شرکت دخانیات ایران

اداره امور تحقیقاتی

مجتمع دخانیات آذربایجان‌غربی

مرکزتحقیقات توتون ارومیه

توتون
(تولید، شیمی و تکنولوژی)

فصل۵. عملیات تولید

ترجمه از:

رحمت‌اله رنجبر- فریبا امامی- اسماعیل نامورضایی- نیره آذرسینا- پرویز گودرزی مکری- میثم حسنی- باقر صالحی

رنجبر - اسماعیل نامورضایی

آذر ماه ۱۳۹۷

بسم الله الرحمن الرحیم

پیش‌گفتار

توتون محصول اقتصادی مهمی در جهان به شمار می‌رود. بسیاری از تحقیقات اولیه در علوم گیاهی بر روی توتون آغاز شده است که از آن جمله می‌توان به مواردی نظیر فتوپریودیسم، ژنتیک و تولید بذر، تنظیم کننده‌های رشد گیاهی، تغذیه گیاه، ویروس‌ها، فتوسنتز و بیوتکنولوژی اشاره نمود.

حمد و سپاس خداوند بزرگ را که به ما یاری داد ترجمه کتاب حاضر با عنوان " عملیات تولید توتون" را به زبان فارسی ترجمه کنیم. نشریه حاضر در چهار بخش مجزا (توتون گرمخانه‌ای، توتون هواخشک، توتون شرقی و توتون آتش‌خشک تیره) ترجمه فصل پنجم کتـــاب Tobacco:(Production, Chemistry and Technology) نوشته T.W. Hutchens، F.W. RicKard Seeds، W.D. Smith و K.C. Flower درسال ۱۹۹۹ میلادی می‌باشد. این کتاب با نثری ساده و کارآمد تقدیم خوانندگان می‌شود.

ترجمه کتاب حاضر در شرایطی انجام شد که ۵ نفر کادر تحقیقاتی در این مرکز مشغول به فعالیت تحقیقی هستند لذا ترجمه و ویرایش علمی آن به دلیل تراکم کاری و کمبود نیروی تحقیقاتی، با زحمت فراوان انجام گرفت و جا دارد از سرکار خانم مهندس امامی، جناب آقای مهندس گودرزی مکری به خاطر ویراستاری علمی و از جناب آقای مهندس علی‌اکبر پورمعصوم به جهت ویراستاری ادبی کمال تشکر و قدردانی را داشته باشم. امیدواریم مطالب کتاب مورد استقبال و استفاده محققان و کارشناسان در بهبود کمی و کیفی محصول توتون واقع گردد. مترجمان نوشته حاضر پذیرای راهنمایی‌های ارزنده اساتید محترم در اصلاح مطالب کتاب حاضر می‌باشند.

رحمت‌اله رنجبر
رئیس مرکز تحقیقات توتون ارومیه
آبان‌ماه سال ۱۳۹۷

فهرست مطـالب

عنوان	صفحه
بخش اول: توتون گرمخانه‌ای	
مقدمه	۱
عملیات تولید	۴
تولید نشاء و نشاکاری	۶
عملیت کشت و مدیریت علف هرز	۱۰
خاک‌های مزارع، کوددهی و رطوبت خاک	۱۷
الف- خصوصیات خاک و اختلال در عناصر غذایی	۱۷
ب- عناصر کم‌مصرف	۲۱
ج- نیتروژن، رشد رویشی و رطوبت	۲۲
د- شکل نیتروژن	۲۷
اثرات متقابل شکل نیتروژن و کلر	۲۹
زمان و روش مصرف عناصر غذایی	۳۲
گل‌زنی و کنترل جوانه‌های جانبی	۳۴
زمان گل‌زنی	۳۴
طریقه عمل و تاثیر کنترل‌کننده‌های شیمیایی جوانه‌های جانبی	۳۶
الکل چرب تماسی	۳۶
کنترل‌کننده‌های تماسی- موضعی سیستمیک	۳۸
کنترل‌کننده‌های سیستمیک	۴۱
رسیدگی و برداشت توتون	۴۸
الف- تعداد مراحل برگ‌چینی	۴۸
ب- رسیدگی در زمان برداشت	۵۲
عمل‌آوری و فروش	۵۴
سیستم‌های عمل‌آوری و منابع کارمایه	۵۵
فرآیند گرمخانه‌ای	۵۷
تحقیقات اخیر روی عمل‌آوری در ایالات متحده	۶۳
مواد شیمیایی زردکننده رنگ برگ	۶۴

فهرست مطـالب

عنوان	صفحه
فروش	۶۷
نیروی کار مورد نیاز	۶۸
آینده	۷۰
فصل دوم: توتون هواخشک	
مقدمه	۷۷
عوامل خاک	۷۷
انتخاب زمین و عملیات کاشت	۷۹
کوددهی	۸۱
تولید نشاء	۸۳
تراکم بوته	۸۴
کنترل علف‌های هرز	۸۵
گل‌زنی	۸۸
کنترل جوانه‌های جانبی	۸۸
برداشت	۹۱
عمل‌آوری و خشکانیدن	۹۳
تاسیسات عمل‌آوری	۹۵
آماده کردن برای فروش	۹۷
بخش سوم: توتون شرقی	
مقدمه	۹۹
مناطق رشد توتون شرقی و انواع آن	۹۹
تیپ ازمیر	۱۰۰
تیپ باسمای مقدونیه	۱۰۰
تیپ سامسون	۱۰۲

فهرست مطـالب

عنوان	صفحه
کاشت، داشت و برداشت	۱۰۴
بستر بذر	۱۰۴
آماده سازی زمین اصلی و کاشت	۱۰۵
برداشت و عمل‌آوری	۱۰۷
عدل‌بندی و بازاریابی	۱۰۹
مانیپولاسیون	۱۱۱
انبارداری و فرمانتاسیون	۱۱۳
بخش چهار: توتون آتش‌خشک	
مقدمه	۱۱۵
انتخاب واریته	۱۱۶
تولید نشاء	۱۱۹
انتخاب محل کشت ونحوه کوددهی	۱۲۷
کنترل علف‌های هرز	۱۲۹
نشاکاری و فاصله بین بوته‌ای	۱۳۱
کنترل بیماری‌ها	۱۳۳
کنترل حشرات	۱۳۶
گل‌زنی و کنترل جوانه‌های جانبی	۱۳۹
برداشت و عمل‌آوری	۱۴۲
آماده‌سازی جهت فروش	۱۴۷

هرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۱: رابطه بین مقدار کلر کود و غلظت کلر در برگ‌های پایین و بالای بوته توتون...	۳۱
شکل۲- برنامه تیپیک برای عمل‌آوری توتون گرمخانه‌ای و شماتیک برنامه تیپیک...	۶۰

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱: مصرف برآوردی انواع توتون در سیگارت‌های ایالات متحده بر اساس ...	۳
جدول ۲: تولید عمده توتون گرمخانه‌ای در ۸ کشور جهان، ۹۶-۱۹۶۵	۴
جدول ۳: مقایسه میانگین بارندگی و دما در مناطق کشت عمده توتون گرمخانه‌ای ...	۵
جدول ۴: درجه نسبی کنترل علف هرز باریک برگ با علف‌کش‌های مورد معرفی ...	۱۲
جدول ۵: درجه نسبی کنترل علف هرز پهن برگ با علف‌کش‌های مورد معرفی ...	۱۴
جدول ۶: برخی از خصوصیات خاک‌های مورد کشت توتون گرمخانه‌ای و بارلی در ...	۱۸
جدول ۷: اثرات اصلی مقدار نیتروژن و رطوبت خاک روی برخی خصوصیات زراعی...	۲۳
جدول ۸: تاثیر شکل نیتروژن کود سرک بر برخی خصوصیات زراعی و شیمیایی ...	۲۹
جدول ۹: تاثیر مصرف چندین کنترل‌کننده شیمیایی جوانه‌های جانبی بر تعداد و ...	۴۷
جدول۱۰: اثرات اتفون و اتیلن بر زمان زرد شدن برگ توتون گرمخانه‌ای	۶۷
جدول۱۱: وضعیت توتون‌های عمل‌آوری شده آویخته شده نسبت به رطوبت نسبی	۹۷

فصل ۵

عملیات تولید

الف: توتون گرمخانه‌ای

G.F. Peedin

North Carolina State University

Raleigh, North Carolina, USA

مترجم: رحمت اله رنجبر

(رئیس مرکز تحقیقات توتون ارومیه)

مقدمه:

توتون یک محصول غیرغذایی تجاری بسیار مهمی است که به طور گسترده در نقاط مختلف دنیا کشت می‌شود (Grice and Capehart, ۱۹۹۴). با آن که سطح زیرکشت کتان بیشتر است ولی توتون حداقل در ۱۱۷ کشور توسط حدود سه میلیون نفر زارع کشت می‌شود (Campbell,۱۹۹۵a). کشت آن به طور عمده در عرض جغرافیایی ۴۵ درجه شمالی تا ۳۰ درجه جنوبی صورت می‌گیرد (Tso,۱۹۹۰). در سال ۱۹۹۳، کل تولید جهانی تمام گروه‌های توتون از سطح کشت ۵/۱۴ میلیون هکتار مزرعه توتون، حدود ۸/۴۲ میلیون تن برآورد گردید. این سطح کشت حدود ۰/۵ درصد سطح زمین‌های زراعی را تشکیل می‌دهد. توتون گرمخانه‌ای با تولید جهانی حدود ۵/۳۹ میلیون تن، ۶۴ درصد کل توتون تولیدی جهان را در سال ۱۹۹۳ به خود اختصاص داده است (Creek et al, ۱۹۹۴). نام توتون گرمخانه‌ای –توتون روشن یا ویرجینیا- از فرآیند منحصر به فرد عمل‌آوری وخشکانیدن آن گرفته شده است. برگ‌های خشک لیمویی متمایل به نارنجی رنگ این توتون دارای مقدار قند بالا و خصوصیات ملایم دود می‌باشد. عمل‌آوری فرآیندی برای خشکانیدن برگ‌های رسیده تازه برداشت شده است که با برنامه‌های کنترل جزئی یا کامل درجه حرارت و رطوبت صورت می‌گیرد تا کیفیت ذاتی برگ طی خشکانیدن آن حفظ شود. خشک کردن گرمخانه‌ای توتون در تاسیسات مستحکم عمل‌آوری با حرارت مصنوعی از دمای ۳۵ درجه سلسیوس شروع شده و در ۷۵ درجه سلسیوس در مدت ۵ تا ۷ روز به اتمام می‌رسد. واژه گرمخانه‌ای که نخست برای بیان توتون‌های روشن به کار می‌رفت از سیستم لوله آب گرم فلزی گرفته شده است. سیستم مذکور گرما را در طبقات مختلف انبار توزیع می‌کند. مرحله بسیار مهم اولیه در عمل‌آوری گرمخانه‌ای توتون، زرد کردن برگ توتون است که در اثر آن، کلروفیل تجزیه شده و بسیاری از کربوهیدرات‌ها به قندهای ساده تبدیل می‌شوند. سپس سلول‌های برگ در اثر هوای خشک و گرم می‌میرند و قند برگ در اثر تنفس سلولی، کاهش می‌یابد. بسیاری از انواع دیگر توتون تحت شرایط غالب طبیعی داخل سازه‌های تهویه‌دار عمل‌آوری می‌شوند. برگ‌های توتون ممکن است با عدم تامین گرما و یا تامین مقدار کمی‌گرما در طول ۴ تا ۸ هفته هواخشک شوند در نتیجه برگ‌های خشک شده دارای مقدار قند نسبتا کمتری هستند. توتون گرمخانه‌ای به واسطه داشتن قند زیاد دارای عطر شیرین بوده و مزه نسبتا اسیدی دارد. به همین دلیل، این نوع توتون به راحتی با انواع دیگر توتون (از جمله، بارلی، مریلند و توتون شرقی) در خرمن مخلوط می‌گردد تا دود ملایم و مرغوب را در سیگارت تولید کند. فرآیند عمل‌آوری گرمخانه‌ای توتون ظاهرا برای اولین بار در سال ۱۸۳۹ در بخش کاسول[1]کارولینای شمالی در مزارعی با بافت شنی و غیرحاصلخیز که در عمل

[1]- Caswell County

برای اهداف دیگر اهمیت نداشت، انجام گرفت. در اوایل قرن نوزده، زارعین برای تولید توتونی با مزه ملایم برای مصرف در پیپ، بخصوص برای خارج از کشور، تلاش می‌کردند. عقیده بر این بود که دود معطر مرغوب از توتون خشک زرد و نازک ناشی می‌شود ولی این توتون‌ها خیلی نادر بودند. در آن زمان، مشعل‌های کوچکی در طبقات باز انبار عمل‌آوری به کار می‌بردند تا رطوبت را کاهش داده و شرایط طبیعی خشکانیدن را بهبود بخشند. به نظر می‌رسد برده‌ها با تحمل بی‌خوابی مسئول مرحله زرد کردن توتون بودند و تقریبا اجازه نمی‌دادند که مشعل‌ها خاموش شوند (Hawks and Collins, ۱۹۹۳). چون هیزم‌ها خیس بودند آنها به طور سریع مشعل‌ها را با زغال شعله‌ور می‌ساختند. این زغال‌ها را از کوره blacksmith تامین می‌کردند و به دلیل عجله‌ای که در این کار داشتند دما را بیش از حد معمول افزایش می‌دادند تا توتون زودتر خشک شود. نتیجه کار تولید توتون روشن زرد و فروش آن با قیمت ۴ برابر قیمت معمول بود. با این حال، فرآیند گرمخانه‌ای توتون تا جنگ داخلی آمریکا در سال ۱۸۶۵ گسترش نیافته بود و از آن به بعد بود که سیگار کشیدن در جهان بیشتر شناخته شد. تقاضا برای برگ‌های نازک و رنگ روشن در مقایسه با برگ‌های ضخیم و تیره توتون هواخشک به طور قابل ملاحظه افزایش یافت و توتون تیره برای ساخت توتون جویدنی تابیده (Twist: توتون را همانند ریسمان بصورت تابیده در آوردن) و جویدنی قالبی (Plug: توتون را بصورت قالب مربعی درآوردن) به کار می‌رفت. تا اوایل قرن بیستم، سیگار کشیدن به طور مدام و آرام رواج یافت تا این که ماشین تولید سیگارت توسعه یافت و به طور عموم مورد استفاده قرار گرفت و مانع از گران شدن سیگارت گردید. جزئیات بیشتر در مورد عوامل موثر در توسعه تولید توتون گرمخانه‌ای در جنوب‌شرق ایالات متحده توسط Collins و Hawks در سال ۱۹۹۳ ارائه شده است.

