

18. Swiatek K.R., Kipnis D.M., Mason G. et al. Starvation and hypoglycemia in newborn pigs // Amer. J. Physiol. — 1968. — 214, № 2. — P. 400—405.
19. Warsaw J.B. Fatty acid metabolism development // Semin. Perinatol. — 1979. — 3, № 2. — P. 131—139.

Ин-т фізіології і біохімії тварин
Укр. академії аграр. наук, Львів

Матеріал надійшов
до редакції 16.12.92

УДК 612.015.6:612.392.7-8:577.164.1

О.А.Вржесинская, В.М.Коденцова, В.Б.Спиричев

Усвояемость витамина В₂ из продуктов растительного и животного происхождения

На основі кривих залежності концентрації загального рибофлавіну у печінці щурів та вільного рибофлавіну в плазмі крові від вмісту рибофлавіну в стандартному напівсинтетичному раціоні проведена оцінка засвоюваності вітаміну В₂ з деяких продуктів рослинного і тваринного походження, яких було введено до дієти шляхом часткової заміни відповідних інгредієнтів стандартного раціону. З продуктів рослинного походження (гречана крупа, геркулес) засвоюється від 40 до 70 %, з молока — біля 80 %, з продуктів тваринного походження (яловичина, печінка) — до 90—100 % визначеного в них хімічними методами вітаміну В₂. Робиться висновок про необхідність обліку біодоступності вітаміну В₂, отриманого з різних джерел, при розрахунку раціонів на основі таблиць хімічного складу харчових продуктів.

Введение

Изучению биодоступности витаминов из различных источников в последнее время уделяют большое внимание [5, 9, 11, 12]. За исключением молока, в котором витамин В₂ представлен в основном в виде свободного или слабо связанного с белками рибофлавина [4], в большинстве животных и растительных тканей преобладают коферментные формы этого витамина [4, 14]. Кроме того, часть витамина В₂ представлена в виде флавопротеинов, в которых флавинадениндинуклеотид (ФАД) ковалентно связан с белком [8, 14].

Для обсчета рационов используются справочные материалы по содержанию рибофлавина в продуктах, определенному химическими методами без учета биодоступности. Следствием этого может быть существенное несоответствие рассчитанного содержания рибофлавина, реально усваиваемого даже в отсутствии патологий. Доводом в пользу этого предположения могут служить исследования биодоступности витамина В₂ из молочной ксантиноксидазы, которые показали, что из этого флавопротеина, содержащего 2 моль ФАД из расчета на 1 моль белка, усваивается только 25 % витамина В₂ [8]. Сведения о биодоступности витамина В₂ из других продуктов носят фрагментарный характер [8, 11].

В задачу настоящей работы входило оценить биодоступность витамина В₂ из некоторых продуктов растительного (гречневая крупа, геркулес) и

Таблица 1. Количественное содержание основных питательных веществ в используемых комбинациях исходного суточного рациона крыс

Определяемое вещество	Полусинтетический рацион					
	с суммарным содержанием рибофлавина (1-я — 5-я группа)	с содержанием рибофлавина (5 мкг) и тестируемого продукта				
		гречка, 5 г (6-я группа)	овсянка (геркулес), 5 г (7-я группа)	молоко сухое, 0,5 г (8-я группа)	мясо (говядина), 5 г (9-я группа)	печень (говяжья), 5 г (10-я группа)
Белки:						
казеин, г	4,00	3,37	3,35	3,84	2,99	3,91
тестируемого продукта (общие), г	—	0,63	0,65	0,16 *	1,01	0,09
заменяемого, % общих	—	15,70	16,30	4,00	25,30	2,30
Углеводы:						
крахмал, г	8,54	5,35	5,58	8,54	8,54	8,54
глюкоза, г	4,20	4,14	4,04	3,98	4,20	4,20
тестируемого продукта (общие), г	—	3,25	3,12	0,22	—	—
заменяемые, % общих	—	25,50	24,50	1,70	—	—
Жиры:						
масло подсолнечное, г	1,80	1,63	1,49	1,72	1,66	1,78

