

УДК 677.038.2:004.9

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЖЕЛТИЗНЫ ХЛОПКОВЫХ ВОЛОКОН*

А.Ю. МАТРОХИН, О.А. ШАЛОМИН, Б.Н. ГУСЕВ

(Ивановская государственная текстильная академия, ООО "ТексПро")

Цвет является одним из основных свойств, учитываемых при оценке качества хлопковых волокон в различных системах классификации [1], [2]. Значимость данного сложного свойства для хлопковых воло-

кон обусловлена тем, что оно может эффективно применяться для косвенной оценки структурных и механических характеристик, а также отражать сорбционные возможности волокон.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (№ госконтракта 5812р/8106 от 31.03.2008).

Наличие взаимосвязи между указанными характеристиками и цветом обусловлено тем, что на него непосредственно влияют такие факторы возделывания и первичной переработки, как интенсивность атмосферных осадков, колебания температуры воздуха, влажности, воздействие микроорганизмов и насекомых.

Согласно известным системам классификации качества хлопковых волокон в состав рассматриваемого сложного свойства входят такие свойства, как белизна, количественно оцениваемая коэффициентом отражения света "Reflectance", и желтизна, оцениваемая степенью желтизны "Yellowness". На сегодняшний день методики измерения цвета предусматривают как органолептическую (классерскую) оценку цветовых оттенков отобранных образцов хлопковых волокон, так и инструментальную оценку с использованием высокопроизводительной системы High Volume Instrument (HVI). Результаты измерений цветовых характеристик существенно влияют на конечную оценку качества хлопковых волокон, в частности, согласно [1] цвет определяет код по цвету "Color Grade", а в соответствии с требованиями [2] – сорт волокна.

Рассмотрим физический смысл показателя "степень желтизны". Во многих источниках он трактуется как степень желтой составляющей светового спектра, отраженного массой волокон. Вместе с тем в данном определении отсутствуют четкие ограничения в отношении параметров (диапазона) указанной области спектра. Решение данной проблемы вызывает особый интерес в связи с перспективным использованием компьютерной техники и цифровых средств получения первичной графической информации. Одним из наиболее распространенных на сегодняшний день способов представления графической информации в полноцветном режиме является колористическая система RGB [3]. С ее помощью можно разложить любой элемент изображения (пиксел) на три монохроматических цвета (цветовых составляющих): красный (R), зеленый (G) и синий (B). Их интенсивности являются коор-

динатами результирующего цвета. На каждую цветовую составляющую выделяется память объемом от 8 до 16 бит. В первом случае это соответствует изменению интенсивности каждого из трех цветов в пределах от 0 до 255 единиц, что обеспечивает возможность воспроизведения $256 \times 256 \times 256 = 16,7$ млн. цветов.

В соответствии с поставленной целью исследования на первом этапе идентификации стояла задача по определению алгоритма вычисления доли желтой составляющей в общей интенсивности отраженного света. Для этого было сделано предположение, что желтая составляющая представляет собой совокупность интенсивностей красной и зеленой составляющей, то есть при прохождении света через желтый фильтр отсекается от спектра должна только синяя составляющая. При этом для оценки желтой составляющей необходимо измерить интенсивность прошедшего через "синий фильтр" света и выразить его по формуле относительно интенсивности падающего света, а именно

$$Y_1 = (R + G) / (R + G + B), \quad (1)$$

где R, G, B – средние значения цветовых составляющих, приходящиеся на один пиксел.

Необходимо отметить, что в специализированной литературе применительно к хлопковому волокну обозначение степени желтизны дается в интерпретации +b.

Проверка данного предположения с использованием калибровочных стандартов HVI в виде керамических пластин различной окраски показала полную непригодность выражения (1) ввиду чрезмерно высоких экспериментальных значений Y_1 , по сравнению с соответствующими нормированными значениями +b. Например, для серой эталонной пластины с приписанным значением +b = 2,4 % среднее арифметическое значение Y_1 оказалось равным 67,4%.

На следующем этапе исследования предполагали, что желтая составляющая является "антиподом" синей составляющей. Например, если в интервале от 0 до 255 синяя составляющая определена на

уровне 175 единиц, то желтая составляющая будет соответственно равна 80 единиц. Тогда выражение для расчета степени желтизны должно иметь вид

$$Y_2 = (255 - B) / (R + G + B). \quad (2)$$

Однако анализ нормированных характеристик степени желтизны калибровочных стандартов HVI и получаемых опытных результатов показал, что данное выражение также не может использоваться как приемлемый алгоритм вычисления степени желтизны. Для того же серого эталона среднее значение Y_2 составило 16,6%.

В результате последующего анализа было отмечено, что значения показателя степени желтизны для различных калибровочных эталонов имеют тесную взаимосвязь со всеми цветовыми составляющими. А именно: более высокому значению степени желтизны (желтый эталон) соответствуют повышенные значения цветовых составляющих R и G ($R \approx 208$, $G \approx 206$) и

более низкое значение синей составляющей ($B \approx 176$). И наоборот, эталон серого цвета, имеющий минимальное значение степени желтизны характеризуется примерно равными значениями всех трех цветовых составляющих. Причем на степень желтизны оказывало влияние как совместное, так и индивидуальное изменение красной и зеленой составляющих. В конечном итоге было получено выражение, которое отражает установленные закономерности, и оно имеет вид

$$Y_3 = [(R + G) / 2 - B] / 255. \quad (3)$$

Экспериментальные результаты, полученные с помощью данного выражения, оказались наиболее близкими к ожидаемым нормируемым значениям для всех имеющихся калибровочных пластин. Соответствующие результаты, полученные без дополнительных настроек сканера, приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Качественная характеристика (наименование) эталонной пластины	Приписанные значения степени желтизны + b, %	Средние значения степени желтизны в соответствии с выражением (3), %
Серый	2,4	2,401
Белый	5,3	6,331
Центральный	8,8	10,000
Коричневый	12,6	14,607
Желтый	16,4	19,288