امروزه حدود ۸۰ درصد کل تولید جهانی توتون در سیگارت‌سازی مصرف می‌شود. اخیرا تولید سالانه سیگارت ۵/۶ تریلیون نخ برآورد می‌شود، که‌این رقم در سال ۱۹۷۲ به ۳/۲ ترلیون نخ می‌رسید (Stevens et al, ۱۹۹۶). توتون گرمخانه‌ای عمدتا در سیگارت‌سازی مورد استفاده قرار می‌گیرد با این حال، مقدار کمی از آن در پیپ و محصولات جویدنی توتون و به عنوان پرکننده سیگارت به کار می‌رود. سیگارت‌هایی که عمدتا یا کاملا از توتون گرمخانه‌ای ساخته می‌شوند در چین، اروپا و آسیا طرفداران زیادی دارند. توتون گرمخانه‌ای که جزء اصلی سیگارت‌های ترکیبی یا بلند را تشکیل می‌دهد ابتدا توسط شرکت R.J. Reynolds در ایالات متحده در سال ۱۹۱۳ تولید شد (Hawks and Collins, ۱۹۹۳). مصرف جهانی سیگارت بلند آمریکا در حال حاضر در هر سال حدود ۵ درصد رو به افزایش است (Dale Hill، انجمن شخصی، Philip Morris ایالات متحده) و این افزایش کشور امریکا را در کنار چین جزو دومین عرضه کننده سیگارت در بین کشورهای تولید کننده سیگارت و رهبر صادرات سیگارت ساخته است

(Steven et al, ۱۹۹۶). ترکیب برآوردی سیگارت آمریکایی به تفکیک نوع توتون و منبع آن در اواخر دهه شصت قرن بیستم در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱: مصرف برآوردی انواع توتون در سیگارت‌های ایالات متحده بر اساس Disappearance سالانه، ۹۶-۱۹۶۹

توتون		میانگین Disappearance سالانه برای سال‌ها (درصد از کل)[۱]				
نوع	منبع	۷۱-۱۹۶۹	۸۱-۱۹۷۹	۹۱-۱۹۸۱	۹۳ -۱۹۹۲	۹۶ -۱۹۹۴
گرمخانه‌ای	داخلی	۴۶/۹	۳۶/۴	۳۱/۲	۳۲/۲	۳۷/۱
	وارداتی	۰/۷	۵/۲	۸/۶	۱۴/۰	۱۲/۳
بارلی	داخلی	۳۶/۸	۳۳/۶	۳۰/۰	۲۶/۸	۲۸/۲
	وارداتی	۰/۳	۸/۴	۹/۸	۱۲/۹	۹/۶
توتون مریلند	داخلی	۱۳/۶	۱۴/۳	۱۴/۰	۱۳/۳	۱۲/۶
	وارداتی	۱/۸	۱/۶	۱/۲	۰/۹	۰/۷

۱- محاسبه شده از روی داده‌های Capehart (۱۹۹۷)

استفاده از توتون شرقی مریلند بیش از ۵۰ درصد کاهش یافت و توتون بارلی جایگزین آن شد در حالی که نسبت مصرف نسبی کل توتون گرمخانه‌ای، بارلی و توتون شرقی زیاد تغییر نیافت. با این حال طی ۲۰ تا ۲۵ سال گذشته، مصرف نسبی توتون گرمخانه‌ای (و بارلی) آمریکا حدود ۳۰ درصد کاهش یافته است که دلیل آن احتمالا فرآوری خوب توتون و تکنولوژی تولید سیگارت یا تغییر ترجیح مصرف کننده برای مصرف بیشتر توتون ارزان‌تر اما قابل استفاده، از سایر نقاط جهان شده است. با این حال باید توجه داشت که مصرف نسبی هر دو توتون گرمخانه‌ای و بارلی از سال ۱۹۹۴ تا ۱۹۹۶ در اثر محدودیت واردات طبق قانون Domestic content افزایش یافت که‌این قانون با نیازمندی‌های GATT/WTO مورد موافقت قرار نگرفت و در سال ۱۹۹۵ با کمی محدودیت توسط سیستم Tariff Rate Quota جایگزین گردید.

تولید جهانی توتون گرمخانه‌ای طی ۳۰ سال گذشته دو برابر افزایش یافته است (جدول ۲). با آن که هنوز ۸۰ درصد تولید توتون گرمخانه‌ای در ۸ تا ۱۰ کشور صورت می‌گیرد ولی تولیدات مطلق و نسبی در بین این کشورها از اواخر دهه ۶۰ قرن بیستم به طور قابل ملاحظه تغییر کرده است (اتحادیه توتون، ۱۹۸۰، ۱۹۸۹، ۱۹۹۷). کشور چین به تولیدکننده و مصرف کننده عمده توتون گرمخانه‌ای تبدیل گشته ولی به عنوان صادرکننده عمده محسوب نمی‌شود. تولید توتون گرمخانه‌ای در برزیل و زیمبابوه به ترتیب ۴/۵ و ۲/۵ برابر افزایش یافته است در حالی که در کانادا، ژاپن و آمریکا بین سال‌های ۱۹۹۳ و ۱۹۹۶ به طور قابل ملاحظه کاهش یافت.

برزیل و زیمبابوه قریب به ۴۵ درصد صادرات توتون گرمخانه‌ای را به خود اختصاص داده‌اند که حدود ۷۰ درصد آن به آمریکا صادر می‌شود. هند و چین به ترتیب هر کدام با ۵ تا ۷ درصد صادرات تقریبا سهم یکسانی در بازار جهانی دارند (اتحادیه توتون، ۱۹۹۷).

جدول ۲: تولید عمده توتون گرمخانه‌ای در ۸ کشور جهان، ۹۶-۱۹۶۵

	میانگین وزن خرید سالانه از زارع (۱۰۰۰ میلیون تن در سال) [۱]						
کشور	۶۹ - ۱۹۶۵	٪	۷۷ - ۱۹۷۵	٪	۸۷ - ۱۹۸۵	٪	۹۶ - ۱۹۹۴	٪
برزیل	۶۵	۳/۹	۱۶۵	۷/۲	۲۶۱	۷/۹	۳۰۷	۷/۹
کانادا	۹۴	۵/۶	۹۵	۴/۲	۷۲	۲/۲	۶۷	۱/۷
چین	۳۷۴	۲۲/۴	۶۰۵	۲۶/۶	۱۶۹۶	۵۱/۰	۲۱۰۴	۵۴/۱
هند	۹۶	۵/۸	۹۷	۴/۳	۱۰۷	۳/۲	۱۱۵	۲/۹
ژاپن	۱۲۳	۷/۴	۹۸	۴/۳	۶۶	۲/۰	۵۱	۱/۳
کره	۴۸	۲/۹	۸۲	۳/۶	۵۵	۱/۶	۵۴	۱/۴
آمریکا	۴۹۶	۲۹/۷	۵۸۴	۲۵/۶	۳۲۳	۹/۷	۳۸۷	۹/۹
زیمبابوه	۷۴	۴/۴	۹۲	۴/۰	۱۱۶	۳/۵	۱۹۰	۴/۹
جهان	۱۶۷۲	۱۰۰/۰	۲۲۷۷	۱۰۰/۰	۳۳۲۵	۱۰۰/۰	۳۸۹۰	۱۰۰/۰

۱- محاسبه شده از روی داده‌های اتحادیه توتون، گزارش سالیانه Inc (۱۹۸۰، ۱۹۸۹ و ۱۹۹۷)

عملیات تولید

نسبت مناسب مقدار نوع معینی از توتون برای انواع خرمن سیگارت عمدتا با خصوصیات شیمیایی و فیزیکی آن تعیین می‌شود و این خصوصیات شیمیایی و فیزیکی توتون خود ناشی از اثرات متقابل بین عوامل ژنتیکی، خاک، اقلیم و عوامل زراعی است. سازگاری ذاتی توتون گرمخانه‌ای باعث شده تا حداقل در ۷۵ کشور دنیا در عرض‌های جغرافیایی ۶۰ درجه شمالی تا ۴۰ درجه جنوبی به طور موفقیت‌آمیز کشت شود (Hawks and Collins، ۱۹۹۳). طبق جدول ۳، میانگین بارندگی فصلی و دما در مناطق عمده کشت توتون در آمریکا، برزیل و زیمبابوه تفاوت زیادی ندارد ولی میانگین این عوامل اقلیمی در سایر مناطق مختلف کشت توتون گرمخانه‌ای به طور واضح متفاوت است و میانگین بارندگی آنها بیشتر از بارندگی مناطق مورد کشت این توتون در برزیل است و دمای حداقل پایین‌تری در مقایسه با دو کشور آمریکا و زیمبابوه دارند.

دمای نیمه دوم فصل تولید توتون در برزیل نسبتا بالا بوده و تفاوت زیادی بین حداکثر و حداقل دما طی دوره رشد توتون در مقایسه زیمبابوه وجود دارد. میانگین عملکرد توتون در کارولینای شمالی، زیمبابوه و برزیل طی سال‌های ۱۹۸۴ تا ۱۹۹۴، به ترتیب حدود ۲۴۸۰ کیلوگرم بر

هکتار (Mille et al,۱۹۹۷)، ۲۲۸۴ کیلوگرم بر هکتار (انجمن بازریابی توتون TMB، ۱۹۹۴) و ۱۸۳۰ کیلوگرم بر هکتار (Sindifumo، اتحادیه صنعتی توتون برزیل) بود و احتمالا این تفاوت عملکرد از تفاوت نوع خاک، عملیات مدیریتی و اقلیم ناشی شده است. از آنجا که اثرات متقابل این عوامل و سایر عوامل محیطی نظیر رطوبت نسبی بر روی عملکرد توتون و قابلیت استفاده آن به طور کامل شناخته نشده است، در نتیجه انواع مختلفی از توتون گرمخانه‌ای در نقاط مختلف دنیا تولید می‌شود و عملیات کشت و زرع متفاوتی در نواحی تحت کشت انجام می‌شود تا ویژگی‌های مطلوب برگ جهت استفاده حاصل شود.

جدول ۳: مقایسه میانگین بارندگی و دما در مناطق کشت عمده توتون گرمخانه‌ای در کارولینای شمالی، برزیل و زیمبابوه [۱]

منطقه کشت توتون گرمخانه‌ای	فصل تولید توتون (ماه‌ها)					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
	میانگین بارندگی (میلی‌متر)					
کارولینای شمالی	۸۹	۱۰۲	۱۱۱	۱۲۸	۱۱۹	۱۰۱
برزیل	۱۴۹	۱۶۷	۱۶۰	۱۳۷	۱۴۰	۱۹۱
زیمبابوه	۲۴	۹۷	۱۷۶	۲۳۴	۱۹۵	۱۰۵
	میانگین حداکثر دما (درجه سلسیوس)					
کارولینای شمالی	۲۴/۸	۲۸/۴	۳۰/۸	۳۱/۳	۲۹/۶	۲۵/۵
برزیل	۲۸/۰	۳۰/۰	۳۴/۰	۳۶/۰	۳۶/۵	۳۷/۰
زیمبابوه	۲۹/۱	۲۷/۱	۲۵/۷	۲۵/۴	۲۵/۲	۲۵/۶
	میانگین حداقل دما (درجه سلسیوس)					
کارولینای شمالی	۱۰/۶	۱۵/۰	۱۸/۱	۱۹/۱	۱۷/۲	۱۲/۱
برزیل	۵/۵	۷/۵	۹/۰	۱۲/۵	۱۴/۵	۱۴/۵
زیمبابوه	۱۶/۳	۱۷/۹	۱۸/۱	۱۷/۸	۱۷/۶	۱۶/۳
	میانگین تفاوت دمای شب و روز (درجه سلسیوس)					
کارولینای شمالی	۱۴/۲	۱۳/۴	۱۲/۷	۱۲/۲	۱۲/۴	۱۳/۴
برزیل	۲۲/۵	۲۲/۵	۲۵/۰	۲۳/۵	۲۲/۰	۲۲/۵
زیمبابوه	۱۲/۸	۹/۲	۷/۶	۷/۶	۷/۶	۹/۳

۱-محاسبه شده از روی داده‌های: کارولینای شمالی (Epperson و همکاران، ۱۹۸۸)، زیمبابوه (Stocks، ۱۹۹۴)، برزیل (شرکت جهانی برگ توتون ULT,Co سانتاکروز). داده‌های کارولینای شمالی و زیمبابوه از میانگین حداقل ۳۰ ساله در دو یا چند منطقه کشت عمده توتون و داده‌های برزیل از میانگین ۱۱ ساله در سه منطقه تولید توتون محاسبه شده است.