животного (молоко, мясо, печень) происхождения. С этой целью было определено общее содержание рибофлавина в исследуемых продуктах традиционным люмифлавиновым методом и методом титрования рибофлавинсвязывающим апобелком, по чувствительности и специфичности не уступающим более дорогостоящему методу ВЭЖХ, и охарактеризован рибофлавиновый статус организма экспериментальных животных, получавших тестируемые продукты, по следующим показателям: содержанию рибофлавина в

Таблица 2. Содержание витаминов

Определяемый витамин	Количество витамина,				
	1-й—5-й групп	6-й группы		7-й группы	
		с витаминной смесью	с 5 г гречки	с витаминной смесью	с 5 г геркулеса
Ретинол (А)	90	—	90	—	90
Тиамин (В ₁)	100	21	100	22	100
Пиридоксин (В ₆)	100	20	100	12	100
Цианкобаламин (В ₁₂)	0,4	—	0,4	—	0,4
Аскорбиновая кислота (С)	250	—	250	—	250
Эргокальциферол (D ₂)	10	—	10	—	10
Никотинамид (РР)	400	209	200	50	400
Биотин (Н)	2	—	2	1,0	2
Викасол (К ₃)	20	—	20	—	20
Пантотенат кальция	560	—	560	—	560
Фолиевая кислота	4	1,6	4	1,1	4

плазме крови, эритроцитах и печени, активности глутатионредуктазы эритроцитов и ФАД-эффекту, а также экскреции рибофлавина с мочой.

Параллельно с этим предполагалось оценить, какой из используемых показателей наиболее приемлем для оценки биодоступности рибофлавина из пищевых продуктов.

Методика

В опытах использовали крыс-самцов линии Вистар массой 120—150 г. В течение первых 10 сут эксперимента животные получали полусинтетический рацион с казеином, отмытым от водорастворимых витаминов [4]. За счет неполноты отмывки этот рацион обеспечивал потребление крысами в среднем 3 мкг рибофлавина в сутки при физиологической потребности 30—40 мкг и рекомендуемом суточном потреблении — 100 мкг [4]. Все остальные витамины животные получали в соответствии с рекомендуемыми нормами за счет витаминной смеси, из состава которой рибофлавин был исключен [4].

В дальнейшем животные были разделены на 10 групп по 8 крыс в каждой. Животные 1-й группы в течение 3 последующих недель оставались на исходном полусинтетическом рационе [4], обеспечивающем потребление 3 мкг рибофлавина в сутки. Животные 2-й — 5-й групп получали дополнительно к исходному (базальному) рациону по 5, 10, 20 и 30 мкг соответственно синтетического рибофлавина в сутки, включаемого в состав витаминной смеси. Общее потребление рибофлавина животными этих групп с учетом его содержания в базальном рационе составило 8, 13, 23 и 33 мкг соответственно в сутки. Усвояемость рибофлавина из казеина и смеси синтетических витаминов принимали за 100 % [5, 9, 12], и показатели обеспеченности этих животных рибофлавином были использованы для построения стандартных кривых, характеризующих зависимость изучаемых показателей от усвоенного количества витамина B₂.

Животные 6-й — 10-й групп в течение 3 нед находились на исходном полусинтетическом рационе с добавлением 5 мкг синтетического рибофлавина из расчета на 1 крысу в сутки, в составе витаминной смеси и тестируемый продукт, введенный в рацион частичной заменой его ингредиентов. в суточном рационе крысы, мкг

поступающего в рацион крыс					
8-й группы		9-й группы		10-й группы	
с 0,5 г сухого молока	с витаминной смесью	с 5 г говядины	с витаминной смесью	с 0,5 г печени	с витаминной смесью
2	90	—	90	41	50
1	100	6	100	2	100
1,5	100	1,8	100	3,5	100
0,02	0,4	0,13	0,4	0,3	0,4
—	250	—	250	165	100
0,01	10	—	10	—	10
4	400	285	200	45	400
0,08	2	0,15	2	0,49	2
—	20	—	20	—	20
16,6	560	25	560	34	560
0,1	4	0,4	4	1,2	4

