

ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР ВЫРАЩИВАНИЯ ТАБАКА ТЕПЛОВОЙ СУШКИ (FC) В США

Дэрил Т. Боуман; Верн Сиссон

© Перевод Polygon55

Табачная наука (2000) (44 (44)): 59-64.

<https://doi.org/10.3381/0082-4623-44.1.59>

Вступление

Выращивание табака тепловой сушки (fc) началось в Соединенных Штатах, когда фермеры отбирали и повторно выбирали существующие сорта. Организованное разведение табака началось в 1928 году с **Coker Pedigreed Seed Company**. Другими крупными семенными компаниями, занимающимися выращиванием табака в США, были **McNair Seed Company** и **Speight Seed Farms**. Периодически появлялись и небольшие компании.

Патриархом селекционеров табака тепловой сушки был доктор Хойт Роджерс (**Hoyt Rogers**), который внес свой вклад в стандартизацию сортов и повышение урожайности. В прошлом видные деятели как в частном, так и в государственном секторах сыграли важную роль в повышении устойчивости к болезням, что стало основным направлением селекции табака тепловой сушки с 1930-х годов.

В настоящее время селекцией занимаются табачные компании **RJ Reynolds**, **Universal Leaf** и **US Tobacco**. Массовое разведение ограничено Северной Каролиной, Вирджинией и Южной Каролиной, а также шестью частными племенными компаниями. В настоящее время селекция табака тепловой сушки является активной деятельностью, но она сталкивается с политическими и генетическими препятствиями. Основным политическим препятствием является отказ Европейского сообщества (ЕС) принять генетически модифицированный табак, а основным генетическим препятствием является необходимость выявления новых источников устойчивости к болезням.

ВВЕДЕНИЕ

Организованное разведение сортов табака тепловой сушки (flue curred) является относительно новым видом деятельности, учитывая богатую историю производства табака в Соединенных Штатах, которое началось с коренных американских индейцев до открытия Нового Света в 1492 году. В то время как организованное разведение кукурузы, хлопка и многих других культур началось на рубеже 20-го века, селекцию табака тепловой сушки начали только примерно в 1930 году.

Исторические данные о выращивании табака тепловой сушкой отрывочны, а число живых людей, которые участвовали в этих ранних программах, быстро сокращается. Наша цель состояла в том, чтобы определить отдельных лиц и компании, занимающиеся выращиванием табака, и задокументировать вклад этих первых селекционеров, которые работали над табаком. Мы приложили все усилия,

чтобы подтвердить даты и иным образом обеспечить точность событий в этой истории. Поскольку селекция табака тепловой сушки была частично продиктована региональной программой с 1964 года, мы также изучили влияние этой программы на прогресс, достигнутый селекционерами.

Разведение в частном секторе

Профессиональное разведение табака тепловой сушки было начато в 1928 году компанией **Coker Pedigreed Seed Company** в Хартсвилле, Южная Каролина. До этого времени и вплоть до 1940-х годов фермеры проводили селекцию и повторную селекцию, продавая свои собственные сорта, в результате чего было выращено множество идентичных линий под разными названиями. Еще в 1954 г. выращивалось более 70 сортов, хотя большинство из них выращивалось лишь на небольшом проценте производственных площадей. Напротив, в 2000 году пять сортов занимали 88% площади в Северной Каролине.

Примерно в 1930 году доктор Хойт Роджерс (Hoyt Rogers) был нанят в качестве первого штатного селекционера табака Coker, и он оставался на этой должности до выхода на пенсию в 1971 году. Одним из его первых достижений была стандартизация сорта **Hicks**. Хикс был самым популярным сортом, выращиваемым в 1930-х годах, и от него произошли многочисленные вариации или штаммы. Среди них большим спросом пользовалась версия Хикса от Кокера. Другими успешными сортами, разработанными Роджерсом, были **Coker 187-Hicks**, тип растений Хикса с улучшенной устойчивостью к болезням, и **Coker 319**, выпущенный в 1963 году и выращиваемый до 1980-х годов. Наиболее значительным вкладом доктора Роджерса, вероятно, была разработка **Coker 139**, выпущенного в 1955 году. В течение двух лет этот сорт занял 50% площади производства табака тепловой сушки. Coker 139 было легко сушить, и, что наиболее важно, он был самым урожайным сортом в то время. И селекционеры продолжают использовать этот сорт в качестве родителя в своих программах селекции. Фактически, по состоянию на 1981 год этот сорт был частью родословной 77% выпущенных сортов. После выхода на пенсию в 1971 году в течение следующих четырех лет д-р Роджерс продолжал консультировать Coker Pedigreed Seed Company. Затем он начал свою собственную программу разведения и ввел линии в Программу региональных минимальных стандартов в начале 1980-х годов.