شدت انجام یک عملیات خاص اغلب در مناطق و کشورهای مختلف متفاوت است، ولی کوددهی نیتروژن، رطوبت خاک، تراکم کشت، برداشت و عمل‌آوری مواردی هستند که تحت تاثیر تولیدکننده محلی قرار دارند تا هم عملکرد سودآوری داشته باشند و هم این که محصول به دست آمده در تولید سیگارت قابل استفاده باشد. درجه موفقیت زارع در کیفیت و عملکرد برگ تولیدی، هزینه تولید و تداوم تولید محصول قابل استفاده در سال‌های پیاپی سنجیده می‌شود (Hawks، ۱۹۷۵).

در سال ۱۹۸۴ Bowman و همکاران، سهم نسبی اصلاح ژنتیکی و تکنولوژی تولید را در بهبود عملکرد و کیفیت توتون گرمخانه‌ای در آمریکا از سال ۱۹۵۴ تا ۱۹۸۱ مورد بررسی قرار دادند طی این ۲۷ سال، ایشان برآورد کردند که ۳۲ درصد از میانگین افزایش عملکرد سالانه (۴۹/۵ کیلوگرم در هکتار) مربوط به توسعه واریته بوده و ۶۸ درصد افزایش میانگین مربوط به تغیر در عملیات زراعی از جمله بهبود حاصلخیزی خاک، استفاده از ضدعفونی کننده‌های چندمنظوره، علف‌کش‌ها، کنترل جوانه‌های جانبی و آبیاری بوده است. توان یا نیاز به تکنولوژی جدید در نقاط مختلف دنیا متفاوت است اما به نظر می‌رسد پذیرش تکنولوژی جدید در کشورهای تولیدکننده عمده توتون بسیار سریع بوده است. برای مثال، میانگین عملکرد در کارولینای شمالی، برزیل و زیمبابوه در بعد از اوایل دهه ۸۰ میلادی به ترتیب حدود ۹، ۱۵ و ۲۱ درصد افزایش یافته است هرچند استفاده از واریته‌های توسعه یافته توتون - توسط آمریکا – در زیمبابوه سبب افزایش عملکرد نگردید (Ann Jack، تماس شخصی، انجمن تحقیق توتون) و حتی در برزیل، استفاده از واریته‌های مذکور سبب کاهش عملکرد توتون گرمخانه‌ای شد (Sergio Bremm، تماس شخصی، Profigen , Inc). با این حال، سطح کشت و قابلیت استفاده محصول در یک فصل کشت معین عمدتا به شرایط مساعد آب و هوایی بخصوص مقدار و توزیع بارندگی، بستگی دارد. هدف این فصل از کتاب بحث روی عملیات زراعی است که طبق نتایج تحقیقات، تاثیر آنها بر تولید توتون گرمخانه‌ای قابل استفاده، تحت گسترده‌ای از شرایط آب و هوایی و خاک به اثبات رسیده است.

تولید نشاء و نشاءکاری

توتون گیاه زراعی است که به صورت نشاء کشت می‌شود. به استثنای مکان‌هایی که از گلخانه جهت تولید نشاء استفاده می‌کنند، عملیات تولید نشاء در بیشتر کشورها مشابه هم است. در خزانه‌های سنتی تولید نشاء، گیاهچه رشد خود را از بذر ریز شروع می‌کند (۱۲۰۰۰ بذر در هر گرم). بذرهای توتون روی بستر آماده زمین، بذرپاشی می‌شوند و زمانی که ارتفاع نشاء حدود ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر شد جهت نشاءکاری، نشاءها را از خزانه سنتی بر می‌دارند. در اقلیم گرمسیری، سطح خزانه‌های سنتی با مواد خشک گیاهی پوشانده می‌شود تا رطوبت خاک

خزانه‌ها حفظ شود و بارندگی‌های سنگین منجر به برهم زدن بذرها یا گیاهچه‌ها نشود. جهت محافظت گیاهچه‌ها در برابر سرما و یخزدگی در مناطق سردسیر، سطح خزانه‌ها را با چندین نوع مواد منفذدار سنتزی یا با پارچه کتان درشت بافت تا یک هفته قبل از نشاءکاری می‌پوشانند. پوشش سطح خزانه‌ها را یک هفته قبل از نشاءکاری بر می‌دارند تا نشاءها قبل از نشاءکاری به محیط سخت‌تر مزرعه، عادت پیدا کنند. در برخی کشورها، برای عادت بهتر به شرایط واقعی مزرعه، آبیاری نشاءها را ۲ تا ۳ هفته قبل از نشاءکاری را به صورت دوره‌ای محدود می‌کنند. معمولا قبل از بذرپاشی، خاک خزانه سنتی با متیل‌برماید، دازومت یا متام‌سدیم ضدعفونی می‌شود تا بسیاری از علف‌های هرز و عوامل بیماری‌زا و حشرات از بین بروند (Miner، ۱۹۹۰ Worsham and). علف‌کش‌هایی نیز در برخی کشورها برای کنترل علف‌ها معرفی شده است (Smith، ۱۹۹۶b). ولی در مناطقی که نیروی کارگری ارزان قیمت فراهم است علف‌های هرز از خزانه‌های سنتی با دست حذف می‌شود. حشرات و بیماری‌ها معمولا با روش‌های مناسبی مدیریت می‌شوند (Melton,۱۹۹۶; Southern et al ، ۱۹۹۶). نشاء توتون در آمریکا و کانادا عمدتا در گلخانه‌ها تولید می‌شوند و در این کشورها، گلخانه به ترتیب با پلاستیک و شیشه پوشانده می‌شود. در سال ۱۹۹۷، حدود ۸۰ تا ۸۵ درصد نشاء توتون گرمخانه‌ای در کارولینای شمالی در خزانه‌های شناور گلخانه‌ای (با پوشش پلاستیکی) تولید شد. استفاده از این نوع خزانه شناور در کشورهایی مانند کانادا، ایتالیا و استرالیا در حال گسترش است. خزانه‌های شناور کوچک به نام خزانه‌های شناور هوای آزاد (Outdoor waterbeds) وجود دارند که با پوشش پلاستیکی و نسبتا ارزان پوشانده می‌شوند. این نوع خزانه‌ها برای تولید نشاء در واحدهای کوچک کشاورزی می‌توانند استفاده شوند. در آمریکا سیستم‌های آبیاری سطحی (Overhead- watered system) مانند قطره‌ای و بارانی نسبت به سیستم‌های آبیاری شناور کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند زیرا مدیریت ظرفیت و زمان در این سیستم‌ها در هنگام کوددهی و آبیاری، بویژه در مرحله جوانه‌زنی تا استقرار ریشه، مشکل‌تر می‌باشد. در گلخانه‌های کانادا، بذرها به طور منظم روی بسترکشت کود حیوانی (استریلیزه شده با بخار آب) بذرپاشی می‌شوند و بعد از این مرحله گیاهچه‌ها بیشتر مشابه خزانه سنتی مدیریت می‌شوند. در خزانه شناور، بسترکشت به داخل سینی‌های پلی‌استیرنی مشبک حاوی سلول‌های منفرد پر می‌شوند. سینی‌ها روی آب حاوی عناصر غذایی شناور می‌شوند و بسترکشت داخل هر سلول به طور مدام آب را از طریق صعود کاپیلاری جذب می‌کند. بذرها معمولا پوشش‌دار هستند تا اندازه آنها جهت بذرگذاری ماشینی به حد کافی بزرگ شود هر چند در برخی انواع بذرگذارها لازم نیست بذرها پوشش‌دار شوند. اغلب جهت کنترل بیماری‌ها، سینی‌ها قبل از شروع فصل تولید نشاء با محلول سدیم هیپوکلریت یا ترجیحا با متیل‌برماید ضدعفونی می‌شوند (Melton et al, ۱۹۹۶). از آنجا که آفت‌کش‌های معدودی جهت استفاده در خزانه شناور معرفی شده است، تهویه مناسب، ایجاد جریان افقی

هوا، تابش آفتاب (بین مدت زمان دو فصل تولید نشاء) و ضدعفونی مناسب اطراف گلخانه برای کنترل بیماری‌ها و حشرات برگ و ساقه لازم است.

هرس متوالی سربرگ‌های نشاء در مرحله‌ای که ارتفاع نشاء ۶ تا ۷ سانتی‌متر است و کاهش دمای شبانه تا ۱۵ درجه سلسیوس در ۲ تا ۳ هفته آخر فصل تولید نشاء از روش‌های اولیه جهت مقاوم‌سازی و سازگاری نشاء در خزانه شناور و سیستم‌های آبیاری سطحی گلخانه‌ای می‌باشد. علاوه بر هرس سربرگ‌های نشاء، درجه حرارت بالای گلخانه و به هم زدن محیط ریشه (از جمله چنگک زنی) با ایجاد پژمردگی متوسط در نشاءها همراه با سایر روش‌ها برای مقاوم کردن نشاء در گلخانه‌های شیشه‌ای کانادا به کار می‌رود (Veinot and Van Hooren, ۱۹۹۷). حتی هرس سربرگ‌ها در خزانه‌های سنتی به طور گسترده در برخی از کشورها به کار می‌رود. از سایر مزایای هرس سربرگ‌ها، ایجاد یکنواختی و افزایش قابلیت استفاده نشاء است و در صورت نیاز (آماده نبودن شرایط نشاءکاری)، با این کار می‌توان رشد نشاء را در خزانه کاهش داد. این موضوع در فصل 4B (تولید نشاء) بیشتر توضیح داده شده است. در سال ۱۹۹۶، Reed در رابطه با هرس سربرگ‌ها و تولید موفق نشاء در خزانه شناور گلخانه‌ای نشریات زیادی منتشر کرده است.

نشاءهای توتون به تناسب دسترسی، هزینه کارگری و تجهیزات به صورت دستی یا ماشینی در زمین‌های آماده نشاءکاری می‌شوند. این زمین‌ها قبل از نشاءکاری، با یک یا چندین آفت‌کش و سم تیمار می‌شوند تا آفات و علف‌های هرز کنترل شوند. معمولا مدیریت آفات به صورت سم‌پاشی طی مدت فصل زراعی تا مرحله برداشت نیاز است (آفت‌کش‌های مخصوص و نحوه استفاده از آن جهت آفات هدف در فصل‌های بعد مورد بحث قرار گرفته است). با این حال، قبل یا موقع نشاءکاری توصیه می‌شود کارگران از تماس با سم یا استفاده از آفت‌کش‌های ممنوعه پرهیز کنند. در ایالات متحده، اخیرا سازمان حفاظت از زیست‌بوم (EPA) استاندارد حفاظت از کارگر (WPS) را وضع کرده که لازم است زارعین با استفاده از آن، کارگران خود را در برابر بیماری‌ها یا صدمات ناشی از آفت‌کش‌ها محافظت کنند.این نکات حفاظتی عبارت است از:

۱- فراهم نمودن امکان آموزش برای مقابله با زیان آفت‌کش‌ها، بخصوص برای سمومی‌که در سطح زارع مورد استفاده قرار می‌گیرند.
۲- تامین تجهیزات و لباس حفاظتی شخصی و ایجاد مسئولیت در استفاده مناسب و تمیز نگه‌داشتن آنها.
۳- اطمینان از این که کارگران در مدت زمان معین بعد از مصرف آفت‌کش، وارد مزرعه نشوند.
۴- تامین مکان‌های غیرآلوده به آفت‌کش و کمک اضطراری در صورت آلوده شدن کارگران.

نیازهای استاندارد حفاظت کارگر توسط Moore و Southern (۱۹۹۶) برای بیشتر آفت‌کش‌های مورد استفاده در مزارع توتون گرمخانه‌ای در ایالات متحده تا سال ۱۹۹۶، منتشر شده است. جهت کاهش مصرف آفت‌کش در بیشتر کشورها، از واریته‌های متحمل به آفات و تناوب زراعی دو ساله توتون با محصولات غیرمیزبان استفاده می‌کنند. در زیمبابوه، تاریخ بذرپاشی خزانه‌ها، نشاءکاری در مزرعه و امحاء خزانه سنتی و بقایای ساقه و ریشه در مزرعه طبق قاعده عمل می‌شود تا از شیوع و انتشار ویروس‌های منتقله توسط آفات جلوگیری شود (انجمن تحقیقات توتون، ۱۹۸۸). اغلب در مناطقی که تجهیزات مناسبی در دسترس است چندین روز یا هفته قبل از نشاءکاری، پشته‌های ردیفی بلندی ایجاد می‌کنند. نفوذ آب به داخل این پشته‌ها در مقایسه با خاک مسطح جوی کاهش می‌یابد و دمای خاک پشته در موقع نشاءکاری بالاتر است. هرگاه لازم باشد خاک سطحی به صورت ردیفی ضدعفونی شود در صورت تزریق ضدعفونی‌کننده به داخل خاک در موقع پشته‌سازی، حجم زیادی از خاک با ضدعفونی‌کننده تیمار می‌شود. در پشته‌ها، رشد سریع ریشه بلافاصله بعد از نشاءکاری امکان‌پذیر می‌شود ولی رشد ریشه با رطوبت بیش از حد خاک و دمای پایین منطقه ریشه کاهش می‌یابد. بنابراین، نشاءکاری نشاء روی پشته، رشد زودهنگام گیاه را در شرایط سرد و مرطوب مهیا می‌سازد. در نشاءکاری مکانیزه، بسیاری از پشته‌های ردیفی با خاک پوشانده می‌شوند و نشاء توتون در پشته‌های کم‌ارتفاع و پهن نشاءکاری می‌شود. به تناسب هدف عملکرد و نوع توتون، نشاء توتون در فاصله بین ردیفی ۹۰ تا ۱۲۲ سانتی‌متر و فاصله بین‌بوته‌ای ۴۵ تا ۶۰ سانتی‌متر نشاءکاری می‌شود. بلافاصله بعد از نشاءکاری، نشاءها وارد دوره‌ای به نام دوره شوک نشاء می‌شوند که به تناسب میزان رطوبت خاک و عوامل موثر در تبخیر و تعرق، این دوره ۵ تا ۸ روز طول می‌کشد. بعد از نشاءکاری، نشاءهای باکیفیت و به خوبی هرس شده خزانه‌های شناور و سیستم‌های آبیاری سطحی به مدت کمی‌پژمرده می‌شوند و رشد خود را در مقایسه با نشاءهای خزانه سنتی زودتر شروع می‌کنند.