Таблица 3. Суточное поступление рибофлавина в организм крыс

Исследуемая группа животных	Масса рибофлавина, мкг			общего
	поступаемого с исходным рационом	поступаемого с различными добавками		
		витаминой смесью	тестируемым продуктом	
Животные, получавшие обед- ненный рибофлавином (исход- ный) рацион и витаминную смесь без рибофлавина				
1-я группа	3,0	—	—	3,0
Животные, получавшие исход- ный рацион и витаминную смесь с разым содержанием в ней рибофлавина				
2-я группа	3,0	5	—	8,0
3-я группа	3,0	10	—	13,0
4-я группа	3,0	20	—	23,0
5-я группа	3,0	30	—	33,0
Животные, получавшие исход- ный рацион, витаминную смесь с разым содержанием в ней рибофлавина и разные пищевые добавки				
6-я группа	2,6	5,0	9,9	17,5
7-я группа	2,6	5,0	5,4	13,0
8-я группа	3,0	5,0	8,8	16,8
9-я группа	2,6	5,0	8,5	15,8
10-я группа	3,0	5,0	14,3	22,3

При выборе количества испытуемых продуктов принимали во внимание два обстоятельства. Во-первых, чтобы с тестируемым продуктом поступало от 5 до 15 мкг рибофлавина на крысу в сутки, что обеспечивало бы попадание суммарного количества этого витамина в диапазон доз, используемых для построения стандартных кривых (рационы крыс 1-й — 5-й групп). Во-вторых, поскольку тестируемые продукты содержат белки, жиры и углеводы, а содержание рибофлавина в органах, так же как его экскреция с мочой, зависит от уровня этих компонентов в диете [7, 10, 13], их содержание в рационах крыс 6-й — 10-й групп было по-возможности приближено к полноценному базальному рациону за счет уменьшения количества казеина, крахмала, глюкозы и подсолнечного масла. Для расчета использовали таблицы, представленные в работе «Химический состав пищевых продуктов...» [3]. Доля заменяемых компонентов в полусинтетическом рационе при этом за счет выбранного количества тестируемого продукта не превышала 25 %, что сводило к минимуму влияние различного качественного состава продуктов. Этим требованиям отвечали следующие количества продуктов; 5 г гречневой крупы (рацион крыс 6-й группы), 5 г геркулеса (рацион крыс 7-й группы), 0,5 г сухого молока (рацион крыс 8-й группы), 5 г говядины (рацион крыс 9-й группы), 0,5 г говяжьей печени (рацион крыс 10-й группы). Предварительно измельченные с помощью мельницы или мясорубки тестируемые продукты вносили в рацион в сыром виде. Порции мясных тестируемых продуктов хранили до приготовления рациона при температуре -20 °С. Количественное содержание основных питательных веществ и витаминов в ис-

пользуемых рационах крыс представлено в табл. 1-3. Поскольку в состав исследуемых продуктов входят витамины, содержание последних (кроме рибофлавина) в рационах крыс 6-й — 10-й групп было приближено к стандартному (рацион крыс 1-й — 5-й групп) за счет уменьшения их количества, вносимого с витаминной смесью (см. табл. 2). За 1—3 сут до окончания опыта крыс помещали в метаболические клетки для сбора мочи, лишая пищи и предоставляя воду без ограничения. В суточной моче определяли содержание рибофлавина [1]. Эритроциты из крови крыс, собранной после декапитации животного, выделяли по общепринятой методике. Концентрацию рибофлавина в плазме крови, гидролизатах печени крыс и тестируемых продуктах определяли титрованием рибофлавинсвязывающих апобелком [1, 2], концентрацию рибофлавина в эритроцитах и гидролизатах продуктов — люмифлавиновым методом [1]. Активность глутатионредуктазы эритроцитов и ФАД-эффект изменяли ранее описанным методом [1].

Результаты и их обсуждение

При определении содержания рибофлавина в тестируемых продуктах титрованием рибофлавинсвязывающим апобелком получены значения, близкие к таковым при определении этого показателя люмифлавиновым методом (табл. 4). Различия значений показателей не превышали 24 %, что

Таблица 4. Сравнение информативности двух, разных по сложности воспроизведения, методов определения содержания рибофлавина в тестируемых продуктах

Продукт	Содержание рибофлавина, определяемое в продукте, мг/100 г	
	методом титрования апобелком	люмифлавиновым методом
Казеин	0,08	Нет сведений
Гречка	0,20±0,01	0,20±0,03
Овсянка (геркулес)	0,11±0,01	0,10±0,01
Сухое молоко	1,75±0,09	1,62±0,02
Мясо (говядина)	0,17±0,01	0,13±0,01
Печень (говяжья)	2,85±0,17	2,79±0,19

совпадает с ранее полученными нами данными [2]. Это позволяет рекомендовать более простой и специфичный, не требующий дополнительной очистки гидролизатов и использования органических растворителей, метод титрования рибофлавинсвязывающим апобелком для определения содержания рибофлавина в пищевых продуктах.

