

ИССЛЕДОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОЙ И НАНОСТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ НА ПРИМЕРЕ РАЗЛИЧНЫХ СТРУКТУР ВОЛОСА



Г.С. Петерс¹, И.А. Старосельский¹, А.Ю. Грузинов¹, А.В. Забелин¹, А.Г. Малыгин², А.А. Вазина³,

¹ НИЦ «Курчатовский институт», г. Москва, Россия, ² Институт биохимии им. А.Н. Баха РАН, г. Москва, Россия, ³ Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, г. Пущино, Россия
georgspeters@gmail.com

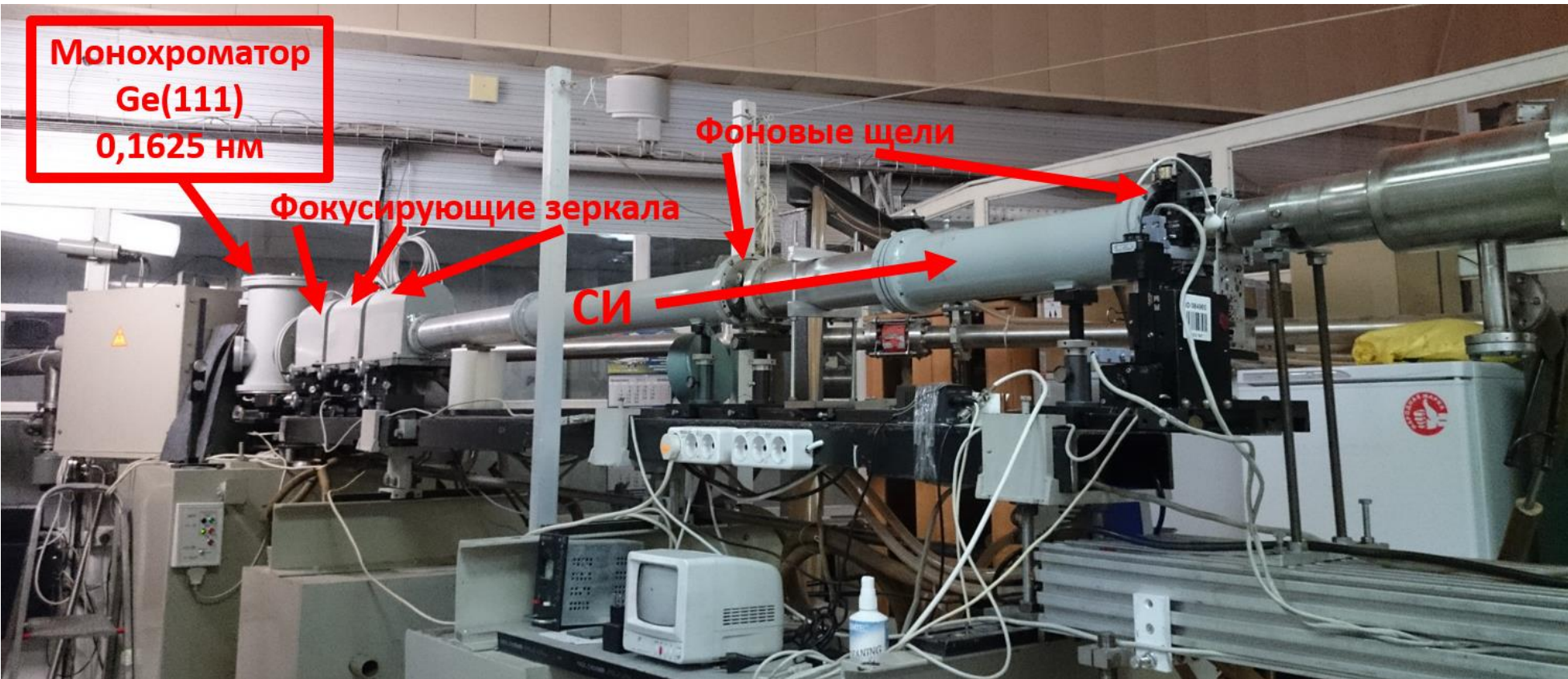
ВВЕДЕНИЕ

Открытие синхротронного излучения и развитие техники на его основе в последние десятилетия вызвало новую волну интереса к рентгенодифракционным исследованиям ткани волоса. В силу значительно более высокой по сравнению с рентгеновскими трубками интенсивности синхротронного излучения, а также малой его расходимости появилась возможность значительно сократить время эксперимента. На первый план начали выходить прикладные исследования различных биологических тканей, к примеру, для медицинских нужд [1]. Нами уже была проведена диагностика возможных патологий животных с использованием волос [2].