معمولا موقع نشاءکاری، آب به صورت دستی یا ماشینی در اطراف ریشه گیاه مصرف می‌شود که تماس خاک با ریشه و درنتیجه زیست‌پذیری نشاء را بهبود می‌بخشد. مقدار آب مصرفی به ازای هر نشاء به تناسب نوع خاک، رطوبت اولیه خاک و شرایط اقلیمی‌حداقل ۱۰۰ میلی‌لیتر تا حداکثر ۱ تا ۲ لیتر است. معمولا در ایالات متحده، کود مایع با غلظت فسفر بالا به آب نشاء اضافه می‌شود با این کار رشد زودهنگام گیاه تحریک می‌شود و ممکن است گیاهان حتی در خاک‌هایی با فسفر بالا، چندین روز زودتر از معمول گلدهی کنند ولی بر عملکرد و کیفیت برگ تاثیر ندارد (Smith،۱۹۹۵; Smith, ;۱۹۹۶a). موقع نشاءکاری، هر گاه کود مایع در مزرعه به مقداری مصرف شود که ۴ تا ۸ کیلوگرم P_2O_5 در هر هکتار فسفر تامین کند رشد زودهنگام نشاءهای گلخانه یا خزانه سنتی صورت می‌گیرد. با این حال در آزمایشات مزرعه‌ای، غلظت

بالای کود در آب نشاء سبب توقف بیشتر رشد نشاءهای بستر سنتی در مقایسه با نشاءهای خزانه شناور گلخانه‌ای می‌شود (Fisher، ۱۹۹۷ و G.A.Pate پایان‌نامه کارشناسی، دانشگاه‌ایالتی کارولینای شمالی). بنابراین، مواد معدنی اطراف ریشه نشاء خزانه شناور سبب حفظ نشاء در برابر صدمات ناشی از شوری می‌شود. طبق گزارش‌ها، در برخی شرایط بخصوص زمانی که شرایط آب و هوایی در چند هفته اول بعد از نشاءکاری خشک (Fisher، ۱۹۹۷) یا سرد (G.A.Pate پایان‌نامه کارشناسی، دانشگاه‌ایالتی کارولینای شمالی) باشد رشد ریشه و بخش هوایی نشاء خزانه شناور معمولا کندتر از رشد نشاء خزانه سنتی است.

عملیات کشت و مدیریت علف هرز

در سال ۱۹۷۵، Hawks سه هدف را برای عملیات خاکورزی توتون عنوان می‌کند که عبارت است از:

۱-کاهش رشد علف هرز

۲-بهبود تهویه و نفوذ آب در خاک

۳-ایجاد یک پشته بزرگ ردیفی (که کشت پشته‌ای ridg cultivation نامیده می‌شود) که مقدار اضافی آب را تا وسط پشته پس بزند، بنابراین از خطر خفگی ریشه و شستشوی عناصر غذایی خاک کاسته می‌شود.

در مقایسه با کشت مسطح، Collins و همکاران (۱۹۶۸) در کشت پشته‌ای به افزایش عملکردی دست یافته‌اند که‌این افزایش بخصوص در خاک‌های مرطوب بیشتر از خاک‌های طبیعی و خشک کارولینای شمالی بود. در سال ۱۹۹۳، Collins و Hawks پیشنهاد دادند که مقدار رطوبت کم موجود در خاک پشته تحت شرایط خیسی خاک، ممکن است سبب افزایش دمای خاک ناحیه ریشه شده و رشد ریشه بهبود یابد. علاوه براین، معمولا عقیده بر این است که در کشت پشته‌ای، رشد ریشه‌های نابجا روی ساقه با پوشاندن آن با خاک شروع می‌شود. در مجموع، خاک و توده ریشه بیشتر، ورس بوته را کاهش داده و جذب آب و عناصر غذایی را افزایش می‌دهد. خاکورزی یک روش اصلی در کنترل علف‌های هرز در مزرعه توتون گرمخانه‌ای است. در زیمبابوه، که نیروی کارگری قابل دسترس و نسبتا ارزان‌تر است، معمولا خاکورزی و حتی ایجاد پشته بعد از استقرار گیاه با دست انجام می‌گیرد. در کشورهایی که در آن واحدهای تولیدی بزرگ و اداوات کشت در دسترس هستندکشت پشته‌ای به صورت مکانیزه انجام می‌گیرد. چند روز پس از این که نشاءها از شوک نشایی خارج شدند، اولین خاکورزی (در مجموع ۲ تا ۴ مرحله خاکورزی)، انجام می‌گیرد و بخشی از کود مورد نیاز مزرعه مصرف می‌گردد. با هر خاکورزی، خاک از سمت جوی به سمت پشته و گیاه منتقل می‌شود و پشته محو شده حین نشاءکاری، دوباره با حرکت خاک اضافه به سمت ساقه گیاه تشکیل می‌گردد. معمولا خاک‌ورزی در یک ماه اول بعد از

نشاءکاری تکمیل می‌شود و ارتفاع پشته به ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر افزایش می‌یابد. تشکیل دوباره پشته (بعد از نشاءکاری) در آخرین خاک‌ورزی اتفاق می‌افتد که در ارتفاع بوته ۳۰ تا ۳۵ سانتی‌متر است. تعداد و ترتیب خاکورزی مورد نیاز در یک خاک معین به تناسب جمعیت علف‌های هرز، نوع خاک، فراوانی و شدت بارندگی از سالی به سال دیگر متفاوت است. در خاک‌هایی که بعد از خشک شدن مستعد سله بستن هستند ممکن است به تعداد زیادی عملیات خاکورزی نیاز باشد تا تهویه خاک بهبود یابد. میزان شیوع رشد علف‌های هرز و استفاده از علف‌کش نیز زمان خاکورزی را تعیین می‌کند. شیوع علف‌های هرز اغلب با بارندگی‌های مداوم بعد از نشاءکاری افزایش می‌یابد. توتون گیاهی با ریشه سطحی است و بیشتر ریشه‌ها حتی در مرحله رسیدگی بوته در عمق ۳۰ تا ۴۰ سانتی‌متری خاک قرار دارند. در بیشتر موارد ، خاکورزی عمیق و خاکورزی اواخر فصل ممکن است به ریشه‌های گیاه آسیب برساند و جذب آب و عناصر غذایی را کاهش دهد و خطر آلودگی بیماری‌های خاکزی از جمله بیماری پژمردگی باکتریایی (*Pseudomonas solanacearum*) و ساق سیاه توتون (*Phytopthora parasitica*) را افزایش دهد (Smith، ۱۹۹۶b). در سال ۱۹۹۳، Collins و Hawks اشاره دارند که زمانی که گیاهان بزرگ‌تر می‌شوند و سیستم ریشه آنها بسیار پیچیده می‌شود هر نوع بهم‌خوردگی خاک در فاصله ۸ تا ۱۰ سانتی‌متری گیاهان باید بسیار سطحی انجام گیرد. در خاکورزی اواخر فصل، اگر ارتفاع پشته افزایش یابد بیشتر خاک‌ها باید از وسط جوی به طرف بوته‌ها حرکت کند. همچنین در خاکورزی مکانیزه بعد از آلودگی بوته‌ها به ویروس موزائیک توتون، بوته‌ها آن قدر بزرگ هستند که به تراکتور برخورد می‌کنند و این کار منجر به انتشار ویروس‌ها در سطح مزرعه می‌شود.

رقابت علف‌های هرز با توتون در کسب منابع رشد ممکن است عملکرد برگ خشک و کیفیت برگ توتون را به طور مستقیم، و یا کیفیت برگ را با ایجاد مواد غیرطبیعی در برگ خشک توتون، بصورت غیرمستقیم کاهش دهند. بنابراین، علف‌کش‌ها معمولا برای تکمیل کنترل علف هرز همراه با خاکورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند. مصرف علف‌کش‌ها انعطاف‌پذیری بیشتری را در برنامه‌ریزی خاکورزی ایجاد کرده است و ممکن است تعداد خاکورزی مورد نیاز را کاهش دهد ولی بعید به نظر می‌رسد جایگزین خاکورزی در خاک‌های تحت کشت توتون گرمخانه‌ای شود. Collins و Hawks در تحقیقی در کارولینای شمالی در سال ۱۹۷۰ نشان دادند زمانی که علف‌کش مصرف شد و تعداد خاکورزی از حدمعمول ۳ تا ۵ بار به ۲ بار کاهش یافت، عملکرد کاهش نیافت اما با کاهش تعداد خاکورزی به یک بار، عملکرد نیز به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت. استفاده از علف‌کش و عدم استفاده از خاکورزی منجر به کمترین عملکرد برگ توتون و کمترین درآمد در هر هکتار گردید. در مطالعه دیگر، Collins و همکاران (۱۹۷۲) عامل خاکورزی (بدون خاکورزی و ۲ بار خاکورزی) و سه تیمار علف‌کش را اعمال کردند. در مقایسه با تیمار بدون مصرف علف‌کش (شاهد با دو بار خاکورزی)، خاکورزی با تیمارهای علف‌کش

منجر به افزایش ۵ درصدی عملکرد شد. در حالی که عملکرد برگ توتون در صورت عدم خاکورزی با همان تیمارهای علف‌کش، ۱۰ درصد کاهش یافت. تیمارهای علف‌کش و خاکورزی میانگین قیمت برگ‌های خشک توتون را تحت تاثیر قرار نداد. مدیریت موفق علف‌های هرز شامل استفاده از سایر عملیات کشت علاوه بر خاکورزی و استفاده از علف‌کش است (Smith، ۱۹۹۶b).

جدول ۴- درجه نسبی کنترل علف‌هرز باریک برگ با علف‌کش مورد معرفی توتون گرمخانه‌ای در آمریکا

علف هرز	پندی متالین Pendimethalin	سولفن ترازون Sulfentrazone	پبولات Pebulate	ناپروپامید Napropamide	کلومازون Clomazone
سوروف (*Echinnochloa crus-galli*)	G-E	F	G-E	G-E	E
مرغ (*Cynodon dactylon*)	P	P	P	P	P-F
مارچوبه پهن برگ (*Brachiaria platyphylla*)	G	F-G	P	G	E
پنجه مرغی بزرگ (*Digitaria sanguinalis*)	E	F-G	E	E	E
علف ثعلب (*Dactyloctenium aegyptium*)	E	F	E	E	E
Fall panicum (*Panicum dichotomiflorum*)	G	F-G	G	G	E
دم روباهی زرد (*Setaria glauca*)	E	F-G	E	E	E
علف غاز (*Eleusine indica*)	E	F-G	G	E	E
قیاق (*Sorghum halepense*)	G	F	G	F	G
خارخسک مزرعه (*Cenchrus incertus*)	G	P-F	G	-	-
Texas panicum (*Panicum texanum*)	G	F	P	-	G
اویارسلام (*Cyperus esculentus*) و (*Cyperus rotundus*)	P	E	G	P	P

رتبه بندی‌ها بر اساس شرایط کافی خاک و آب و هوایی و همچنین بر اساس مقادیر، روش و زمان مصرف مناسب علف‌کش انجام شده است. E= عالی (بیش از ۹۰ درصد)، G= خوب (۸۰ تا ۹۰ درصد)، F = متوسط (۶۰ تا ۸۰ درصد)،P= ضعیف (کمتر از ۶۰ درصد)

از بین بردن ساقه و ریشه علف‌های هرز به طور زودهنگام از رسیدن بذر علف‌های هرز جلوگیری کرده و جمعیت علف هرز را در فصل بعدی کشت کاهش می‌یابد. علف‌کش‌هایی که برای توتون معرفی شده است معمولا تمامی‌علف‌های هرز موجود در مزرعه توتون را کنترل نمی‌کنند. علاوه بر این، مصرف هر ساله علف‌کش‌های معین در یک زمین معین ممکن است جمعیت علف‌های هرز مقاوم را افزایش دهد. بنابراین، تناوب کشت توتون با سایر محصولات، ضمن کمک به مدیریت بیماری‌ها، اجازه می‌دهد فرصت برای استفاده از علف‌کش‌های متعدد فراهم شود که‌این ممکن است در حل مشکل علف‌های هرز بسیار موثر باشد. این موضوع بخصوص برای علف‌های هرز پهن برگ صادق است زیرا (از جمله Xanthium strumarium، Ambrosia artemisiifolia و Cassia obtusifolia) با بیشتر علف‌کش‌ها، طور کامل کنترل نمی‌شوند.