Существует несколько подходов к определению биодоступности витаминов из различных источников. Один из них состоит в определении усвояемости витаминов по зависимости экскреции витаминов или их метаболитов с мочой от содержания в рационе [5, 12] на фоне нормальной обеспеченности организма исследуемым витамином. В нашем эксперименте был использовал второй способ [9], предполагающий выявление линейного участка зависимости между содержанием витамина в тканях животных и его поступлением с рационом. С этой целью животные получали с рационом различные количества витамина B₂ — от 3 до 33 мкг рибофлавина из расчета на крысу в сутки (см. табл. 3). При выборе этого диапазона принимали во внимание данные о том, что 30—40 мкг рибофлавина на крысу в сутки достаточно для нормального роста животных [6, 13]. Количество тестируемых продуктов в опытных рационах было также выбрано с таким расчетом, чтобы вся сумма витамина B₂, получаемого с казеином, продуктом и вита-

минной смесью (5 мкг), находилась в пределах от 13 до 23 мкг в сутки на крысу (см. табл. 3).

Кривая зависимости роста животных от содержания витамина B₂ в рационе для характеристики усвояемости рибофлавина из тестируемых продуктов не использовалась. Это было обусловлено тем, что хотя тестируемые рационы и были выравнены по количественному содержанию компонентов, однако несколько различались в основном по белковому составу. По-видимому, именно этим объясняется тот факт, что прирост животных, получавших мясную диету (рацион крыс 9-й группы), на 25 % превышал таковой животных, получавших полноценный полусинтетический рацион (рацион крыс 5-й группы).

Для оценки биодоступности витамина B₂ определяли следующие показатели: содержание общего рибофлавина в печени и эритроцитах животных, концентрацию свободного рибофлавина в плазме, активность глутатионредуктазы эритроцитов, ФАД-эффект и экскрецию рибофлавина с мочой. На рис. 1—3 представлены кривые зависимости каждого из этих показателей у животных, получавших стандартный полусинтетический рацион, от содержания в нем витамина B₂ (1-я — 5-я группы).

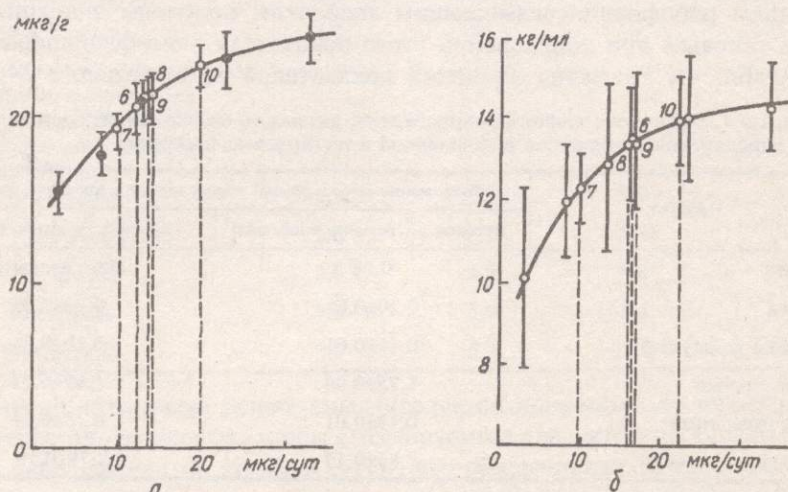


Рис. 1. Зависимость концентрации общего рибофлавина в печени (а, мкг/г печени) и плазме крови (б, нг/мл плазмы) от содержания (мкг/сут) витамина B₂ в рационе.

