



Jennifer Marsh, John Gray, Antonella Tosti

Healthy Hair

Дженнифер Марш, Джон Грей, Антонелла Тости

Секреты здоровья волос

*Перевод с английского
под редакцией
А.Г. Гаджигоревой*



Москва
ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА
«ГЭОТАР-Медиа»
2018

Введение

Возможно, существует ошибочное мнение о том, что средства по уходу за волосами — это исключительно товары широкого потребления, обладающие упрощенными свойствами, с простым составом и технологией изготовления, в отличие от продуктов по уходу за кожей. На самом деле это далеко от истины. Как сказал один из ведущих мировых экспертов по уходу за волосами д-р Родни Даубер, заслуженный лектор клинических дисциплин в Оксфордском универси-

тете: «Шампуни представляют вершину простоты из множества составляющих. Продукт, который каждый может применять в любое время, в любом месте, с ожиданием одинакового результата».

Ученые и крупнейшие косметические компании тратят на исследования годы работы и миллионы долларов для выведения продукции на мировой рынок. Эти продукты предназначены для современных женщин (и мужчин) с различными фенотипами волос, а также различными привычками и распорядком (рис. 4.1).



Рис. 4.1. Для создания нового косметического продукта ученые тратят годы работы

В процессе исследований и разработок ученый должен иметь возможность оценить субстрат (волосы) и эффект от продуктов по уходу за ними. В литературе описано множество методов, используемых в косметической промышленности. Исследования всегда выполняются в лаборатории на подготовленных образцах волос, называемых прядями.

Эти пряди получают от одного донора (например, натуральный блонд — один из ценнейших в мире) или нескольких. Волосы осматривают на наличие признаков повреждения. Удостоверившись в качестве, их укладывают в прядь, правильно располагая в направлении от корня до кончика. Это обеспечивает воспроизводимое исследование эффективности любого тестируемого продукта по уходу за волосами (рис. 4.2).

Однако в реальной жизни для определения состояния своих волос женщины

используют разнообразные, не поддающиеся оценке признаки. Это ощущения, когда волосы находятся во влажном и сухом состоянии, легкость при укладке и ее долговечность, а самое важное — интенсивность блеска волос.

Парикмахеры лучше разбираются в нюансах здоровья волос ввиду опыта работы с разными типами. Однако обычно они оценивают состояние волос только в определенный момент времени, когда женщина приходит в салон красоты (рис. 4.3). В целом женщины и стилисты могут довольно точно определить состояние волос по так называемым основным ориентирам, которые изображены на рис. 4.4.

Несмотря на сложность методов и технологий, доступных ученым, вряд ли этого будет достаточно, чтобы соотнести их с восприятием потребителя и стилистов. В результате была разработана комплекс мер по оценке состояния волос.

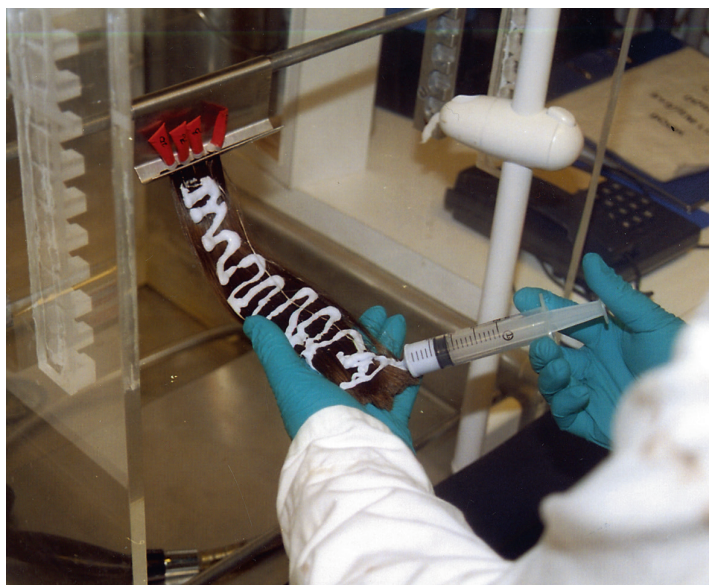


Рис. 4.2. Прядь, подготовленная для последующего тестирования эффективности продукции по уходу за волосами



Рис. 4.3. Работа с разными типами волос делает парикмахера экспертом в области их здоровья

Многообразие стратегий оценки здоровья волос

Ученые используют множество стратегий, в рамках которых применяются различные методы и техники для количественного определения основных ориентиров, используемых женщинами для оценки состояния волос.

