

Факторы резистентности волокна хлопчатника российской селекции к эпифитной микрофлоре для получения экологичного сырья

¹Ксения Викторовна Илларионова✉, e-mail: elkv@mail.ru, к.т.н., доцент, ORCID: 0000-0002-2563-6094

²Сергей Владимирович Григорьев, к.с.-х.н., в.н.с., отдел генетических ресурсов масличных и прядильных культур, ORCID: 0000-0001-7670-4360

¹ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский Политехнический университет им. Петра Великого, ул. Политехническая 29, г. Санкт-Петербург, Россия;

²ФГБНУ ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР), ул. Б. Морская 42,44, г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Глобальная температура и влажность оказывают широкомасштабное воздействие на все сферы жизни. В благоприятных условиях текстиль является средой активности грибов и бактерий, подвергается биоразрушению, что ведет к распространению плесени и микробиотическим воспалениям. Селекция прядильных на биорезистентность волокна к деструкторам – один из аспектов решения проблем экологии, адаптации агроэкосистем к меняющемуся климату. Хлопковое сырье – основное в производстве одежды и бытового текстиля. Исследование факторов биоустойчивости волокна к гнилоственному разрушению актуально для создания современного поколения сортов прядильно-масличных культур. Цель работы – изучение биологической деструкции волокна хлопчатника российской селекции, выращенного в Южном ФО РФ. Новизну исследований составляют полученные данные по устойчивости разноокрашенного хлопкового волокна к биоразрушению микрофлорой во взаимосвязи с термическим изменением его массы, что имеет принципиальное значение для создания экологичного текстиля в РФ. Исследовано зеленое, коричневое и белое волокно 9 сортов и линий хлопчатника. Рост микрофлоры на хлопке стимулирован при 28°C и влажности 90-98 %. Деструкцию волокна изучали световой микроскопией, температурную деградацию – на дериватографе Q-1000. Для изучения матрицы признаков использован анализ главных компонент (РСА). Установлено, что зеленое волокно более устойчиво к биодеструкции, чем белое. Наиболее устойчивым оказалось коричневое. Термостойкость хлопкового волокна в значительной мере определяется его исходной устойчивостью. Данные о признаках – компонентах резистентности волокна к биодеструкции во взаимосвязи с его натуральной окрашенностью – составляют научную ценность исследований. Исследования имеют практическую значимость, поскольку получение хлопкового волокна, обладающего естественной устойчивостью к гнилоственному разрушению микроорганизмами, будет способствовать оптимизации химической нагрузки в производстве, улучшать агроэкологию среды, позволит повысить биобезопасность текстильных изделий.

Ключевые слова: хлопчатник, селекция на качество волокна, эпифитная пекто-целлюлолитическая микрофлора, биологическая деструкция волокна, анализ главных компонент (РСА), микотоксины, экологичный текстиль, экология среды.

Финансирование. Работа проводилась в соответствии с тематическим планом ВИР № FGEM-2022-0005 «Растительные ресурсы масличных и прядильных культур ВИР как основа теоретических исследований и их практического использования».

Цитирование. Илларионова К. В., Григорьев С. В. Факторы резистентности волокна хлопчатника российской селекции к эпифитной микрофлоре для получения экологичного сырья // Научно-агрономический журнал. 2024. 2(125). С. 29-36. DOI: 10.34736/FNC.2024.125.2.004.29-36

Поступила в редакцию: 03.05.2024

Принята к печати: 03.06.2024

Введение. Глобальное повышение температуры и влажности на Земле – критический фактор экологии 21 века. Ряд наиболее подверженных опасным сочетаниям тепла и влажности регионов являются весьма густонаселенными с активным ведением промышленного и сельскохозяйственного производства [5]. Изменения климата ожидаемо влияют на динамику инфекционных заболеваний в результате экстремальных погодных явлений [12]. Распространенность аллергических заболеваний дыхательных путей – астмы и ринита возрастает, что связывается с изменениями в

окружающей среде. Волны тепла, засухи, наводнения и ураганы способствуют распространению алергенов плесени [6]. Глобально около 600 видов грибов вызывают заболевания человека. Например, дерматофиты вызывают кожные и проникающие инфекции у 1 миллиарда человек в мире [3]. Констатировалось, что инфицируемость людей видами *Aspergillus*, *Candida*, *Cryptococcus*, *Pneumocystis* и *Mucorales* являются основными причинами поражения грибом и смертности [7]. Текстиль – одежда и интерьер внутренних жилых и рабочих помещений – сопровождает человека всю его жизнь

