УДК 633.3:631.5301:581.1:631.445.4 (471.6)

ИНДУКЦИЯ ЦВЕТЕНИЯ И СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ДИ- И ТЕТРАПЛОИДНЫХ СОРТОВ СТЕВИИ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

Кононова Екатерина Александровна
начальник отдела НИОКР и трансфера технологий

Кривенко Алла Александровна
к.б.н., профессор

Чухлебова Нина Стефановна
к.с.-х.н., доцент
ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», Ставрополь, Россия

Искусственное сокращение фотопериода у ди- и тетраплоидный сортов стевии (Stevia rebaudiana Bertoni) до 12 часов во второй половине II этапа ускоряет переход к III этапу органогенеза и индуцирует цветение на 30-32 дней раньше, чем при естественном фотопериоде. Это обеспечивает устойчивую семенную продуктивность в полевых условиях. Обсуждаются особенности цветения, обеспечивающие кроссбридинг

Ключевые слова: СТЕВИЯ, СОРТ, КРОССБРИДИНГ, ДИПЛОИД, ТЕТРАПЛОИД, ФОТОПЕРИОД, ИНДУКЦИЯ ЦВЕТЕНИЯ, ОРГАНОГЕНЕЗ, СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ

UDK 633.3:631.5301:581.1:631.445.4 (471.6)

BLOSSOMING INDUCTION AND SEED PRODUCTIVITY OF DI-AND-TETROPLOID STEVIA VARIETIES IN TERMS OF BLACK LEACHING SOIL OF THE CENTRAL PRECAUCASUS

Kononova Ekaterina Alecsandrovna
the head of science and technologies transfer department

Krivenko Alla Aleksandrovna
Cand.Biol.Sci., professor

Chuhlebova Nina Stefanovna
Cand.Agr.Sci., associate professor
FGBOU VPO “Stavropol State Agrarian University”, Stavropol, Russia

Artificial reduction of photoperiod among di-and-tetroploid stevia varieties (Stevia rebaudiana Bertoni) to 12 hours in the second part of the II stage organogenesis fastens the transfer to III stage organogenesis and induces blossoming for 30-32 days earlier than at natural photoperiod. This provides stable seed productivity under field tests. Blossoming features providing crossbreeding are discussed

Keywords: STEVIA, VARIETY, CROSSBREEDING, DIPLOID, TETRAPLOID, PHOTOPERIOD, BLOSSOMING INDUCTION, ORGANOGENESIS, SEED PRODUCTIVITY

ВВЕДЕНИЕ

Стевия (Stevia rebaudiana Bertoni) – продуцент нативного заменителя сахара для диабетиков, является самой молодой сельскохозяйственной культурой в современном растениеводстве. По сладости сухой лист стевии превосходит сахар в 30-50 раз. Сладкий вкус листьев стевии обеспечивают сладкие дитерпеновые гликозиды (стевиазиды, ребаудиазиды и др.), которые в 300-500 раз слаще сахара и расщепляются в организме человека и животных без инсулина. В отличие от искусственных заменителей сахара, которые оказывают вредное влияние на организм человека, естественные заменители сахара на основе листьев стевии улучшаю деятельность сердечно-сосудистой и пищеварительной системы, способствуя повышению иммунитета, проявляют антиоксидантные свойства [1].Эта культура обладает большим адаптивным потенциалом, способна формировать большую урожайность листовой массы в условиях умеренного климата. Ее выращивание рентабельно, вследствие высокого рейтинга цен на сухой лист стевии и получаемый из него стевиазид. Особое значение имеет социальный аспект возделывания этой культуры, так как с увеличением контингента больных диабетом растет потребность в производстве лечебно-профилактических продуктов питания с содержанием безопасных естественных заменителей сахара.

