

4. Степуро И.И. Механизмы биологического действия оксида азота // Ультразвук в биологии и медицине. ИБХ НАН Б. Гродно, 2003. С.10-13.
5. Степуро И.И., Адамчук Р.И., Пилецкая Т.П., Степуро В.И., Маскевич С.А. (2000) Биохимия, 65, 1645-1658.
6. Степуро И.И., Солодунов А.А., Соколовская С.Н. (1995) Биофизика, 40, 1158-1164.

### Резюме

Влияние сывороточного альбумина на образование оксида азота в ультразвуковом поле.

Исследовали влияние САЧ на образование NO, генерируемого УЗ полем (880кГц). Результаты проведенных экспериментов показали, что альбумин значительно снижает количество NO, выделяющегося в атмосферу. Увеличение концентрации САЧ снижало эффективность связывания оксида азота с низкомолекулярными тиолами (Cys, GSH) результатом которого является образование в растворе S-нитрозосоединений.

### Summary

Effect of human serum albumin on the formation of nitric oxide in ultrasonic field.

Under the action of ultrasound (880 kHz) on aqueous solution of cystein or glutation in air atmosphere S-nitrosocompaounds is obtained. Serum human albumin concretely reacted with nitric oxide and decrease emanate NO from the sonicated solution into the atmosphere.

УДК 615.837.3

## **ВЛИЯНИЕ ГЛИКОЗИЛИРОВАННЫХ АМИНОКИСЛОТ НА ОБРАЗОВАНИЕ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА В УЛЬТРАЗВУКОВОМ ПОЛЕ**

**Рогачевский А.А., Соколовская С.Н.**

УО «Гродненский государственный аграрный университет»  
г. Гродно, Республика Беларусь

Свободные радикалы, генерируемые в ультразвуковом (УЗ) поле, взаимодействовали с водным раствором сывороточного альбумина человека и приводили к нарушению третичной структуры белковой глобулы, а также фрагментации молекулы белка [1]. Подавляющее количество гидроксильных радикалов взаимодействует с сульфгидрильными группами и дисульфидными связями молекулы белка [1,2]. Аминокислотный состав белка до и после сонолиза, определяемый с помощью аминокислотного анализатора, показал уменьшение содержания следующих аминокислотных остатков: цистеина, триптофана, тирозина, гистидина, метионина [2]. Основным продуктом деградации цистеина (Cys) является цистеиновая кислота [3]. При исследованиях возник вопрос, как влияет процесс гликозилирования аминокислотных остатков белка на его стабильность

при сонолизе. На первом этапе исследовали влияние гликозилированных аминокислот на образование пероксида водорода при воздействии на водные растворы аминокислот УЗ поля.

Материалы и методы исследований. УЗ-поле создавали генератором ультразвука УТП-1, частотой 880 кГц, интенсивностью 2,0 Вт/см<sup>2</sup>. Использовали аминокислоты (лизин, аланин, гистидин, валин, аргинин, аспарагин, триптофан, метионин, пролин, цистеин) фирмы "Reanal" (Венгрия), сульфаниловую кислоту, α-нафтиламин, D-глюкозу "Реахим" российского производства классификации "х.ч.". Образование пероксида водорода при сонолизе исследовали методами УФ-спектроскопии, с использованием двухлучевого спектрофотометра "Specord M40" (Германия). Определение пероксида водорода определяли спектрофотометрически по KI-методике. Сущность метода состоит в получении окрашенного продукта, при химической реакции пероксида водорода с KI, оптическую плотность которого регистрировали спектрофотометрически на длине волны 350 нм.

Образование пероксида водорода при сонолизе водных растворов аминокислот и гликозилированных аминокислот (аминокислоты гликозилировали при температуре 37°C в течение 10 суток). pH растворов 7,1.

Время сонолиза, мин	Концентрация H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> в растворах аминокислот, (x 10 <sup>-5</sup> M)									
	H <sub>2</sub> O	Ala	Asp	Val	His	Met	Pro	Lys	Trp	Cys
Негликозилированные										
10	4,83	9,41	8,05	5,64	1,61	0	0,11	12,9	0	0
15	8,05	12,1	9,63	12,1	5,64	0	0,83	14,5	0	0
20	11,3	12,1	12,9	21,7	10,4	0	6,44	20,2	0	0
Гликозилированные	0,1M глюкоза	Ala	Asp	Val	His	Met	Pro	Lys	Trp	Cys
10	5,81	8,86	1,61	9,66	10,4	0	1,14	1,12	0	0
15	8,05	9,66	7,25	12,1	12,1	0	2,42	3,22	0	0
20	12,1	15,3	10,5	12,9	12,9	0	9,66	4,83	0	0

Результаты и их обсуждение. При воздействии УЗ-ка на водные растворы происходит образование кавитационных пузырьков, в которых происходит диссоциация паров воды на OH и H радикалы. Образование HO, H, O<sub>2</sub><sup>-</sup> радикалов при воздействии ультразвука на воду или водные растворы было доказано методом ЭПР [4]. Первичные свободно-радикальные продукты образовавшиеся в кавитационных пузырьках взаимодействуют с кислородом воздуха и между собой образуют в качестве вторичных продуктов реакции пероксиды водорода, оксиды азота и другие соединения. По количеству образовавшегося пероксида водорода можно оценить эффективность взаимодействия гидроксильных радикалов

с аминокислотами. Исследовали образование пероксида водорода в УЗ поле в присутствии различных аминокислот (лизин (Lys), гистидин (His), валин (Val), аргинин (Arg), аспарагин (Asp), триптофан (Trp), метионин (Met), пролин (Pro), цистеин (Cys)). Количество пероксида водорода образовавшегося при сонолизе водных растворов гликозилированных (аминокислоты гликозилировали при температуре 37<sup>0</sup>С в течение 10 суток) и негликозилированных аминокислот приведено в таблице 1. В качестве контроля облучали воду и 0,1 М водный раствор глюкозы.