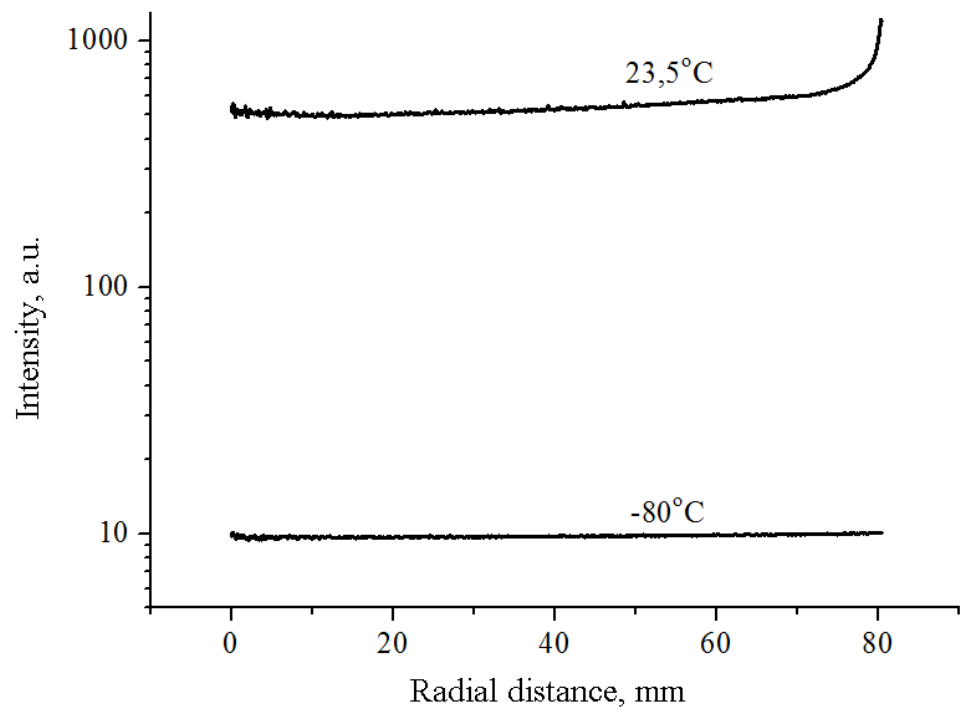
Структуры волоса являются довольно привлекательными для рентгенодифракционных исследований ввиду доступности и отсутствия необходимости в подготовке образца, в частности, кристаллизации [2] в отличие от кристаллов, волос уже изначально структурирован [3, 4]. Одной из важных особенностей волоса является его полифункциональность. У различных животных волос может служить для сохранения тепла, защиты от внешних воздействий, ориентации в пространстве и т. д.

В работе методом рентгеновской дифракции в малых углах (на расстоянии образец-детектор 300 мм) исследованы различные образцы волос животных. Особенностью нашего подхода является создание репрезентативной коллекции, содержащей сотни документированных образцов волос различной функциональной направленности. Дифракционные картины, приведенные в работе, подтверждались на подавляющем большинстве образцов одного типа.