- **Стратегия 1.** Первая группа методов разработана для того, чтобы воспроизвести, как женщины определяют то или иное свойство продукта, например придающее блеск или уменьшающее силу трения. При этом обычно используется пучок волос, из которого создаются пряди. Они могут достоверно воспроизвести профиль характеристики продукта, имитируя опыт применения женщинами.
- **Стратегия 2.** Вторая группа методик определяет свойства отдельных волокон, в особенности как на них

влияет ультрафиолетовое излучение или химическое воздействие. Другие примеры: механические свойства волос (прочность на разрыв) и структурные изменения (повреждение кутикулы).

- **Стратегия 3.** Третья группа исследует структурные изменения волоса на микроскопическом уровне, часто определяя специфические изменения белков или деградацию липидов. Эта стратегия позволяет понять, как меняется структура волоса вследствие воздействия различных повреждающих факторов. Эти данные затем можно соотнести с изменением свойств отдельно взятого волокна и общей массы для понимания влияния этих изменений на женщин.
- **Стратегия 4.** Четвертая группа методик позволяет оценить состояние фолликулов и их связь с качеством волос. Эти методы имеют важное значение для оценки течения возможного



Рис. 4.4. Множественные ориентиры, используемые женщинами и стилистами для определения состояния волос, — ощущения и внешний вид мокрых (а, б) и сухих волос (в–д)



Рис. 4.5. Все методы оценки состояния волос

заболевания и определения вероятности восприимчивости волос к внешним вредным воздействиям по мере их роста.

На рис. 4.5 отображены все методы оценки состояния волос. Некоторые из этих аспектов также рассматриваются в главе 5.

Стратегия 1. Оценка волос (самостоятельная и посторонним наблюдателем)

Для оценки состояния здоровья собственных или чужих волос необходимо получить определенную информацию. Первое — это визуальный осмотр волос: являются они тонкими или грубыми, прямыми или курчавыми, длинными или короткими; хорошо ли они уложены; являются ли они правильно упорядоченными и блестящими; выглядят они гладкими или имеются поврежденные волокна.

Второй аспект — это ощущения, возникающие при контакте с волосами: сильно ли отличаются кончики от корней, гладкие они или неровные; при тщательном осмотре возможно обнаружить секущиеся кончики. Возможно обнаружение выраженной разницы в цвете на всем протяжении волокон (оценить это поможет прикладывание кончиков к корневой части волос). При достаточной длине возможно собрать волосы в хвост и определить его толщину, а также выраженность сужения к кончикам (рис. 4.6–4.9).

Если оценка проводится в рамках исследования, для определения частоты и выраженности воздействий, повреждающих волосы, необходимо выяснить ряд вопросов. К ним относятся воздействия химических веществ, солнечных лучей, использование горячих приборов для укладки, частота мытья и т.д. Также следует оценить все средства, применявшиеся для защиты



Рис. 4.6. Толстый хвост, несмотря на высветление волос вследствие воздействия ультрафиолета



Рис. 4.7. Истонченный хвост из-за чрезмерного атмосферного старения и обламывания волос



Рис. 4.8. Разница цвета корней и кончиков из-за неоднократного химического выпрямления



Рис. 4.9. Отчетливо видны секущиеся кончики

Таблица 4.1. Система подсчета баллов для оценки степени повреждения волос

Манипуляция	Чаше одного раза в 6 нед, баллы	Один раз в промежутот от 6 нед до 3 мес, баллы	Реже одного раза в 3 мес, баллы
Осветление	+10	+5	+1
Химическая завивка	+10	+5	+1
Окрашивание	+10	+5	+1
Стрижка	−3	−2	−1
Манипуляция	Чаше 5 раз в неделю	От 1 до 5 раз в неделю	Реже 1 раза в неделю
Выпрямление утюжком	+5	+3	+1
Сушка феном	+3	+2	+1
Расчесывание	+3	+2	+1
Мытье	+3	+2	+1
Глубокий восстанавливающий уход	−5	−3	−1
Применение кондиционера	−3	−2	−1
Термозащитный спрей	−3	−2	−1
Манипуляция	Более 5 ч в день	1–5 ч в день	Менее 5 ч в день
Воздействие солнца	+5	+3	+1
Повреждение волос сильной степени	Повреждение волос средней степени	Повреждение волос слабой степени	
>18 баллов	<18 баллов, >7 баллов	<7 баллов	

волос, например интенсивные кондиционеры и термозащитные спреи.

На основании этих данных создана табл. 4.1. В ней выделены основные манипуляции и их участие в повреждении волос (способствование или предотвращение). Некоторые манипуляции чаще повреждают волосы, что также отражено в таблице.

Инструментальные методы

В этой части описывается выбор методик из каждой категории, иллюстрирующих ключевые методы оценки, обычно применяющиеся в косметической промышленности.

Основной задачей инструментальных методов исследования является разработка теста, с помощью которого можно определить различия свойств волос, указывающих на их здоровье (блеск, сила, прилагаемая при расчесывании, тактильные свойства и т.д.).