Естественным ареалом произрастания Stevia rebaudiana Bertoni является северо-восточная область Парагвая, которая граничит с Бразилией. Область ее распространения лежит между 22-25° южной широты и 55-56° восточной долготы [2]. Встречается она в культурных посадках в Бразилии и Аргентине. Листья стевии с давних времён использовались индейцами для подслащивания чая. В странах Латинской Америки и Юго-Восточной Азии ее начали возделывать в конце 50-х годов XX века [3]. Затем она была интродуцированна в США и страны Южной Европы [4]. Интродукция стевии в Центральную Европу была начата в 80-е

годы XX столетия. Интродукцией стевии в нашей стране начали заниматься учёные ВИР. Еще Н.И.Вавилов обратил внимание и предсказал большое будущее стевии. Он впервые привёз в Россию семена стевии, однако, они оказались невсхожими. В дальнейшем исследования этой культуры были прекращены. После длительного перерыва в 70-е годы экспедицией ВИР из Испании были доставлены живые растения стевии и переданы на изучение в Главный Никитский ботанический сад г. Ялта, Крым, Украина [5].

С 1996 года стевия была впервые включена в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Российской Федерации. В 2011г. к использованию в России допущены 5 сортов стевии [6].

Агроклиматические условия Ставропольского края позволяют возделывать стевию, но введение ее в культуру земледелия региона сдерживается недостаточной изученностью биологических особенностей размножения этой культуры [7]. Успех интродукции новой культуры в значительной степени определяется устойчивостью семенного размножения в новых условиях произрастания.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Целью работы явилось изучение особенностей биологии цветения ди- и тетраплоидных сортов стевии и возможность индукции цветения для обеспечения устойчивой семенной продуктивности на черноземе выщелоченном Центрального Предкавказья.

Материалом исследований служили диплоидные сорта стевии: Рамонская сластена (селекции ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова), Ставропольская сластена (селекции ФГБОУ ВПО Ставропольский ГАУ), и тетраплоидные сорта стевии: Услада и София (селекции ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова), которые допущены к использованию в Российской

Федерации[6].

Для изучения биологии цветения сортов стевии в 2008-2009 гг. по предшественнику озимая пшеница был заложен специальный питомник. На однорядковых делянках в оптимальные сроки (20 июня) высаживали по 24 растения, выращенной в теплице 25-ти дневной рассады, каждого сорта. Ширина междурядий составила 0,70 м, расстояние между растениями в ряду 0,30 м. После высадки рассаду поливали из расчета 0,5 л на одно растение. Приживаемость рассады составила 100%.

Для индукции цветения растений сортов стевии осуществляли искусственное сокращение фотопериода (СФ) до 12 часов с применением мобильного светоизоляционного бокса [8] в соответствии с оригинальной методикой [9]. К сокращению продолжительности светового дня приступали через 40 дней после высадки рассады в поле, равномерно уменьшая как утренние, так и вечерние часы естественного освещения.

Влияние экспозиции СФ на сроки наступления цветения и формирование семенной продуктивности изучали в 3-х факторном полевом опыте (2х4х4) при 4-х кратной повторности. Фактор А - уровень плоидности: 0- диплоидный (2n) 1 – тетраплоидный (4n). Фактор В – генотип сорта: 0 – Рамонская сластена, (2n=22), 1 - Ставропольская сластена (2n=22), 2 – Услада(4n=44), 3 - София (4n=44). Фактор С - экспозиция СФ: включает 4 градации: 3, 5, 7, 10 дней. Учеты проводили на 16 растениях каждого сорта: по 4 растения, взятых в каждой повторности.

Отмечали дату начала цветения, и продолжительность периода от начала СФ до начала цветения; дату уборки растений на семена. Учитывали качество парциальных соцветий и развившихся семян на растении.

В варианте с пятидневной продолжительностью СФ у 16 растений каждого сорта определяли продолжительность цветения парциальных соцветий и 25 цветков, выделенных на разных соцветиях.