и, следовательно, активно влияет на здоровье. В условиях контрастных колебаний влажности и температуры среды текстиль становится благоприятной средой жизнедеятельности пекто- и целлюлозоразрушающих грибов и бактерий таксонов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Microsporum*, *Bacillus*, *Streptomyces* и *Pseudomonas* [9; 13], продукты метаболизма которых вызывают микроэкологические, микробиотические воспалительные состояния в организме человека [4; 15] ведут к распространению ряда опасных микотоксинов – стеригматоцистина, афлатоксина [14; 16]

Селекция прядильных культур на качество волокна может являться одним из важных факторов в решении множества вышеперечисленных проблем экологии среды, эффективной адаптации современных сельскохозяйственных экосистем к меняющимся климатическим условиям для решения задач получения промышленных продуктов с высоким биологически фортифицированным качеством. В частности, исследованиями показано, что оптимизация микрорельефа поверхности текстильного волокна, его тонины, содержания в волокне целлюлозы, эффективно сказываются на биофункциональном качестве текстиля [10]. Натурально разноокрашенное хлопковое волокно содержит биологически активные метаболиты [1; 8], что может повысить биологическую устойчивость текстиля к микроорганизмам, активно снижать количество продуктов метаболизма пекто- и целлюлозоразрушающих бактерий и грибов в одежде и домашнем текстиле. Таким образом, исследование факторов, способствующих усилению биологической устойчивости текстильного волокна к гнилоственному разрушению, является весьма актуальной задачей в создании нового поколения сортов прядильно-масличных культур.

Цель работы – изучение биологической деструкции волокна у линий и сортов хлопчатника российской селекции, выращенных в Южном ФО РФ под действием эпифитной микрофлоры и воздействием высоких температур, которым подвергается текстильное сырье в процессе промышленной переработки.

Материал и методы. Для исследований использованы образцы разноокрашенного хлопкового

волокна зеленой, коричневой и белой окраски, которые были собраны с растений 9 сортов и линий хлопчатника российской селекции, принадлежащих к видам *Gossypium hirsutum* L. и *G. herbaceum* L. (таблица 1), выращенных в Южном ФО РФ – в Астраханской обл. в дельте Волги. Агроклиматические условия зоны выращивания образцов хлопчатника характеризуются умеренно-континентальным, засушливым типом, соответствующим физико-географической зоне полупустынь со значимыми колебаниями суточных температур воздуха и незначительными осадками. За период вегетации (май-сентябрь) среднемесячное количество осадков составило 22,0 мм, температура – +21,8 °С. Средняя температура самого теплого месяца июля +32,1°С. С мая по июль было проведено 8 поливов капельным методом в норме 15-17 л/м².

Рост колоний эпифитной микрофлоры на хлопке был стимулирован выдержкой при температуре 28±2°С и относительной влажности воздуха 90-98 процентов на период 240 суток в лабораторных условиях (экспонированное волокно). Для исследования морфологии и структурных повреждений волокна применяли световую микроскопию (микроскоп Olimpus АН-2) в 50 полях зрения. Для каждого образца наблюдения проводили трижды.

Степень деструктурированности образцов хлопка эпифитной микрофлорой К определяли вычислением показателя деструкции, который служит количественным выражением степени био-разрушенности хлопка и характеристикой степени его резистентности по формуле:

$$K = 0,002 \times A + 0,025 \times B + 0,255 \times C,$$

где: А – число разрушений с незначительными изменениям поверхности волокна, не затрагивающих внутреннего строения;

В – число разрушений как поверхности, так и внутреннего строения волокна;

С – число глубоких разрушений, повреждения всех структур волокна, рисунок 1 (б).

Волокно изучалось в трех вариантных состояниях – исходное (неэкспонированное), выдержанное во влажной среде с температурой, благоприятной развитию микроорганизмов в течение 30 суток и в течение 240 суток.

Таблица 1. Материал исследований. Образы хлопчатника *Gossypium spp.* – источники волокна

Каталог	Название	Происхождение	Окраска волокна	Вид
И:0159123	Войтенок ФРТ	Россия	Белая	<i>G. hirsutum</i> L.
И:0159124	Аболин ЦФН	Россия	Белая	<i>G. hirsutum</i> L.
И:604972	Форс	Россия	Белая	<i>G. hirsutum</i> L.
И:0159125	Кумбазик Марон	Россия	Коричневая	<i>G. hirsutum</i> L.
И:0159128	Катипок Бура	Россия	Коричневая	<i>G. herbaceum</i> L.
И:604982	Рунгольт	Россия	Коричневая	<i>G. hirsutum</i> L.
И:604968	Страумал	Россия	Зеленая	<i>G. hirsutum</i> L.
И:604968	Рунгрин BrSds	Россия	Зеленая	<i>G. hirsutum</i> L.
И:604969	Кук5	Россия	Зеленая	<i>G. hirsutum</i> L.

