

СОДЕРЖАНИЕ ВИТАМИНА В₁ В ГОВЯЖЬЕМ МЯСЕ И СУБПРОДУКТАХ

**Макарчиков А. Ф., Клюка Т. В., Лучко Т. А., Русина И. М.,
Гуринович В. А.**

УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь

Институт биохимии биологически активных соединений

НАН Беларуси

г. Гродно, Республика Беларусь

Витамин В₁ (тиамин) является незаменимым пищевым фактором для организма человека и животных; рекомендуемая суточная потребность взрослых в тиамине составляет 1,0-1,6 мг, детей – 0,7-1,3 мг [1]. На биохимическом уровне витамин В₁ в форме тиаминдифосфата (ТДФ) выполняет каталитические функции, формируя активные центры важнейших ферментов и ферментных комплексов, участвующих в энергетическом обмене, метаболизме сахаров, α-аминокислот с разветвленной цепью и окислении 3-метил жирных кислот. Наряду с ТДФ, в большинстве исследованных биологических объектов также обнаружены другие производные тиамин – тиаминмонофосфат (ТМФ), тиаминтрифосфат (ТТФ) и аденозин-тиаминтрифосфат (АТТФ), значение которых для процессов жизнедеятельности в настоящее время не установлено. В клетке эти соединения могут взаимопревращаться под действием специфических ферментов, составляющих систему обмена витамина В₁ [2]. Хотя витамин В₁ присутствует практически во всех продуктах питания, большинство из них отличается очень низким его содержанием. К числу наиболее богатых источников тиамин относят дрожжи, нежирную свинину, овсяную муку, цельное зерно пшеницы, печень и говяжье сердце [3]. По некоторым оценкам, в развитых странах до 40% потребности в витамине В₁ удовлетворяется за счет продуктов из зерна и только 20-25% – за счет мяса [3, 4]. Учитывая, что потребление хлебобулочной продукции в расчете на среднестатистического жителя Беларуси за последние годы неуклонно падает, представляется реальной угрозой развития субклинических тиамин-дефицитных состояний среди групп населения, в структуре рациона которых преобладают мясные изделия. Существенным в данном плане является то, что возместить недостаточность поступления тиамин в организм с хлебом за счет овощей и фруктов довольно сложно (чтобы получить суточную норму витамина В₁ взрослому человеку необходимо ежедневно съедать 4-10 кг плодоовощ-

ной продукции [5]). Одним из путей решения проблемы могло бы послужить внесение в рецептуры колбасных изделий естественных ингредиентов, богатых витамином В₁. В связи с этим представляют интерес исследования содержания витамина В₁ в различном сырье животного происхождения, в особенности субпродуктах, что диктуется их невысокой по сравнению с мясом стоимостью. Важно, чтобы эти исследования проводились с помощью современных методов (например, высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ)), которые позволяют исключить влияние посторонних компонентов, содержащихся в анализируемом образце, на флуоресценцию, как это имеет место в случае тиохромного определения общего тиамин в биологических объектах.

Цель настоящей работы заключалась в определении витамина В₁ в говядине и говяжьих субпродуктах методом ион-парной обращенно-фазовой ВЭЖХ [6].

Образцы органов быка гомогенизировали в 5-ти объемах охлажденной до +4°C 12% трихлоруксусной кислоты (ТХУ) и центрифугировали 5 мин при 15000 г. Для удаления ТХУ супернатант трижды обрабатывали трехкратным объемом водонасыщенного эфира. Перед инъекцией в хроматограф производные тиамин окисляли 4,3 мМ К₃[Fe(CN)₆] в 15% КОН. Разделение осуществляли на хроматографе Agilent 1200 при скорости потока 0,5 мл/мин на аналитической колонке PRP-1 (Ø 4,1 × 150 мм). Мобильная фаза состояла из 50 мМ К-фосфат-ного буфера, рН 8,8, содержащего 25 мМ тетра-*n*-бутиламмоний-гидрогенсульфат и 4% тетрагидрофуран. Производные тиохрома детектировали по флуоресценции при длине волны возбуждения 365 нм, эмиссии – 433 нм.