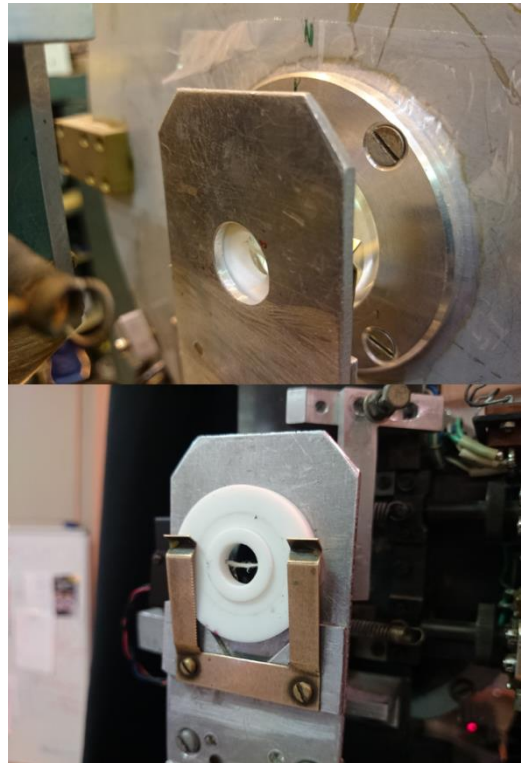
СТАНЦИЯ ДИКСИ НА КУРЧАТОВСКОМ ИСТОЧНИКЕ СИ



- Монохроматор Ge(111), цилиндрическое зеркало полного внешнего отражения
- Длина волны 0,162 нм, энергия 7,62 кэВ, энергия исходного пучка электронов 2,5 ГэВ
- Фокусировка пучка в сагиттальной (монохроматор) и меридиональной (зеркала) плоскостях
- Размер пучка 450х600 мкм
- Полупроводниковый детектор MAR CCD с охлаждаемой до -80 С матрицей
- Специально сконструированный для установки биологических образцов держатель



Шумовые кривые при «теплом» и захлаженном детекторе



Держатель образца

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Представлены типичные результаты для шести типов образцов:

- 1, 2 – соответственно пуховые и остевые волосы мышей, пучок из 20 волос. Мыши из Института биохимии им. А.Н.Баха РАН (проф. А. Г. Малыгин) – около 300 особей – потомков мышей, полученных от скрещивания нормальной самки и самца с признаком задержки роста [5]. Наследуемость признака позволяет считать его результатом мутации. Мышей содержали в стандартных условиях вивария. Исследовалась шерсть нормальных и мутантных мышей из одной коллекции, возраст мышей составлял в среднем 1-2 года.
- 3 – вибрисса взрослого здорового кота (возраст около 5 лет) породы скоттиш-страйт. Рентгенограммы снимались на следующий день после выпадения вибриссы.
- 4 – игла дикобраза, хранилась в лаборатории в течение нескольких лет.
- 5, 6 – соответственно перьевые и пуховые волосы, полученные с пера голубя. Рентгенограммы снимались через несколько дней после сбора образца.

	1	2	3	4	5	6
Фото образца						
Рентгенограмма						
График интенсивности						

ВЫВОДЫ:

Результаты проведенных исследований дают возможность заключить, что одна и та же ткань, выполняющая различные функции, дает в той или иной степени различающиеся рентгенограммы, показывающие адаптацию структур кератина и межклеточного матрикса к выполняемым функциям и внешним воздействиям.

1. V. James et al. Using hair to screen for breast cancer //Nature. – 1999. – Т. 398. – №. 6722. – С. 33-34.
2. Г.С. Петерс, А.А. Васильева, А.В. Забелин, А.Ю. Грузинов, Н.Ф. Ланина, А.Г. Малыгин, А.А. Вазина. SAXS/WAXS исследования ткани шерсти мутантных мышей // XX Национальная конференция по использованию Синхротронного Излучения "СИ-2014" 7 - 10 июля 2014 г. Новосибирск, 2014. № С. 27-28.3. James V. et al. Using hair to screen for breast cancer //Nature. – 1999. – Т. 398. – №. 6722. – С. 33-34.
3. W.T. Astbury et al. X-ray studies of the structure of hair, wool, and related fibres. I. General //Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical or Physical Character. – 1932. – С. 75-101.
4. R.D.B. Fraser et al. Keratins: their composition, structure, and biosynthesis. – Charles C. Thomas, 1972.
5. Malygin A.G. Graduated Change of Life Expectancy in Mice in Ontogenesis //Russian Journal of Developmental Biology. – 2013, Vol. 44. – No. 1. – С. 48–55.