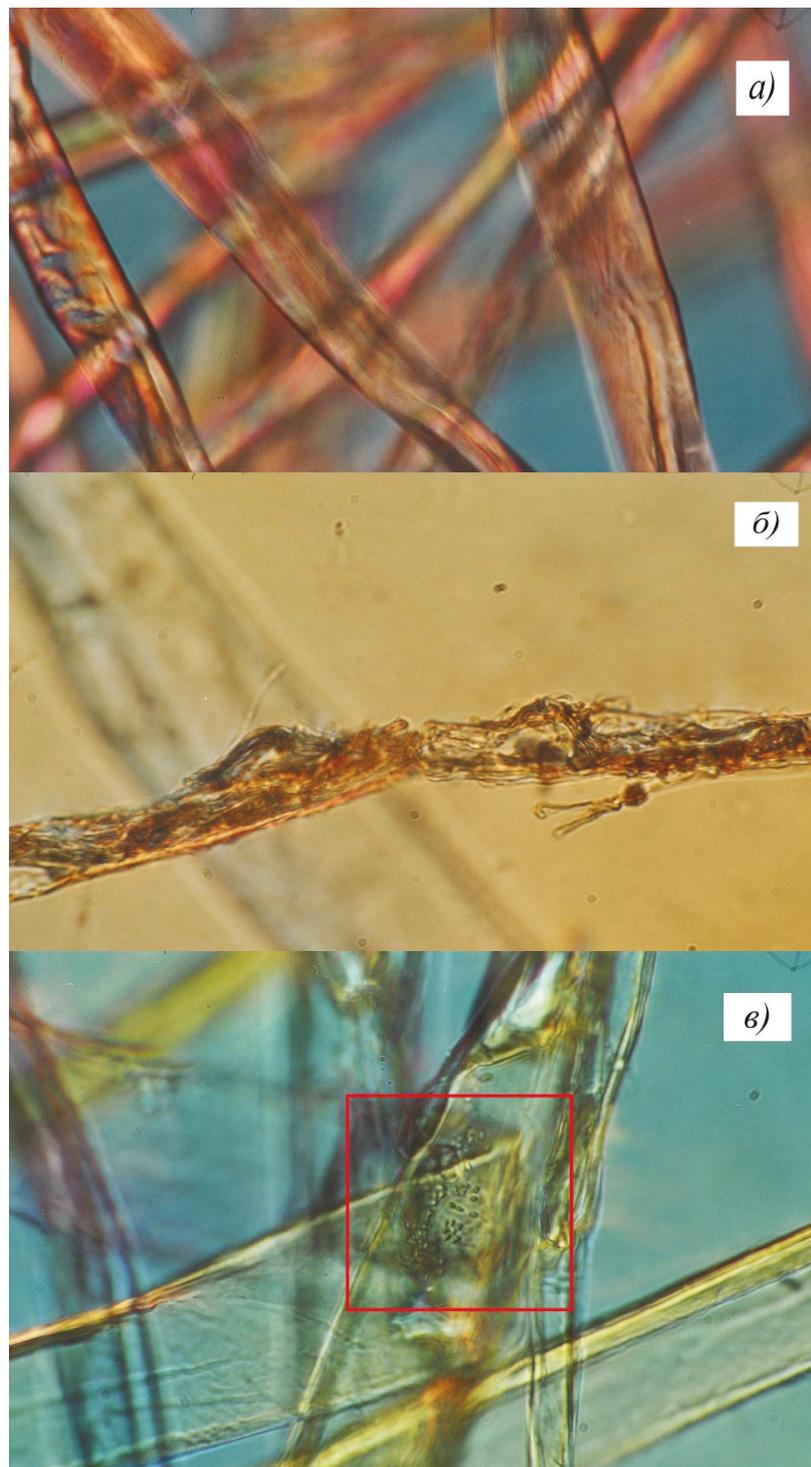


Рисунок 1. Микрофотографии хлопковых волокон (100x10x2,5): не поврежденные микроорганизмами (а), повреждения класса С после 240 суток экспозиции – глубокая деструкция, разрушение оболочки с резко обозначенными краями (б), колония микроорганизмов внутри канала волокна (в)

В процессе промышленной переработки волокна, хлопок проходит множество производственных циклов при высоких температурах, что влияет на структуру и физико-механические параметры волокна. Физико-химические изменения волокна, происходящие при контролируемом повышении температуры, деградацию волокон, оценивали по изменению экзотермических и эндотермических пиков, полученных методом дифференциального

термического анализа на дериватографе Q - 1000 при нагреве 5°C/мин в интервале от +20 до +400°C. Масса каждого анализируемого образца волокна составляла 200 мг.