گیاه توتون رشد سریع دارد پس با ایجاد سایه روی پشته‌ها و جوی‌ها به کنترل علف‌های هرز کمک می‌کند. بنابرین، عملیاتی که منجر به تشویق سیستم ریشه‌ای سالم شود (از جمله استفاده از نشاء سالم، تناوب کشت، کنترل بیماری‌ها، نشاءکاری روی پشته‌ها، مقدار و روش صحیح استفاده از آفت‌کش‌ها و کودها و حفظ pH خاک در حد مناسب) جزئی از یک برنامه مدیریت صحیح و تلفیقی علف‌های هرز است (Hawks and Collins، ۱۹۹۳).

علف‌کش‌ها به طور قلیل در برخی کشورهای اصلی تولیدکننده توتون گرمخانه‌ای از جمله چین، هند و کانادا مورد مصرف قرار می‌گیرند. با این حال در آمریکا، ۸۰ درصد از سطح اراضی با یک یا چند علف‌کش تیمار می‌شود. درجه نسبی کنترل علف هرز برای علف‌کش‌های مورد معرفی مزارع توتون گرمخانه‌ای در آمریکا در جدول ۴ (باریک برگ‌ها) و جدول ۵ (پهن برگ‌ها) بیان شده است.

دیفن آمید (Diphenamid) و ایزوپروپالین (Isopropalin) مدت زیادی نیست که در آمریکا به ثبت رسیده اند ولی مصرف آنها در صورتی که در دسترس باشند، مجاز است. علف‌کش‌های grassPostemergence مانند ستوکسیدیم (Sethoxydim) و فلوازیفوپ – بوتیل (Fluazifop-butyl) کنترل خوب تا عالی را روی گونه‌های معین grass دارند (Hagwood، ۱۹۸۴ شدی Komm) ولی هنوز معرفی نشده‌اند (برچسب نشده‌اند). برخی علف‌ها از لحاظ حساسیت به علف‌کش‌ها با همدیگر متفاوت هستد بنابراین، ثبت دقیق مزرعه‌ای گونه‌ها و جمعیت علف هرز برای انتخاب و مقدار مناسب مصرف علف‌کش ضروری است (Smith، ۱۹۹۶b). پندی‌متالین (Pendimethalin)، پبولات (Pebulate) و ناپروپامید (Napropamide) علف‌های هرز را با محدود ساختن تقسیمات سلولی موقع جوانه‌زنی بذر کنترل می‌کند. دو علف‌کش کلومازون(clomazone) و سولفن‌ترازون(Sulfentrazone) توسط ریشه و بخش هوایی گیاه جذب شده و به ترتیب فتوسنتز و متابولیسم گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهند و احتمالا ظهور

علف‌های هرز حساس را تحت تاثیر قرار داده و آنها را قبل از رشد کنترل کند. جزئیات زیاد درباره فعالیت و مصرف این علف‌کش‌ها در فصل 5B (توتون هواخشک) ارائه شده است.

جدول ۵-درجه نسبی کنترل علف هرز پهن برگ با علف‌کش مورد معرفی توتون گرمخانه‌ای در آمریکا

علف هرز	پندی متالین Pendimethalin	سولفن ترازون Sulfentrazone	پبولات Pebulate	ناپروپامید Napropamide	کلومازون Clomazone
توق معمولی (*Xanthium strumarium*)	P	F-G	P	P	F
خرفه معمولی (*Portulaca oleracea*)	E	G-E	G	E	F-G
Hairy galinsoga (*Galinsoga ciliata*)	P	F-G	P	P-F	P-F
Jimsomweed (*Datura stramonium*)	P	F-G	P	P	G
سلمه تره (*Chenopodium albumm*)	G	E	G	G	G
Morning glories (*Ipomoea sp.*)	P	E	P	P	P
تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus*)	G-E	E	G	G	P
Prickly sida (*Sida spinosa*)	P	G-E	P	P	E
علف قالی (*Ambrosia artemisiifolia*)	P	P	P	F	G
ارابیس (*Cassia obtusifolia*)	P	P	P	P	P
علف زیرک پنسیوالینا (*Polygonum pensylvanicum*)	P-F	E	P	P	G

رتبه بندی‌ها بر اساس شرایط کافی خاک و آب و هوایی و همچنین بر اساس مقادیر، روش و زمان مصرف مناسب علف‌کش انجام شده است. E= عالی (بیش از ۹۰ درصد)، G= خوب (۸۰ تا ۹۰ درصد)، F = متوسط (۶۰ تا ۸۰ درصد)،P= ضعیف (کمتر از ۶۰ درصد)

سولفن‌ترازون برچسب فدرال آمریکا را برای استفاده در مزارع توتون در اوایل سال ۱۹۹۷ دریافت کرده است. این علف‌کش یکی از اعضای گروه آریل تریازولینون (Aryl triazolinone) بوده و به عنوان یک متوقف کننده پروتوپورفینوژن اکسیداز (Proto- porphyinogen oxidase) طبقه بندی می‌شود و توسط یک مکانیسم مشابه استرهای دی‌فنیل ساختار غشاء را مختل می‌کند. تحرک این علف‌کش در خاک در مقایسه با آلاکلر (Alachlor) بیشتر و در مقایسه با متریبوزین کمتر است (FMC Corporation، ۱۹۹۳). سولفن‌ترازون در مقایسه با پبولات کنترل خوبی روی گونه‌های Cyperus (اویارسلام) دارد (جدول ۴) و تنها علف‌کشی است که برای مزارع توتون در آمریکا برای کنترل گونه‌های Ipomoea (morning glory) معرفی شده است (جدول ۵). با این حال، تاثیر نسبتا ضعیفی روی برخی گونه‌های grass دارد (جدول ۴) و لازم است با سایر علف‌کش‌ها از جمله کلومازون در تانک سمپاش مخلوط شود تا دامنه کسترده‌ای از grass را کنترل کند. اغلب بذر علف‌های هرز در عمق ۲ تا ۳ سانتی‌متری خاک جوانه می‌زنند. برخی از علف‌کش‌های مذکور با خاک قابل اختلاط (PPI) بوده و برخی در سطح خاک (PRE-T) قبل از نشاءکاری مورد استفاده قرار می‌گیرند و برخی در هفته اول بعد از نشاءکاری روی محصول (OT) و برخی بلافاصله بعد از خاکورزی Lay-by (LB) مصرف می‌شوند. هر یک از روش‌ها و زمان‌های مصرف علف‌کش به تناسب شرایط آب و هوایی، جمعیت علف هرز و نوع علف‌کش، دارای مزایا و معایبی است. در آمریکا، کلیه علف‌کش‌ها به غیر از سولفن‌ترازون، برای اختلاط با خاک (PPI) معرفی شده‌اند که مزایای این روش عبارت است از:

۱-پایداری کنترل علف هرز در مقایسه با روش مصرف سطح خاک بیشتر است، چون مخلوط شدن علف‌کش با خاک و تاثیر آن در این روش، کمتر به بارندگی و آبیاری وابسته است.

۲-مخلوط نمودن علف‌کش با سایر آفت‌کش‌های مورد مصرف خاک در تانک سمپاش، از تردد بیش از حد ماشین آلات به زمین جلوگیری می‌کند (Walls et al, ۱۹۷۴؛ Johnson et al, ۱۹۹۲).

۳-زمانی که خاکورزی اولیه به دلیل بارندگی به تاخیر بیافتد علف‌های هرز با مصرف خاکی علف‌کش بهتر کنترل می‌شود.

اولین عیب مصرف خاکی علف‌کش، توقف رشد توتون به دنبال توقف رشد علف‌های هرز است. زمانی که علف‌کش به مقدار بیش از حد مصرف شود و یا به طور غیرمناسب با خاک مخلوط شود و یا با علف‌کش دیگر در داخل تانک سمپاش به طور نامناسب مخلوط شود توقف رشد توتون مشابه توقف رشد آن در مواقع سرد، شرایط خیسی خاک بخصوص در خاک‌های درشت بافت با ماده آلی کمتر، اتفاق می‌افتد. مقادیر کمتر مصرف علف‌کش بصورت PPI اغلب کنترل قابل قبولی را روی علف‌های هرز دارند و با مصرف مقادیر کم و چندین ساله علف‌کش‌ها، توقف رشد کمتری صورت خواهد گرفت. هر چند تا به حال توقف رشدی در مزرعه با مصرف مناسب

کلومازون مشاهده نشده است ولی گاهی برخی برگ‌ها سفید می‌شوند ولی رسیدگی و عملکرد محصول تحت تاثیر قرار نمی‌گیرد (Smith, ۱۹۹۶b). ناپروپامید (and LaMondia,۱۹۹۶ Ahrens)، برخی دی‌نیتروآنالین‌ها (Dinitroanalines) (Shelby, ۱۹۹۶; ۱۹۹۶، LaMondia Ahrens and) و کلومازون (Smith، ۱۹۹۶b) که با خاک مخلوط (PPI) می‌شوند ممکن است در سال بعد از کشت توتون، منجر به توقف رشد برخی از غلات شود. زمانی که پندی‌متالین و فلومترالین (flumetralin) به ترتیب برای کنترل جوانه‌های جانبی و کنترل علف هرز و در مزرعه توتون بارلی مورد استفاده قرار گرفت توقف رشد توتون بلافاصله بعد از نشاءکاری مشاهده شد که دلیل آن عمدتا مربوط به تاخیر انداختن مصرف فلومترالین بود. همچنین، اثرات باقی مانده علف‌کش در خاک روی گندم پاییزه بعد از برداشت توتون بارلی افزایش یافت (۱۹۹۰ Shelby et al,). همچنین، به دلیل وجود پتانسیل بالقوه در ایجاد اثرات باقی مانده در خاک با مصرف تاخیری علف‌کش سولفن‌ترازون، ۱۸ ماه برای پنبه (*Gossypium hirsutum*) و ۱۲ ماه برای چندین محصول دیگر محدودیت کشت قائل می‌شوند. (انستیتو FMC برچسب PPI را برای علف‌کش سولفن‌ترازون در سال ۱۹۹۸ به کار برد چون در این روش دوام کنترل علف هرز در مقایسه با روش PRE-T که اخیرا برچسب خورده، بیشتر بود با این حال، گاهی توقف رشد و نکروزگی قابل ملاحظه‌ای در توتون با مصرف علف‌کش سولفن‌ترازون با روش‌های مصرف مذکور بخصوص با روش PPI و OT مشاهده شد).

معمولا مصرف علف‌کش‌ها در سطح خاک (روش‌های PRE-T و OT) کنترل قابل قبول علف هرز را مانند روش PPI، فراهم نمی‌کند بنابراین، روش مصرف سطح خاک علف‌کش را برای مزارعی با سابقه جمعیت کم تا متوسط grass به کار می‌برند. با این حال، این روش مصرف علف‌کش، اغلب برای مزارعی با جمعیت علف هرز زیاد که در آن علف‌کش‌ها برای چندین سال به صورت PPI در مزرعه توتون یا سایر محصولات مصرف شده است، کافی است. فرمولاسیون کلومازون کمتر فرار به صورت کپسول میکرو (ME) را می‌توان قبل از نشاءکاری در سطح خاک مورد استفاده قرار داد. به‌این روش مصرف برای سولفن‌ترازون در آمریکا در سال ۱۹۹۷ نیاز شد. اگر مزرعه به صورت جوی و پشته باشد در مصرف علف‌کش در سطح خاک، لازم است علف‌کش تا ارتفاع نشاءکاری روی پشته و کمی‌قبل یا موقع نشاءکاری مصرف شود (طبق مجوز استانداردهای حفاظت از کارگران Worker Protection Standards). ناپروپامید و کلومازون را می‌توان روی محصول در طول هفته اول بعد از نشاءکاری مورد استفاده قرار داد. به تناسب رطوبت خاک هر دو روش مصرف جهت فعال سازی و حرکت علف‌کش به داخل خاک به کار می‌روند و به خوبی با وضعیت آبیاری سطحی فیت می‌شود. اگر بارندگی در مدت ۳ تا ۵ روز اتفاق نیافتاد یک خاکورزی سبک معمولا کنترل علف‌های هرز را بهبود می‌بخشد. مزایای اصلی روش‌های مصرف سطحی PRE-T و OT این است که احتمال توقف رشد بوته محصول و

محصول سال بعد کاهش می‌یابد. مقدار کل مصرف علف‌کش را می‌توان به جای پخش سطحی علف‌کش در سطح مزرعه، با استفاده از نوارهایی باریک در داخل جوی کاهش داد. کنترل علف‌های هرز داخل جوی با استفاده از خاکورزی سخت است. با این حال چون سولفن‌ترازون نسبتا متحرک است می‌تواند به راحتی با بارندگی جزئی در خاک‌های درشت بافت و با مواد آلی کم به منطقه توسعه ریشه در عمق خاک نفوذ کند و منجر به توقف رشد و نکروزه شدن توتون شود. علاوه براین، جوی پشته نمودن دوباره مزرعه‌ای که سطح آن قبلا با علف‌کش‌ها از جمله سولفن‌ترازون و ناپروپامید مورد تیمار واقع شده است ممکن است منجر به تجمع علف‌کش در منطقه ریشه شده و منجر به آسیب دیدگی قابل ملاحظه توتون شود (and Smith, ۱۹۹۸ Fisher). زمانی که علف‌کشی با ماندگاری کم مانند پبولات مورد استفاده قرار می‌گیرد مصرف Lay-by در محدود کردن دوره کنترل grass در مزارعی با فشار بالای جمعیت علف هرز بخصوص در فصل مرطوب، مفید است. مصرف Lay-by پندی‌متالین یا ناپروپامید به دنبال مصرف داخل خاک (PPI) پبولات منجر به توقف رشد کمتری در مقایسه با روش PPI پبولات همراه با مخلوط یکی از این علف‌کش‌ها در تانک سمپاش خواهد شد. با این حال مصرف پندی‌متالین در جوانه‌های توتون منجر به آسیب خواهد شد و باید جلوگیری شود. عملکرد توتون کاهش نمی‌یابد مگر این که جمعیت علف هرز زیاد باشد. بنابراین مصرف علف‌کش بصورت Lay-by باید بر پایه سال به سال مورد توجه قرار گیرد یا زمانی مصرف شود که استفاده از برداشت کننده‌های مکانیکی مستلزم کنترل عالی علف‌های هرز باشد تا مواد خارجی در برگ‌های عمل‌آوری شده توتون به حداقل برسد.