Черные кружки — значения показателей для групп животных, получавших стандартный полусинтетический рацион (группа 1—5), светлые — рацион с включением тестируемых продуктов (группа 6 — с гречкой, 7 — с геркулесом, 8 — с сухим молоком, 9 — с говядиной, 10 — с печенью).

Как следует из рис. 1—3, уменьшение суточного потребления одной крысой витамина B₂ до 3 мкг (1-я группа) привело к снижению содержания общего рибофлавина в печени на 40 %, свободного рибофлавина в плазме — на 30 % и общего рибофлавина в эритроцитах — на 17,5 %, увеличению ФАД-эффекта на 18 %, снижению активности глутатионредуктазы эритроцитов на 25 % по сравнению с такими показателями у животных, получавших 33 мкг рибофлавина, что составляет 1/3 рекомендуемого потребления этого витамина для крыс [4]. Поскольку разброс значений этих показателей в группах крыс, получавших различные количества рибофлавина, достигает 15 %, то в данном диапазоне доз рибофлавина в рационе использовать для определения биодоступности витамина B₂ концентрацию общего рибофлавина в эритроцитах, выраженность ФАД-эффекта и активность глутатионредуктазы эритроцитов оказалось невозможно. Наиболее

приемлемым для этой цели в условиях нашего опыта оказалось содержание рибофлавина в печени и в меньшей мере — в плазме крови. Суточная экскреция рибофлавина с мочой не зависела от его содержания в рационе в диапазоне от 3 до 33 мкг рибофлавина на крысу в сутки и составляла приблизительно 0,3 мкг (см. рис. 3). Таким образом, доза 30 мкг в сутки на крысу не

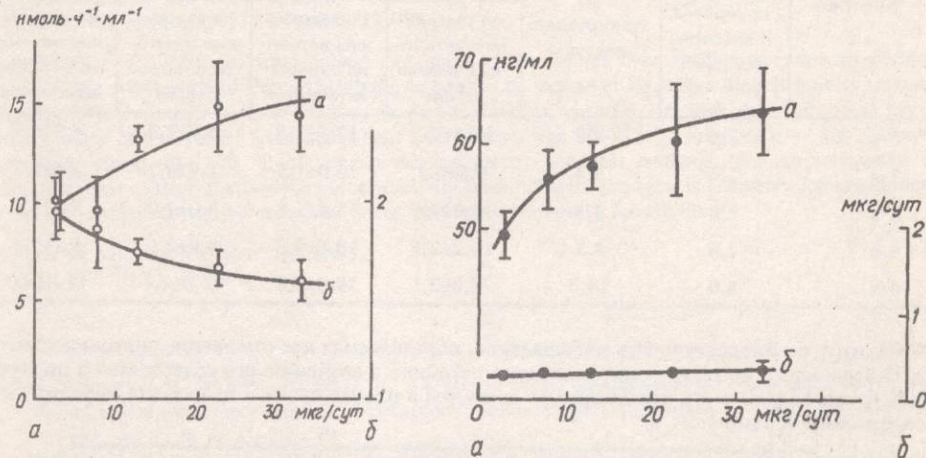


Рис. 2. Зависимость активности глутатионредуктазы эритроцитов (а, нмоль·ч⁻¹·мл⁻¹ эритроцитов) и выраженность ФАД-эффекта (б) от содержания (мкг/сут) витамина В₂ в рационе. Рис. 3. Зависимость концентрации общего рибофлавина в эритроцитах крови (а, нг/мл эритроцитов) и суточной экскреции рибофлавина с мочой (б, мкг) от содержания (мкг/сут) витамина В₂ в рационе.

является насыщающей, что не позволяет использовать этот критерий для оценки биодоступности рибофлавина в данной постановке эксперимента.

Для опытных групп животных, получавших тестируемые продукты, были определены значения показателей, характеризующих обеспеченность рибофлавином. Общее количество рибофлавина, усвоенное из рационов крыс 6-й — 10-й групп, содержащих тестируемые продукты, определяли из полученных стандартных кривых (см. рис. 1, а, б). Количество усвоенного из исследуемого продукта рибофлавина рассчитывали, вычитая из этого значения количество рибофлавина, поступающее с казеином и витаминной смесью (5 мкг, см. табл. 4), усвояемость которых, как сказано выше, принимали за 100 %.