Экспериментальные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Тропическое растение стевия или двулистник сладкий на родине произрастает как многолетнее травянистое растение с ежегодно отмирающей наземной частью, продолжительность жизни которого достигает 8-11 лет. Сочетая половое и вегетативное размножение, она образует многочисленные куртины. В соответвии с общепринятой системой вид Stevia rebaudiana (Bertoni) Hemsly относится к отделу Magnoliophyta, классу Magnoliopsida, подклассу Asteridae, порядку Asterales, семейству Asteracae, роду Stevia Cav. [11, 12].

При наступлении отрицательных температур растения стевии погибают, поэтому в странах умеренного климата ее возделывают по однолетнему циклу с высадкой в поле рассады, выращенной в теплице. Наибольшее распространение получил способ получения рассады в теплице укоренением зеленых апикальных черенков, которые заготавливают с маточных растений [13].

Допущенные к использованию отечественные сорта стевии являются клонами, поэтому их сортовая идентичность поддерживается только при вегетативном размножении. Вместе с тем, прогресс селекционной работы при интродукции стевии определяется переходом к семенному воспроизводству. Семенное размножение обеспечивает перекомбинацию генов, которые в сочетании с усилением при смене эконишн спонтанного мутогенеза и рекомбинегеза детерминируют формирование генотипичной изменчивости, следовательно, обеспечивает эффективность стабилизирующего отбора и выделение в процессе селекции адаптивных в новой эконише генотипов [14].

При введении в культуру новых видов растений, происходящих из

географически отдельных регионов, могут возникать сложности с получением семян. Если индродуценты происходят из районов с коротким световым днем, то в умеренных широтах в условиях длинного дня в летний период у них задерживается переход к цветению. Фаза цветения наступает в соответствии с естественным сокращением продолжительности светового дня в осенний период, и завязавшиеся при отрицательной температуре семена погибают.

В процессе филогенеза в условиях тропиков с коротким (около 12 часов) фотопериодом Stevia rebaudiana Bertoni сформировалась как растение короткого дня [15]. При возделывании стевии в странах умеренных широт с длинным световым днем в весенне-летние месяцы продолжительностью фотопериода является регулятором морфогенеза в процессе онтогенеза. При продолжительности светового дня 16-17 часов конус нарастания образует вегетативные органы, что определят значительную длительность (60-90 дней) II этап органогенеза и обеспечивает формированием высокой продуктивность листостебельной массы. К генеративной фазе развития, когда происходит дифференциация главной оси зачаточного соцветия и образование сегментов оси цветения, что соответствует III этапу органогенеза, растения стевии переходят при сокращении продолжительности светового дня до 15 часов [16].

В условиях Центрального Предкавказья переход к III этапу органогенеза в соответствии с сокращением светового дня отмечается в начале августа, а цветение (IX этап органогенеза) – в конце второй – начале третий декады сентября. Формирование и созревание семян приходится на конец сентября – начало октября, когда заморозки вызывают их гибель. В годы проведения исследований сложившиеся в осенний период погодные условия не позволили получить семян стевии в условиях естественного фотопериода (табл. 1).

Таблица 1 - Влияние экспозиции сокращенного (12 часов) фотопериода (СФ) на индукцию цветения и семенную продуктивность ди- и тетраплоидных сортов стевии

