,001$). Обратная связь между активностью ГлР наблюдалась в крови и надпочечниках ($r = -0,52$; $P < 0,05$), в надпочечниках и поджелудочной железе ($r = -0,86$; $P < 0,001$), в поджелудочной железе и печени ($r = -0,71$; $P < 0,001$), в поджелудочной железе и селезенке ($r = -0,68$; $P < 0,001$). Статистически недостоверная положительная связь наблюдается между активностью фермента в крови и селезенке, в крови и щитовидной железе, в тимусе и надпочечниках, в тимусе и селезенке, тимусе и поджелудочной железе, щитовидной железе и печени, а отрицательная – в щитовидной и поджелудочной железах. Практически отсутствует коррелятивная связь между активностью ГлР в крови и печени, в тимусе и щитовидной железе.

Г-6-Ф-ДГ и ИЦДГ конкурируют за $NADP^+$, а NADPH как продукт обеих реакций используется в ГлР реакции. Поэтому, важно проследить взаимосвязь между активностью этих ферментов в одном и том же органе или ткани.

Положительная коррелятивная связь между активностью Г-6-Ф-ДГ и ИЦДГ обнаружена в селезенке ($r = +0,76$; $P < 0,001$) и в надпочечниках ($r = +0,40$; $P < 0,05$). Следует отметить высокую степень положительной связи между активностью Г-6-Ф-ДГ и ГлР в крови ($r = +0,81$; $P < 0,001$), селезенке ($r = +0,89$; $P < 0,001$) и среднюю в печени ($r = 0,60$; $P < 0,001$). Отрицательная связь между этими ферментами была в поджелудочной железе ($r = -0,78$; $P < 0,001$) и тимусе ($r = -0,55$; $P < 0,01$).

Высокая прямая взаимосвязь между активностью ИЦДГ и ГлР установлена в щитовидной железе ($r = +0,83$; $P < 0,001$), печени ($r = +0,74$; $P < 0,001$), надпочечниках ($r = +0,70$; $P < 0,001$) и средняя прямая – в селезенке ($r = +0,60$; $P < 0,001$), а обратная – в тимусе ($r = -0,64$; $P < 0,001$).

Сорбитолдегидрогеназа (L-идитол:NAD⁺-5-оксидоредуктаза, КФ 1.1.1.14) катализирует восстановление фруктозы в сорбитол или окисление сорбитола во фруктозу при участии NADH и NAD⁺ соответственно. Реакция протекает по уравнению:

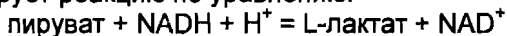


Печень характеризуется высокой скоростью восстановления фруктозы в сорбитол. Далее, по скорости СДГ реакции органы располагаются в следующем порядке: поджелудочная железа, тимус, щитовидная железа, селезенка, надпочечники. При этом в тимусе, поджелудочной железе и печени с наиболее высокой скоростью реакция протекает за 1 минуту, а надпочечниках, щитовидной железе и селезенке она практически сохраняется постоянной в течение 4 минут.

Положительная корреляция установлена между активностью СДГ в тимусе и печени ($r = +0,65$; $P < 0,001$), тимусе и надпочечниках ($r = +0,62$; $P < 0,001$), в щитовидной железе и селезенке ($r = +0,52$; $P < 0,01$), в поджелудочной железе

и селезенке ($r = +0,51$; $P < 0,01$). Обратная связь наблюдается в надпочечниках и поджелудочной железе ($r = -0,80$; $P < 0,001$), в надпочечниках и щитовидной железе ($r = -0,75$; $P < 0,001$), в тимусе и щитовидной железе ($r = -0,62$; $P < 0,001$), в надпочечниках и селезенке ($r = -0,42$; $P < 0,05$). Положительная, но статистически недостоверная связь между активностью СДГ наблюдалась в поджелудочной железе и печени, в поджелудочной и щитовидной железах, в селезенке и печени, в селезенке и тимусе, а отрицательная – в тимусе и поджелудочной железе. Коэффициент корреляции между активностью фермента в надпочечниках и печени, в щитовидной железе и печени равен нулю.

Лактатдегидрогеназа (L-Лактат:NAD⁺ оксидоредуктаза, КФ 1.1.1.27) катализирует реакцию по уравнению:



ЛДГ реакция является заключительным этапом гликолиза. Образовавшийся в глицеральдегидфосфатдегидрогеназной реакции NADH, регенерируется до NAD⁺, и он снова может окислять глицеральдегид-3-фосфат. Процесс регенерации NAD⁺ в анаэробных условиях является циклическим [4]. ЛДГ реакция находится на перекрестке анаэробного и аэробного окисления углеводов, и ее направление зависит от обеспеченности тканей кислородом. Поэтому изучение активности ЛДГ во взаимосвязи с другими дегидрогеназными системами важно для характеристики метаболизма углеводов.

