



БИОМИКА/BIOMICS

<http://biomics.ru>



ХЛОПЧАТНИК: ОСОБЕННОСТИ КУЛЬТУРЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ ТРАНСГЕННЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СОРТОВ И ИХ ВЫРАЩИВАНИЯ В РОССИИ

Э.А. Баймухаметова

Башкирский государственный университет, Уфа, elvina.baimuhametova@yandex.ru

Резюме

Данный обзор посвящен перспективному для России культурному растению – хлопчатнику. Хлопчатник — крайне требовательное к минеральному питанию и климатическим условиям растение, для которого необходимы длительные теплые температуры без заморозков, солнечные дни и умеренное количество осадков. *Gossypium barbadense*, *G. hirsutum*, *G. herbaceum*, *G. arboreum* – наиболее распространенные виды хлопчатника, выращиваемые для получения волокна, масла, а также хлопкового меда. Хлопковое волокно относят к стратегическому ресурсу любой страны, поэтому, крайне важным является создание отечественных сортов хлопчатника, способных произрастать на территории России. По всему миру ведутся интенсивные работы по выведению новых сортов хлопчатника с улучшенным качеством волокна и устойчивостью к вредителям. Однако в климатических условиях России при выращивании хлопчатника на первый план выходят проблемы с отрицательным влиянием абиотических стрессовых факторов, таких как холод, мороз и засуха. Селекция хлопчатника в нашей стране должна быть направлена, прежде всего, на уменьшение сроков вегетации и приобретение устойчивости к неблагоприятным условиям внешней среды. Для более быстрого достижения желаемого эффекта должны быть использованы также методы генной инженерии. Получение стрессоустойчивых трансгенных растений хлопчатника позволит создать в будущем собственную сырьевую базу и уменьшит степень зависимости от хлопкопроизводящих стран мира.

Ключевые слова: *Gossypium*, селекция, трансформация хлопчатника, трансгенные растения, генно-модифицированные растения, стрессоустойчивость, сорта хлопчатника.

Введение

Хлопчатник (от лат. *Gossypium*) – род как древесных, так и травянистых форм многолетних растений семейства мальвовых (*Malvaceae*). Известно около 60 диких и культурных видов, большинство из которых выращивается, в основном, для получения хлопкового волокна и масла из семян [Мауер, 1954]. Волокно затем используется в текстильной промышленности для изготовления тканей и нитей, а масло применяется для различных технических целей или употребляется в пищу. Отходы семян — жмых и шрот — входят в состав высокобелкового корма для скота [Курышкина, 2006].

В зависимости от сорта и от условий произрастания куст хлопчатника может достигать в высоту 0,5–2,0 м. Стебель растения прямой, прочный, покрыт волосками; на нем образуются два типа ветвей: ростовые (моноподиальные) и плодовые (симподиальные). После образования 12–18

симподиальных ветвей рост стебля прерывают, удаляя верхушечные почки, так как наиболее качественный урожай образуется лишь на нижних ветвях растения [Курышкина, 2006]. Корневая система у хлопчатника стержневая и уходит в землю на 50 см, а у некоторых видов может достигать 3 м [Мауер, 1954]. Листья с длинными черешками расположены очередно, их поверхность тонкоопушенная. На них, а также на стеблях, имеется множество темных вкраплений, которые представляют собой места скопления госсипола — специфического для хлопчатника биологически активного вещества фенольной природы [Автономов и др., 1983].

Цветки различной окраски, обычно светлой — желтой или кремовой, одиночные со сросшимися лепестками [Мауер, 1954]. Цветки раскрываются примерно через 10 недель после посева, распыляют пыльцу и в этот же день к вечеру увядают. Формула

цветка: *K₃₊₍₅₎ C₅ A_(∞) G₍₅₎. Хлопчатник, чаще всего, самоопылитель [Курышкина, 2006]. Плод – крупная 3-5-гнездная коробочка с темно-бурыми, покрытыми хлопковым волокном, семенами. В одной коробочке 25-50 двудольных семян, овальной или грушевидной формы [Юлдашев, 1981].

Краткая история развития хлопководства

Предполагается, что большинство видов хлопчатника впервые появились во второй половине мелового периода 70-100 млн. лет назад в тропическом поясе единого афро-азиатского континента [Симонгулян, Мухамедханов, 1987]. В результате геологических и климатических изменений образовались три большие географически обособленные группы хлопчатника — азиатско-африканская (палеотропическая — эугоссипиум), американская (неотропическая — карпас) и австралийская (стуртия), которые в свою очередь дифференцировались на более мелкие единицы с образованием все большего числа форм хлопчатника. Немалый вклад в этот процесс внёс человек, отбирая из высокорослых позднеспелых тропических форм скороспелые формы с учетом крупности коробочек, длины волокна и других положительных свойств [Автономов и др., 1983].

Первой территорией, на которой стали возделывать хлопчатник, по некоторым данным, стала Индия. Однако имеются сведения, что в это же время хлопководство развивалось в Мексике и Перу. Некоторые источники утверждают, что родиной рода *Gossypium* является именно Мексика, где появились первые 18 видов данного растения [Seelanan et al., 1997]. И, хотя найденные при археологических раскопках кусочки хлопковой ткани свидетельствуют о процветании хлопководства в Индии еще в 3000 г. до н.э., первые попытки по возделыванию его на территории России были предприняты сравнительно недавно — в 60-х годах XVII в. Однако в то время они не увенчались успехом [Автономов и др., 1983].

Крайне значимым для развития хлопководства в России этапом стало присоединение к ней Средней Азии, которая стала основным районом производства хлопка. Однако, высокая себестоимость, трудоемкость и отсутствие адаптированных сортов всегда сильно ограничивало развитие хлопководства даже в Средней Азии [Абалдов, Васильева, 2008].

В советское время на юге европейской части страны в 1925-1930 гг. стали внедряться промышленные посевы хлопчатника — в Астрахани, Ростовской области, Крыме, на Украине и Северном Кавказе [Шахмедова и др., 2006]. Однако с 1953 г посевы прекратились вследствие снижения урожайности хлопчатника (таблица 1).

Таблица 1. Посевные площади хлопчатника на юге РСФСР в 1940 году

Регион	Посевная площадь, тыс. га
Орджоникидзевский край (ныне Ставропольский край)	121
Краснодарский край	48
Крымская АССР	46,5
Калмыцкая АССР	2,6

В связи с развалом СССР и проблемами импортозамещения на сегодняшний день возрастает необходимость возрождения хлопководства на юге страны, что позволит создать собственную сырьевую базу и избавит от полной зависимости от хлопкопроизводящих стран мира [Абалдов, Васильева, 2008]. Ранее сообщалось, что астраханские ученые под руководством Виктора Фурсова создали новые сорта хлопчатника (РХ-162 и др.), способные давать урожаи в условиях Астраханской области (<https://www.agroxxi.ru/stati/hlopchatnik-prodvigaetsja-na-sever.html>). Еще более впечатляющих результатов добились селекционеры Волгоградского государственного аграрного университета под руководством Ойбека Кимсанбаева, ими был создан сорт хлопчатника ПГСХ-1, способный давать урожай в условиях Волгоградской области (путь.рф/news/847).