Экспозиция СФ, дни	Естественный фотопериод при проведении СФ, ч. мин	Начало цветения		Количество соцветий на растение, шт.	Дата уборки на семена	Количество семян с растения, шт.
		дата	от начала СФ, дни			
Рамонская сластена (2n=22), стандарт						
3	15.10-15.06	06.09	50	260	26.09	240
5	15.10-15.02	23.08	35	218	20.09	770
7	15.10-14.57	21.08	33	182	18.09	655
10	15.10-14.50	20.08	32	165	17.09	614
Естественный фотопериод	12.13 (на IX этапе)	22.09	-	142	-	0
Ставропольская сластена (2n=22)						
3	15.10-15.06	05.09	49	264	25.09	246
5	15.10-15.02	22.08	34	222	19.09	780
7	15.10-14.57	20.08	32	185	17.09	662
10	15.10-14.50	19.08	31	169	16.09	628
Естественный фотопериод	12.17 (на IX этапе)	21.09	-	149	-	0
Услада (4n=44)						
3	15.10-15.06	08.09	52	241	28.09	224
5	15.10-15.02	25.08	37	211	22.09	763
7	15.10-14.57	23.08	35	175	20.09	643
10	15.10-14.50	22.08	34	135	19.09	602
Естественный фотопериод	11.58	26.09	-	122	-	0
София (4n=44)						
3	15.10-15.06	07.09	51	239	27.09	213
5	15.10-15.02	24.08	36	214	21.09	746
7	15.10-14.57	22.08	34	168	19.09	621
10	15.10-14.50	21.08	33	129	18.09	584
Естественный фотопериод	12.04 (на IX этапе)	24.09	-	115	-	0
НСР $_{05}$ частных различий, шт.						22,2

Искусственное кратковременное (3-10 дней) сокращение продолжительности светового дня (12 часов) в конце июля при естественном фотопериоде 15 ч 10 мин-14ч 50мин; когда у растений стевии завершается II этап органогенеза, индуцировало ускорение перехода к генеративной фазе (III этапу органогенеза). В дальнейшем процессы формирования генеративных органов на IV-VIII этапах органогенеза осуществлялись в более сжатые сроки с высокой

синхронностью, что нашло отражение в формировании архитектоники растения. К IX этапу органогенеза сформировалась шаровидная форма куста с равномерным распределением по всей высоте растения одновременно цветущих соцветий, количество которых было значительно больше, чем при естественном фотопериоде (рис. 1).

А

Б

Рисунок 1 – Цветущее растение стевии сорта Ставропольская сластена: А – при 5-ти дневной экспозиции СФ, Б- при естественном фотопериоде

Искусственное сокращение фотопериода оказало сходное влияние на индукцию цветения, как у диплоидных, так и у тетраплоидных сортов стевии. Следовательно, 12-часовой фотопериод, как механизм, регулирующий в онтогенезе процесс морфогенеза, сложился в филогенезе и является универсальным для вида Stevia rebaudiana Bertoni. Это заключение согласуется с результатами, полученными и другими исследователями [17, 18].

Несмотря на то, что различия по экспозиции СФ были не велики (3, 5, 7, 10 дней) они оказались заметное влияние на сроки наступления фазы цветения. Более раннее вступление в фазу цветений (IX этап органогенеза) наблюдалось при 10-ти дневной экспозиции СФ (19-22 августа). В близкие сроки на 1-3 дня позже зацветали растения сортов стевии при 5 и 7-ми дневной экспозиции СФ. При 3-х дневной экспозиции СФ цветение отмечалось 5-8 сентября, но при этом растения характеризовались наибольшим количеством соцветий по сравнению с более длительной экспозицией СФ. У всех сортов стевии четко прослеживается тенденция уменьшения количества соцветий на растении с увеличением продолжительности СФ. Таким образом, даже небольшие различия в экспозиции воздействия СФ на растения, как диплоидных, так и тетраплоидных сортов стевии, в конце II этапа органогенеза детерминировали различия в продолжительности последующих этапов органогенеза и интенсивности протекающих морфогенетических процессов.

Отмеченные различия по срокам наступления цветения при разных экспозициях СФ сохранились, хотя и значительно сократились, к XI-XII этапам органогенеза, завершающим созревание семян, когда осуществлялась уборка растений на семена. В результате дисперсионного анализа было доказано существенное преимущество диплоидных сортов (574,4 шт.) по сравнению с тетраплоидными (549,5 шт.) по количеству