В 1971 году доктор Кэрол Миллер (Carol Miller) заменил доктора Роджерса в Coker Pedigreed Seed Company. Наиболее известными сортами, выпущенными доктором Миллером, были **Coker 176**, устойчивый к вирусу табачной мозаики (TMV), выпущенный в 1981 году, и **Coker 371-Gold**, выпущенный в 1986 году. Последний сорт отличался более высоким уровнем устойчивости к обычной расе патогена «Черной ножки» (Black Shank), чем наблюдалось ранее. Д-р Миллер был селекционером Coker Pedigreed Seed до 1988 года, когда его программа селекции и производства семян была куплена компанией Northrup King. Доктор Миллер в

настоящее время занимается выращиванием табака тепловой сушки вместе с **Universal Leaf Tobacco Company**.

Следующей крупной семеноводческой компанией, начавшей разведение табака тепловой сушки, была **Speight Seed Farms** в Винтервилле, Северная Каролина, которая начала эту работу примерно в 1936 году. Дж. Брантли Спейт (Brantley Speight) был владельцем и первоначальным селекционером компании. В 1956 году он нанял другого заводчика, **Марка Гримсли** (Mark Grimsley), который ранее работал на соседней сельскохозяйственной экспериментальной станции Северной Каролины в Гринвилле, Северная Каролина. Г-н Гримсли был главным селекционером Спейта до своей смерти в 1990 году. Двумя его наиболее успешными сортами были **Speight G-28** и **Speight G-70**. На последнем этапе своей карьеры г-н Гримсли посвятил большую часть своих усилий разработке агрономически приемлемого сорта, устойчивого к ВТМ. Бывший специалист по генетике табака USDA/ARS на пенсии доктор Джеймс Чаплин (James Chaplin) консультировал компанию в 1990-х годах и оказал влияние на выпуск нескольких сортов, например, **Speight 168**, **Speight H20** и **Speight NF3**.

Speight H20 является устойчивым к ВТМ гибридом, который дает высококачественные сушеные листья, ранее не встречавшиеся у устойчивых к ВТМ сортов. Нынешним владельцем и менеджером компании является миссис Рэйчел Снайдер, дочь покойного Дж. Брантли Спейта. Нынешним заводчиком является г-н Милтон Бим, который присоединился к компании в середине 1990-х годов.

Компания **McNair Seed Company** начала программу селекции табака тепловой сушки в 1946 году недалеко от Лоринбурга, Северная Каролина. Одним из их первых заводчиков был доктор Том Смит (Tom Smith), который ранее работал на табачном предприятии USDA/ARS недалеко от Оксфорда, Северная Каролина. Г-н Уильям «Билл» Эрли (William 'Bill' Earley) пришел в McNair Seed Company в 1955 году с той же исследовательской станции, где работал Марк Гримсли. Г-н Эрли признан разработчиком очень успешных сортов табака **McNair 944** и **K 326**. К 326, без сомнения, был самым успешным сортом табака тепловой сушки в 20-м веке в США, поскольку его выращивали на более чем 50% гектаров уже почти 15 лет. Его также широко выращивали в других странах, хотя фактические данные о производстве неизвестны.

В 1979 году McNair Seed Company приобрела компания **Northrup King**. В 1988 году Northrup King приобрела также компанию Coker Pedigreed Seed Company. Но затем в 1989 году Northrup King прекратила свою программу селекции табака, хотя продолжала производить и продавать семена табака. В 1995 г. г-н Марион Хокинс (Marion Hawkins) приобрел контрольный пакет акций Northrup King и основал компанию **Gold Leaf Seed Company**.

Активными в течение коротких периодов времени были и несколько небольших компаний. **Bell Farm** в Виндзоре, Северная Каролина, и **Bissette Seed Farm** в Элм-Сити, Северная Каролина, действовали в 1950-х и 1960-х годах. Bell Farm прекратила свою селекционную программу в 1970 году. **Watson Seeds** из Роки-Маунт, Северная

Каролина, также некоторое время занималась селекцией в течение 1950-х и 1960-х годов и продолжала заниматься производством семян табака до конца 1990-х годов. Г-н Джордж Уотсон, владелец Watson Seeds, также внес важный вклад в отрасль: он сыграл важную роль в отмене Федерального закона о семенах табака 1944 года, который запрещал продажу семян табака за пределы США.