Хлопчатник — крайне требовательное к минеральному питанию и климатическим условиям растение, для которого необходимы длительные теплые температуры без заморозков, солнечные дни и умеренное количество осадков [Юлдашев, 1981]. Поэтому, постепенное потепление и увлажнение климата в ряде регионов юга России делает хлопчатник перспективной культурой для возделывания [Абалдов, Карташов, 2011]. Хлопчатник относительно засухоустойчив, однако, на территории Средней Азии необходимо орошение [Курышкина, 2006], тогда как на территории России имеются обширные территории, где нет необходимости в дополнительном поливе. Исходя из этого, можно сделать вывод, что продвижение хлопчатника на север должно стать одной из приоритетных задач современной селекции и сельского хозяйства России.

Применение и значение для хозяйства

Практически все органы и части хлопчатника находят применение в тех или иных отраслях промышленности, медицины и сельского хозяйства. Однако основной причиной его

выращивания неизменно остается ценнейшее хлопковое волокно. Даже значительные достижения в производстве искусственных волокон не смогли сместить хлопок с рынка тканей. Помимо обычной пряжи и разнообразных тканей из волокна также изготавливают швейные нитки, волокна, канаты и т.д. После обработки волоски используются в медицине под названием вата, а также из них получают перевязочные материалы и коллодий. Примечательно, что хлопковое волокно используется для производства пороха, что делает его стратегическим для любой страны сырьем.

Немалую ценность имеют семена хлопчатника, которые перерабатываются для получения различных продуктов, в том числе масел. Хлопковое масло известно своими высокими пищевыми качествами, поэтому используется в пищевой промышленности и в фармации, наряду с подсолнечным и кунжутным. Важно, что в хлопковом масле содержится β -ситостерин, который способствует снижению артериального давления, повышению эластичности кровеносных сосудов и оказывает регулирующее воздействие на нервную систему. Эргостерин, который также обнаруживается в масле, под действием ультрафиолетовых лучей превращается в витамин Д. Жмых семян, оставшийся после отделения масла, является хорошим кормом для некоторых животных [Макаревич, 2009].

В качестве лекарственного соединения широкое распространение получил природный полифенол госсипол, выделяемый из жмыха и коры корней хлопчатника. В природе это соединение защищает растение от многочисленных вредителей и болезней, а также обладает антиоксидантными свойствами, защищая липиды от окисления и фотодеструкции. Длительное время он применялся в различных странах как средство регулирования рождаемости. Однако следует соблюдать строгие дозы: 0,13 – 0,36 мг/кг массы тела, поскольку в противном случае есть риск проявления побочных эффектов, в том числе бесплодия [Илькевич и др., 2009].

В настоящее время госсипол назначают при опоясывающем и пузырьковом лишае, псориазе, герпетическом кератите. На его основе созданы различные медицинские препараты: мазь Мегосин, таблетки Кагоцел, Гозалидон, Рагосин и др.

Многочисленные исследования позволили установить мощное противоопухолевое действие госсипола, поэтому перспективным направлением сейчас является использование данного природного соединения для лечения рака коры надпочечников и рака мочевого пузыря [Магомедов, 2012]. Экстракт из коры корней обладает кровоостанавливающим действием и применяется при внутренних кровотечениях. Кора содержит различные дубильные

вещества, витамины С и К, а также следы эфирного масла и триметиламин.

Из дробленой кожуры семян получают дубители, лаки, бумагу и электроизоляторы. Семена хлопчатника также богаты макро- и микроэлементами, такими как: К, Са, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Cr, Se, Ni. Листья хлопчатника являются ценным источником органических кислот, в том числе лимонной и яблочной. Хлопчатник – прекрасный медонос. Мёд светлый, похожий внешне на липовый и имеет своеобразный аромат и тонкий вкус [Автономов и др., 1983].

Систематика хлопчатников

Первые сведения о систематике хлопчатников относятся к 17-18 вв. Так, К.Линней в 1763 году описал пять видов хлопчатника, основываясь лишь на внешних морфологических признаках. Многие другие исследователи также учитывали в систематике хлопчатника такие признаки как опушенность семян, долговечность надземных органов, тип ветвления и т.д. [Автономов и др., 1983]. Однако все попытки классифицировать род *Gossypium*, основываясь лишь на морфологических признаках, провалились по причине разнообразия видов хлопчатника и зависимости внешних признаков от характера почв, условий выращивания и от перекрёстного опыления [Симонгулян, Мухамедханов 1987].

Г.С.Зайцев, в отличие от предшественников, учитывал не только морфологические признаки, но и цитологические, физиологические, а также географическое распределение форм хлопчатника. Различия в числе хромосом в ядре растительной клетки, обнаруженные с помощью генетических исследований, позволили разделить род *Gossypium* на 2 группы: новосветская (52 хромосомы в соматических клетках, 26 в половых: делилась на центральноамериканскую и южноамериканскую) и старосветская (26 и 13 соответственно; делилась на африканскую и индокитайскую). Таким образом, все культурные формы хлопчатника он распределил по четырем подгруппам. Дикие формы в данной классификации не были учтены [Автономов и др., 1983]. Наиболее поздней и полной классификацией рода *Gossypium* считается классификация Ф.М.Мауера, который выделил 35 видов — 5 культивируемых и 30 диких [Иксанов, 1993].

Для сельского хозяйства и нужд промышленности особенно интересны 4 вида хлопчатника *G. herbaceum*, *G. arboreum* – диплоидные виды, *G. barbadense*, *G. hirsutum* – тетраплоидные виды. Чаще всего в культуре выращиваются именно тетраплоидные виды [Григорьев, Илларионова, 2009].

G. herbaceum, травянистый, африкано-азиатский вид. Стойкий однолетний вид, поэтому выращивается в более северных районах. Этот вид характеризуется травянистым невысоким стеблем, который может достигать 1,5 метров, с желтыми мелкими цветками. Листья опушенные. Мелкие семена находятся в круглых коробочках, волокно белое шерстистое. Коротковолокнистый [Basbag et al., 2014].

G. arboreum, древовидный, индокитайский вид, высокий (2 – 2,5 м), многолетний. Цветы красного цвета, на коротких цветоножках. Семена черные, шаровидные, покрытые желтым волокном высокого качества [Smith, 2005].

G. barbadense, хлопчатник перуанский, впервые был обнаружен на Барбадосе. Растет в виде небольшого, ветвистого деревца и дает урожай хлопка с необычно длинными шелковистыми волокнами. Содержит много госсипола, который снижает его восприимчивость к бактериальному и грибному заражению. Многолетник, цветы желтые. Черные семена, покрытые длинным волокном, самого высокого качества. Тонковолокнистый [Brubaker et al., 2002]. Наиболее позднеспелый вид, способный давать хорошие урожаи только в теплых южных районах с длинным безморозным периодом [Автономов и др., 1983].

G. hirsutum, хлопчатник обыкновенный, мексиканский, также известен как упланд. Самый широко выращиваемый вид во всем мире. Наиболее часто встречается в Северной Америке, в Средней Азии, и в Закавказье. Однолетнее растение с цветками белого цвета. Семена серо-зеленоватые, обильно покрытые пушком. Средневолокнистый. Более скороспелый и урожайный, чем *G. barbadense* [Basbag et al., 2014].

Вредители хлопчатника и методы борьбы с ними

Серьезный вред посевам хлопчатника во всем мире наносят сельскохозяйственные вредители, которые поражают их на протяжении всего вегетационного периода, высасывая соки (сосущие вредители) или же сгрызая надземные органы или корни растений [Мадаминов и др., 1998]. К основным вредителям относятся следующие: хлопковый паутинный клещ, табачный трипс, тли, озимая совка, хлопковая совка, карадина [Нерозин, 2005].