علف‌کش‌های بالقوه و سایر آفت‌کش‌ها اثرات باقی مانده پرتنشی را تجربه کردند و ارزیابی پانلی دود قبل از معرفی علف‌کش برای استفاده در مزارع توتون آمریکا صورت می‌گیرد. بنابراین، نباید انتظار داشت استفاده از علف‌کش‌های مورد معرفی اثر سوئی روی خصوصیات دود برگ‌های عمل‌آوری شده داشته باشد.

خاک‌های مزارع، کوددهی و رطوبت خاک

الف)- خصوصیات خاک و اختلال در عناصر غذایی

توتون گرمخانه‌ای در خاک‌های شنی زمین‌های غیرحاصلخیز با زهکشی داخلی خوب و مقدار ماده آلی کم (ذخیره نیتروژن پایین) کشت می‌شود تا برگ‌های عمل‌آوری شده آن مشخصات رنگ روشن و قند بالا را داشته باشد. اغلب توتون‌های هواخشک به غیر از توتون مریلند و شرقی، معمولا در خاک‌هایی با بافت سنگین که حاصلخیز هستند کشت می‌شوند، ضمن این که مقدار نیتروژن بیشتری در این مزارع توتون هواخشک مصرف می‌شود. برخی مشخصات خاک‌های سطحی کارولینای شمالی مورد کشت توتون گرمخانه‌ای و بارلی در جدول ۶ نشان داده شده است.

جدول ۶- برخی از خصوصیات خاک‌های مورد کشت توتون گرمخانه‌ای و بارلی در کارولینای شمالی

خصوصیات خاک	دامنه خصوصیت	درصد از کل نمونه‌ها[1]	
		توتون گرمخانه‌ای (دشت ساحلی)	توتون بارلی (کوه‌ها)
وزن مخصوص	۰/۰-۷۵/۹۴	۱	۲۶
(g/cm^3)	۰/۱-۹۵/۲۹	۶۹	۷۳
	بیش از ۱/۲۹	۳۰	۱
مواد هیومیک	۰/۰-۲۵/۵۰	۴۲	۳۴
(درصد)	۰/۰-۵۰/۷۵	۲۳	۱۹
	بیش از ۰/۷۵	۳۰	۴۰
اسیدیته بافری	کمتر از ۱	۶۲	۲۵
($meq/100cm^3$)	۱-۱/۹	۳۲	۴۲
	۲-۲/۹	۴	۲۸
pH	۵-۵/۴	۲۰	۲۳
	۵/۵-۵/۹	۴۷	۳۱
	۶-۶/۴	۲۷	۲۴
فسفر	۶۰-۳۱	۶	۱۶
(mg/Kg)	۱۲۰-۶۱	۲۱	۳۰
	بیش از ۱۲۰	۷۱	۳۴
ظرفیت تبادل کاتیونی	کمتر از ۲/۹	۴۳	۱
(CEC)[2]	۵-۳/۹	۵۴	۳۲
($meq/100cm^3$)	۹-۶/۹	۳	۵۷
پتاسیم	۰/۰-۱۳/۲۵	۳۷	۲۱
($meq/100cm^3$)	۰/۰-۲۶/۵۰	۴۹	۴۸
	بیش از ۰/۵۰	۶	۲۷
منیزیم	کمتر از ۴/۹	۱	۱
(درصد از CEC)	۹-۵/۹	۲۱	۸
	۱۴-۱۰/۹	۴۰	۱۷
	۱۹-۱۵/۹	۲۸	۲۴
کلسیم	کمتر از ۳۴/۹	۱۱	۱۱
(درصد از CEC)	۴۴-۳۵/۹	۲۵	۱۸
	۵۴-۴۵/۹	۳۷	۳۵
	۶۴-۵۵/۹	۲۱	۳۱

معمولا میزان شن و وزن مخصوص خاک‌های مورد کشت توتون گرمخانه‌ای بیشتر بوده و ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) و مواد هیومیک این خاک‌ها کمتر است. مواد هومیک نمایانگر بخشی از مواد آلی خاک است که به اسید هومیک و فولویک تبدیل شده است و ضرورتا نشانگر مقدار کل مواد آلی خاک نیست. در کارولینای شمالی، خاک‌های مورد کشت توتون گرمخانه‌ای دارای بیش از ۰/۸ درصد مواد هیومیک بوده و برگ‌های توتون به طور آرامی می‌رسند و عمل‌آوری آنها سخت است چون حتی در صورت مصرف مقادیر کم نیتروژن، نیتروژن همچنان در طول دوره برداشت توتون جذب می‌شود. عملکرد، کیفیت و خصوصیات شیمیایی توتون گرمخانه‌ای به طور مستقیم با توسعه و سلامت سیستم ریشه‌ای گیاه ارتباط دارد. سیستم ریشه‌ای نیز به نوبه خود به دوره‌های طولانی مدت رطوبت بیش از حد در خاک حساس است. مقادیر بالای مواد هیومیک در خاک می‌تواند نشانگر زهکشی ضعیف داخل خاک باشد. در این حالت عملکرد در فصول خشک خوب و در فصول مرطوب بسیار ضعیف می‌باشد. زمانی که اسیدیته خاک با استفاده از سنگ آهک دولومیتی در حدود ۵/۸ تا ۶ حفظ شود، اسیدیته خاک و کلسیم قابل دسترس تقریبا همیشه برای کسب عملکرد و کیفیت مناسب کافی خواهد بود(a McCants and Peedin, ۱۹۹۷). با این حال، اسیدیته کمتر از ۵ ممکن است منجر به سمیت آلومینیوم و منگنز در ریشه شود و pH بیش از ۶/۲ با تاثیر بر قابلیت دسترسی عناصر غذایی می‌تواند منجر به کمبود برخی عناصر کم‌مصرف شود (Foy and Kamparth, ۱۹۸۵). در خاک‌های شنی کارولینای شمالی، گاهی کمبود منیزیم در فصول بسیار مرطوب پس از دو تا سه سال بعد از مصرف آهک دولومیتی، اتفاق می‌افتد (Peedin,۱۹۹۶). ولی این مشکل، اگر منیزیم قابل استفاده در خاک بیش از ۰/۵ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ سانتی‌مترمکعب باشد و حداقل ۱۰ درصد ظرفیت تبادلی خاک را اشغال کند در فصولی که بارندگی بسیار طبیعی است پیش نمی‌آید (M.R. Tucker اظهارات شخصی، سازمان کشاورزی کارولینای شمالی).

داده‌های موجود مربوط به آنالیزهای خاک در جدول ۶، برخی عناصر غذایی را در دامنه وسیعی از خاک‌های مورد کشت توتون در چندین سال گذشته نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که داده‌های جدول مذکور نباید به عنوان سطوح بهینه عناصر غذایی جهت کسب بازده بهینه و باکیفیت محصول برگ توتون یا برای پیشگیری از برخی اختلالات عناصر غذایی مورد تفسیر واقع شود. برای مثال، مصرف کود فسفر در خاک‌هایی با بیش از ۶۰ میلی‌گرم فسفر قابل استخراج بر کیلوگرم خاک منجر به افزایش رشد اولیه ریشه توتون می‌شود ولی برگ توتون را تحت تاثیر قرار نمی‌دهد (Lolas et al, ۱۹۷۹; Lolas et al, ۱۹۷۸). در یک مطالعه سه ساله توسط Denton و همکاران در سال ۱۹۸۷ در ۱۳ منطقه کارولینای شمالی، نتیجه‌گیری شد که مقدار بهینه مصرف پتاسیم برای توتون گرمخانه‌ای بین صفر تا ۱۱۲ کیلوگرم پتاس در هکتار است. بیشترین مقادیر پتاسیم در خاک‌های شنی یا لوم شنی مصرف می‌شود. با این حال،

سطح پتاسیم موجود در لایه شخم خاک (Ap) به واکنش عملکرد گیاه ربط نداشت. این محققان اشاره کردند پتاسیم مورد آبشویی که در بخش فوقانی افق B تجمع یافته، به طور معمول نمونه خاک‌ها را شامل نمی‌شود و این بخش از پتاسیم در خاک‌های لومی‌با عمق کمتر در مقایسه با خاک‌های عمیق و شنی بیشتر برای ریشه قابل استفاده است.

عوامل اقلیمی‌و یا ژنتیکی می‌توانند بر بروز علائم کمبود و یا سمیت بعضی مواد عناصر غذایی تأثیر داشته باشند. علائم کمبود کلسیم قبل از مرحلهٔ گل‌دهی در بعضی واریته‌های توتون گرمخانه‌ای و توتون بارلی ظاهر می‌شود. اما در سایر واریته‌های مورد کشت در چنین آزمایشاتی، کمبود کلسیم بعد از مرحله رشد سریع بوته بروز نمی‌کند. علائم در توتون گرمخانه‌ای به کلسیم قابل دسترس خاک مربوط نبوده و همبستگی بین این علائم و مصرف خاکی سولفات کلسیم و یا سنگ آهک دولومیتی وجود نداشت. (Peedin, ۱۹۷۷ و McCants). تحقیقات بر روی توتون بارلی نشان داده است که شرایط ژنتیکی موثر بر گسترش علائم کمبود کلسیم، ممکن است با غلظت‌های بالای اگزالیک اسید در بخش بالای بوته واریته‌های حساس ایجاد شود. اگزالیک اسید با کلسیم تشکیل کمپلکس (مترجم: رسوب اگزالات کلسیم در واکوئل‌ها) داده و انتقال و قابلیت دسترسی متابولیکی آن در مریستم انتهایی کاهش می‌یابد (and Brumagen, ۱۹۶۶ Hiatt). عدم توانایی در حفظ کلسیم کافی در بافت‌های مریستمی‌ظاهراً زمانی رخ می‌دهد که میزان گسترش برگ‌های بالایی به طور غیر معمول بیشتر باشد. در سال ۱۹۷۹، Rufty و همکاران با استفاده از اطاقک‌های کنترل شده دریافتند که تحمل توتون به مصرف مقدار بالای منگنز با افزایش دما ارتقا یافت با وجود این، غلظت منگنز در برگ‌های سبز در مراحل اولیه رشد بیشتر است. آنها اشاره کردند که تحمل زیاد بوته به منگنز در دماهای گرم به توسعه بسیار سریع برگ همراه با ظرفیت زیاد واکوئل‌ها در مصرف منگنز تجمع یافته مربوط است. آبشویی سولفور(s) در خاک‌های شنی و شن لومی‌با عمق لایه رس بیش از ۳۵ تا ۴۰ سانتی‌متر می‌تواند باعث بروز علائم کمبود گوگرد در گیاه شود (Smith et al, ۱۹۸۷). به علاوه، سطح گوگرد مورد اندازه‌گیری در خاک‌های سطحی قابل شستشو ممکن است به طور اساسی در فصول مختلف سال و حتی در یک فصل زراعی تغییر یابد. مقدار آن در خاک بستگی به زمان نمونه برداری خاک بعد از بارندگی سنگین دارد. بنابراین، اندازه‌گیری گوگرد و پتاسیم خاک برای پیش بینی مقدار مناسب مصرف کود این عناصر غذایی نامعتبر می‌باشد.

به خاطر مشکلاتی که در مصرف کود بر اساس آزمون خاک وجود دارد آنالیز گیاه نیز برای تشخیص و حل مشکلات عناصر غذایی کمک خواهد کرد. یک مقاله مروری عالی برای اغلب ناهنجاری‌های مربوط به عناصر غذایی در توتون، مقادیر حدکفایت در بافت برگ توتون و روش‌های مناسب نمونه برداری توسط Miner و Tucker (۱۹۹۰) منتشر شده است. همچنین عکس‌های رنگی و توصیف بیشتر اختلالات عناصر غذایی در توتون موجود است (Reich,۱۹۹۱).

ب)- عناصر کم‌مصرف

عناصر کم مصرف ضروری برای گیاهان غیر لگومینوز عبارت از بور(B) ، کلر(CL) ، آهن (Fe)، منگنز(Mn)، مولیبدن(Mo)، مس(Cu) و روی (Zn) هستند. به استثنای کلر که بعداً راجع به آن صحبت خواهد شد، توتون به طور نسبی نیاز پایینی برای عناصر کم مصرف دارد (Collins, ۱۹۹۳ و Hawks). اطلاعات کمبود آنها تحت شرایط مزرعه برای تعین ضریب ورود آنها در کودهای استفاده شده برای توتون flue – cured در جنوب شرقی آمریکا به حد کافی مستندسازی نشده است. با این حال برای توتون بارلی در ایالت کنتاکی (Miner, ۱۹۸۳ و Sims) و برای توتون مریلند (Khan et al, ۱۹۹۴)، ارتباط کمبود مولیبدن با PH پایین و مصرف زیاد سولفات گزارش شده است. در مقابل، Ryding (۱۹۹۱) نتیجه گرفت که در صورت مصرف آهک و حفظ pH خاک در بیش از ۵ (مورد اندازه‌گیری با کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار) در خاک‌های زیمبابوه ، کمبود مولیبدن در مزارع بارلی و توتون گرمخانه‌ای مشاهده نخواهد شد.