Г-н Бобби Голден основал **Golden Seeds** и вывел новые сорта табака тепловой сушки в конце 1970-х и начале 1980-х годов. Другая компания, **Huggins Seed Company**, разработала сорт **White Gold** и другие; но их программа была недолгой.

Компания **Reams Seed Company** из Апекса, Северная Каролина, проводила активную программу селекции табака с 1960-х до середины 1990-х годов. Г-н Роберт Маршалл Римс, владелец и селекционер, умер в 2000 году, и компания больше не участвует в региональной программе оценки сортов табака.

После выхода на пенсию из USDA/ARS в 1987 году д-р Ричард Гвинн основал **RG Seeds** недалеко от Оксфорда, Северная Каролина. В 1994 году доктор Гвинн выпустил один из первых успешных гибридов табака тепловой сушки, **RG H4**. Этот выпуск был значительным, потому что гибриды производились ранее, но не коммерциализировались в значительной степени. Компания также выпустила несколько других новых сортов перед ее покупкой в конце 1990-х годов компанией ProfiGen, Inc.

ProfiGen, дочерняя компания US Tobacco, Inc., была создана в 1996 году. Сначала компания представила сорта табака тепловой сушки, выведенные в Бразилии, а затем приобрела FW Rickard Seeds of Winchester, KY, компанию по производству семян берли, которая начала производить гибридные семена табака тепловой сушки. После того, как ProfiGen приобрела RG Seeds, доктор Гвинн стал их основным селекционером табака тепловой сушки, работая в этой должности до выхода на пенсию в 2000 году. В настоящее время селекционером табака тепловой сушки для ProfiGen является доктор Дарлин Лоусон.

Другими нынешними селекционерами из частного сектора являются доктор Кэрл Миллер, который занимается разведением табака тепловой сушки для Universal Tobacco Leaf Company, и доктор Брайан Смитон, консультант и бывший селекционер в RJ Reynolds Tobacco Company.

Разведение в государственном секторе

В начале 1930-х годов министерство сельского хозяйства США/ARS разработало программы селекции табака тепловой сушки на исследовательской станции Пи-Ди (**Pee Dee Research Station**) недалеко от Флоренции, Южная Каролина, и на Оксфордской исследовательской станции табака в Оксфорде, Северная Каролина. В 1965 году программа Pee Dee была переведена в Оксфорд, Северная Каролина.

С 1930 по 1960-е годы в выпуске некоторых из первых устойчивых к болезням сортов в Соединенных Штатах участвовал доктор Э.Э. Клейтон (E.E. Clayton), ученый министерства сельского хозяйства США/ARS. Доктор Клейтон прожил большую часть

своей карьеры в Белтсвилле, штат Мэриленд, и в конечном итоге стал руководителем всех исследований табачных изделий USDA/ARS. Он работал над устойчивостью табака к гранвильскому (бактериальному) увяданию, вызываемому *Ralstonia solanacearum*, галловым нематодам, *Meloidogyne* spp., черной ножке, и фузариозному увяданию, вызываемому *Fusarium oxysporum* f.sp. *nicotianae*. Он участвовал в выпуске нескольких сортов **Dixie Bright** и **Oxford**, а также одного сорта **Florida**. Он сыграл важную роль в создании коллекции TI (Tobacco Introduction), которая в настоящее время поддерживается доктором Верном Сиссоном на Оксфордской исследовательской станции табака и содержит линии табака всех типов, собранные со всего мира.

Доктор Клейтон работал с доктором Томасом Э. Смитом (Thomas E. Smith), который работал на Оксфордской исследовательской станции табака, над устойчивостью табака к гранвильскому увяданию. Доктор Смит разработал первый устойчивый к бактериальному увяданию сорт **Оксфорд 26**, а затем, как упоминалось ранее, работал с McNair Seed Company.

Другому ученому Министерства сельского хозяйства США, г-ну Джеймсу Ф. Буллоку (James F. Bullock), который был суперинтендантом Оксфордской исследовательской станции табака в этот ранний период, приписывают выпуск в 1943 году **Oxford 1**, первого сорта тепловой сушки, устойчивого к черной ножке.

Д-р Пол Дролсум (Paul Drolsum) и д-р Томми Грэм (Tommy Graham) были другими известными учеными Министерства сельского хозяйства США/ARS, занимавшимися выращиванием табака. Доктор Дролсум работал в Оксфорде и участвовал в выпуске нескольких сортов **Dixie Bright** в начале 1950-х годов. Доктор Грэм работал в Пи-Ди, Южная Каролина, и разработал несколько самых ранних устойчивых к ВТМ сортов **SC 71** и **SC 72**.