Для достижения этой цели необходимо обеспечить воспроизводимость источника волос и размера прядей. Во многих случаях волосы разных женщин сначала проверяются на наличие повреждений от низкой до умеренной степени, а затем смешиваются для создания однородного субстрата (рис. 4.10).

Рис. 4.10. Необходимо обеспечить воспроизводимость источника волос и размера прядей. Во многих случаях волосы разных женщин сначала проверяются на наличие повреждений от низкой до умеренной степени, а затем смешиваются для создания однородного субстрата



Необходимо обеспечить наиболее точную имитацию воздействий, которым женщина подвергает свои волосы. Например, скорость во время автоматического теста на расчесывание близка к скорости расчесывания в реальной жизни.

Оценка блеска

Блеск сложно поддается измерению, а особенно сложно его соотнести с восприятием потребителя. Основная проблема заключается в том, что для оценки блеска женщины используют не только визуальные, но и тактильные сигналы, в особенности мягкость. Движение пальцев по волосам — это обычный по-

казатель того, насколько блестящими считает их женщина (рис. 4.11).

Интенсивность отражения хроматичности будет зависеть от цвета волос (чем темнее волосы, тем меньше выражено отражение хроматичности) и изменяться в зависимости от отражения с передней поверхности из-за строения кутикулы (рис. 4.12). Диапазон хроматичности придает волосам натуральный внешний вид, в отличие от искусственных прядей из нейлона или африканских волос.

Для определения этого взаимодействия света и волоса разработаны специальные приборы. Для преобразования собранных данных в понятие «блеск» разработано

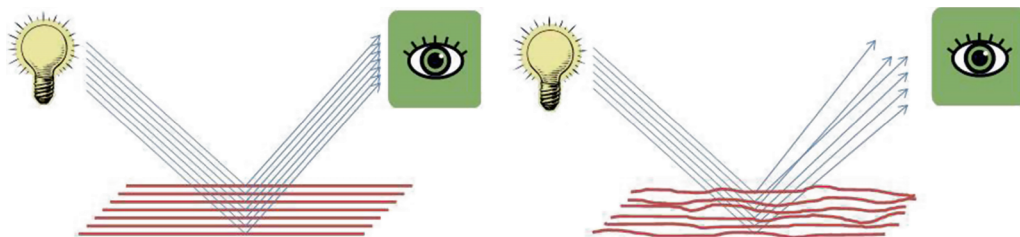


Рис. 4.11. Сравнение высокой и низкой интенсивности блеска

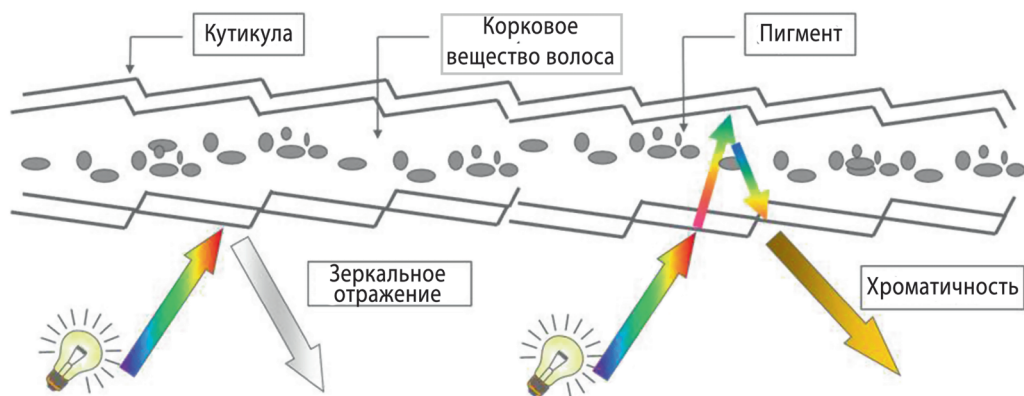


Рис. 4.12. Зеркальное отражение и отражение хроматичности

несколько алгоритмов. Так как упорядоченное расположение является огромным фактором, влияющим на восприятие блеска, измерения можно провести с помощью ровных и неровных прядей в зависимости от необходимой информации.

Выверенные пряди устанавливаются на закругленную поверхность. На них направляется луч света при контроли-

руемых условиях освещения. С помощью цифровой камеры выполняются фотографии прядей. Анализ проводится путем расчета диффузного и зеркального отражения, отражения хроматичности, ширины зеркального/цветового пика (рис. 4.13) [1].