با توجه به‌این که کمبود بور یکی از معمول ترین کمبودهای عناصر کم در ایالت ویرجینیا (Leslie and Jones, ۱۹۸۶) و زیمبابوه (Ryding,۱۹۸۶) می‌باشد، مصرف کود بور برای تولید توتون در این مناطق توصیه شده است (انجمن تحقیقات توتون، ۱۹۸۸). در منطقهٔ ماریبا – دیمبولا دیستریکت استرالیا، کمبود B با میزان بیش از حد بارندگی در فصول بسیار مرطوب ارتباط دارد و با مصرف مولیبدن موقع نشاءکاری یا یک تا سه بار محلول پاشی بور در طی سه هفته اول بعد از نشاءکاری، از بروز کمبود بور پیشگیری می‌شود (and Tonello, ۱۹۹۰ Gilbert). این محققین هشدار دادند که مرز باریکی بین کمبود بور و سمیت آن وجود دارد و لذا مصرف بور بیشتر از ۱/۲۵ کیلوگرم در هکتار KGB/ha ۱/۲۵ طی سه هفته در استرالیا توصیه نمی‌شود.

در خاک‌های بسیار آهکی دشت ساحلی کارولینای شمالی، بعضی مواقع کمبود منگنز در مزارع توتون گرمخانه‌ای ظاهر می‌شود (Peedin,۱۹۹۶). در ۱۰ مورد از مشکلات مورد بررسی در سطح مزارع، ۴ تا ۷ هفته بعد از نشاءکاری، میانگین PH خاک در ردیف محصول، ۶/۳۵ بود، متوسط منگنز در دسترس خاک Kg/ha ۶ و متوسط غلظت منگنز در برگ‌های سبز نقطه نقطه شده (flecking) پایینی ۱۰ پی‌پی‌ام بود (Peedin، اطلاعات چاپ نشده). در جورجیا، علائم ظاهری نقطه‌ای ملایم روی برگ‌های سبز پایینی در سال اول مطالعهٔ دو ساله ظاهر شد که در آن PH خاک بعد از برداشت ۷/۲ بود و کود منگنزی برای کرت‌های آهکی شده استفاده نشد و برگ‌های بهبود یافته و غلظت منگنز در برگ‌های عمل‌آوری شده به طور میانگین ۱۳ بود (Stephenson et al,۱۹۸۷). سطح منگنز قابل دسترس خاک در این مطالعه گزارش نشده بود. در سال ۱۹۸۷، Miner و همکاران دریافتند که محلول پاشی ۰/۴۵ درصدی منگنز یک تا سه بار در بین سه تا هفت هفته بعد از نشاءکاری، غلظت منگنز را در برگ‌های سبز افزایش می‌دهد،

اما مصرف نواری منگنز سولفات ۶ برابر موثرتر از مصرف آن به صورت پخش سطحی بود و در افزایش غلظت منگنز برگ‌های میانی و بالایی بوته در خاک با pH ۶/۴ و منگنز قابل جذب ۵/۴ کیلوگرم در هکتار بسیار موثر بود. بااین حال، علائم ظاهری کمبود منگنز در این آزمایش‌ها گسترش پیدا نکرد و عملکرد و کیفیت محصول تحت تاثیر مقادیر و روش‌های مصرف کود منگنز قرار نگرفت. در سال ۱۹۸۶، Jones و Leslie در ۱۳ آزمایش در ایالت ویرجینیا دریافتند با این که مقدار این عناصر در خاک پایین بود ولی مصرف نواری یا پخش سطحی بر، مس و روی به تفکیک یا در ترکیب با هم، تاثیری در عملکرد و کیفیت توتون گرمخانه‌ای ندارد. در برگ‌های بالای بوته در اوایل مرحله گل‌دهی توتون گرمخانه‌ای ایالت ویرجینیا، غلظت مناسب بر و روی ۲۰ پی‌پی‌ام و غلظت مس در آنها۱۰ پی‌پی‌ام پیشنهاد شد. اما با مصرف بور بصورت نواری به مقدار کمتر از ۰/۵۶ کیلوگرم در هکتار، سمیت بور تحت شرایط خشکی ظاهر شد.

اطلاع از تحرک عناصر غذایی در داخل گیاهان اغلب در تشخیص علائم کمبودها مفید می‌باشد. برای مثال، عناصر نیتروژن، منیزیم و منگنز در داخل گیاه بسیار متحرک هستند و زمانی که تامین این عناصر از خاک محدود شود این عناصر از برگ‌های پایینی بوته به برگ‌های جوان منتقل می‌شود. بنابراین، علائم ظاهری کمبود این عناصر ابتدا در برگ‌های پایینی بوته مشاهده می‌شود. در مقابل، عناصر غذایی مانند گوگرد، کلسیم و بور در داخل گیاه به حد کافی متحرک نیستند و زمانی که جذب این عناصر از ریشه محدود شود این عناصر از برگ‌های پایینی به برگ‌های بالای بوته منتقل نمی‌شوند بنابراین علائم ظاهری کمبود این عناصر در برگ‌های بالایی جوان و غنچه‌ها مشاهده می‌شود.

ج)- نیتروژن، رشد رویشی و رطوبت

تعدادی از مقاله‌های مروری بسیار خوب، تأثیر عناصر پرمصرف و کم مصرف روی خصوصیات زراعی، شیمیایی و فیزیکی توتون گرمخانه‌ای را توصیف می‌کنند (and McCants, ۱۹۶۷ ; ۱۹۶۷Wolts ، Elliot ; ۱۹۷۴، Miner and Chaplin ;۱۹۸۰ Sims and Miner ; ۱۹۸۵، ; Tso, ۱۹۹۰Sims). با این حال، بیشتر خاک‌های زیر کشت توتون چندین سال مورد کشت هستند و حاوی مقدار قابل توجهی از عناصر غذایی کم تحرک (مستعد آبشویی کم) در عمق ریشه می‌باشد. وقتی که PH خاک در دامنهٔ قابل قبولی نگه داشته شود عدم مصرف سالیانه این عناصر غذایی در مقادیر عرف منطقه، به ندرت کیفیت و عملکرد محصول را محدود می‌کند به علاوه، وقتی یک عنصر غذایی معینی محدودکننده باشد، آزمایشات معمولی خاک با تکنیک‌های بهبود یافته استخراج و همبستگی، مقادیر قابل قبولی برای اغلب عناصر غذایی مورد نیاز برای تولید مناسب محصول برآورد می‌شود. اما نیتروژن خاک قابل شستشو است و آزمایشات خاک برای آن معتبر نیست. معمولاً در خاک شنی و خاک دارای ماده آلی کم، عنصر نیتروژن در

مزارع توتون گرمخانه‌ای محدودکننده رشد محسوب می‌شود (کشت توتون در خاک‌های با ماده آلی کم ترجیح داده می‌شود). مهمتر این که کنترل مقدار و زمان دسترسی نیتروژن در طول دوره رشد و رسیدگی همراه با کنترل تامین رطوبت در مقایسه با سایر عناصر غذایی یا عامل مدیریتی، تاثیر زیادی روی خصوصیات زراعی و دود دارد.

ارتباط بین نیکوتین کمتر و قند بیشتر در توتون به خوبی آبیاری شده و در مقابل، نیکوتین بالا و قند کمتر در توتون مورد کشت در شرایط خشکسالی به خوبی شناخته شده است. در سال ۱۹۷۴، Weybrew و Wolts اشاره کردند خشکی از لحاظ متابولیکی با کوددهی بیش از حد نیتروژن معادل است در حالی که آبشویی بیش از حد نیتروژن با عدم کوددهی نیتروژن معادل است چون تعادل بین متابولیسم نیتروژن و کربوهیدارت عمدتا تحت تاثیر این عوامل تولید قرار می‌گیرد. توصیف Weybrew با داده‌های جدول ۷ ثابت می‌شود (Weybrew et al, ۱۹۸۳) و در فصل 4c (عملیات زراعی) با جزئیات بیشتر توسط Flower پوشش داده شده است.

جدول ۷: اثرات اصلی مقدار نیتروژن و رطوبت خاک روی برخی خصوصیات زراعی و شیمیایی توتون گرمخانه‌ای (Weybrew et al, ۱۹۸۳)

اثرات اصلی	عملکرد (Kg/ha)	شاخص درجه	نیتروژن کل (٪)	نیکوتین (٪)	قند احیاء (٪)	نسبت قند به نیکوتین
نیتروژن (Kg/ha)						
۴۳	۳۰۹۳	۲۳/۹	۲/۰۳	۳/۲۲	۲۱/۶	۷/۱
۶۴	۳۰۸۵	۲۰/۴	۲/۲۳	۳/۸۸	۱۷/۰	۴/۸
۸۶	۳۰۱۳	۱۳/۹	۲/۶۲	۴/۶۰	۱۲/۵	۳/۰
بارندگی و آبیاری (mm)[۱]						
۵۰۸	۳۳۹۲	۲۴/۳	۲/۰۱	۳/۲۳	۲۱/۳	۷/۱
۴۰۶	۲۹۶۳	۱۷/۴	۲/۳۸	۴/۲۴	۱۶/۷	۴/۴
۳۳۰	۲۸۳۶	۱۶/۳	۲/۴۹	۴/۲۳	۱۳/۱	۳/۴

۱- برای دوره رشد ۱۴۰ روز

وقتی هم کود نیتروژنی و هم رطوبت خاک برای جذب به موقع نیتروژن و کاهش نیتروژن در برگ‌های سبز کافی است، انتقال مواد برای تجمع نشاسته هم زمان با گلدهی صورت می‌گیرد، برگ‌ها کامل شده و می‌رسند و به راحتی خشک می‌شوند و عمل‌آوری می‌شوند و برگ‌های عمل‌آوری شده از نظرترکیب نیکوتین و قند در تعادل هستند (نسبت قند به نیکوتین بین ۶ تا ۸ است). طبق نتایج Weybrew و همکاران در سال ۱۹۸۳، زمانی که قند و نیکوتین در تعادل

مناسب باشند می‌توان فرض کرد که سایر اجزای شیمیایی برگ در تعادل هستند. بنابراین، توتونی که اجزای شیمیایی آن در تعادل است دود نرم و مساعدی را تولید می‌کند. با این حال مصرف بیش از حد نیتروژن یا خشکی، احیاء نیتروژن و تجمع نشاسته را به تاخیر میاندازد و اجازه سنتز نیکوتین بیشتر را می‌دهد زیرا با کوتاه شدن طول روز، نشاسته کمتری تجمع می‌یابد که توتون عمل‌آوری شده از لحاظ شیمیایی نامتعادل بوده و نسبت قند به نیکوتین در آن کمتر از ۵ است و دود مضر و آزار دهنده (harsh و irritating) تولید می‌کند. در مقابل، نیتروژن ناکافی و یا آبشویی باعث تجمع نیتروژن منجر به زودرسی توتون می‌شود، بنابراین تولید نیکوتین محدود شده و اجازه برای تجمع زیاد نشاسته داده می‌شود. توتون عمل‌آوری شده از لحاظ شیمیایی نامتعادل بوده و نسبت قند به نیکوتین بیشتر از ۹ افزایش می‌یابد. و دود بی مزه و بی طعم تولید می‌کند. تحقیق Flower (۱۹۹۶) در زیمبابوه معمولاً توضیح پایه پیشنهادی Weybrew و همکاران (۱۹۸۳) را تأیید می‌کند، اما نشان می‌دهد که با گل‌زنی بوته و کاهش گسترش برگ و کاهش تقاضا برای نیتروژن سبب افزایش رشد ریشه و سنتز نیکوتین می‌شود و با کاهش مصرف آب توسط گیاه در این زمان ممکن است غلظت نیتروژن و برگ‌های سبز توتون کاهش یابد.