Другой фитопатолог/селекционер, доктор Э. Леон Мур (E. Leon Moore), работал с USDA/ARS в Оксфорде, Северная Каролина, с конца 1940-х до 1960-х годов, и был одним из разработчиков сорта **NC 95**. На момент выпуска этот сорт имел высокий уровень устойчивости к черной ножке и увяданию Гранвиля по сравнению с доступными сортами и был первым коммерческим сортом с устойчивостью к галловым нематодам. Он до сих пор используется как один из стандартов Региональной программы минимальных стандартов.

В 1959 году доктор Г. Ричард Гвинн (G. Richard Gwynn) присоединился к станции USDA/ARS в Оксфорде, где он был селекционером до 1987 года. Он сотрудничал с выпуском NC 95 в 1962 году, а также с другими сортами NC. Его самый важный сорт, **NC 82**, был известен своим высоким качеством.

Доктор Верн Сиссон (Verne Sisson) начал работать с USDA/ARS в Табачной лаборатории в Белтсвилле, штат Мэриленд, в 1977 году и перешел в Оксфорд после выхода на пенсию генетика табака Ларри Берка. Сначала доктор Сиссон отвечал за генетические исследования и был куратором коллекции зародышевой плазмы табака. Позже, после выхода на пенсию доктора Гвинн, на него была возложена дополнительная ответственность за развитие сорта. В 1994 году, когда USDA/ARS

прекратило всю деятельность по исследованию табака, доктор Сиссон был нанят Университетом штата Северная Каролина для продолжения своей работы. Впоследствии, помимо прочего, он взялся за трудную задачу повышения устойчивости к увяданию Гранвиля.

Доктор Джеймс Чаплин (James Chaplin) перешел со станции Пи-Ди в Южной Каролине в Оксфордскую исследовательскую лабораторию табака в 1965 году, чтобы возглавить расширяющуюся программу исследований табака Министерства сельского хозяйства США. Большая часть его работы была сосредоточена на разработке процедур и методов разведения, а также на базовых генетических исследованиях. Тем не менее, он разработал множество уникальных и ценных селекционных линий и был признан мировым авторитетом в области селекции и генетики табака.

Выращивание табака также велось в нескольких региональных университетах. Доктор Чарли Дин (Charlie Dean) был селекционером табака в Университете Флориды до 1975 года, когда эта программа перестала включать материалы в Программу региональных минимальных стандартов. Г-н Фред Кларк (Fred Clark) также участвовал в выпуске сортов из Флориды и был старшим автором по выпуску устойчивого к корневым узлам сорта **Florida 22**.

Г-н Фил Дюкс (Phil Dukes) был селекционером табака в рамках программы Университета Джорджии в Тифтоне, которая действовала в течение 1960-х годов. Он был первым, кто выпустил гибрид табака тепловой сушки; однако его было трудно сушить.

Г-н Роберт Каррин (Robert Currin) был заводчиком исследовательской станции Пи-Ди Университета Клемсона недалеко от Флоренции, Южная Каролина, в 1970-х и 80-х годах; он участвовал в выпуске сорта **SC 66** и был селекционером нескольких сортов PD. Он вышел на пенсию в 1988 году, посвятив большую часть своих более поздних усилий включению зародышевой плазмы берли в сорта табака тепловой сушки. Другой ученый Клемсона, энтомолог доктор Альберт Джонсон (Albert Johnson), работал над развитием устойчивости табака к насекомым. Он выпустил один сорт, **CU 263**, с частичной устойчивостью к табачной листовертке (*Helicoverpa* spp.), и до сих пор ведет активную программу селекции на устойчивость к насекомым.

Селекция табака в Университете штата Северная Каролина в основном велась на кафедре патологии растений в начале 1980-х годов. Доктор Лоуренс Эппл (Lawrence Apple), один из первых патологов, работавших над табаком, разработал сорт **NC 2326**, который известен своим репрезентативным химическим качеством и поэтому используется в качестве одного из стандартов в Региональной программе минимальных стандартов для сортов тепловой сушки. Другой патолог растений из Университета штата Северная Каролина, г-н Ферни Тодд, попытался передать устойчивость к синей плесени, вызываемой *Peronospora tabacina*, от *N. debneyi* прежде чем он в конце концов перешел на работу по распространению табачных изделий. Когда д-р Эппл стал заниматься международной работой, д-р Н.Т. (Дик)

Пауэлл (NT (Dick) Powell) взял на себя его обязанности, оставаясь в этом качестве до тех пор, пока в 1981 году не перешел в отдел по распространению табачных изделий, когда он заменил Ферни Тодда. Доктор Пауэлл выпустил сорт **NC 567**, один из лучших устойчивых к ВТМ сортов, выпущенных в то время. Этот сорт также обладал устойчивостью к бактериальной рябухе, вызванной *Pseudomonas syringae* pv. *Tabaci*, и цистообразующим нематодам (*Globodera* spp.).