Поверхность волос определяет, что происходит с отражением света. Нетронутые

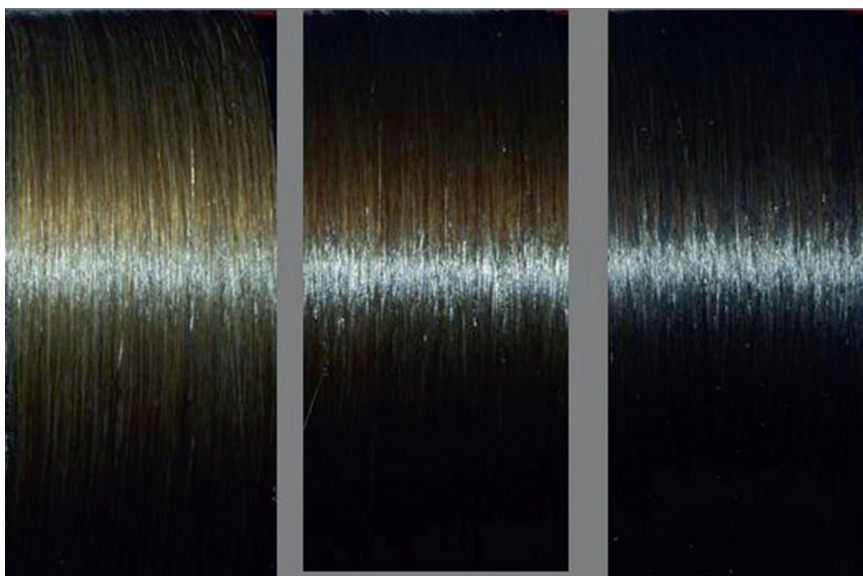


Рис. 4.13. Различия в отблеске трех оттенков коричневых волос. Слева направо: светлый, средний, темный

волосы имеют относительно гладкую кутикулу. При сильном повреждении волос отражение может ухудшаться, снижая при этом блеск.

Расчесывание, сила трения и повреждение

С помощью этих методов можно определить такие показатели здоровья волос, как ощущение гладкости и повреждения. Их часто применяют для оценки эффективности кондиционирующих средств для повышения смазывающих свойств. Стандартным методом исследования в косметической промышленности является оценка силы, прикладываемой при расчесывании. При этом применяется чувствительный прибор, измеряющий силу вытягивания волос через один или два статических гребня. Его можно выполнять на сухих или влажных волосах с предварительным распутыванием прядей.

Сила трения определяется как сила, необходимая для смещения объекта с постоянной скоростью по поверхности

волос. Исследование также можно проводить на влажных или сухих волосах, однако чаще всего используются сухие волосы (рис. 4.14).

Повреждение определяется путем многократного расчесывания прядей. После расчесывания определяется масса пряди по сравнению с массой до начала эксперимента. Также возможны сбор и взвешивание порванных волокон. Для стандартизации процесса расчесывания и упрощения выполнения теста разработаны автоматические расчесывающие механизмы (рис. 4.15).

Пушистость

Обычно пушистость определяют оценкой увеличения объема волос после их укладки в условиях низкой влажности (например, относительной влажности 20%) с последующим помещением в условия повышенной влажности (например, относительной влажности 80%). Оценить степень увеличения объема можно визуально или с помощью анализа