Хлопковый паутинный клещ (*Tetranychus telarius*) – один из самых мелких вредителей хлопчатника (0,5 мм). Дает 10-15 поколений в год. Поселяется на нижней стороне листа, формируя колонии, и оплетает лист паутиной. Питание содержимым клеток приводит к появлению на верхней стороне листа красных пятен. Дальнейшее поражение приводит к опадению листьев [Нерозин,

2005]. В условиях агроценоза хлопкового поля интенсивное размножение и непринятие мер борьбы может привести к снижению урожайности до 50%. Особой устойчивостью к данному вредителю обладают тонковолокнистые сорта хлопчатника. Это объясняется тем, что листья у них грубые с более плотным расположением клеток эпидермиса. Кроме того, количество госсипола в них больше, чем у средневолокнистых сортов [Ташпулатов, 2007].

Табачный трипс (*Thrips tabaci*) – небольшое сосущее насекомое удлинённой формы. За лето дает 8 – 10 поколений (1 поколение развивается в течение 22-29 дней). Вредитель зимует в стадии личинки и имаго под остатками растений и в почве [Велиев, 1993]. Табачный трипс в конце марта - начале апреля выходит из зимовки и держится на сорняках и люцерне, а с появлением всходов хлопчатника переходит на него [Филипчук, 2009]. Развитие *Thrips tabaci* приводит к гибели ростовых почек растений и образованию разветвления главного стебля в виде метелочки [Велиев, 1993].

Тли (*Aphis gossypii*) – мелкие сосущие насекомые длиной до 4,0 мм. Разрушают ткани молодых листьев и верхушечных побегов, вводя в них продукты слюнных желез. Это, в конечном счете, приводит к отмиранию верхушечной почки с образованием «вилки», опадению листьев и бутонов [Ташпулатов, 2007]. Урожайность снижается на 20%. Хлопковое волокно, загрязненное выделениями, поражается грибами, чернеет и вскоре разрушается [Нерозин, 2005].

Хлопковая совка (*Helicoverpa armigera*) – крупная бабочка (размах крыльев до 40 мм) семейства совок, является вредителем многих сельскохозяйственных культур, включая хлопчатник и томат [Бубнова, Вострикова, 2011]. Окрас передних крыльев – буровато-желтый с темными полосками и краплениями или буровато-красный; задние крылья – желто-белые с полоской темного цвета по периферии и бобовидным пятном в центре [Артохин, Полтавский, 2007]. *H. armigera* в своем развитии проходит четыре поколения, причем три из них протекают на хлопчатнике. Гусеницы первого возраста появляются в период бутонизации хлопчатника и наносят вред почкам и молодым бутонам растения [Ташпулатов, 2007]. По мере развития взрослые гусеницы, пики подъема численности которых совпадают с периодами цветения и плодообразования, сползают на ветки нижних ярусов и повреждают крупные бутоны, цветы, а также семена [Нерозин, 2005].

Первой ступенью в комплексе мер по борьбе с вредителями является выяснение видового состава, численности и степени наносимого вреда. Для этого необходимо периодически проводить обследования

как культурных растений, так и сорняков. Помимо этого, комплекс мер включает в себя агротехнические, химические и биологические методы борьбы [Ертаева и др., 2004].

Агротехнические методы в первую очередь направлены на сокращение зимующего запаса вредителей различными путями: перепашка и перекопка обочин полей, уничтожение растительных остатков, побелка стволов [Нерозин, 2005]. Кроме того, проводят двухъярусную зяблевую вспашку и борьбу с сорными растениями [Велиев, 1993]. Также широко применяют химические методы борьбы: обработка акарицидами, тиоданом, фосфамидом, карбофосом и т.д.

Популярны биологические методы борьбы, например, практикуется сезонный выпуск на посевы

хлопчатника трихограммы – полифага, заражающего яйца более 250 видов насекомых. Также применяется габробракон, личинка которой ведет паразитический образ жизни на хлопковой совке, а также дендробациллин – препарат на основе *Bacillus thuringiensis*, который при попадании в кишечник насекомых вызывает их паралич [Нерозин, 2005].

Заболевания хлопчатника и методы борьбы с ними

Одной из преград для получения высокого и качественного урожая хлопка является их подверженность различным заболеваниям (таблица 2) [Мамедова и др., 2009].

Таблица 2. Заболевания хлопчатника

Заболевание	Возбудитель	Признаки	Методы борьбы
Вертициллезный вилт	<i>Verticillium dahliae</i>	Древесина буреет или покрывается темными пятнами. Темнеют также внутренние ткани черешка.	Обработка карбамидом 1,5%; Внесение минеральных удобрений; сбор стеблей и корней хлопчатника с вывозом за пределы поля; применение препарата триходермин.
Фузариозный вилт	<i>Fusarium oxysporum</i>	Появляется жёлтая сетчатость, которая расширяется и охватывает весь лист, который скручивается и опадает. Стебель приобретает пальмовидную форму.	
Гоммоз	<i>Xanthomonas malvaccarum</i>	На листовой пластинке появляются округлые зеленые пятна, на поверхности которых выступает камедь. Заболевание переходит на стебель и растение погибает.	Обработка семян трихлорфенолятом меди, или же комплексным препаратом фентиурамом.
Корневая гниль	<i>Rhizoctonia solani</i> и др.	На верхушке всходов образуются темно-коричневые пятна, листовая пластинка скручивается и сохнет. Растение погибает.	Обработка фентиурамом.
Микроспориоз	<i>Macrosporium macrospore</i>	На листьях появляются красные пятна, на которых образуется темно-коричневый налёт. Опадают бутоны, коробочки.	Протравливание семян ТМТД (тиурам) [Нерозин, 2005].

Селекция хлопчатника

Как уже говорилось выше, хлопчатник – одна из важнейших прядильных культур, которая широко выращивается более чем в 50 странах мира. Это ценная стратегическая культура, так называемое «белое золото», поэтому с 90-х годов XX века в

России ведутся селекционные работы для внедрения сортов с повышенной урожайностью и устойчивостью к различным болезням и стрессовым факторам. Помимо этого, популярным направлением в селекции является получение сортов с цветным волокном без потерь его качества. Немаловажным

свойством сорта должны быть его высокие адаптивные способности к условиям среды, в первую очередь к засухе. Такие исследования ведутся, в том числе в нашей стране, и целью этих работ является возрождение экономически эффективного промышленного хлопководства на территории РФ.

С 2000 г. в ФГБНУ «ВНИИООБ» ведутся работы, упор в которых был сделан именно на

средневолокнистые сорта хлопчатника, так как они более скороспелые и продуктивные, что немаловажно для выращивания в условиях юга России. Результатом данных работ явилось получение адаптивных сортообразцов, которые были вовлечены в гибридизацию (таблица 3) [Токарева и др., 2015].

Таблица 3. Сорта средневолокнистого хлопчатника, полученные в ФГБНУ «ВНИИООБ»

Сорта	АС-1	АС-2
Гибридная комбинация	АС-6 x Чимбай 4031	Чимбай 4007 x s/s 1/1
Вегетационный период	110-114 дней	120 дней
Раскидистость	полураскидистый	полураскидистый
Выход волокна	35-37%	35-37%
Урожайность	3,2 т/га	3,8 т/га

В 2004 году в Узбекском НИИ селекции и семеноводства был получен сорт Сурхан-9 с высокими качественными показателями волокна, а также скороспелые сорта Ан-Баяут и С-6532. Исследователями Института генетики и

экспериментальной биологии растений Академии наук Республики Узбекистан методом межвидовой гибридизации были получены стрессоустойчивые сорта Навбахор и Гульбахор (таблица 4) [Алиходжаева, 2007].