В начале 1980-х доктор Марго Дауб заменила доктора Пауэлла на посту патологоанатома и заводчика в Университете штата Северная Каролина. Она изменила акцент программы с разработки сортов на более фундаментальные исследования.

Еще одним ученым, работавшим над селекцией табака в Университете штата Северная Каролина, был доктор Т. Дж. (Терстон) Манн. Он работал над генетикой табака в Департаменте растениеводства с 1949 года пока не стал главой отдела генетики в 1964 году. Позже он стал помощником директора ARS Северной Каролины, отвечающим за табачные программы. Также в отделе генетики работал доктор Дейл Матцингер (Dale Matzinger). Его основная ответственность не заключалась в разработке сортов, но он выпускал такие сорта, как **NC 13**, который был одним из самых урожайных сортов, выпущенных на тот момент.

В 1964 году генетиком табака тепловой сушки в Департаменте растениеводства, заменив Терстона Манна, стал д-р Эрл Вернсман (Earl Wernsman). Доктор Вернсман сыграл важную роль в революционных методах селекции, разработке и коммерциализации нецветковых генотипов и возрождении использования гибридов. Его самые успешные релизы были гибридами, выпущенными в конце 1990-х, например, **NC 71**, **NC 72** и **NC 55**. NC 71 эффективно занял большую долю рынка, который занимал К 326, ведущий сорт в течение многих лет.

В Вирджинии с 1940-х по 1970-е годы работал доктор Р. Г. Хендерсон (RG Henderson). Патолог растений по образованию, он участвовал в селекционных усилиях по достижению устойчивости к ВТМ, выпустив сорта «**Vamorr**».

Некоторое время в начале 1960-х заводчиком на исследовательской станции VPI в Блэкстоуне, штат Вирджиния, был д-р Джулиан Круз. Его заменил доктор Роберт Террилл, который разработал зародышевую плазму табака тепловой сушки с устойчивостью к табачной нематоды. В 1986 году, после безвременной кончины доктора Террилла, вместо него была нанята доктор Кэрол Уилкинсон.

Стратегии разведения

Устойчивость к болезням

Как видно из этой краткой истории, большая часть ранней селекции была проведена фитопатологами, целью которых было внедрение устойчивости к болезням, которые были основными факторами, ограничивающими производство. Как только была достигнута устойчивость к одному заболеванию, главным приоритетом стало формирование пирамиды устойчивости к нескольким

заболеваниям в одном сорте. Эта цель сохраняется и в 21 веке. Почти все современные сорта табака тепловой сушки обладают устойчивостью к черной ножке, увяданию Грэнвиля и корневым узловатым нематодам, хотя уровни устойчивости к черной стебле и увяданию Грэнвиля сильно различаются среди сортов. Селекция на улучшенную устойчивость к болезням, т. е. на более высокие уровни, а также на поиск новых или лучших источников устойчивости остается фундаментальной частью большинства сегодняшних программ селекции табака тепловой сушки.

Урожай

Почти треть прироста урожая табака тепловой сушки в США в 1954–1981 гг. была приписана генетике. Дополнительные генетические улучшения урожайности были реализованы с 1981 года, но не были задокументированы аналогичным образом. Два сорта - **Coker 139** (выпущен в 1955 г.) и **K 326** (выпущен в 1981 г.) - предоставили особенно важную зародышевую плазму для повышения выхода табака тепловой сушки; оба имели значительно более высокую урожайность, чем существующие сорта на момент выпуска, и с тех пор широко используются селекционерами в качестве родительских линий.

Нецветущие сорта

В 1981 году доктор Эрл Вернсман (Earl Wernsman) разработал один из первых коммерческих нецветущих сортов **NC 22 NF**. Термин «нецветущие» относится к тому факту, что, когда обычные сорта цветут, эти сорта все еще находятся в вегетативном состоянии. Длительный период роста этих сортов обусловлен их чувствительностью к длине дня; нецветущие сорта цветут в конце августа или сентябре, так как их цветение инициируется сокращением светового дня.