Для оценки деградации волокна под воздействием спонтанной микрофлоры и контролируемого повышения температуры, были проанализированы 20 признаков – параметров волокна, характеризующих его состояние, таблица 2. Для анализа

ковариационных зависимостей между анализируемыми признаками в полученной матрице был использован анализ главных компонент – многомерный статистический метод, выявляющий латентные закономерности, выделяющий и ранжирующий факторы, описывающие исследуемые явления и ранжированные факторные нагрузки для каждого изученного признака. Метод часто используется для выявления закономерностей в различных биологических исследованиях [2; 11].

Результаты и обсуждение. Исследования показали, что из группы хлопковых волокон исходного состояния (неэкспонированные), наименее поврежденным было зеленое – коэффициент деструкции К составил 0,09 в сравнении с белым – 0,17 (таблица 2). После 30 суток выдержки во влажной среде зеленое волокно оказалось в равной степени

деструктировано, как и коричневое и белое (0,2, 0,2 и 0,2 соответственно). Через 240 суток экспозиции зеленое волокно было незначительно менее повреждено, чем белое: коэффициент деструкции К составил, соответственно, 1,43 и 1,67. Коричневое волокно оказалось более устойчивым (K=1,06). Различия в биорезистентности хлопкового волокна к микрофлоре можно объяснить различиями в метаболитах окрашенных и белых волокон [8].

Различиями в метаболитном составе зеленого, коричневого и белого волокна можно объяснить и различия в реакции волокна на нагревание до +72 и далее до +312°C. Результирующее изменение массы у неэкспонированного зеленого волокна было минимальным в сравнении с коричневым и белым, соответственно: 36,9 %, 47,2 % и 41,2 %.

Таблица 2. Показатели разрушения неэкспонированного, экспонированного хлопкового волокна и изменение его массы после теплового воздействия

Биоповреждения	Естественная окраска волокна					
	Зеленое		Коричневое		Белое	
	X*	St.Err.	X	St.Err.	X	St.Err.
	Не экспонированные волокна					
A	8,0	1,8	15,7	1,9	16,3	2,8
B	2,8	1,1	3,3	1,1	2,2	1,6
C	0	0,1	0,13	0,11	0,3	0,1
N	10,8	2,3	19,2	2,4	18,8	3,6
Суммарный К	0,09	0,04	0,15	0,04	0,17	0,07
	Экспонирование 30 суток					
A	14,4	1,33	14,4	1,33	15	2,03
B	7,2	1,4	5,6	1,4	4,0	2,1
C	0,01	0,13	0,16	0,13	0,37	0,2
N	21,6	1,3	20,1	1,3	19,4	1,9
Суммарный К	0,2	0,05	0,2	0,05	0,2	0,07
	Экспонирование 240 суток					
A	41,8	6,4	33,9	6,37	28	9,72
B	42,9	4,4	31,6	4,4	49,3	6,8
C	1,1	0,6	0,8	0,6	1,5	0,9
N	85,7	8,2	66,2	8,2	78,8	12,5
Суммарный К	1,43	0,16	1,06	0,16	1,67	0,2
	Неэкспонированные					
Изменение массы волокна при нагреве до 50-72°C, %	3,1	1,1	4,1	1,1	5,6	1,2
Изменение массы волокна при нагреве до 293-312°C, %	34,3	1,6	43,1	1,6	48,3	1,2
Результирующее изменение массы волокна при нагреве, %	36,9	2,6	47,2	2,6	41,2	1,8
	После 240 суток экспонирования					
Изменение массы волокна при нагреве до +293-+312 °C, %	17,2	2,1	36,6	2,1	39,2	2,2
Суммарное изменение массы волокна при нагреве до 293-312°C, %	18,6	3,0	39,1	3,0	43,5	1,8

*Примечания. X- средние значения, St.Err.- стандартная ошибка, А – начальные разрушения поверхности волокна, В – разрушения на поверхности и внутри волокна, С – глубокая деформация волокна на всех уровнях, N – общее число повреждений, К – показатель деструкции

После 240 суток экспонирования образцов хлопка соотношение в степени трансформации массы волокон между зеленым волокном и остальными группами сохранилось, соответственно: 18,6 %, 39,1 % и 43,5%.

Зеленое волокно хлопчатника в минимальной степени отреагировало на нагревание до +312 °С – убыль массы волокна была минимальной.

Следует предположить, что нагревание волокна до +72 °С вызвало эндотермический эффект, сопровождавшийся уменьшением массы хлопка с удалением ранее адсорбированной волокнами влаги. При температурах до +320 °С может происходить изменение теплофизических свойств образцов волокна с трансформациями хлопка по массе. Неэкспонированные волокна имели изменения массы суммарно до 63,9 %, тогда как экспонированные и подвергнутые воздействию микроорганизмов – до 77,0 %. Наибольшее пост-термическое уменьшение по массе обнаружено у волокон наиболее подверженных биологическому разрушению спон-