Таблица 4. Сравнение сортов Навбахор и Гульбахор

Сорта	Навбахор	Гульбахор
Вегетационный период	125-127 дней	122-125 дней
Урожайность	4,5-5,0 т/га	4,2-4,5 т/га
Масса коробочек	4,6-5,8 г	6,3-6,5 г
Устойчивость к вилту	устойчив	устойчив
Устойчивость к засухе	устойчив	устойчив
Выход волокна	40-42%	35-36%

В Институте генетических ресурсов НАН Азербайджанской республики проводились исследования по получению форм хлопчатника устойчивых к вертициллезному вилту. Как известно, вид хлопчатника *G. barbadense* более устойчив к этому заболеванию, однако, вид *G. hirsutum* более востребован на рынке. Поэтому, здесь проводилось сравнение межвидовых и внутривидовых гибридов. В результате было обнаружено, что именно межвидовые гибриды более устойчивы к данному заболеванию, чем внутривидовые гибриды и стандартные сорта (процент больных растений межвидовых гибридов составляет примерно 13%, в то время как внутривидовых – 45%) [Мамедова и др., 2009].

Новым интересным направлением в селекции хлопчатника в России является селекция для получения окрашенного волокна высокого качества. Цвет волокна определяется его химическим составом: содержанием жировосковых веществ (обуславливает зеленый оттенок), а также катехинов (коричневый, бурый, черный цвет),

однако такое волокно обладает меньшей прочностью по сравнению с белым. Это стало поводом, для создания новых сортов, которые сочетали бы оба важных свойства: цветность и прочность. Так в 2005 году в Астраханской области был получен сорт 3305 Марон, цветные волокна которых соответствовали технологическим требованиям [Григорьев, Илларионова, 2009].

Мировой рынок хлопка

Хлопок – одно из наиболее выращиваемых натуральных волокон, со сбором и переработкой которого связана деятельность тысяч предприятий. Являясь самой распространенной непищевой культурой, растение используется для получения тканей, масел, семян и кормовых белков. Лидерами в выращивании хлопчатника являются США, Индия, Китай и Пакистан. На их долю приходится около 75% производимого в мире хлопка. Оставшиеся 25% хлопчатника выращивается в других странах мира. Суммарная посевная площадь составляет примерно 25-35 млн. га, а валовая продукция 20 млн. т.

С 50-х гг. XX века потребность в хлопке неуклонно возрастает примерно на 2-3% в год. Производство и потребление хлопка подвержено колебаниям. На объемы мирового производства, так же как и на потребление хлопкового волокна оказывают влияние различные факторы: цены на нефть, от которых зависит стоимость искусственных волокон, размеры производственных затрат на

выращивание культуры, общее состояние мировой экономики и, конечно, погодные условия, которые в значительной мере могут снизить урожайность. Например, из-за плохих погодных условий производство хлопка в 2009 г. составило 22,5 млн. т, и урожай этого года оказался самым низким, начиная с 2005 года (рисунок 1).

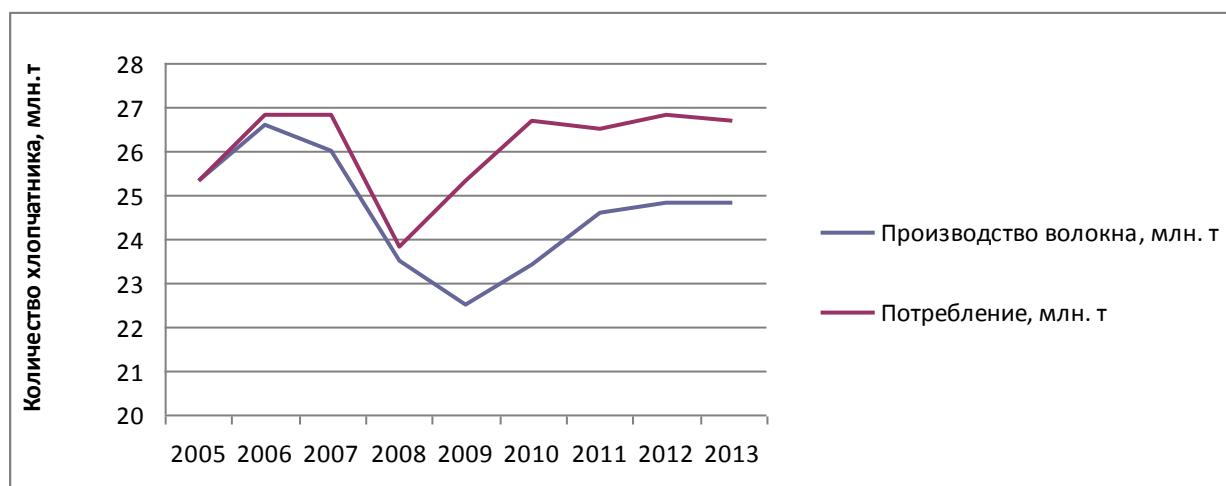


Рисунок 1. Динамика производства и потребления хлопка за 2005-2013 гг.

Хлопчатник – перспективная культура, выращиванием которой с каждым годом занимаются все больше государств мира. США – один из лидеров в мировом производстве хлопка. В этой стране более 18 штатов занимаются возделыванием данной культуры, но в отличие от Китая, США не осуществляет импорт хлопковых волокон на мировой рынок. В последнее время в США объемы производства хлопка резко сократились из-за конкуренции с рынком химических волокон.

Одной из древних хлопкосеющих стран Азии является Китай, который от изготовления дорогих изделий из шелка перешел к созданию изделий из хлопка, что более практично и удобно. Рынок Китая до сих пор остается закрытым для импорта рынком, на его долю приходится примерно

25-30% объема производства хлопка. Такие объемы достигаются в основном благодаря повышению урожайности хлопка, из-за невозможности увеличения площадей посевов.

Колыбелью зарождения хлопчатника считается Индия, которая на сегодняшний день занимает первое место в мире по посевной площади, но лишь третье – по производству. В отличие от Китая, урожаи здесь низкие, так как культура возделывается на неорошаемых землях с применением примитивных методов агротехники.

Четвертое место на рынке хлопка занимает Пакистан, где он является важной продукцией, оказывающей большое влияние на экономику страны (таблица 5). В Пакистане в основном выращиваются мексиканские сорта хлопчатника [Ажиметова, 2011].

Таблица 5. Посевная площадь и урожайность хлопчатника в некоторых странах мира

Год	Китай		Индия		Пакистан	
	Площадь, млн га	Урожай, кг/га	Площадь, млн га	Урожай, кг/га	Площадь, млн га	Урожай, кг/га
2011	6,300	1,300	9,412	559	3,000	647
2012	6,100	1,294	9,385	524	2,912	677
2013	5,210	1,324	10,000	529	3,000	679

Таким образом, в современном мире одной из задач хлопководства является увеличение урожайности хлопчатника без увеличения посевных площадей. Для этого ведутся интенсивные

исследования по изучению влияния различных факторов на урожайность (таблица 6) [Токарева, 2013; Аширбеков, 2013].