Таким образом, нецветущие генотипы способны давать почти в два раза больше листьев, чем обычно. Первоначальным мотивом для выращивания нецветущих сортов было получение дополнительных листьев на верхушке стебля, которые заменяли бы отброшенные прикорневые листья. Однако, табачная промышленность с подозрением относилась к нецветущим сортам, потому что у листьев были довольно толстые средние жилки. Но обширное исследование соотношения стебля и листовой пластинки у нескольких сортов, включая **NC 22 NF**, выявило больше различий от фермы к ферме, чем между сортами. Кроме того, важными оказались и негенетические факторы, такие как чрезвычайно сухая погода, которая способствует благоприятному соотношению стебля и листовой пластинки. Затем доктор Вернсман выпустил два других нецветущих сорта: **NC 27 NF** и **NC 37 NF**.

В дополнение к получению более ценных верхних листьев стали очевидны некоторые другие преимущества нецветущих сортов. Чувствительность к фотопериоду устранила преждевременное цветение. Кроме того, пазушные почки

листьев подавляются апикальным доминированием, а пасынки остаются маленькими и чувствительными к химическим веществам для борьбы с пасынками контактного типа. Нецветущие сорта с таким же количеством листьев, как и обычные сорта, давали более высокие урожаи. Первые нецветущие сорта обладали недостаточной устойчивостью к болезням, и их было трудно выращивать для производства семян. Однако **Speight NF3**, более поздний нецветущий сорт, выпущенный в 1996 году, демонстрирует высокий уровень устойчивости как к черной ножке, так и к увяданию Грэнвиля, а также к галловым нематодам. **Oxford 414NF** также выпущен доктором Верном Сиссоном в 1997 году.

F₁ гибриды

Использование гибридов F₁ в табаке было предметом многочисленных исследований в 1960-х годах. Гибридные сорта берли доступны с 1960-х годов, но до конца 1990-х годов было выпущено всего несколько гибридов табака тепловой сушки. **RG H4**, выпущенный компанией RG Seeds в 1994 году, был первым коммерческим гибридным сортом табака тепловой сушки, выпущенным с 1960-х годов. Он обладает устойчивостью к ВТМ, но обладает только одной копией аллеля устойчивости. Первые выпущенные устойчивые к ВТМ сорта было трудно сушить, особенно листья с верхушек растений. Таким образом, предпосылкой для использования гибридов в этом случае является то, что только с одной копией аллеля устойчивости сорт будет легче вылечить и, таким образом, у него будет улучшенное качество листьев.

NC 71, гибрид тепловой сушки, разработанный Эрлом Вернсманом и выпущенный в 1997 году, является первым генотипом, который постоянно превосходит по урожайности К 326, самый урожайный сорт за последние 20 лет. NC 71 обрабатывается и сушится так же, как К 326, и обладает превосходной устойчивостью к черной ножке. К 2000 году он обогнал К 326 как самый популярный сорт в Северной Каролине.

Speight H20, который стал доступен в 2001 году, является одним из нескольких недавно выпущенных гибридов с устойчивостью к ВТМ. Как и RG H4, эти гибриды имеют только одну копию аллеля устойчивости к ВТМ и значительно улучшают качество сушеных листьев по сравнению с ранними сортами, устойчивыми к ВТМ. Speight H20, например, в 2000 г. имел индекс сорта 73, что равно среднему показателю всех сортов.

Еще одним ключевым преимуществом гибридов, которое используют селекционеры, является скорость и простота получения множественной устойчивости к болезням на основе выбора родительских линий. Однако одной из наиболее веских причин недавней популярности гибридов является отмена Федерального закона о семенах табака 1944 года, который запрещал продажу отечественных семян табака за границу. Гибридные сорта обеспечивают статус собственности нового сорта и продажи семян, а распространение можно контролировать. Открытие зарубежных рынков и контроль над продажами семян

оживили производство семян табака и снова сделали его прибыльным после многих лет снижения продаж, связанного с уменьшением площади гектаров в США, начиная с 1980-х годов.

Устойчивость к насекомым

Единственная современная селекционная программа США, работающая над устойчивостью к насекомым, — это работа доктора Альберта Джонсона (Albert Johnson). Доктор Джонсон из Университета Клемсона, работающий в Исследовательско-образовательном центре Пи Ди во Флоренции, Южная Каролина, разработал первый сорт табака тепловой сушки, выведенный специально для устойчивости к насекомым. **CU 263**, выпущенный в 1995 г., имеет умеренный уровень устойчивости к листоверткам табака и был выведен традиционными методами селекции. Его устойчивость к насекомым связана с химическим составом поверхности листа. В стадии разработки находятся дополнительные линии с устойчивостью к табачной тле *Myzus nicotianae* и повышенной устойчивостью к табачной листовертке.