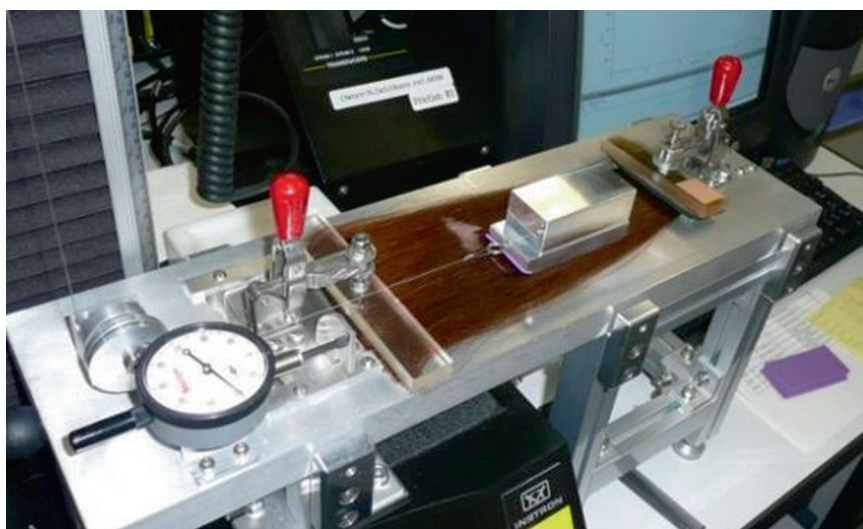


Рис. 4.14. Измерение силы трения

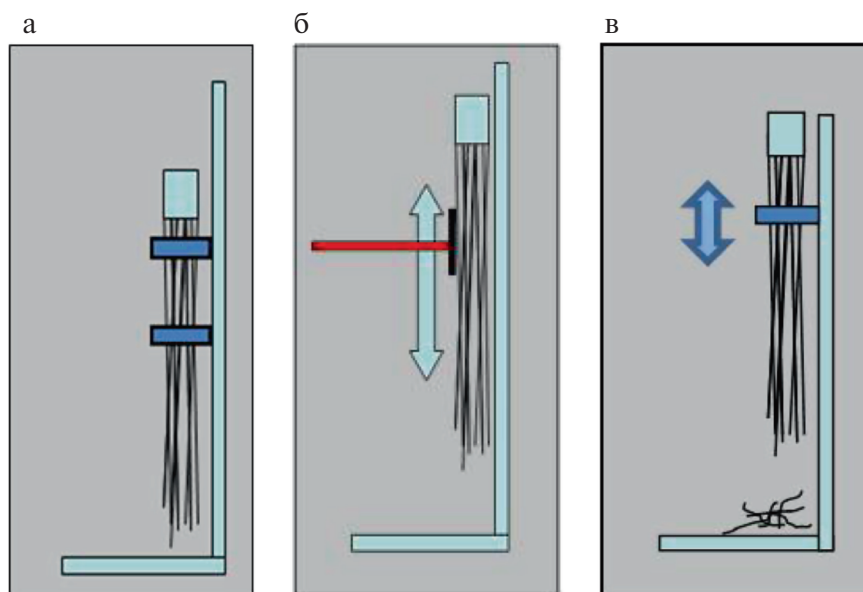


Рис. 4.15. Схема исследования волос: а — измерение силы, прикладываемой при расчесывании; б — определение силы трения; в — определение повреждения волос

изображений по таким параметрам, как общая площадь пряди или увеличение ширины (рис. 4.16). Эту методику можно использовать для анализа эффектив-

ности кондиционирующих продуктов, предназначенных для уменьшения пушистости.

Стратегия 2. Механические свойства отдельного волокна

Такие свойства, как повреждаемость, объем, послушность, сильно зависят от величины волокна (его диаметра и эллиптичности). Соответственно для разных волокон значения будут варьировать. Для более точного определения механических свойств волокна и устранения влияния его размера обычно измеряют диаметр каждого волокна, а механические свойства выражают в виде модуля (например, сила разрыва на единицу площади). Таким образом можно точнее сравнить влияние различных процедур и повреждающих факторов.

На рис. 4.17 изображены три важных механических свойства каждого волокна: прочность на разрыв (сила растяжения);



Рис. 4.16. Оценка пушистости волос при низкой (а) и высокой (б) относительной влажности

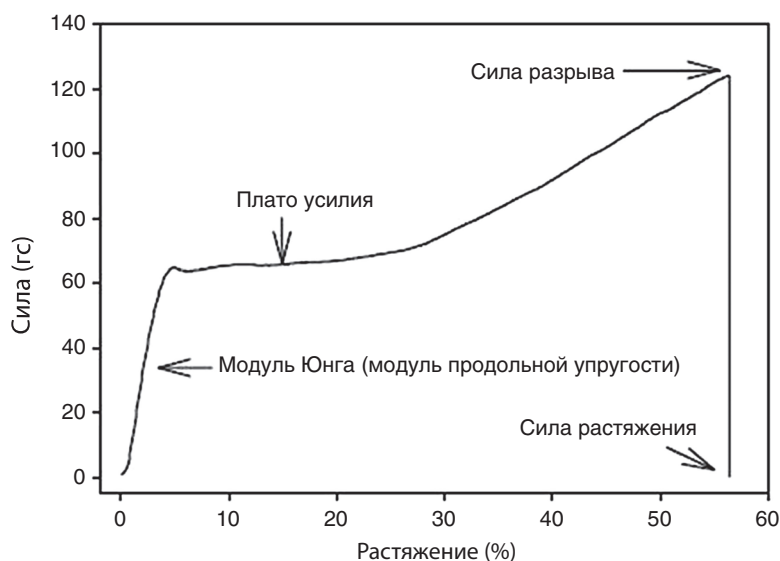


Рис. 4.17. Три главных механических свойства волокна (*слева направо*) прочность на разрыв, сопротивляемость скручиванию и сгибаемость

сопротивляемость скручиванию (сила скручивания) и сгибаемость (сила сгибания). Чаще всего определяется прочность на разрыв, так как это свойство ближе всего связано с восприятием силы волос. Как правило, для создания графика силы натяжения, изображенной на рис. 4.18, отдельное волокно вытягивается с постоянной силой до момента разрыва. Из этой кривой можно рассчитать различные параметры, важнейши-

ми из которых являются модуль Юнга (наклон начальной упругой области), нагрузка на плато, сила разрыва и растяжение на разрыв. Эти параметры можно определить на влажных или сухих волосах в зависимости от вида используемого воздействия. При этом кривая будет отличаться, так как мокрые волосы легче растягиваются и рвутся. При этом происходит уменьшение наклона модуля Юнга, и заданная сила разрыва достигается при меньшем растяжении. Также кривая меняется в зависимости от степени химического воздействия на волосы, в особенности если они сильно повреждены.