семян с растения, $НСР_{05}$А=5,6 шт. Наибольшей семенной продуктивностью выделился диплоидный сорт стевии СтГАУ Ставропольская сластена. В среднем по фактору В у него сформировались 579,0 шт. семян на растение, что было существенно выше, чем у диплоидного сорта Рамонская сластена (569,8 шт.) и тетраплоидных сортов Услада (558,0 шт.) и София (541,0 шт.), $НСР_{05}$В=7,9 шт. У всех сортов стевии наибольшая семенная продуктивность отмечалась при 5-ти дневной экспозиции СФ. в среднем по фактору С она составила 764,8 шт., что на существенную величину было больше, чем при других экспозициях, ($НСР_{05}$С=7,9 шт.). При 7-ми и 10-ти дневной экспозиции величина показателя была равна соответственно 645,2 и 607,0 шт. Наименьшее количество семян сформировалось при 3-х дневной экспозиции СФ (230,8 шт.), так как при более поздних по сравнению с другими вариантами сроках цветения СФ X-XII этапы органогенеза протекали в более поздние сроки, при более низком температурном режиме, что не позволило реализовать заложенный на V-VIII этапах органогенеза потенциал семенной продуктивности.

В наиболее благоприятных условиях формирования семенной продуктивности, которые сложились при 5-ти и 7-ми дневной экспозиции СФ, различия между сортами стевии Рамонская сластена, Ставропольская сластена и Услада были несущественными, а тетраплоидный сорт София уступил диплоидным сортам, $НСР_{05}$ частных различий = 22,2 шт. При 10-ти дневной экспозиции СФ семенная продуктивность тетраплоидных сортов на существенную величину была ниже, чем у диплоидного сорта Ставропольская сластена. Таким образом, тетраплоидные сорта отличаются меньшей стабильностью репродуктивной системы по сравнению с диплоидным сортом местной селекции Ставропольская сластена.

Знание биологии цветения стевии необходимо для научного

обоснования методов селекционно-семеноводческой работы с этой культурой. По мнению ряда исследователей стевия, как и большинство видов семейства Asteracea, относится к перекрестноопыляемым культурам. Хазмогамный тип цветения стевии подтверждается антиэкологическими и морфо-анатомическими характеристиками, в том числе длительным периодом открытого состояния цветка и протерандрей [5].

В условиях Центрального Предкавказья отмечается более короткая продолжительность цветения, как цветка: 3…4,2 дня, так и парциального соцветия: 5…8 дней (табл. 2), чем в Центрально - Черноземной зоне [18]: 5…10 и 10…12 дней, соответственно.

Очевидно, это объясняется влиянием более высокой температуры и низкой влажности воздуха в наших условиях в период цветения сортов стевии.

Таблица 2 – Антэкологическая характеристика ди- и тетраплоидных сортов стевии

Сорт	Продолжительность цветения, дни								
	цветка			парциального соцветия			растения		
	min	max	среднее	min	max	среднее	min	max	среднее
Диплоидные сорта (2n=22)									
Рамонская сластена	3,0	4,0	3,6	5,0	7,0	6,3	27	33	31
Ставропольская сластена	3,0	3,6	3,2	5,0	7,0	6,0	24	30	28
Тетраплоидные сорта (4n=44)									
Услада	3,0	4,0	3,5	5,0	7,0	6,3	32	35	34
София	3,6	4,9	3,7	5,0	8,0	6,2	30	34	32

Цветение растения завершается на 24-35 день. Различия по продолжительности цветения цветка, парциального соцветия и растения диплоидных и тетраплоидных сортов стевии были невелики и определялись, главным образом, генотипом сорта. Длительное открытое состояние цветка ди- и тетраплоидных сортов стевии демонстрирует их приспособление к аллогамии.

Цветки у стевии обоеполые, венчик колоколообразный, трубчатый, сростнолепестной. Андроцей состоит из пяти тычинок, пыльники

срастаются в трубку, окружающую столбик пестика. У цветущих цветков крупные двухлопастные рыльца пестика выступают из цветка. После оплодотворения рыльце засыхает, а затем и лепестки засыхают (рис. 2).

Существует ошибочное мнение о том, что в цветках стевии имеются нектарники [19]. В результате анатомического изучения цветка нами не обнаружены нектарники.