Трансгенные сорта

Табак служил модельным растением для изучения культуры тканей и генетической трансформации. Эти новые технологии доступны селекционерам, но генетически трансформированные сорта табака не выращиваются. Напротив, миллионы гектаров генетически модифицированной кукурузы, хлопка и сои выращивают во всем мире. Таким образом, усилия по селекции табака тепловой сушки отстают от усилий по селекции многих других сельскохозяйственных культур в области геной инженерии. Генотипы табака со встроенными в их геномы (трансформированными) нетабачными генами были впервые испытаны в 1997 году; вторая трансгенная линия предварительно прошла оценку программы в 1999 г. Эти линии были генетически изменены, чтобы сделать их устойчивыми к вирусам (вирус пятнистого увядания томатов, TSWV и TMV). Тем не менее, обе линии должны пройти проверку тепловой панели, прежде чем их можно будет выращивать в коммерческих целях, а протокол для оценки тепловой панели трансгенных табаков не установлен. Кроме того, ЕС решительно выступает против всех форм генетически модифицированных организмов (ГМО). Таким образом, геной инженерия сортов табака тепловой сушки приостановлена до тех пор, пока эти препятствия не будут преодолены. Тем не менее, эта методология имеет большие перспективы для улучшения сортов табака тепловой сушки с точки зрения устойчивости к болезням и, возможно, полезных для здоровья компонентов в сушеном листе.

Тенденции развития сортов тепловой сушки

Региональная программа минимальных стандартов для табака тепловой сушки была начата в 1964 году. Эта региональная программа направлена на поддержание качества сортов, выращиваемых американскими фермерами, путем установления стандартов на химический состав листьев, удобство использования, вкус дыма и аромат. Текущие установленные химические стандарты: % никотина в пределах +15 и -20% от среднего значения контрольных сортов, % редуцирующих сахаров в пределах +/-15% среднего значения контрольных, % общего азота в пределах +/-10% от среднего значения, среднее значение проверок и % от общего количества вторичных алкалоидов не более 13% от общего количества алкалоидов. Однако некоторые считают, что эти ограничения могли помешать прогрессу в развитии сортов.

Чтобы сравнить характеристики сортов, выпущенных в 1960-х годах, с сортами, выпущенными в 1990-х годах, данные официальных испытаний сортов были проанализированы с использованием сравнения с NC 95 для определения различий. Затем рассчитывали относительное изменение путем вычитания разницы между всеми сортами из разницы в данных NC 95, а затем деления на значение для всех сортов в начале 1960-х годов. Исследуемые характеристики включали урожай листьев, количество дней до цветения, количество листьев на растении, высоту растения, длину междоузлий и процент редуцирующих сахаров и общее количество алкалоидов в пролеченном листе.

Урожайность показала положительное относительное изменение на 4,8% за 36 лет разведения. Урожаи имели тенденцию к увеличению с течением времени в результате производственных методов, таких как использование химических агентов для борьбы с пасынками и многоцелевых фунгицидов, поэтому необходимо сравнить урожай двух эпох (1960-е и 1990-е годы) с NC 95. Селекционеры добились прогресса в повышении урожайности листьев, несмотря на ограничения. Частично это увеличение можно отнести к выпуску K 326 в 1981 году и его последующему использованию в гибридах в конце 1990-х годов.

В начале 1960-х количество дней от пересадки до середины цветения составляло в среднем 56 дней для всех сортов и 57 дней для NC 95; в конце 1990-х количество дней, необходимых для обеих эпох, составляло 70. Растущие градусо-дни или тепловые единицы и количество осадков были разными для двух эпох. Конец 1990-х годов характеризовался более высокими температурами и относительно сухой погодой по сравнению с более нормальными температурами и количеством осадков в начале 1960-х годов. Даты трансплантации для двух эпох были сопоставимы.

Многие признаки табака зависят как от генетики сорта, так и от методов управления. Одним из примеров является количество листьев на растении после подкормки. Например, количество листьев NC 95 уменьшилось с 19,9 в 1960-х до 19,3 в 1990-х. Однако влияние селекции на этот признак отражено в том факте, что в начале 1960-х годов у сортов в среднем было 19,1 листа на растение, а в 1990-х годах — 19,5. Таким образом, у новых сортов должно развиться больше листьев до

образования цветочных бутонов; эта модель роста может быть связана с более длительным периодом роста (больше дней до цветения), о чем упоминалось ранее.