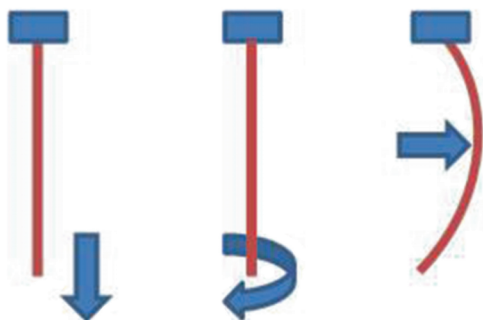


Рис. 4.18. Профиль прочности волоса

Визуализация повреждения

Визуализировать повреждение волос можно с помощью методов изображения с большим увеличением. Эти методы редко являются количественными, но их сочетание с другими дает

представление о том, что приводит к численной разнице. Важнейшими из них являются сканирующая электронная микроскопия и трансмиссионная электронная микроскопия. СЭМ обычно используется для оценки поверхностного осаднения или качества кутикулы, трансмиссионная электронная микроскопия — для оценки струк-

турных особенностей кутикулы и коркового слоя в поперечных сечениях.

На рис. 4.19 и 4.20 изображены корни и кончики поврежденных волос (регулярное окрашивание и использование горячих приборов для укладки), выполненные с помощью СЭМ и трансмиссионной электронной микроскопии.

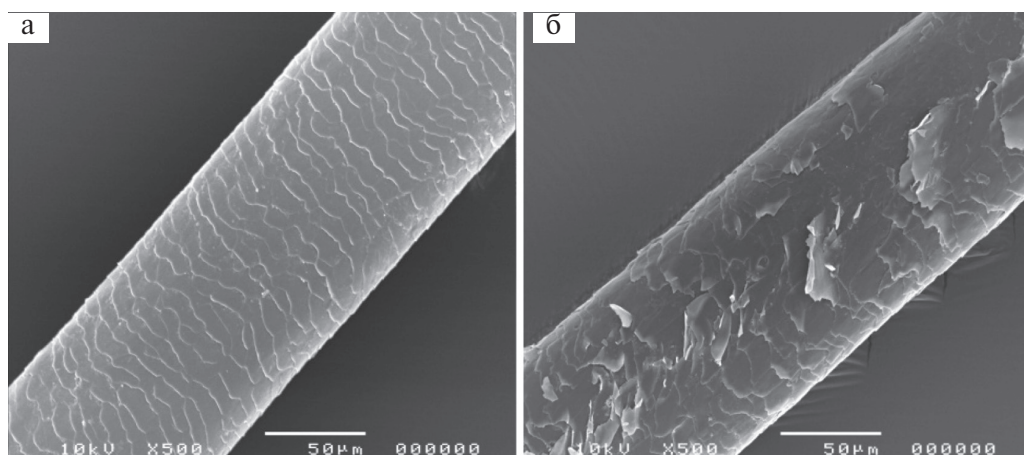


Рис. 4.19. Изображения корня (а) и кончика волоса (б), полученные с помощью СЭМ

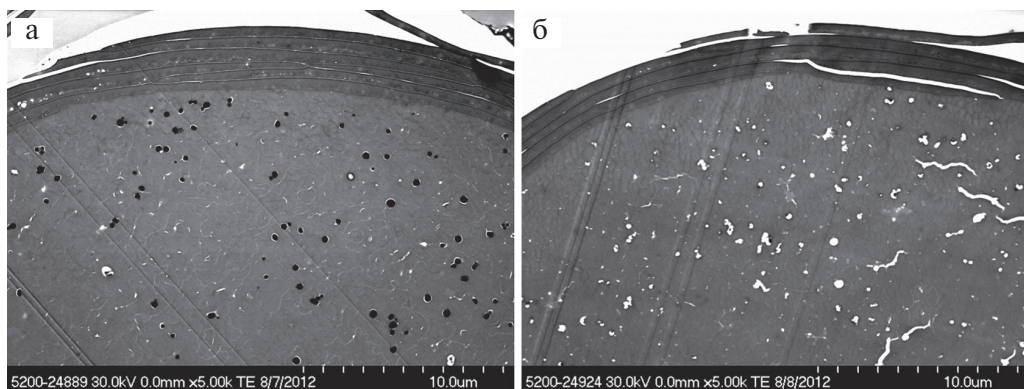


Рис. 4.20. Изображения корня (а) и кончика волоса (б), полученные с помощью трансмиссионной электронной микроскопии

Стратегия 3. Определение структурных свойств

Часто для понимания фундаментального механизма и обеспечения объективной оценки влияния средств по уходу за волосами информативно прямое определение изменения структуры волос. Оно включает в себя изменения белковой или липидной структуры и сравнение с результатами этих изменений. Примером является влияние на силу разрыва или уменьшение блеска.