танной микрофлорой. Качественные различия в образцах разноокрашенного волокна могут быть объяснены отличиями по составу его метаболитов, которые могут оказывать влияние на ход термофизических процессов и реакции со стороны структуры целлюлозы хлопка. Следует предположить, что термические изменения целлюлозы, как полимера, зависят от сил межмолекулярного взаимодействия и эластичности цепей макромолекул. Чем более упорядочена структура полимера, тем выше термоустойчивость. Самой высокой термостабильностью среди исследованных образцов волокна характеризовались исходные, не экспонированные во влажностно-температурной среде образцы хлопка. Установлено, что при воздействии микроорганизмов термоустойчивость волокна снижалась. Это может свидетельствовать о разрушениях волокна на надмолекулярном и молекулярном уровнях. Можно предположить разориентирование и деструкцию молекулярных цепей в аморфных структурах хлопкового волокна.

Таблица 3. Факторные нагрузки признаков состояния неэкспонированного, экспонированного и нагретого хлопкового волокна по трем факторам

Показатели волокна	Фактор 1 (39,2%)	Фактор 2 (25,0%)	Фактор 3 (20,3%)
Степени повреждения:	Неэкспонированные		
A, x1	0,65	-0,74	0,08
B, x2	-0,54	0,74	0,24
C, x3	-0,78	0,31	-0,51
N, ед.	<u>-0,85</u>	-0,51	0,11
Суммарное повреждение K	-0,84	0,41	-0,34
	Экспонирование 30 суток		
A, x1	-0,65	-0,29	0,58
B, x2	0,33	0,77	0,5
C, x3	-0,77	0,4	-0,46
N, ед.	-0,21	0,5	0,71
Суммарное повреждение K	-0,45	0,82	-0,06
	Экспонирование 240 суток		
A, x1	0,67	-0,22	-0,68
B, x2	0,08	0,26	<u>0,94</u>
C, x3	-0,31	<u>0,93</u>	0,16
N, ед.	<u>0,92</u>	0,22	0,31
Суммарное повреждение K	-0,17	0,83	0,53
Изменение массы волокна:	Неэкспонированные волокна		
при нагреве до +50-72 °С, %	-0,69	-0,38	-0,37
при нагреве до +293-312°С, %	-0,86	-0,17	0,12
Результирующее изменение, %	<u>-0,94</u>	-0,31	-0,11
	После 240 суток экспонирования		
Изменение при +293-312°С, %	<u>-0,95</u>	0,13	-0,26
Суммарно при нагревании, %	-0,81	0,2	-0,51

Для выявления принципиальных компонентов изученного в опыте явления – признаков биологической устойчивости хлопкового волокна – был использован факторный анализ. С применением критерия «каменистой осыпи» в исследовании было выделено три условно главных фактора описывающих деструктурированность волокна. Суммарно эти факторы объяснили 84,5 % общей дисперсии изученных признаков состояния волокна (таблица 3).

Фактор 1, описавший 39,2 % общей дисперсии показателей состояния волокна, выделил с наибольшими факторными нагрузками от $-0,95$ до $+0,92$ следующие признаки: «изменение массы неэкспонированного волокна при нагреве до $293-312$ °C, %», «результатирующее изменение массы неэкспонированного волокна при нагреве, %» и «общее число повреждений N экспонированного 240 суток волокна». По второму главному фактору (25 % дисперсии) был также выделен признак «число глубоких разрушений повреждений всех структур волокна после 240 суток экспонирования». По третьему фактору (20,3 % объясненной дисперсии) был выделен признак «число разрушений как поверхности, так и внутреннего строения волокна после 240 суток». Факторные нагрузки признаков деструктурированности волокна (виды повреждений B и C) и признаки термической деструктурированности волокна имели положительные и отрицательные знаки. Изучение реакции хлопкового волокна на термические стрессы имеет важное значение, поскольку ряд пороков, дефектов и повреждений текстильных изделий на этапах его выработки возникает при операциях опаливания и глажения.

Заключение. Исследованиями установлено, что хлопковое волокно зеленого цвета (сорт Страумал, селекционные линии Рунгрин BrSds и Kuk5) более устойчиво к биодеструкции под воздействием разрушающих микроорганизмов, чем белое. Однако наиболее устойчивым среди изученных образцов оказалось коричневое волокно сортов хлопчатника Кумбазик Марон, Рунгольт и селекционной линии Катипок Бура. Изучение показало, что принципиально важными фактором биологической устойчивости волокна к деструкции бактериями и грибами являются его исходная устойчивость к заселению патогенами и к вызываемой биологической деструкции, которая возникает и формируется при росте и созревании волокна в поле. Факторная нагрузка признаков общего числа повреждений исходного волокна N составила 0,85, а суммарных повреждений K – 0,84. Здесь важно отметить, что факторная нагрузка признака общего числа повреждений N по первому главному фактору длительно выдерживаемого во влажных и теплых условиях волокна оказалась выше – 0,92. Аналогично и по второму и третьему факторам, которые, в свою очередь, выделили признаки повреждения волокна (B и C) при его длительном экспонировании. То есть признак пост-уборочной

резистентности волокна к гниению и агрессивным разрушениям со стороны эпифитных грибов и бактерий еще более значим. Из изученного следует вывод, что оценку образцов хлопчатника в селекции на устойчивость к биологической деструкции волокна следует проводить после выдержки хлопка на срок не менее 200 суток при влажных и теплых условиях лаборатории.