Рисунок 2 - Цветущая ветвь стевии сорта Рамонская сластена: у отдельных цветков четко выступающие двухлопастные рыльца

Сладкие выделения, которые продуцируются многочисленными железистыми волосками, расположенными на тычиночных нитях и столбике пестика, заполняют трубчатую часть венчика. Пыльники вскрываются еще на стадии бутона, протерандрия, и в жидкости, заполняющей нижнюю полость трубки венчика, наблюдаются пыльцевые зерна с толстой шиповатой экзиной. Возможно, что сладкие выделения железистых волосков не только привлекают насекомых, переносчиков пыльцы, но и обладают протекторными свойствами обуславливающими поддержание жизнеспособности пыльцы в период цветения цветка. Небольшие размеры цветка, его длина не превышает 0,8 см, делают доступными для насекомых сладкие выделения трубке венчика. Цветущие

растения стевии активно посещают насекомые: бабочки, хищные мухи, которых привлекают сладкие выделения цветка (рис. 3). При питании они могут переносить находящиеся в них пыльцевые зерна. Описанные особенности строения и цветения цветка позволяют считать стевию энтомофильным растением. Вместе с тем, остается еще много неизученных вопросов, касающихся механизма опыления стевии.

Рисунок 3 – Хищные мухи (семейство журчалки (Syrphidae) питаются сладкими выделениями цветка стевии

В связи с этим необходимо проведение специальных исследований, которые дадут ответ на важный для селекционно-семеноводческой практики вопрос о самосовместимости или самостерильности сортов стевии и механизмах осуществления кроссбридинга.

ВЫВОДЫ

Фотопериод является основным фактором, регулирующим морфогенетические процессы у стевии. Переход к генеративной стадии развития растений, как у диплоидных, так и у тетраплоидных сортов, детерминируется 12-ти часовым фотопериодом.

Искусственное сокращение в поле с использованием

светоизолирующего бокса продолжительности светового дня до 12 часов в конце II этапа органогенеза ускоряет и синхронизирует морфогенетические процессы на V-VII этапах органогенеза и позволяет в условиях Центрального Предкавказья индуцировать цветение на 30-32 дня раньше, чем при естественном фотопериоде, что обеспечивает устойчивое формирование семенной продуктивности. Размеры семенной продуктивности определяются экспозицией СФ и генотипом сорта. Наибольшую семенную продуктивность диплоидные и тетраплоидные сорта стевии формируют при 5-ти дневном СФ. Высокой семенной продуктивностью выделяется диплоидный сорт стевии Ставропольская сластена селекции СтГАУ.

Морфо-анатомические исследования цветка позволили выявить протерандрию у сортов стевии при выращивании в условиях Центрального Предкавказья. Нектарники в цветках не образуются, сладкие выделения продуцируют железистыми волосками, расположенными на тычиночных нитях и столбике пестика, скапливаются в трубке венчика. Для сортов стевии характерна хазмогамия с энтомофильным механизмом аллогамного опыления.

Смещение при искусственном сокращении фотопериода цветения сортов стевии на более ранние сроки создает благоприятные условия для формирования биоценотических связей. Насекомые (бабочки, хищные мухи), которых привлекают сладкие выделения в трубке венчика, переносят скапливающиеся там же пыльцевые зерна, обеспечивают кроссбридинг.

ЛИТЕРАТУРА

1.Зубенко В.П. Новый природный заменитель сахара // Вестник с.-х. науки. 1990. №1. С. 16-18.

2.Bertoni S.M. Eupatorium Rebaudianum // Bol. De la Escuela de Agricultura de la Asuncion del Paraguay. 1899. Vol. II. – P. 35.

3.Voenadi D.H. Effect of slope position on the growth of Stevia in Indonesia // Commun. Soil end Plant Anal. 1987. Vol.18. №11. P. 1317-1328.

4.Ляховкин А.Г. Николаев, А.П. Учитель, В.Б. Стевия – медовая трава. // СПб.:

Весь, 1999. 36 с.