Эти методики часто более чувствительны, чем определение свойств общей массы волос или отдельного волокна, и дают понимание механизма влияния различных типов повреждающих воздействий на свойства волос. Ярким примером является удаление поверхностного липидного слоя (f-слоя) путем пергидролиза при окрашивании волос окислительными красками. Этот слой стало возможно исследовать напрямую и продемонстрировать его уменьшение после окрашивания, а также определить степень влияния окрашивания на процесс расчесывания и силу трения. Опреде-

ление силы, затрачиваемой при расчесывании, и силы трения в большей степени отражает аспект отношения женщины к повреждению вследствие окрашивания. Прямое же измерение связано с механизмами, от которых это восприятие зависит.

Белковые изменения в волосяном стержне

Доказано, что оценка белковых изменений внутри волосяного стержня является одной из важнейших для определения ответа волоса на различные повреждения. Относительно простым методом является исследование белковых фрагментов после встряхивания волос в воде в течение определенного времени (например, 1 ч). С помощью различных проб можно измерить общее количество полученного белка (метод Лоури, проба Брэдфорда). Наборы для этих тестов доступны в продаже (рис. 4.21).

Также доступны более сложные протеомные методы, включающие в себя выявление определенных фрагментов белка, возникающих из кератина

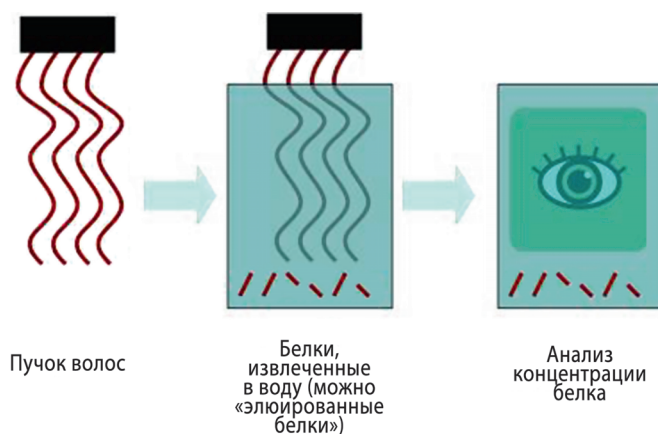


Рис. 4.21. Схематическое изображение определения потери белка

при действии повреждающих факторов. Обычно для этого используются метод масс-спектропии и анализ баз данных, содержащих информацию об аминокислотных последовательностях большинства белков волос. Примером является определение белковых фрагментов, образующихся после воздействия на волосы окислительных красок [2]. На рис. 4.22 изображены масс-спектры белков, полученных из неокрашенных и окрашенных волос. Выделены белковые фрагменты, образующиеся при окрашивании. Показано, что некоторые из этих растворимых фрагментов представляют собой кератин 31, специфический бе-

лок коркового слоя. При дополнительном анализе на фрагменты с большей молекулярной массой секвенированы кератиновые белки I (кислые) и II (основные) типов. Известно, что кислые и основные кератины связываются с образованием кислотно-основных гетеродимеров, которые, в свою очередь, связываются с кератиновыми филаментами. Таким образом, с помощью подобной протеомной техники можно выявить специфические места повреждения коркового слоя волоса окислительным красителем.

Эти методики определяют белок, диффундировавший из волос. Однако с помощью протеомики также можно