Результаты исследования представлены в таблице ($n=3, \pm SD$)

| Орган | Содержание производных тиамин, нмоль/г ткани | | | | |
|-----------------|--|-----------|------------|-------------|-------------|
| | Тиамин | ТМФ | ТДФ | ТТФ | АТТФ |
| Печень | 0,74±0,03 | 0,34±0,23 | 3,28±0,90 | 0,016±0,006 | 0,032±0,027 |
| Сердце | 0,12±0,01 | 0,49±0,07 | 21,72±1,12 | 0,055±0,005 | 0,191±0,118 |
| Легкие | 0,17±0,06 | 0,11±0,04 | 2,38±0,98 | 0,014±0,005 | 0,016±0,000 |
| Почки | 1,82±0,87 | 0,66±0,33 | 8,89±3,17 | 0,017±0,003 | 0,027±0,024 |
| Селезенка | 0,26±0,02 | 0,53±0,13 | 2,12±0,37 | 0,003±0,001 | 0,003±0,000 |
| Головной мозг | 0,55±0,17 | 0,34±0,15 | 2,19±0,41 | 0,004±0,001 | 0,010±0,007 |
| Скелетная мышца | 0,25±0,06 | 0,12±0,03 | 1,89±0,55 | 0,011±0,003 | 0,004±0,002 |

Как видно из таблицы, самым высоким уровнем витамина В₁ (тиамин + ТМФ + ТДФ + ТТФ + АТТФ) отличается сердечная мышца – 22,58 нмоль/г ткани; относительно большие количества витамина также присутствуют в почках – 11,41 нмоль/г. Общее содержание тиами-

на и его производных в других субпродуктах находится в пределах 2,69-4,41 нмоль/г. В скелетных мышцах концентрация витамина В₁ составляет всего 2,28 нмоль/г – в 9,9 раз ниже, чем в сердце, и в 5 раз ниже, чем в почках.

Следует отметить, что во всех исследованных образцах, за исключением экстрактов из сердца, присутствуют значительные количества компонентов неизвестной природы, мешающих определению витамина В₁ тиохромным методом. В процессе хроматографии все эти вещества элюируются перед тиохромом и тиохромфосфатами. Ниже приведен процентный вклад компонентов нетиаминовой природы, рассчитанный по площадям пиков, в общую флуоресценцию экстрактов из органов и тканей быка ($M \pm SD$): селезенка – $42,1 \pm 4,4$; печень – $41,3 \pm 16,2$; легкие $35,8 \pm 8,9$; мышцы – $35,8 \pm 4,1$; головной мозг – $25,0 \pm 4,0$; почки – $21,5 \pm 2,7$; сердце – $4,7 \pm 0,2$.

Таким образом, среди говяжьих субпродуктов наиболее богатым источником витамина В₁ является сердце. Учитывая, что молярная масса тиамин равна 265,4 г/моль, среднее содержание витамина В₁ в говяьем сердце в переводе на массовые величины составляет 0,6 мг в 100 г продукта, что эквивалентно половине суточной нормы для взрослого человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bender D. A. Introduction to Nutrition and Metabolism. – Taylor & Francis, 2005. – 306 p.
2. Makarchikov A.F. Vitamin B1: metabolism and functions // Biochemistry (Moscow). Suppl. Ser. B: Biomedical Chemistry. – 2009. – Vol. 3. – P. 116-128.
3. Combs J. F. The vitamins: fundamental aspects in nutrition and health. – Elsevier Academic Press, 2008. – 583 p.
4. Sanders T., Emery P. Molecular Basis of Human Nutrition. – Taylor & Francis, 2003. – 161 p.
5. Спиричев В. Б., Шатнюк Л. Н., Позняковский В. М. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. – 548 с.
6. Bettendorff L., Peeters M., Jouan C., Wins P., Schoffeniels E. Determination of thiamin and its phosphate esters in cultured neurons and astrocytes using an ion-pair reversed-phase high-performance liquid chromatographic method // Anal. Biochem. – 1991. Vol. 198. P. 52-59.