Исследования показали, что скорость ЛДГ реакции значительно превосходит скорости других дегидрогеназных реакций в соответствующих органах, и они располагаются в такой последовательности: печень, селезенка, тимус, щитовидная железа, поджелудочная железа и надпочечники. В печени скорость ЛДГ реакции примерно в 3 раза выше, чем в надпочечниках. Высокая скорость ЛДГ реакции свидетельствует о высоких метаболических возможностях анаэробного окисления углеводов в организме молодых животных.

Прямая корреляция выявлена между активностью ЛДГ в сыворотке крови и печени ($r = +0,98$; $P < 0,001$), в сыворотке крови и надпочечниках ($r = +0,70$; $P < 0,001$), в надпочечниках и печени ($r = +0,70$; $P < 0,001$), в тимусе и надпочечниках ($r = +0,66$; $P < 0,001$), в щитовидной железе и печени ($r = +0,43$; $P < 0,05$), в щитовидной и поджелудочной железах ($r = +0,42$; $P < 0,05$). Обратная связь обнаружена только между активностью ЛДГ в щитовидной железе и селезенке ($r = -0,44$; $P < 0,05$). В остальных случаях связи слабые и недостоверные.

Конкурентная способность ЛДГ за NADH многократно превосходит таковую СДГ и только в печени это превышение составляет 1,5-1,6 раз. Положительная коррелятивная связь между активностью ЛДГ и СДГ в щитовидной железе ($r = +0,95$; $P < 0,001$) и в тимусе ($r = +0,67$; $P < 0,001$), а отрицательная в селезенке ($r = -0,52$; $P < 0,01$).

Гликолитический и пентозофосфатный пути являются альтернативными и между активностью ЛДГ и Г-6-Ф-ДГ обнаружена обратная связь в селезенке ($r = -0,76$; $P < 0,001$) и надпочечниках ($r = -0,66$; $P < 0,001$). Такая же зависимость между гликолизом и циклом трикарбоновых кислот (ЛДГ и ИЦДГ) в селезенке ($r = -0,72$; $P < 0,001$), в то время как в тимусе ($r = +0,99$; $P < 0,001$) и щитовидной железе ($r = +0,98$; $P < 0,001$) установлена высокая степень прямой взаимосвязи между гликолизом и циклом Кребса.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Скулачев В.П.* Трансформация энергии в биомембранах. М., 1992. – 203 с.
2. *Фридрих П.* Ферменты: четвертичная структура и надмолекулярные комплексы: Пер. с англ. М., 1986. – 374 с.
3. *Хочачка П., Сомеро Дж.* Стратегия биохимической адаптации. М., 1977. – 398 с.

4. **Гидранович В.И., Гидранович Л.Г.** Пути регенерации NAD⁺ в эндокринных железах // Веснік ВДУ. 1998. № 3(9). С. 93-97.
5. **Диксон М., Уэбб Э.** Ферменты: В 3-х томах. М., 1982. Т.1. – 392 с.
6. **Glock G.E., McLean P.** Further studies on the properties and assay of glucose-6-phosphate dehydrogenase and 6-phosphogluconate dehydrogenase in rat liver // Biochem. J., 1953. 55. № 3. P. 400-408.
7. **Orłowski M.** Ферменты цикла лимонной кислоты (цикла Кребса) // Клиническая ферментология / Под ред. **Щеклика Э.** Варшава, 1966. – 491 с.
8. **Gerlach U., Hlby W.** Sorbitol dehydrogenase of enzymatic analysis. Ed. Bergmeyer H.U., Verlag Chemie Weinheim. Academic Press, New York and London, 1974. V.2. P.569-573.
9. **Hohorst H.J.** L(+)-Lactat-Dehydrogenase und DPN //Methoden der ansymatischen Analyse. Ed.Bergmayer. Verlag Chemie. Weinheim, 1962. P.266-269.
10. **Horn H.D.** Hlutathionreductase // Methoden der ensymatischen analysis herausgegeben von H.U.Bergmayer Verlag. Chemie GMBH Weinheim, 1962. P.875-877.
11. **Ньюсхолм Э., Старт К.** Регуляция метаболизма. М., 1977. – 407 с.
12. **Красневич А.Я., Головацкий И.Д.** Сравнительная активность НАДФ-зависимых дегидрогеназ и их конкурентность за кофермент // Пентозофосфатный путь превращения углеводов и его регуляция: Тез. докл. 5 симп. Гродно, 1978. С.66.
13. **Гидранович В.И.** Обмен углеводов в эндокринных железах // Сельскохозяйственная биология, 1983, № 2. С.110-113.

S U M M A R Y

This article concerns dynamics and correlation between different dehydrogenase systems of glycolytic, sorbitole, pentose phosphate pathways, tricarboxylic acid cycle and glutathione reductase in animal tissues.

Поступила в редакцию 6.11.2001