Из приведенных результатов можно сделать следующий вывод: пероксид водорода не образовывался для Met, Cys, Trp т.к. они являются основными ловушками гидроксильных радикалов, что еще раз подтверждает литературные данные [1]; при гликозилировании Asp, Val, Lys количество пероксида водорода уменьшалось; а для Ala, His, Pro, напротив, увеличивалось. Взаимодействие гидроксильных радикалов с аминокислотами и их гликозилированными формами, вероятно, зависит от структуры аминокислот и расположения их функциональных групп. Однако среди всех исследуемых аминокислот особенно значительно уменьшалось образование пероксида водорода для Lys после гликозилирования. Как известно, именно аминокислотные остатки лизина в молекуле САЧ имеют высокое сродство к глюкозе [5]. Можно предположить, что при гликозилировании идет более интенсивное взаимодействие гидроксильных радикалов с молекулой аминокислоты, а на белке происходит более сильное окисление аминокислотных остатков лизина.

#### Литература:

1. Дубинина Е. Е. Антиоксидантная система плазмы крови // Укр. Биохим. Ж. - 1992. - Т. 64, N 4. - С. 12-19.
2. Игнатенко В.А. Механизмы действия ультразвука на белки крови и эритроциты: Диссертация канд. биол. Наук: - Минск, 1992. -150 с.
3. Степуро И. И., Соколовская С. Н., Солодунов А. А. Окисление глутатиона и цистеина под действием радикалов генерируемых ультразвуком // Биофизика - 1995.- Т. 40, N 6.- С. 1155-1164.
4. Riesz, P., and Kondo, T. (1992) Free Radical Biol. Med., 13, 247-270.
5. He X. M., Karter D.C. Atomic structure and chemistry of human serum albumin // Nature.-1992.- Jul. 16, N 6383.- P. 209-215.

#### Резюме

Исследовали влияние гликозилированных аминокислот на образование пероксида водорода при воздействии на водные растворы аминокислот УЗ поля. Результаты проведенных экспериментов показали: пероксид водорода не образовывался для Met, Cys, Trp; при гликозилировании Asp, Val, Lys количество пероксида водорода уменьшалось; а для Ala, His, Pro, напротив, увеличивалось. Взаимодействие гидроксильных радикалов с аминокислотами и их гликозилированными формами, вероятно, зависит от структуры аминокислот и расположения их функциональных групп. Особенно значительно уменьшалось образование пероксида водо-

рода для Lys после гликозилирования. А как известно, именно остатки лизина имеет высокое сродство к глюкозе. Можно предположить, что при гликозилировании идет более интенсивное взаимодействие гидроксильных радикалов с аминокислотных остатков лизина на молекуле САЧ.

### **Summary**

Effect of the glucosylated amino acids on hydrogen peroxide in the US-field

Interaction of the free radicals generated in the US-field with amino acids and glucosylated amino acids. The experimental results show that hydrogen peroxide not generated for Met, Cys, Trp; increased for glucosylated Ala, Pro, His; decreased for glucosylated Asp, Val, Lys. Effect of the hydrogen radicals on amino acids and glucosylated amino acids is discussed together with structural form of amino acids.

УДК 547.962.4:534.66

## **ДЕСТРУКЦИЯ ФИБРИЛЯРНЫХ БЕЛКОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПОЛЯ**

**Соколовская С.Н.**

УО «Гродненский государственный аграрный университет»  
г. Гродно, Республика Беларусь

Ультразвук широко используется для диагностики в клинической и ветеринарной медицине, физиотерапии, а также в лабораторной практике для получения липосом, разрушения клеточных мембран. Расширяются исследования применения ультразвука в промышленности для оптимизации целого ряда технологических процессов, ускорения протекания химических реакций, обезвреживания органических компонентов сточных вод. Целью данной работы является продемонстрировать эффективность использования УЗ в отмочнозольных процессах в кожевенном производстве.

Действие ультразвука обусловлено целым рядом факторов. Это в первую очередь механическое действие, тепловой эффект, а также химические реакции [1]. Химические эффекты ультразвука связаны с образованием кавитационных пузырьков, в которых происходит диссоциация паров воды на ОН и Н радикалы. Гидроксильные радикалы являются сильными окислителями и взаимодействуют с большим числом химических соединений [2].

Как известно, дисульфидные связи играют важную роль в структуре некоторых фибриллярных белков, например кератинов, входящих в состав волос или шерсти. Кератины являются нерастворимыми белками. Высокая стабильность и нерастворимость кератина обусловлена большим числом поперечных дисульфидных связей между его пептидными цепями