При использовании данного выражения максимальная степень желтизны (100 %) будет соответствовать максимальным уровням составляющих R и G и нулевому значению составляющей B. "Нулевая" степень желтизны будет соответствовать равным значениям всех цветовых составляющих на любом уровне. Отрицательное значение степени желтизны будет в том случае, если интенсивность синей составляющей B окажется выше, чем среднее из двух интенсивностей R и G, что на результирующем изображении соответствует появлению синего, голубого или фиолетового оттенка.

На этапе технической реализации компьютерного измерения степени желтизны был использован оптический сканер, с по-

мощью которого были получены цифровые изображения пробы. Ввиду того, что его световые характеристики еще недостаточно изучены, дополнительной важной задачей явился подбор оптимального режима сканирования с учетом таких параметров, как цветовая насыщенность и цветность (интенсивность отдельных цветовых составляющих). Предварительный оптимизационный эксперимент проводился на примере калибровочного эталона "Желтый", для которого характерны наибольшие расхождения между эмпирическим и присвоенным значениями степени желтизны. Результаты проведенного ротатбельного центрального композиционного эксперимента приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Номер опыта	Уровни интенсивности цветовых составляющих*			Цветовая насыщенность N, усл. ед.	Среднее отклонение (+b - Y ₃), %
	красный R	зеленый G	синий B		
1	-	-	-	0	-2,206
2	+	-	-	0	-4,014
3	-	+	-	0	-5,797
4	+	+	-	0	-7,56
5	-	-	+	0	2,365
6	+	-	+	0	0,577
7	-	+	+	0	-0,925
8	+	+	+	0	-3,456
9	-	-	-	30	-7,73
10	+	-	-	30	-9,928
11	-	+	-	30	-12,39
12	+	+	-	30	-14,63
13	-	-	+	30	-1,83
14	+	-	+	30	-4,073
15	-	+	+	30	-6,479
16	+	+	+	30	-9,464
17	0	0	0	-30	3,157
18	0	0	0	-25	1,98
19	0	0	0	-20	0,941
20	0	0	0	-15	0,288
21	0	0	0	-10	-0,876
22	0	0	0	-5	-1,928
23	0	0	0	0	-2,888
24	0	0	0	5	-3,64
25	0	0	0	10	-4,775
26	0	0	0	15	-5,511
27	0	0	0	20	-6,657
28	0	0	0	25	-7,34
29	0	0	0	30	-8,493

* П р и м е ч а н и е. Интервалы варьирования факторов интенсивности цветовых составляющих равны между собой и составляют соответственно 5 условных единиц. Нулевой уровень факторов выбран в соответствии с настройками сканера "по умолчанию", то есть в центре возможного диапазона варьирования.

Анализ табл. 2 показывает, что наименьшие отклонения по степени желтизны соответствуют опыту № 20, при этом режим сканирования имеет параметры цветности R = 0; G = 0; B = 0 единиц и насыщенность N = -15 единиц.

В дополнение к проведенным исследованиям следует отметить, что в большинстве стран-производителей хлопкового волокна ведутся работы по выращиванию хлопчатника с измененной окраской волокон. В этом случае взаимосвязь между физико-механическими характеристиками и цветом волокон нарушается, и применение косвенных методов измерений и эталонов цвета становится проблематичным. Поэтому для решения комплексной проблемы оценивания качества хлопкового волокна

необходимо расширить перечень количественных показателей оптических свойств. В этом направлении предлагается ввести следующие количественные показатели свойства желтизны.

Относительное отклонение интенсивности синей цветовой составляющей B от средней интенсивности цветовых составляющих R, G и B.

$$X_1 = \frac{3B}{R + G + B} - 1. \quad (4)$$

Этот показатель отражает величину "неестественного" повышения синей составляющей цвета хлопкового волокна. Для природного хлопка он не должен быть выше нуля.

Неравномерность интенсивностей трех цветовых составляющих в колористической системе RGB:

$$X_2 = 100 \sqrt{\frac{3(R^2 + G^2 + B^2)}{(R + G + B)^2} - 1}. \quad (5)$$

Данный показатель аналогичен коэффициенту вариации и его повышение отражает такие ситуации, когда изменения цвета хлопкового волокна затрагивают определенную часть спектра отраженного света.

ВЫВОДЫ

1. Найден алгоритм вычисления показателя степени желтизны хлопковых волокон на основе анализа цифровых изобра-

жений, полученных с помощью оптического сканера.

2. Проведены предварительные исследования режимов сканирования хлопковых волокон, обеспечивающие адекватное цветовое восприятие образцов.

3. Предложены новые количественные показатели желтизны хлопковых волокон, позволяющие оценить искусственное изменение цвета хлопковых волокон.

ЛИТЕРАТУРА

1. The classification of cotton // Agricultural handbook № 566. – U.S. Washington, D.C.: USDA, Agricultural Marketing Service. – April, 1995.

2. РСТ Уз 604–2001. Волокно хлопковое. Технические условия.

3. *Шашлов А., Чуркин А.* Метрология цвета - II // Компьютерра. – 1999, № 17. С. 41...45.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения ИГТА. Поступила 28.04.08.