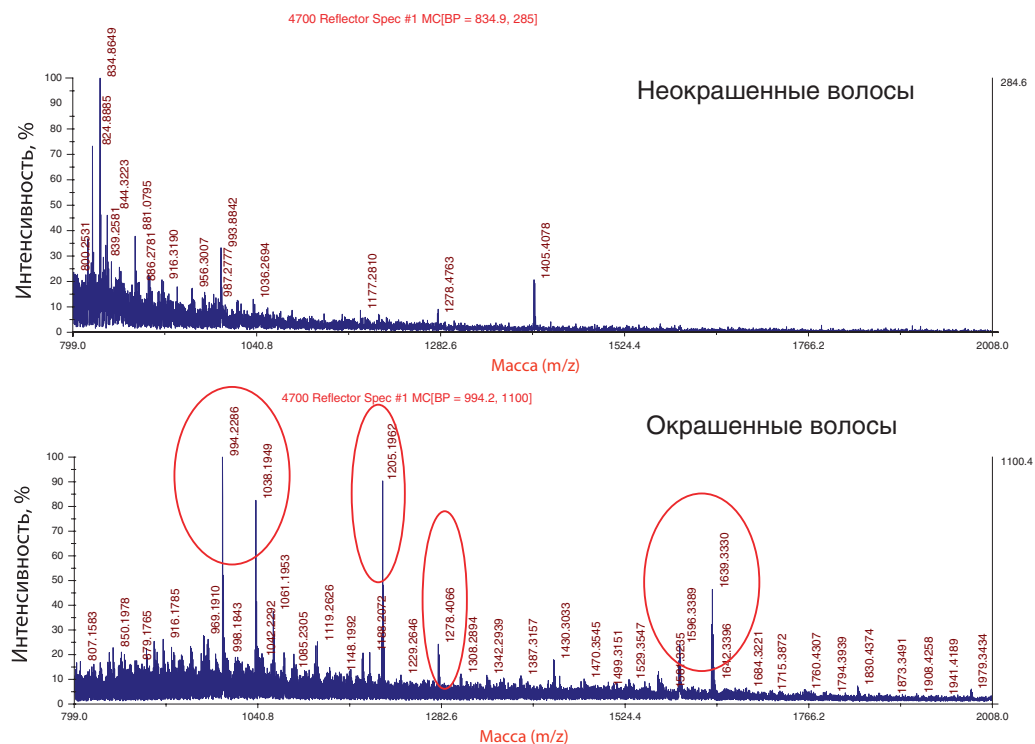


Рис. 4.22. Данные о растворимых белках, полученных из неокрашенных и окрашенных волос с помощью метода масс-спектрометрии

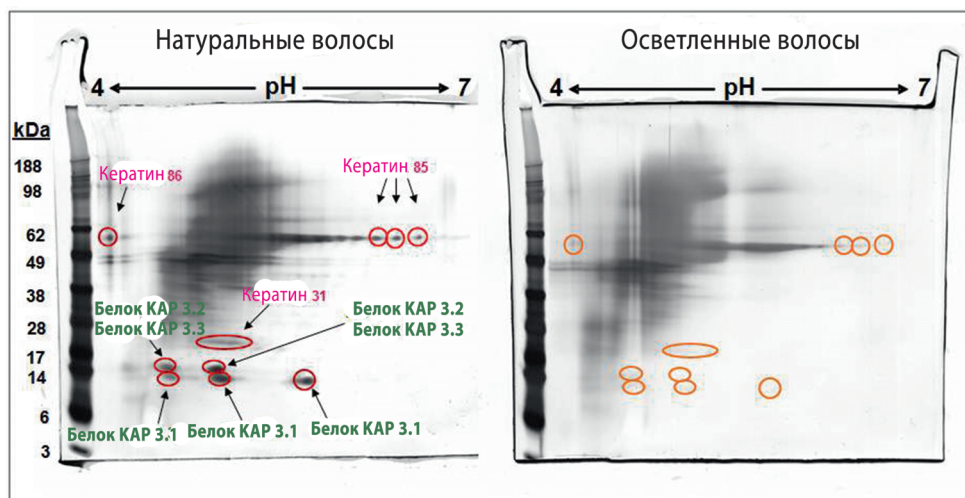


Рис. 4.23. 2D-изображение результатов гелевого электрофореза натуральных и осветленных волос

исследовать сами волосы после воздействия повреждающих факторов.

Используя 2D электрофорез, можно разделить белки волос в соответствии с их молекулярной массой и растворимостью, а затем методом масс-спектропии определить, какие именно белки изменились. На рис. 4.23 показаны 2D-изображения результатов гелевого электрофореза натуральных и осветненных волос. Произведено разделение белков, и на рисунке выделены области, где изменения присутствуют в образце натуральных волос и отсутствуют в образце с высветленными волосами. При дальнейшем анализе материала выделенных областей возможно определить, какие белки отсутствуют в образцах с обесцвеченными волосами. Рисунок отображает локализацию кератинов и кератин-содержащих белков. Результаты исследований свидетельствуют о том, что многократное обесцвечивание может нарушить белковую структуру волоса.

Сводная информация

В этом разделе описаны некоторые стратегии и методики, применяемые учеными для соотношения микро- и макроскопических изменений волокон волоса и общей массы волос, которые видят и ощущают женщины в повседневной жизни. Они также являются основой оценки эффективности продуктов по уходу за волосами для восстановления и защиты.

В следующей главе мы детально опишем эти средства и дадим практические советы по их применению.

Ссылки на источники

1. Reich C., Robbins C. Light scattering and shine measurements of human hair: a sensitive probe of the hair surface // J. Soc. Cosmet. Chem. 1993. 44. P. 221–234.
2. Sinclair R, Flagler M.J., Jones L., Rufaut N., Davis M.G. The proteomic profile of hair damage // Br. J. Dermatol. 2012. 166 Suppl 2. P. 27–32.