Таблица 6. Факторы, способствующие росту урожайности хлопчатника

Технологические операции	Параметры	Прибавка урожая, ц/га
Зяблевая вспашка с внесением суперфосфата и навоза	30-40 кг/га	0,7
Севооборот	3 года люцерна и 7 лет хлопчатник	1,2
Удобрения: азот, фосфор, калий	30, 25, 15 кг/га, соответственно	1,8
Борьба с вредителями и болезнями	Химический и биологический методы	0,5

Генетически модифицированный хлопчатник

Узкая генетическая база культивируемых видов, недостаточная эффективность селекционных методов для улучшения количественных признаков (например, количества волокна), длительное время, требуемое для получения новых сортов, заставили исследователей направить свои усилия на развитие методов генетической модификации хлопчатника. Впервые хлопчатник, в клетках которого экспрессировался трансген, кодирующий инсектицидный протоксин CryIAc, стал выращиваться в США в 1996 году на 12% территорий, на которых выращивался хлопчатник, а через пять лет эти площади превысили уже 70% (рисунок 2).

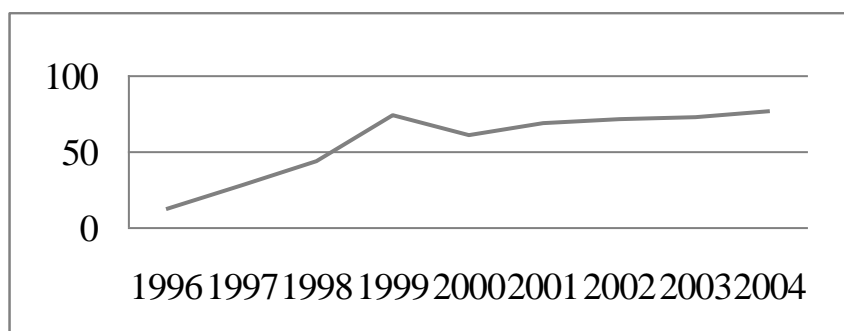


Рисунок 2. Территории США занятые ГМ-сортом хлопчатника, в % по годам

Свойства, придаваемые растениям хлопчатника методами геной инженерии

Основные цели, которые преследуются исследователями, создающими генетически модифицированные растения хлопчатника – это придание устойчивости к действию гербицидов и инсектицидов, так как именно сорняки и вредители наносят наибольший вред посевам и резко снижают урожайность этой культуры в странах с мягким климатом (таблица 7) [Jiang, 2003]. Для получения трансгенных растений хлопчатника применяют

бомбардировку частицами золота и агробактериальную трансформацию, однако предпочтение отдается второму методу [Baohong, 2013]. Хлопчатник – теплолюбивое растение с длинным вегетационным периодом, что делает выращивание данной культуры в условиях сурового климата крайне затруднительным, а зачастую и невозможным. Поэтому в последние годы набирает популярность направление геной инженерии хлопчатника, связанное с приданием растениям свойств устойчивости к абиотическим факторам

среды (холоду, засухе, засолению) [Awan M.F., 2015]. В настоящее время существует несколько подходов для повышения стрессоустойчивости растений, наиболее перспективным из которых является использование генно-инженерных методов

для введения чужеродных генов, сверхэкспрессия которых может привести к повышению устойчивости растений к абиотическим стрессам (таблица 8) [Колодяжная и др., 2009].

Таблица 7. Гены, используемые для трансформации хлопчатника

Ген	Источник гена	Продукт	Функции
<i>aad</i>	<i>Escherichia coli</i>	3'(9)-O-aminoglycoside adenylyltransferase	Позволяет проводить селекцию по устойчивости к аминогликозидным антибиотикам, таким как спектиномицин и стрептомицин
<i>pat (syn)</i>	<i>Streptomyces viridochromogenes</i>	phosphinothricin N-acetyltransferase (PAT)	Устраняет гербицидную активность фосфинотрицина путем ацетилирования
<i>bar</i>	<i>Streptomyces hygroscopicus</i>	phosphinothricin N-acetyltransferase (PAT)	
<i>cry1Ab</i>	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Cry1Ab delta-endotoxin	Придает устойчивость к чешуекрылым насекомым, селективно подавляя их личинку
<i>cry2Ae</i>		Cry2Ae delta-endotoxin	
<i>cry1Ac</i>		Cry1Ac delta-endotoxin	
<i>cry1F</i>		Cry1F delta-endotoxin	

Таблица 8. Некоторые примеры целевых генов, которые могут быть использованы для увеличения устойчивости растений к абиотическим стрессовым факторам

Ген	Функция гена	Виды растений	Тип устойчивости
<i>DREB</i>	Транскрипционный фактор	<i>A. thaliana</i> , <i>N. tabacum</i>	Засоление, засуха, холод
<i>ERF</i>	Транскрипционный фактор	<i>N. tabacum</i>	Затопление, засуха, засоление, холод
<i>NPK1</i> <i>MARK</i> <i>MKK</i>	Протеинкиназа	<i>Z. mays</i>	Холод, засоление, засуха, высокая температура
<i>P5CS</i>	Синтез пролина	<i>N. tabacum</i>	Засуха, засоление, холод
<i>SOD</i>	Синтез супероксиддисмутазы	<i>N. tabacum</i>	Засуха, холод, тяжелые металлы, засоление [Ноделман, 2003]
<i>AtGST</i>	Глутатион-S-трансфераза	<i>A. thaliana</i>	Засуха, холод, засоление [Yang, 1998]

Все воздействия абиотической природы связаны с образованием активных форм кислорода, оказывающих токсическое действие на растительные клетки. Поэтому, создание растений с внедренными в них генами синтеза антиокислительных ферментов является одним из способов получения толерантных к абиотическим стрессам трансгенных растений. К таким генам относится, например, ген глутатион-S-трансферазы *AtGST* [Калинина и др., 2014], который может быть использован для повышения засухо-,

холодо- и солеустойчивости трансгенных растений. Одними из основных препятствий продвижения хлопчатника на север являются его теплолюбивость и длительный период вегетации. В связи с этим, существует необходимость в создании холодо- и морозоустойчивых ГМ-сортов хлопчатника. В литературе имеются данные о повышении холодоустойчивости трансгенных растений за счет сверхэкспрессии различных генов отклика на низкие положительные температуры. Например, было

показано, что при сверхэкспрессии гена глицерол-3-фосфатацилтрансферазы у трансгенных растений обнаруживается повышенная холодоустойчивость, что выражается в увеличении содержания в мембранах трансгенных растений табака ненасыщенных жирных кислот и уменьшении повреждения фотосинтетического аппарата при действии холода [Murata et al., 1992]. У трансгенных растений табака сверхэкспрессирующего ген супероксиддисмутазы при действии холодового стресса фотосинтетическая активность была на 20% выше, чем у растений дикого типа [Sen Gupta et al., 1993]. Трансгенные растения арабидопсиса с конститутивной экспрессией холод-индуцируемого гена *COR15a* показали повышенную морозоустойчивость, по сравнению с нетрансгенными растениями [Artus et al., 1996]. Сверхэкспрессия CRT/DRE-связанного транскрипционного фактора CBF1 увеличивала уровень экспрессии *COR*-генов (cold-regulated), а также способствовала увеличению морозоустойчивости трансгенных растений без предварительной холодовой акклимации [Jaglo-Ottosen et al., 1998]. Имеются сведения об увеличении холодоустойчивости растений, при внедрении в них генов ω -3 десатуразы, глутатион-S-трансферазы, глутатионпероксидазы, транскрипционных факторов DREB1, OSMYB4, CBF3, ZAT12, холиноксидазы A, пролиндегидрогеназы, *COR*-генов 15, 19, 39 и других [Sanghera et al., 2011]. Таким образом, в литературе имеется довольно обширная информация о том, какие гены могут быть потенциально использованы для повышения холодоустойчивости растений и при планировании работ по генной инженерии хлопчатника эти данные должны быть учтены.