5.Шафферт Е.Э., Чеботарь А.А., Новикова В.М. Морфо-анатомическая характеристика стевии (Stevia rebaudiana (Bertoni) Hemsley) в связи с интродукцией на ЮБК // Цитолого- эмбриологические иссл. Высших раст.: Сборник научных трудов – Ялта, 1992. Т.113. С.25-37.

6.Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том 1. Сорта растений – 2011. – 229 с.

7.Новый сорт стевии Ставропольская сластена для адаптивного земледелия Центрального Предкавказья/ А.А. Кривенко, Е.А. Кононова, А.И. Войсковой и др. // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Северо-Кавказского федерального округа: Научно-практическая конференция. Ставропольского государственного аграрного университета. Ставрополь, 2010: С.24-27.

8.Патент № 87066 РФ МПК^8 АО 1С 1/00, АО1С 1/02 Мобильный бокс для регулирования режима продолжительности светового дня растений /А.А.Кривенко, И.Б.Высоцкая, А.И. Войсковой и др. Заявитель и патентообладатель Ставропольский государственный аграрный университет, № заявки 2009116884/(023233); заявл. 06.05.2009г. опубл. 10.01.2010. Бюлл.№1 -

9.Заявка на патент Способ получения семян стевии и мобильный светоизоляционный бокс для его осуществления /А.А.Кривенко, Е.А. Кононова И.Б.Высоцкая и др.. Заявитель и патентообладатель Ставропольский государственный аграрный университет, № заявки 2010152073 (075338) от 20.12.2010г.

10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: Учебник. М.: Колос, 1985. 226 с.

11. Тахтаджян, А.Л. Систематика и филогения цветковых растений. М.-Л.: Наука,1966.- С. 51-458.

12. Верзилина Н.Д. Стевия (Stevia rebaudiana Bertoni) в Центральном Черноземье (агробиологические и физиолого-биохимические аспекты культуры): Автореф. дис. на соис. степени д-ра с.-х. наук // Воронеж, 2005. 43 с.

13. Хранение корневищ стевии при размножении зелеными черенками /В.Ф. Зубенко, М.И. Ковальчук, Е.И. Гресь и др.//Доклады ВАСХНИЛ.М.№6.1991.С.20-22.

14. Кривенко А.А. Интродукция и антэкологический механизм адаптации репродуктивной системы у автогамных злаков// Репродуктивная биология интродуцированных растений: Тезисы докладов IX Всесоюзного совещания по семеноведению интродуцентов. Умань, 1991. С. 99.

15. Valio, Rosely, Pocha. Effect of photoperiod and growth Regulator on Growth and flowering of Stevia rebaudiana Bertoni // Japan. Jour. Crop. Sci. 1977. 12. P. 29-34.

16. Верзилина Н.Д., Жужжалова Т.П., Дубянский М.М. Биологические особенности роста и развития стевии в условиях умеренного климата// Итоги науч. – исслед. работ агрономического факультета: Сб. науч.тр., посвящ. 90-летию со дня рождения агрономического факультета; ВГАУ. Воронеж, 2004. С. 26-33.

17. Кочетов А.А. Влияние короткодневной фотопериодической индукции на процесс роста и цветения растений стевии // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их практического использования (16-20 июня 1997г.): Мат. II Междунар. Симп. Т.3. Пущено, 1997, С. 35-38.

18. Особенности семенного размножения стевии в Центрально-Чернозёмной зоне / Н.Д. Верзилина, Т.П. Жужжалова, В.В. Знаменская, М.В. Зимин // Вестник РАСХН. 2005. № 6. С. 34-35.

19.Сикорская С.Б. Биолого-морфологические особенности стевии (Stevia rebaudiana (Bertoni) при индукции в условиях ЦЧЗ России: Автореф. дис…канд. биол. наук: 03.00.05. Гл. ботан. сад им. Н.В. Цицина РАН. Курс, 2004. 20 с.