Относительную биодоступность (%) рассчитывали как отношение количества усвоенного из исследуемого продукта рибофлавина к его содержанию в продукте, определенному аналитическим методом, по следующей формуле [5, 9]:

$$\text{Биоусвояемость} = A - B - 5 : C \cdot 100 \%,$$

где *A* — количество рибофлавина, усвоенное из рациона, определенное из стандартных кривых зависимости содержания рибофлавина в плазме или печени от содержания рибофлавина в рационе, мкг/крыса в сутки; *B* — количество рибофлавина, поступающее за счет казеина, мкг/крыса в сутки (см. табл. 3); 5 — количество рибофлавина, поступающее с витаминной смесью (см. табл. 3), мкг/крыса в сутки; *C* — содержание рибофлавина в потребляемом количестве тестируемого продукта, определенное аналитическим методом, мкг/крыса в сутки (см. табл. 4).

Из табл. 5, 6 видно, что значения биоусвояемости витамина В₂ из различных продуктов питания, рассчитанные на основе данных о его концентрации в плазме крови или печени, для большинства продуктов (геркулеса, сухого молока, говядины и печени) достаточно хорошо соответствуют друг

Таблица 5. Показатели, характеризующие обеспеченность рибофлавином организм крыс 6—10-й групп

Группы животных	Суточное поступление витамина, мкг		Суточное усвоение витамина, %			
	из исходного рациона и витаминной смеси	из тестируемого продукта	из исходного продукта и витаминной смеси		из тестируемого продукта	
			по содержанию витамина в плазме крови	по содержанию витамина в гомогенате печени	по содержанию витамина в плазме крови	по содержанию витамина в гомогенате печени
6-я	7,6	9,9	16,5±2,3	12,5±2,5	8,9±2,3	4,9±2,5
7-я	7,6	5,4	9,5±0,7	10,0±1,5	1,9±0,7	2,4±1,5
8-я	8,0	8,8	16,0±2,0	13,8±1,8	8,0±2,0	5,8±1,8
9-я	7,6	8,5	16,2±2,6	13,5±2,5	8,9±2,6	6,2±2,5
10-я	8,0	14,3	24,0±2,1	19,8±5,0	16,0±2,1	11,8±5,0

Таблица 6. Биодоступность рибофлавина, определяемая как отношение значения количества усвоенного из тестируемого продукта витамина к значению его содержания в продукте (по кривым зависимости концентрации витамина в плазме крови и гомогенате печени от его содержания в рационе), %

Группа животных	Плазма крови	Гомогенат печени
6-я	90±22	50±26
7-я	35±10	44±20
8-я	91±23	66±25
9-я	105±25	73±30
10-я	112±15	83±24

другу, а для гречневой крупы — существенно различаются. Тем не менее и при том, и при другом способе расчета проявляется общая закономерность, свидетельствующая о худшем усвоении витамина B₂ из продуктов растительного происхождения, чем из продуктов животного происхождения.

Особенно плохо усваивается витамин B₂ из геркулеса: на 35—44 %. В случае гречневой крупы биодоступность витамина B₂, рассчитанная по содержанию рибофлавина в плазме крови, составила 90 %, а в печени — 50 %. Из молока усваивается 66—91, в среднем 79 % витамина B₂. Это согласуется с данными литературы о том, что по крайней мере 16 % витамина B₂ в молоке входит в состав ксантиноксидазы, из которой утилизируется лишь 25 % ковалентно связанного с ней ФАД [8]. Из говяжьего мяса усваивается 73—105, в среднем 89 %, из печени: 83—112, в среднем 97 % определенного в них химическими методами витамина B₂.

Таким образом, полученные нами результаты свидетельствуют, что содержание витамина B₂, измеренное в пищевых продуктах химическими методами, усваивается не полностью. При этом, если мерой усвояемости рибофлавина из продуктов животного происхождения (молока, мяса, печени) можно пренебречь, поскольку утилизация достигает 80—100 %, то в случае продуктов растительного происхождения значение этого показателя составляет 40—70 %, что может привести к существенному завышению результатов определения потребления рибофлавина при условии расчета его поступления с рационом, исходя из таблиц химического состава продуктов по сравнению с реально усваиваемым количеством этого витамина. В связи с этим важно широкое изучение биодоступности витамина B₂, как и ряда

других витаминов, из более широкого спектра продуктов питания и включения этих данных в таблицы химического состава.