Кроме устойчивости к стрессовым факторам, для любого культурного растения остается актуальным вопрос повышения его продуктивности. У хлопчатника существует необходимость в увеличении урожайности его семян и в увеличении длины волокон. Для этого могут быть использованы гены, участвующие в регуляции клеточного деления и роста клеток растяжением [Кулуев и др., 2015]. Например, известно, что сверхэкспрессия транскрипционного фактора AINTEGUMENTA стимулирует клеточные деления и рост клеток растяжением, что способствует существенному увеличению размеров надземных органов, по сравнению с растениями дикого типа [Кулуев и др., 2012а, 2012б, 2013а]. Важную роль в регуляции размеров органов у растений выполняют белки с *OSR*-доменом [Кулуев и др., 2014б]. Эти гены кодируют трансмембранные белки, располагающиеся на эндоплазматическом ретикулуме и предположительно участвующие в передаче и трансдукции сигналов от

фитогормонов к транскрипционным факторам. Сверхэкспрессия белков с *OSR*-доменом способствует увеличению размеров надземных органов трансгенного *A. thaliana* за счет положительного влияния на процессы клеточного деления и роста клеток растяжением [Feng et al., 2011]. *OSR*-гены при конститутивной экспрессии способствуют увеличению размеров листьев и стебля также в гетерологичных условиях, например, в трансгенных растениях табака [Кулуев и др., 2013б, 2013г] и рапса [Михайлова, Кулуев, 2015]. При этом наибольший эффект наблюдается при использовании конститутивных промоторов каулимовирусов, которые обеспечивают высокий уровень экспрессии трансгенов [Кулуев, Чемерис, 2007, Кулуев, 2012]. Для улучшения параметров роста и увеличения размеров органов могут быть использованы также гены белков, обеспечивающих рост клеток растяжением [Кулуев и др., 2013в]. Наиболее известными белками, вовлеченными в регуляцию и обеспечение растяжения клеточных стенок, являются экспансины [Кулуев и др., 2014а]. Было показано, что эктопическая экспрессия гена *TaEXPB23* β -экспансина, выделенного из колеоптилей пшеницы, приводит к ускоренному росту листьев и междоузлий на ранних стадиях развития растений [Xing et al., 2009]. Морфологический анализ трансгенных растений с повышенной и пониженной экспрессией гена экспансина петунии *PhEXPA1* показал, что увеличиваются как размеры клеток, так и конечные размеры органов [Dal Santo et al., 2011]. Эктопическая экспрессия гена *PttEXPA1*, кодирующего экспансин гибридной осины, способствовала увеличению размеров междоузлий и площади листьев у трансгенной осины [Gray-Mitsumune et al., 2008]. Трансгенные растения *A. thaliana* с конститутивной экспрессией гена экспансина *AtEXPA10* характеризовались увеличением длины черешков и площади листовой пластинки [Cho, Cosgrove, 2000]. Таким образом, в литературе имеется обширная информация о потенциальных целевых генах, которые могут быть использованы при создании трансгенных растений хлопчатника с повышенной продуктивностью таких вегетативных органов, как листья и стебли. Хлопчатник также выращивают для получения из него масла, поэтому существует необходимость повышения продуктивности семян этой культуры. Необходимо отметить, что для увеличения продуктивности семян также могут быть использованы рассмотренные выше гены, которые участвуют в регуляции клеточного деления и растяжения. Например, было показано, что конститутивная экспрессия транскрипционного фактора AINTEGUMENTA в трансгенных растениях способствует увеличению размеров не только цветков, листьев и стебля, но и семян [Confalonieri et

al., 2014]. У трансгенных растений рапса с конститутивной экспрессией *OSR*-гена *ARGOS-LIKE* наблюдается увеличение объема и веса семян на 23% и 29% соответственно по сравнению с контрольными растениями дикого типа [Михайлова, Кулуев, 2015]. Сверхэкспрессия гена *IbEXPI* экспансина батата способствовала увеличению урожайности семян арабидопсиса в 2,1-2,5 раза: семена трансгенных растений были более крупными, а также накапливали больше белка и крахмала [Bae et al., 2014].

Заключение

Хлопчатник – одно из важнейших для человечества и наиболее широко возделываемых культурных растений - источников натурального волокна, со сбором и переработкой которого связана деятельность тысяч предприятий. Являясь самой распространенной непищевой культурой, растение используется для получения тканей, масел, семян и кормовых белков. Госсипол, содержащийся в семенах хлопчатника, обладает мощным противоопухолевым действием, поэтому перспективным направлением является использование данного природного соединения для лечения рака коры надпочечников и рака мочевого пузыря. Несмотря на то, что первые попытки по возделыванию хлопчатника на территории России были предприняты еще в 60-х годах XVII века, на сегодняшний день Россия не входит даже в первую двадцатку стран-производителей хлопка. Препятствиями для успешного возделывания данной культуры на территории России являются неблагоприятные факторы абиотической среды: холод, засуха, засоление почв, а также короткий летний период. Поэтому получение генно-модифицированных растений устойчивых к неблагоприятным условиям может способствовать получению сортов хлопчатника, приспособленных к выращиванию в регионах России не только с теплым, мягким климатом, но и на территориях с более суровым климатом. Согласно законодательству России в нашей стране до сих пор запрещено промышленное выращивание генно-модифицированных культур. Можно предполагать, что этот запрет связан с возможным вредом, который, по предположению части населения нашей страны могут нести ГМР. Однако на сегодняшний день не опубликовано ни одного серьезного научного исследования, доказывающего вред ГМР. Напротив, в литературе имеется множество научных данных, доказывающих безвредность ГМР [Чемерис и др., 2014, 2015]. В связи с этим, можно предполагать, что в скором будущем в России все же разрешат выращивать ГМР. Более того, хлопчатник относится к техническим культурам, поэтому существующий запрет на выращивание ГМО в нашей стране не должен распространяться на ГМ-сорта хлопчатника.