Исследования также показали, что при нагревании хлопка до $+312$ °C исходные волокна имели суммарные изменения массы до 63,9 %, тогда как экспонированные и имеющие следы разрушений микроорганизмами трансформировались по массе сильнее – до 77,0 %. Наибольшее пост-термическое уменьшение массы обнаружено у волокон, максимально подверженных биологическому разрушению. Однако термостойкость хлопкового волокна в значительной мере определяется как его исходной устойчивостью, которая сформировалась в полевых условиях роста волокна у растений сортов хлопчатника, так и устойчивостью к высоким температурам у длительно экспонированного волокна.

Проведенные исследования показали, что волокно различных образцов хлопчатника с разнообразно окрашенным волокном различается по биологической резистентности к гниению в процессе воздействия на него влажности и температур, которые благоприятны росту гнилостной микрофлоры. Селекция сортов и линий хлопчатника с резистентным к микроорганизмам волокном может быть эффективным механизмом в создании экологичного текстиля, который за счет естественных свойств, биохимического состава волокна не поддерживает развитие агрессивных целлюлозаразрушающих бактерий и грибов, снижает уровень микотоксинов в одежде и домашнем текстиле (обивка мебели, занавеси, текстильные обои). Устойчивое к биологическому разрушению волокно более устойчиво к высокотемпературным технологическим операциям отделки (обжиг и глажение), что создает дополнительные возможности в создании инновационно продвинутых экологических продуктов.

Литература:

1. Григорьев С. В., Илларионова К. В., Шеленга Т. В. Содержание ряда фенолсодержащих метаболитов в волокне хлопчатника (*G. hirsutum* L.), выращенного в Южном ФО РФ // Научно-агрономический журнал. 2022. №4(119). С. 39-43. DOI: 10.34736/FNC.2022.119.4.006.39-43
2. Григорьев С. В., Илларионова К. В., Подольная Л. П., Шеленга Т. В. Использование метода главных компонент в ранжировании образцов конопли посевной *Cannabis sativa* L. по жирнокислотному составу масла для ускорения селекции // Биотехнология и селекция растений. 2023. №6(4). С. 6-13. DOI: 10.30901/2658-6266-2023-4-02
3. Bouchara J. P., Mignon B., Chaturvedi V. Dermatophytes and dermatophytoses: a thematic overview of the state of the art, and the directions for future research and developments. *Mycopathologia*. 2017;182(1-2):1-4. DOI: 10.1007/s11046-017-0114-z

4. Chen T., Wu R., Cheng L., Liao Q., Chen Z. Editorial: Vaginal microecological disorder and gynecological diseases. *Frontiers in cellular and infection microbiology*. 2023;13:1292815. DOI:10.3389/fcimb.2023.1292815
5. Coffel E. D., Horton R. M., de Sherbinin A. Temperature and humidity based projections of a rapid rise in global heat stress exposure during the 21st century. *Environmental research letters*. 2018;13(1):014001. DOI: 10.1088/1748-9326/aaa00e
6. D'Amato G., Holgate S. T., Pawankar R., Ledford D.K., et al. Meteorological conditions, climate change, new emerging factors, and asthma and related allergic disorders. *A statement of the World Allergy Organization. The World Allergy Organization journal*. 2015;8(1):25. DOI:10.1186/s40413-015-0073-0
7. Dellièrè S., Gits-Muselli M., Bretagne S., Alanio A. Outbreak-causing fungi: *Pneumocystis jirovecii*. *Mycopathologia*. 2020. 185(5):783-800. DOI: 10.1007/s11046-019-00408-w
8. Grigorev S. V., Illarionova K. V., Konarev A. V., Shelenga T. V. Differences in metabolites of white and naturally colored cotton: implications for biofunctional and aseptic textiles. *Journal of Natural Fibers*. 2022;19(13):7060-7072. DOI:10.1080/15440478.2021.1941490
9. Illarionova K., Grigoryev S. Micromycetes-resistant colored cotton is promising material to reduce mycotoxins amounts in textiles, *E3S Web of Conferences*. 2020;164:06015. DOI: 10.1051/e3sconf/202016406015
10. Jaros J., Wilson C., Shi V. Y. Fabric selection in atopic dermatitis: an evidence-based review. *American journal of clinical dermatology*. 2020;21(4):467-482. DOI:10.1007/s40257-020-00516-0
11. Martins T. D., Annichino-Bizzacchi J. M., Romano A. V. C., Filho R. M. Principal component analysis on recurrent venous thromboembolism. *Clinical and applied thrombosis/hemostasis: official journal of the International Academy of Clinical and Applied Thrombosis/Hemostasis*. 2019;25:1076029619895323. DOI: 10.1177/1076029619895323
12. McMichael A. J. Extreme weather events and infectious disease outbreaks. *Virulence*. 2015;6(6):543-547. DOI:10.4161/21505594.2014.975022
13. Sanders D., Grunden A., Dunn R. R. A review of clothing microbiology: the history of clothing and the role of microbes in textiles. *Biological letters*. 2021;17(1):20200700. DOI:10.1098/rsbl.2020.0700
14. Shabeer S., Asad S., Jamal A., Ali A. Aflatoxin contamination, its impact and management strategies: an updated review. *Toxins*. 2022;14(5):307. DOI:10.3390/toxins14050307
15. Zhuo X., Luo H., Lei R., Lou X., et al. Association between intestinal microecological changes and atherothrombosis. *Microorganisms*. 2023;11(5):1223. DOI:10.3390/microorganisms11051223
16. Zingales V., Fernández-Franzón M., Ruiz M. J. Sterigmatocystin: occurrence, toxicity and molecular mechanisms of action – a review. *Food and chemical toxicology: an international journal published for the British Industrial Biological Research Association*. 2020;146:111802. DOI: 10.1016/j.fct.2020.111802