O.A.Vrzhesinskaya, V.M.Kodebtsova, V.B.Spirichev

ASSIMILABILITY OF VITAMIN B₂
FROM PLANT AND ANIMAL FOODSTUFFS

Assimilability of vitamin B₂ from animal and plant foodstuffs has been studied in rats with plasma levels of free riboflavin and liver total riboflavin content as indices of B₂ status. Studies have evaluated assimilability of vitamin B₂ from diets containing buckwheat, oatmeal, dry milk, beef meat and liver. Assimilability of vitamin B₂ from buckwheat and oatmeal was 40–70 %, from milk — 80 %, from meat liver about 90–100 % of vitamin determined by chemical methods. The authors make a conclusion that control of vitamin B₂ bioavailability from different products is necessary for calculation of vitamin content in rations from the tables of vitamin content in foodstuffs.

Institute of Nutrition, Russian Academy
of Medical Science, Moscow

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коденцова В.М., Вржесинская О.А., Алексеева И.А., Спиричев В.Б. Сравнение биохимических критериев обеспеченности организма человека рибофлавином // *Вопр. мед. химии.* — 1991. — № 5. — С. 76–79.
2. Коденцова В.М., Орлова Н.В., Вржесинская О.А., Сокольников А.А. Определение рибофлавина в пищевых продуктах с помощью рибофлавинсвязывающего апобелка // *Вопр. питания.* — 1992. — № 1. — С. 70–72.
3. *Химический состав пищевых продуктов* // Под ред. Скурихина И.М., Волгарева М.Н. — М.: Агропромиздат, 1987. — Т. 2. — 360 с.
4. *Экспериментальная витаминология* // Под ред. Островского Ю.М. — Минск: Наука и техника, 1979. — 550 с.
5. Babu S., Srikanthia S.G. Availability of folates from some foods // *Amer. J. Clin. Nutr.* — 1976. — 29, № 4. — P. 376–379.
6. Chastain J.L., McCormick D.B. Clarification and quantitation of primary (tissue) and secondary (microbial) catabolites of riboflavin that are excreted in mammalian (rat) urine // *J. Nutr.* — 1987. — 117, № 3. — P. 468–475.
7. Craczkas J.W., Guggenheim K. The influence of diet on the riboflavin metabolism of the rat // *J. Biol. Chem.* — 1946. — 162, № 2. — P. 267–274.
8. Ho C.Y., Grane R.T., Clifford A.J. Studies on lymphatic absorption and the availability of riboflavin from bovine milk xanthine oxidase // *J. Nutr.* — 1978. — 108, № 1. — P. 55–60.
9. Misir R. The rat as a model for evaluation of biotin bioavailability from feed ingredients for poultry and swine // *Int. J. Vitam. and Nutr. Res.* — 1987. — 57, № 1. — P. 65–70.
10. Mookerjee S., Hawkins W.W. Some anabolic aspects of protein metabolism in riboflavin deficiency in the rat // *Brit. J. Nutr.* — 1960. — 14, № 2. — P. 231–238.
11. Shenkin A. Vitamin and essential trace element recommendations during intravenous nutrition: theory and practice // *Proc. Nutr. Soc.* — 1986. — 45, № 3. — P. 383–390.
12. Tamura T., Stokstad E.L.R. The availability of food folate in man // *Brit. J. Haematol.* — 1973. — 25, № 3. — P. 513–532.
13. Turkki P.R., Gegrucchio G.D. Riboflavin status of rats fed two levels of protein during energy deprivation and subsequent repletion // *J. Nutr.* — 1983. — 113, № 2. — P. 282–292.
14. Yagi K., Nakagawa Y., Suzuki O., Ohishi N. Incorporation of riboflavin into covalently bound flavins in rat liver // *J. Biochem.* — 1976. — 79, № 5. — P. 841–843.

Ин-т питания Российской АМН,
Москва

Материал поступил
в редакцию 19.06.92