Список литературы

1. Абалдов А.Н., Васильева Т.В. Исторический опыт возрождения хлопководства на юге России // Вестник ОрелГАУ. 2008. №3. С. 9 – 11.
2. Абалдов А.Н., Карташов А.В. Влияние минеральных удобрений на урожай и качество волокна неорошаемого хлопчатника в сухостепной зоне Восточного Предкавказья // Научный журнал КубГАУ. 2011. №68. С. 1 – 4.
3. Автономов А.И. Хлопководство: учебное пособие / А.И.Автономов, М.З. Казиев, А.И. Шлейхер. – М.: Колос, 1983. – С.3 -23, 119 – 121.
4. Ажиметова Г.Н. Мировой опыт и обзор развития хлопководства в Казахстане // Современные проблемы науки и образования. 2011. №1. С. 53 – 58.
5. Алиходжаева С.С. Новые сорта хлопчатника в решении обеспечения продовольственной безопасности страны // Современные проблемы науки и образования. 2007. №6. С. 13 – 18.
6. Артохин К.С., Полтавский А.Н. Хлопковая и шалфейная совка – вредители подсолнечника // Диагностика и прогнозы. 2007. №3. С. 31 – 32.
7. Аширбеков М.Н. Эффективность севооборотов в борьбе с вилтом хлопчатника // НЭБ. 2013. С. 48 – 49.
8. Бубнова Т.В., Вострикова О.И. Совки Кулундинской степи // Современные проблемы науки и образования. 2011. №2. С. 56 – 58.
9. Велиев Р.М. Табачный трипс, как серьезный вредитель хлопчатника в Мильско-Карабахской зоне Азербайджана и меры борьбы с ними // Автореферат на соискания ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Ереван. 1993. С. 1 – 5.
10. Григорьев С.В., Илларионова К.В. Результаты селекции хлопчатника на качество волокна различной окраски и урожайность в России // Сельскохозяйственная биология. 2009. №3. С. 1 – 6.
11. Ертаева Ж.Т., Курманова К.Т., Алимбеков Н.А. Методы защиты растений // Южно-Казахстанский государственный университет имени Ауэрова. 2004. С. 3 – 4.
12. Иксанов М.И. Каталог сортов хлопчатника. Ташкент: Узбекистан. 1993. – С. 16 – 19.
13. Илькевич Н.С., Рыбаченко В.И., Шредер Г., Дмитрук А.Ф., Чотий К.Ю. Антиоксидантные свойства госсипола и его некоторых иминопроводных // Химическая технология. 2009. №2. С. 110 – 114.
14. Калинина Е.В., Чернов Н.Н., Новичков М.Д. Роль глутатиона, глутатионтрансферазы и глутаредоксина в регуляции редокс-зависимых процессов // Успехи биологической химии. 2014. №54. С. 299 – 348.
15. Колодяжная Я.С., Куцоконь Н.К., Лебенко Б.А., Сютикова О.С., Рахметов Д.Б., Кочетов А.В.. Трансгенные растения, толерантные к абиотическим стрессам // Цитология и генетика. 2009. №2. С. 72 – 85.

16. Кулуев Б.Р., Чемерис А.В. Амплификация и клонирование промоторов вируса мозаики георгина и вируса кольцевой гравировки гвоздики // Генетика. 2007. Т. 43. №12. С. 1682–1684.
17. Кулуев Б.Р., Князев А.В., Лебедев Я.П., Постригань Б.Н., Чемерис А.В. Получение трансгенных растений табака, экспрессирующих консервативные участки гена *AINTEGUMENTA* в антисмысловой ориентации // Физиология растений. 2012а. Т. 59. №3. С. 341–353.
18. Кулуев Б.Р., Князев А.В., Ильясова А.А., Чемерис А.В. Эктопическая экспрессия генов *PnANTL1* и *PnANTL2* тополя черного в трансгенных растениях табака // Генетика. 2012б. Т. 48. №10. С. 1162–1170.
19. Кулуев Б.Р. Каулимовирусы и их полногеномные промоторы // Биомика. 2012. Т. 4. №1. С. 1–19.
20. Кулуев Б.Р., Князев А.В., Чемерис А.В., Вахитов В.А. Морфологические особенности трансгенных растений табака, экспрессирующих ген *AINTEGUMENTA* рапса под контролем промотора вируса мозаики георгина // Онтогенез. 2013а. Т. 44. №2. С. 110–114.
21. Кулуев Б.Р., Князев А.В., Сафиуллина М.Г., Чемерис А.В. Влияние конститутивной экспрессии гена *ARGOS-LIKE* на размеры клеток и органов трансгенных растений табака // Генетика. 2013б. Т.49. №5. С. 587–594.
22. Кулуев Б.Р., Сафиуллина М.Г., Князев А.В., Чемерис А.В. Морфологический анализ трансгенных растений табака экспрессирующих ген *PnEXPA3* тополя черного // Онтогенез. 2013в. Т. 44. №3. С. 166–173.
23. Кулуев Б.Р., Михайлова Е.В., Чемерис А.В. Перенос трансгенов *ARGOS-LIKE* и *AtEXPA10* в нетрансгенные формы табака и фенотипические проявления их конститутивной экспрессии // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2013г. Т.17. №1. С. 81–88.
24. Кулуев Б.Р., Князев А.В., Постригань Б.Н., Чемерис А.В. Получение трансгенных растений табака, экспрессирующих фрагменты генов *ARGOS* и *NtEXPA4* в антисмысловой ориентации // Генетика. 2014а. Т. 50. №1. С. 44–51.
25. Кулуев Б.Р., Князев А.В., Никоноров Ю.М., Чемерис А.В. Эстрадиол-индуцибельная и цветоспецифичная экспрессия генов *ARGOS* и *ARGOS-LIKE* в трансгенных растениях табака // Генетика. 2014б. Т. 50. №8. С. 918–929.
26. Кулуев Б.Р., Сафиуллина М.Г. Регуляция роста клеток растяжением в растениях // Успехи современной биологии. 2015. Т. 135. №2. С. 148–163.
27. Курышкина О.В. Технология возделывания хлопчатника. – Пенза: Агрополиф, 2006. –С. 2 – 4 .
28. Магомедов А.М. Лекарственные растения Дагестана и их применение в медицине: учебное пособие/ А.М. Магомедов, Р.А. Муртазалиев. – Махачкала: АЛЕФ, 2012. – С. 119 – 120.
29. Мадаминов В.С., Мадаминов В.С., Сухорученко Г.И., Ташпулатов М.М., Великань В.С., Абдуллаев Б. Хлопковая белокрылка-серьезный вредитель хлопчатника // Вестник Агронауки. 1998. №3. С. 23–27.
30. Макаревич И.М. Применение хлопчатника. Минск: БГЭУ, 2009. С. 9 – 11.
31. Мамедова А.Д., Мамедова Н.Х., Гасанова Г.И., Мамедова З.Б. Физиологическая и фитопатологическая оценка устойчивости тонковолокнистых сортов хлопчатника к засухе и вилту // Факторы экспериментальной эволюции организмов. 2009. № 6. С. 165–168.
32. Мауер Ф.М. Хлопчатник. Том 1. Происхождение и систематика хлопчатника: учебное пособие / Ф.М.Мауер. – Ташкент: УзССР, 1954. – С. 64 – 68.
33. Михайлова Е.В., Кулуев Б.Р. Создание трансгенного рапса (*Brassica napus* L) с конститутивной экспрессией гена *ARGOS-LIKE Arabidopsis thaliana* методом погружения цветков // Биотехнология. 2015. №5. С. 49–58.
34. Нерозин С.А. Борьба с вредителями и болезнями хлопчатника // ИУВР-Фергана. 2005. Ташкент. С. 1 – 18.
35. Нодельман Е.К. Применение FE-зависимой супероксиддисмутазы для защиты хлоропластов растений томата и табака от окислительного стресса: диссертация. М.2003. С. 9 – 11.
36. Подольная Л.П., Зволинский В.П., Асфандиярова М.Ш., Абалдов А.Н., Ходжаева Н.А. Влияние условий выращивания на длину волокна у образцов хлопчатника // Вестник РУДН. 2003. №8. С. 64 – 67.
37. Симонгулян Н.Г. Генетика, селекция и семеноводство хлопчатника: учебное пособие / Н.Г. Симонгулян, С.Р. Мухамедханов. Ташкент: Мехнат, 1987. С. 16 – 25.
38. Ташпулатов М.М. Биологическое обоснование оптимизации системы интегрированной защиты хлопчатника от вредителей в Таджикистане: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. С.-П., 2007. – С. 12 – 26.
39. Токарева Н.Д. Использование минеральных удобрений на посевах хлопчатника в условиях Астраханской области // АгроXXI. 2013. №1 – 3. С. 37 – 38.
40. Токарева Н.Д., Шахмедова Г.С., Жарикова Н.Ю. Сорта средневолокнистого хлопчатника для юга России // Научный альманах. 2015. №8. С. 1163 – 1165.