DOI: 10.34736/FNC.2024.125.2.004.29-36

Factors of Fiber Resistance of Russian Breeding Cotton to Epiphytic Microflora for Obtaining Environmental Friendly Raw Materials

¹ **Ksenia V. Illarionova** ✉, e-mail: elkv@mail.ru, Ph.D. (Technical Sciences), Associate Professor, ORCID: 0000-0002-2563-6094,

² **Sergey V. Grigoriev**, Ph.D. (Agricultural Sciences), Leading Researcher, ORCID: 0000-0001-7670-4360,

¹Peter the Great Polytechnic University, St. Petersburg, str. Polytechnicheskaya 29
Department of Biochemistry and Molecular Biology;

²N. I. Vavilov Institute of Plant Genetic Resources (VIR), St. Petersburg, str. B.Morskaya 42, 44
Department of Genetic Resources of Oilseeds and Fiber Crops

Abstract. Global temperature and humidity have widespread impacts on all areas of life. Under favorable conditions, textiles are an environment for the activity of fungi and bacteria and undergo biodestruction, which leads to the spread of mold and microbiotic inflammation. Breeding improvement of fiber crops for fiber bioresistance to destructors is one of the aspects of solving environmental problems and adapting agroecosystems to a changing climate. Cotton raw material is the main one in the production of cloth and household textiles. The study of factors of fiber bioresistance to putrid destruction is relevant for the creation of a modern generation of varieties of fiber/ oilseed crops. The aim of the work is to study the biological destruction of cotton fiber of Russian

breeding, grown in the Southern Federal District of the Russian Federation under the impact of epiphytic microflora and the influence of high temperatures to which textile raw materials are exposed during industrial processing. The novelty of the research is the data obtained on the resistance of multi-colored cotton fiber to biodegradation by microflora in conjunction with thermal changes in its mass, which is important for the creation of environmental friendly textiles in the Russian Federation. Data on the characteristics – components of fiber resistance to biodegradation in connection with its natural coloring constitute the scientific value of research. The research is of practical importance, since the production of cotton fiber, which is naturally resistant to putrefactive

destruction by microorganisms, will help reduce the chemical load on the industrial and agro-ecological environment and will improve the biosafety of textile products. Naturally green, brown and white fiber of 9 varieties and lines of cotton were studied. The growth of microflora on cotton has been stimulated at 28 °C and humidity 90-98%. Fiber destruction was studied by light microscopy, temperature degradation – on a Q-1000 derivatograph. Principal component analysis (PCA) was used to study the matrix of characteristics. It has been established that green fiber is more resistant to biodegradation than white fiber. Brown turned out to be the most undamaged. The heat resistance of cotton fiber is largely determined by its native, initial resistance.

Keywords: cotton, breeding for fiber quality, epiphytic pecto-cellulolytic microflora, biological destruction of fiber, principal component analysis (PCA), mycotoxins, eco-friendly textiles, environmental ecology

Funding. The work was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the Federal Scientific and Technical Program for the development of genetic technologies for 2019 - 2027, project No. 075-15-2021-1050.

Citation. Illarionova K. V., Grigoriev S. V. Factors of Fiber Resistance of Russian Breeding Cotton to Epiphytic Microflora for Obtaining Environmental Friendly Raw Materials. *Scientific Agronomy Journal*. 2024;2(125):29-36.