Высота растений, еще одна характеристика, в значительной степени зависящая от ухода, а также от сорта, уменьшилась со 116 до 101 см для всех сортов. NC 95 фактически уменьшился в росте со 119 до 105 см, потеряв при этом всего 0,6 листа. Различия в NC 95 нелегко объяснить, если предположить, что NC 95 не менялся с годами, за исключением температуры и характера осадков, которые могли повлиять на количество дней до середины цветения и, таким образом, непосредственно повлиять на высоту растений и количество листьев в конце 1990-х годов. Среднее уменьшение высоты растений всех сортов с соответствующим увеличением количества листьев на растении указывает на то, что селекционеры выводят более компактный тип растений. Более компактный тип растений проявляется в укорочении длины междоузлий с 6,1 до 5,2 см. Например, у NC 95 длина междоузлия уменьшилась с 6,0 до 5,4 см.

Снижение содержания сахара также зависит от вегетационного периода, а также от сорта; а по данным Bowman et al., дисперсия этого признака по годам в зависимости от местоположения в 10 раз превышает дисперсию генотипа. Эти значения изменились с 21,3 до 16,1% для всех сортов и с 21,11 до 17,07% для NC 95, относительное изменение составило -5,5%.

Суммарная концентрация алкалоидов снизилась с 2,88 до 2,80 % у всех сортов, а у NC 95 увеличилась с 2,98 до 3,15%. Таким образом, общее относительное изменение составило минус 8,7%. Селекционеры запрашивали более низкий допустимый предел для общего количества алкалоидов, чтобы увеличить урожай, поскольку общее количество алкалоидов и урожайность листьев имеют отрицательную корреляцию.

За прошедшие годы селекционеры добились значительного прогресса в повышении урожайности листьев как за счет традиционной селекции, так и за счет развития гибридов, а также за счет повышения устойчивости к болезням и насекомым без значительного ущерба для простоты лечения. Эти улучшения произошли, несмотря на ограничения на химический состав листьев, наложенные Региональной программой минимальных стандартов для табака тепловой сушки.

Статус селекции табака тепловой сушки постоянно менялся с 1950-х годов. Как упоминалось ранее, небольшие компании, такие как Bell Farm, Bissette Seed, Golden, Reams Seed и Watson Seeds, прекратили свои селекционные программы. Общественные усилия по разведению во Флориде и Джорджии прекратились в 1960-х годах; а программа Южной Каролины в Университете Клемсона прекратилась с выходом на пенсию Боба Каррина в 1988 году. В Северной Каролине факультет патологии растений Университета Северной Каролины завершил свою селекционную программу в начале 1980-х годов. На федеральном уровне министерство сельского хозяйства США прекратило все исследования табака в 1994 году.

Из более крупных частных компаний только Speight Seed Farm, несмотря на

потерю селекционера в 1990 году и воспользовавшись услугами высококвалифицированного консультанта, по-прежнему смогла вывести новые сорта табака тепловой сушки.

После покупки компанией Northrup King компаний McNair и Coker Seed Company, материнская компания решила отказаться от табачной программы, вынудив своего заводчика уйти на пенсию. Создание Мэрион Хокинс компании Gold Leaf Seed Company позволило продолжить продажу сортов Coker и McNair, однако усилия по разведению табака этой компанией значительно сократились. Эти события вызвали озабоченность по поводу будущего селекции табака тепловой сушки, что привело к серии встреч в начале 1990-х годов. Университет штата Северная Каролина предложил общественное объединение нескольких штатов, но это предложение так и не было принято. К счастью, другим важным событием стало то, что д-р Брайан Смитон и д-р Кэрол Миллер были признаны «добросовестными» заводчиками по программе региональных минимальных стандартов в 1999 году.

В настоящее время десять государственных селекционеров или частных организаций вводят линии в Региональную программу минимальных стандартов. Четыре государственных заводчика - доктора Верн Сиссон и Эрл Вернсман из Университета штата Северная Каролина, доктор Альберт Джонсон из Университета Клемсона и доктор Кэрол Уилкинсон из VPI. Шестью частными компаниями являются Cross Creek Seeds, ProfiGen, Gold Leaf Seed Company, RJ Reynolds (которую возглавляет доктор Брайан Смитон в качестве консультанта компании), Universal (доктор Кэрол Миллер) и Speight Seed Farm.

Усилия по селекции растений как в частном, так и в государственном секторах в настоящее время кажутся здоровыми, но существуют политические и генетические препятствия для дальнейшего прогресса. Политические препятствия включают негативное общественное мнение о табаке и неприятие трансгенного табака в Европе, в то время как препятствия на пути поиска новых генетических источников изменчивости и новых генов устойчивости к вредителям остаются огромными.