41. Филипчук О. Д. Фитосанитарное состояние табачного агроценоза и мероприятия по его оптимизации // *АгроXXI*. 2009. №6. С. 9 – 11.
42. Чемерис А.В., Бикбулатова С.М., Чемерис Д.А., Баймиев Ал.Х., Князев А.В., Кулуев Б.Р., Максимов И.В. Надо ли опасаться ГМО? Взгляд несторонних наблюдателей на истерию вокруг // *Биомика*. Т.6. № 2. С. 77–138.
43. Чемерис А.В., Чемерис Д.А., Баймиев А.Х., Князев А.В., Кулуев Б.Р., Максимов И.В. Борьба с ГМО как неольсенковщина // *Биомика*. 2015. Т. 7. № 1. С. 1–39.
44. Шахмедова Г.С., Дедова Ю.И., Жарикова Н.Ю., Токарева Н.Д. Хлопчатник на юге России // *Проблемы возрождения современного российского хлопководства*. 2006. №6. С. 18 – 21.
45. Юлдашев С.Х. Справочник по хлопководству. Ташкент: Узбекистан. 1981 С. 83-84.
46. Artus N.N., Uemura M., Steponkus P.L., Gilmour S.J., Lin C., Thomashow M.F. Constitutive expression of the cold-regulated *Arabidopsis thaliana* *COR15a* gene affects both chloroplast and protoplast freezing tolerance // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 1996. V. 93. P. 13404–13409.
47. Awan M.F., Abbas M.A., Muzaffar A., Ali A. Transformation of insects and herbicide resistance genes in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) // *J. Agricult. Sci. Technol*. 2015. V. 17. P. 275 – 285.
48. Bae J.M., Kwak M.S., Noh S.A., Oh M.J., Kim Y.S., Shin J.S. Overexpression of sweetpotato expansin cDNA (IbEXP1) increases seed yield in *Arabidopsis* // *Transgenic Res*. 2014. V. 23. P. 657–667.
49. Baohong Z. Agrobacterium-mediated transformation of cotton // *Transgenic cotton: methods and protocols*. 2013. V. 958. P. 31 – 45.
50. Basbag S., Gencer O. Investigation of some yield and fibre quality characteristics of interspecific hybrid (*G. hirsutum* x *G. barbadense*) cotton varieties // *Hereditas*. 2014. V. 144. P. 33 – 42.
51. Brubaker C.L., Brown A.H.D., Kilby M.J. Grace cotton on to the future: using wild Australian *Gossypium* germplasm in cotton breeding // *The eight Australian cotton conference*. Queensland. 2002. P. 619 – 624.
52. Cho H.T., Cosgrove D.J. Altered expression of expansin modulates leaf growth and pedicel abscission in *Arabidopsis thaliana* // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2000. V. 97. P. 9783–9788.
53. Confalonieri M., Carelli M., Galimberti V., Macovei A., Panara F., Biggiogera M., Scotti C., Calderini O. Seed-specific expression of AINTEGUMENTA in *Medicago truncatula* led to the production of larger seeds and improved seed germination // *Plant Molecular Biology Reporter*. 2014. V. 32. P. 957–970.
54. Dal Santo S., Fasoli M., Cavallini E. *PhEXPA1*, a *Petunia hybrida* expansin, is involved in cell wall metabolism and in plant architecture specification // *Plant Signal Behav*. 2011. V. 6. P. 2031–2034.
55. Feng G., Qin Z., Yan J. *Arabidopsis ORGAN SIZE RELATED1* regulates organ growth and final organ size in orchestration with *ARGOS* and *ARL* // *New Phytologist*. 2011. V. 191. P. 635–646.
56. Gray-Mitsumune M., Blomquist K., McQueen-Mason S. Ectopic expression of a wood-abundant expansin PttEXPA1 promotes cell expansion in primary and secondary tissues in aspen // *Plant Biotechnol J*. 2008. V. 6. P. 62–72.
57. Jaglo-Ottosen K.R., Gilmour S.J., Zarka D.G., Schabenberger O., Thomashow M.F. *Arabidopsis* CBF1 overexpression induces *COR* genes and enhances freezing tolerance // *Science*. 1998. V. 280. P. 104–106.
58. Jiang B. Optimization of Agrobacterium mediated cotton transformation using shoot apices explants and quantitative trait loci analysis of yield and yield component traits in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) // Louisiana State University. 2003.
59. Murata N., Ishizaki-Nishizawa O., Higashi S., Hayashi S., Tasaka Y., Nishida I. Genetically engineered alteration in the chilling sensitivity of plants // *Nature*. 1992. V. 356. P. 710–713.
60. Sanghera G.S., Wani S.H., Hussain W., Singh N.B. Engineering cold stress tolerance in crop plants // *Curr. Genomics*. 2011. V. 12. P. 30–43.
61. Seelanan T., Schnabel A., Wende J.F. Congruence and consensus in the cotton tribe // *Systematic botany*. 1997. V. 22. P. 259 – 290.
62. Sen Gupta A., Heinen J.L., Holady A.S., Burke J.J., Allen R.D. Increased resistance to oxidative stress in transgenic plants that over-express chloroplastic Cu/Zn superoxide dismutase // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 1993. V. 90. P. 1629–1633.
63. Smith C.W. Cotton *G. hirsutum* // *Crop Production: Evolution, History and Technology*. 2005. V.6. P. 287 – 349.
64. Shuanqxia J., Zhang X., Liang S., Nie Y., Guo X., Huang C. Factors affecting transformation efficiency of embryogenic callus of Upland cotton (*Gossypium hirsutum*) with *Agrobacterium tumefaciens* // *Plant cell, tissue and organ culture*. 2005. V. 81. P. 229–237.
65. Xing S.C., Li F., Guo Q.F. The involvement of an expansin gene *TaEXPB23* from wheat in regulating plant cell growth // *Biologia Plantarum*. 2009. V. 53. P. 429–434.
66. Yang K.Y., Kim E.Y., Kim C.S., Guh J.O., Kim K.C., Cho B.H. Characterization of glutation-S-transferase gene *AtGST1* in *Arabidopsis thaliana* // *Plant Cell Reports*. 1998. V. 17. P. 700 – 704.

COTTON: FEATURES OF CULTURE, PERSPECTIVES FOR THE CREATION OF TRANSGENIC DOMESTIC VARIETIES, AND BREEDING AND THEIR CULTIVATION IN RUSSIA

E.A. Baimuhametova

Bashkir State University, Ufa, elvina.baimuhametova@yandex.ru

Resume

This review focuses on the perspective for Russia cultural plants - cotton. Cotton is demanding to mineral nutrition and climatic conditions, which requires a long frost-free warm temperatures, sunny days and moderate rainfall. Cotton fiber is considered to be a strategic resource of any country, therefore, important is the creation of domestic varieties of cotton that can be grown on the territory of Russia. In the climatic conditions of Russia at cultivation of cotton at the forefront is the problem of the negative influence of abiotic stress factors such as cold, frost and drought. Selection of cotton in our country should be aimed primarily at reducing the terms of vegetation and the acquisition of resistance to adverse environmental conditions. For faster achievement of desirable effect should be used also genetic engineering techniques. Obtaining of stress-resistant transgenic cotton plant will create in the future, the Russian raw material base and reduce dependence on cotton producing countries.

Keywords: *Gossypium*, selection, cotton transformation, transgenic plants, genetically modified plants, stress tolerance, cotton varieties.