DOI: 10.34736/FNC.2024.125.2.004.29-36

Received: 03.05.2024

Accepted: 03.06.2024

References:

1. Grigoriev S. V., Illarionova K. V., Shelenga T. V. The Content of a Number of Phenol-Containing Metabolites in Cotton Fiber (*G. hirsutum* L.) Grown in the Southern Federal District of the Russian Federation. *Scientific Agronomy Journal*. 2022;4(119):39-43. (In Russ.) DOI: 10.34736/FNC.2022.119.4.006.39-43
2. Grigoriev S. V., Illarionova K. V., Podolnaya L. P., Shelenga T. V. The use of the principal component analysis in ranking hemp (*Cannabis sativa* L.) accessions according to the seed oil fatty acid composition for crop improvement. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2023;6(4):6-13. (In Russ.) DOI: 10.30901/2658-6266-2023-4-o2
3. Bouchara J. P., Mignon B., Chaturvedi V. Dermatophytes and dermatophytoses: a thematic overview of state of the art, and the directions for future research and developments. *Mycopathologia*. 2017;182(1-2):1-4. DOI: 10.1007/s11046-017-0114-z
4. Chen T., Wu R., Cheng L., Liao Q., Chen Z. Editorial: Vaginal microecological disorder and gynecological diseases. *Frontiers in cellular and infection microbiology*. 2023;13:1292815. DOI:10.3389/fcimb.2023.1292815
5. Coffel E. D., Horton R. M., de Sherbinin A. Temperature and humidity based projections of a rapid rise in global heat stress exposure during the 21st century. *Environmental research letters*. 2018;13(1):014001. DOI: 10.1088/1748-9326/aaa00e
6. D'Amato G., Holgate S. T., Pawankar R., Ledford D. K., et al. Meteorological conditions, climate change, new emerging factors, and asthma and related allergic disorders. *A statement of the World Allergy Organization. The World Allergy Organization journal*. 2015;8(1):25. DOI:10.1186/s40413-015-0073-0
7. Dellièrè S., Gits-Muselli M., Bretagne S., Alanio A. Outbreak-causing fungi: *Pneumocystis jirovecii*. *Mycopathologia*. 2020;185(5):783-800. DOI: 10.1007/s11046-019-00408-w
8. Grigorev S. V., Illarionova K. V., Konarev A. V., Shelenga T. V. Differences in metabolites of white and naturally colored cotton: implications for biofunctional and aseptic textiles. *Journal of Natural Fibers*. 2022;19(13):7060-7072. DOI:10.1080/15440478.2021.1941490
9. Illarionova K., Grigoryev S. Micromycetes-resistant colored cotton is promising material to reduce mycotoxins amounts in textiles. *E3S Web of Conferences*. 2020;164:06015. DOI: 10.1051/e3sconf/202016406015
10. Jaros J., Wilson C., Shi V. Y. Fabric selection in atopic dermatitis: an evidence-based review. *American journal of clinical dermatology*. 2020;21(4):467-482. DOI:10.1007/s40257-020-00516-0
11. Martins T. D., Annichino-Bizzacchi J. M., Romano A. V. C., Filho R. M. Principal component analysis on recurrent venous thromboembolism. *Clinical and applied thrombosis/hemostasis: official journal of the International Academy of Clinical and Applied Thrombosis / Hemostasis*. 2019;25:1076029619895323. DOI: 10.1177/1076029619895323
12. McMichael A. J. Extreme weather events and infectious disease outbreaks. *Virulence*. 2015;6(6):543-547. DOI:10.4161/21505594.2014.975022
13. Sanders D., Grunden A., Dunn R.R. A review of clothing microbiology: the history of clothing and the role of microbes in textiles. *Biological letters*. 2021;17(1):20200700. DOI:10.1098/rsbl.2020.0700
14. Shabeer S., Asad S., Jamal A., Ali A. Aflatoxin contamination, its impact and management strategies: an updated review. *Toxins*. 2022;14(5):307. DOI:10.3390/toxins14050307
15. Zhuo X., Luo H., Lei R., Lou X., et al. Association between intestinal microecological changes and atherothrombosis. *Microorganisms*. 2023;11(5):1223. DOI:10.3390/microorganisms11051223
16. Zingales V., Fernández-Franzón M., Ruiz M. J. Sterigmatocystin: occurrence, toxicity and molecular mechanisms of action – a review. *Food and chemical toxicology: an international journal published for the British Industrial Biological Research Association*. 2020;146:111802. DOI: 10.1016/j.fct.2020.111802

Авторский вклад. Авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author's contribution. Authors of this research paper have directly participated in the planning, execution and analysis of this study. Authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. Authors declare no conflict of interest.