سایر اثرات مضر ناشی از کمبود با زیادی نیتروژن روی خصوصیات زراعی و شیمیایی توتون گرمخانه‌ای توسط Collins و Hawks (۱۹۹۳) و Flower در بخش 4C به طور مختصر بیان شده است. وقتی نیتروژن خاک بلافاصله بعد از تکمیل توسعه برگ‌های بالای بوته از دسترس گیاه خارج شود معمولاً توافق بر این است که رسیدگی برگ‌ها و عمل‌آوری توتون گرمخانه‌ای به طور مناسب صورت می‌گیرد (Weybrew et al ، ۱۹۸۳; Wolts and McCants, ۱۹۶۷). بنابراین در بیشتر کشورها معمولا مقدار ۵۰ تا ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به تناسب مقدار شن خاک، عمق خاک تا لایه رس، مقدار و توزیع بارندگی در طول فصل رشد، در برای مزارع توتون گرمخانه‌ای مصرف می‌شود (Dale Hill، مکاتبات شخصی، فیلیپ موریس USA). در جنوب شرقی آمریکا، که در آن احتمال آبشویی نیتروژن در طول سال در خاک‌های با بافت شنی اتفاق می‌افتد، توصیه کودهای نیتروژنی بر پایهٔ آنالیز خاک انجام نمی‌شود بلکه با استفاده از نتایج چندین آزمایش مزرعه‌ای انجام یافته در محدوده یک نوع خاک (بافت خاک) و شرایط بارندگی، توصیه کودی صورت می‌گیرد. در کارولینای شمالی با فرض عدم آبشویی نیتروژن خاک، میزان نیتروژن توصیه شده بر اساس روش‌های معمول مصرف آن و به تناسب عمق خاک سطحی، اصلاحات انجام شده روی واریته مورد کشت توتون و نیتروژن باقی مانده از کشت سال قبل، ۵۵ تا ۹۰ کیلوگرم بر هکتار است (Peedin,۱۹۹۶). برای خاک‌های ریز بافت و حاصلخیز و بخصوص برای خاک‌هایی که سال قبل گیاهان لگوم مانند سویا یا بادام زمینی (peanuts) در آن کشت شده است مقدار کمتری نیتروژن توصیه می‌شود در حالی که برای خاک‌های درشت

بافت و با عمق خاک سطحی بیش از ۳۵ تا ۴۰ سانتی‌متر، مقدار زیادی نیتروژن لازم است. با این حال این روش در شرایط طبیعی بارندگی به خوبی قابل اجرا است و در شرایط بارندگی زیاد فصلی بخصوص در نواحی با خاک‌های عمیق و بافت شنی لازم است در توصیه کود نیتروژن تصحیحاتی جهت جبران آبشویی نیتروژن خاک صورت گیرد. بر اساس تجربیات مزرعه‌ای و تحقیق Terry و McCants (۱۹۷۰)، یک روش تصحیح در توصیه کود نیتروژن توسط Hawks و Collins (۱۹۷۸) توسعه یافت که با لحاظ عمق خاک سطحی و با تخمین مقدار آب نفوذ یافته به ناحیه ریشه گیاه و سن محصول در زمان آبشویی، مقدار نیتروژن اضافی لازم را برآورد می‌کند. این روش و یا اصلاح شده آن، به طور مؤثر در بیشتر کشورهای جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. آبشویی نیتروژن با استفاده از کودهای نیتروژن کند رها کاهش می‌یابد ولی این کودها بسیار گران قیمت‌تر از کودهای محلول در آب هستند. معمولا سرعت رهاسازی عناصر غذایی از کودهای کندرها برای تأمین نیتروژن و سایر عناصر غذایی آن قدر پایین است که نیاز گیاه به نیتروژن آزاد شده آن بعد از مرحله گل‌زنی بوته و سایر عناصر غذایی را در مرحله توسعه سریع برگ تامین نمی‌کند و مابقی نیتروژن ، غیرقابل پیش بینی است (Miner et al, ۱۹۷۸ ; ۱۹۸۰، Sims and Miner, ۱۹۸۳ ; Miner and Chaplin).

جنبهٔ آزمودنی مدیریت نیتروژن هنوز برای توتون وجود ندارد اما، Lyons و همکاران (۱۹۹۶) در استرالیا، تجزیه شیرهٔ گیاهی را به عنوان کمک در تعیین نیاز اضافی نیتروژن توتون گرمخانه‌ای مورد ارزیابی قرار دادند. قبل از این که علائم ظاهری کمبود نیتروژن در گیاه ظاهر شود غلظت نیترات در شیرهٔ گیاهی رگبرگ میانی برگ جوان کاملا توسعه یافته (Youngest Fully Expanded Leaf, YFEL) به طور سریع نیاز به نیتروژن اضافی گیاه را نشان می‌دهد و به موقع می‌توان نیتروژن اضافی را مصرف نمود.

اندازه‌گیری نیتروژن کل در برگ‌های سبز خشک شده جهت تعیین نیاز اضافی گیاه به نیتروژن کمتر موثر است. این محققان نتیجه گرفتند که غلظت نیترات شیرهٔ گیاهی در رگبرگ میانی (YFEL) لازم است در پایان دوره رویشی بوته بیش از ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر شیره گیاهی، در مرحله گل‌دهی بیش از ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر شیره گیاهی باشد، در حالی که جهت برداشت محصول مناسب و باکیفیت لازم است با آغاز مرحله برداشت محصول، مقدار نیترات در شیره گیاهی رگبرگ میانی به کمتر از ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر کاهش یابد. اما تصمیم بر مصرف نیتروژن اضافی به عمق خاک و به قضاوتی بستگی دارد که مقادیر کمتری نیترات در اثر آبشویی از منطقه ریشه خارج شده است و یا این که با وجود آب بیش از حد، جذب نیتروژن در اثر کاهش اکسیژن منطقه ریشه، کاهش نیافته است.

توتون بطور نسبی دورهٔ کوتاهی برای توسعه برگ دارد لذا زمان مصرف نیتروژن و سایر عناصر غذایی در مزرعه توتون محدود است. در یک محیط مناسب، زمان بین شروع رشد نشاء و

گل‌دهی بوته در حدود ۸ هفته است و معمولا در این دوره، کمبود عناصر غذایی رخ می‌دهد (Tucker and Miner, ۱۹۹۰). در سال ۱۹۶۶، Raper و McCants در طول فصل رشد توتون گرمخانه‌ای در کارولینای شمالی، مقدار تجمع ماده خشک و عناصر غذایی را در قسمت‌های مختلف بخش هوایی گیاه مشخص کردند. تجمع مواد خشک در مقایسه با تجمع عناصر غذایی در بخش‌های مختلف بخش هوایی گیاه تا مرحله گل‌دهی کمتر بود (غلظت عناصر غذایی در بخش هوایی گیاه تا مرحله گلدهی بیشتر است). حدود ۶۰٪ نیتروژن، ۴۵٪ پتاسیم و منیزیم و ۳۷٪ فسفر و کلسیم در ۳ هفته اول پس از شروع رشد بوته جذب می‌شود در حالی که تا این مرحله از رشد، تنها ۲۰٪ از کل ماده خشک گیاه در طول این دوره تجمع یافته است ولی در زمان گلدهی در حدود ۷۵٪ از مواد خشک تجمع می‌یابد و تقریباً کل نیتروژن و پتاسیم گیاه جذب می‌شود در حالی که تجمع Ca ، Mg، P ادامه می‌یابد تا جوانترین برگ‌های روی بوته به بلوغ فیزیولوژیکی برسند (شکل۴-۱ را ملاحظه کنید. مراجعه به صفحه ۴۵ فصل ۴: زراعت و فیزیولوژی ترجمه رنجبر و همکاران، ۱۳۹۳) در آن داده‌های به جای درصد، بر حسب کیلوگرم بر هکتار بیان شده است). با آن که انتظار بر این است که‌این مقادیر تجمع در خاک‌ها و اقلیم‌های مختلف فرق می‌کند، داده‌های تحقیق اخیر نشان می‌دهد که توتون گرمخانه‌ای در مرحله توسعه برگ‌ها تقاضای زیادی به عناصر غذایی دارد و در مرحله شروع رشد به مقدار کافی و قابل دسترس عناصر غذایی بخصوص نیتروژن نیاز دارد تا گیاه به حداکثر پتانسیل رشد و کیفیت برسد(Long and McCants, ۱۹۷۱). در نتیجه، تمام برنامه‌های مصرف کود در بیشتر کشورها، معمولا در طول ۳ تا ۴ هفته بعد از نشاءکاری اعمال می‌شود، که‌این کار در دو نوبت یا بیشتر (در خاک‌های دارای استعداد آبشویی عناصر غذایی) انجام می‌گیرد. اولین مرحله مصرف کود تقریبا همزمان با نشاءکاری بوده که ۵۰ تا ۶۰ درصد از کل نیتروژن مصرفی در این مرحله مصرف می‌شود دومین یا آخرین مرحله مصرف کود همزمان یا قبل از آخرین خاک دهی بوته (Final lay- by cultivation) انجام می‌گیرد.

اگر مقدار بارندگی پس از آخرین مرحله خاکدهی و قبل از گل‌زنی بوته بیشتر باشد عناصر غذایی اضافی بخصوص نیتروژن در این این مرحله مصرف می‌شود. با آن که طبق تحقیقات و مشاهدات در بیشتر خاک‌های کارولینای شمالی، مصرف دیر هنگام نیتروژن بخصوص زمانی که به توتون کاهش می‌یابد (Peedin, ۱۹۸۵; McCants and Peedin, ۱۹۷۳). مطالعات در زیمبابوه نشان دادند که در خاک‌های غیرحاصلخیز و برای بعضی واریته‌ها، مصرف نسبتا کمی‌نیتروژن همزمان یا بلافاصله بعد از گل‌زنی بوته، بدون این که تاثیر زیادی در رسیدگی برگ داشته باشد، رنگ و تعادل ترکیبات نیتروژنی و کربوهیدارتی را در برگ‌های عمل‌آوری شده بهبود می‌دهد (انجمن تحقیقات توتون، ۱۹۹۴). در سال ۱۹۹۶ در کانادا، Court و همکاران گزارش دادند که مصرف نصف نیتروژن مورد نیاز گیاه موقع نشاءکاری و مصرف نصف بقیه آن در ۴ تا ۱۰ هفته

بعد از نشاءکاری تاثیر کمتری در خصوصیات زراعی و شیمیایی برگ‌های عمل‌آوری شده دارد). با این حال این نتایج در خاک‌هایی به دست آمده است که برای تولید معمول توتون گرمخانه‌ای، فقط ۵۵ کیلوگرم نیتروژن بر هکتار مورد نیاز است و در سال اول این تحقیق دو ساله، میزان بارندگی در بیشتر دوره رشد توتون کمتر از حد طبیعی بود.

د)- شکل نیتروژن

نیتروژن به دو شکل یون نیترات (NO_3^-) و آمونیوم (NH_4^+) جذب گیاهان می‌شود. از اواخر دهه ۱۹۵۰، شکل نیتروژن مورد نیاز برای توتون گرمخانه‌ای موضوع قابل بحث و تحقیق بوده است. با آن که در بیشتر موارد نیتروژن نیتراتی بهتر عمل می‌کند ولی، کودهای نیتراتی در مقایسه با کودهای آمونیومی‌بسیار گرانتر بوده و در ماه اول بعد از مصرف، قابلیت آبشویی بیشتری دارد لذا برای جبران مقدار آبشویی نیتروژن در خاک‌های شنی در فصل مرطوب دوره رشد لازم است مقداری تصحیح در توصیه کود نیتروژن صورت گیرد. با این حال تحقیقات McCants و همکاران در سال ۱۹۵۹، McCants در سال ۱۹۶۰، McCants و Wolts (۱۹۶۳،۱۹۶۷) و Guos و همکاران ۱۹۷۱ , Rhoads در سال ۱۹۷۲ در ایالات متحده نشان داد که نیتروژن آمونیومی‌در مقایسه با نیتروژن نیتراتی، اغلب رشد توتون را در مطالعات گلخانه‌ای و مزرعه‌ای کاهش می‌دهد، البته‌این تفاوت رشد در چندین آزمایش مزرعه‌ای به دلیل بارندگی و آبشویی بیش از حد نیتروژن نیتراتی، اتفاق نیافتاد (Elliot,۱۹۷۰). لذا طبق این یافته‌ها توصیه گردید که در کودهای حاوی عناصر غذایی اصلی (نیتروژن، پتاسیم و فسفر) لازم است حداقل ۳۰ درصد نیتروژن کل آن به صورت نیتروژن نیتراتی باشد. در عمل، حدود ۵۰ درصد نیتروژن کود به شکل نیتروژن نیتراتی بوده و این کودها به طور وسیع در ایالات متحده و بیشتر کشورهای تولید کننده توتون گرمخانه‌ای پذیرفته شده‌اند (۵۰ درصد نیتروژن کود نیترات آمونیوم به شکل نیترات است). با این حالا در بیشتر تحقیقات قدیمی، سولفات آمونیوم با نیترات سدیم مقایسه شده است و کل نیتروژن مورد نیاز توتون معمولا در یک مرحله مورد مصرف قرار گرفته است کاری که نباید در خاک‌های شنی انجام می‌شد. به علاوه، سولفات آمونیوم یک واکنش بسیار اسیدی را در نزدیکی دانه کود یا نوار کود ایجاد می‌کند که می‌تواند تبدیل میکروبی آمونیوم به نیترات (نیتریفیکاسیون) را در خاک کاهش دهد، به خصوص در شرایطی که کل نیتروژن مورد نیاز گیاه در یک مرحله مصرف شود همچنین Williams و Miner (۱۹۸۲) با مقایسه نیترات سدیم و اوره در شرایط ضدعفونی و عدم ضدعفونی خاک نشان دادند که‌این کودها pH خاک پیرامون دانه کود را به طور سریع افزایش می‌دهند و در نتیجه نیتریفیکاسیون کاهش می‌یابد. بر اساس داده‌های سه ساله زراعی خاک، مقدار قند و آلکالوئیدهای برگ عمل‌آوری شده حاصل از ۸ آزمایش خاک، آنها دریافتند که نیتریفیکاسیون اوره در طی ۴ تا ۶ هفته بعد از مصرف

تکمیل می‌شود و تحت شرایط رطوبت کافی و حتی در خاک‌های ضدعفونی شده در ۵ آزمایش، این مقدار اوره با نیترات سدیم به عنوان یک منبع نیتروژن برای توتون هم ارز بود. در یکی از آزمایشات، اوره در مقایسه با نیترات سدیم ارجحیت داشت، چون در آن مزرعه، آبشویی نیتروژن ۲ تا ۳ هفته بعد از مصرف کود اتفاق افتاده بود (آبشویی کود اوره کمتر از نیترات سدیم است). درحالی که در دو مزرعه دیگر که شرایط بسیار خشک بوده است، مصرف اوره عملکرد توتون را به طور میانگین ۷ درصد کاهش داد که دلیل آن ممکن است کاهش فرایند نیتریفیکاسیون در شرایط خشک باشد (اوره توسط باکتریهای ویژه خاک به نیترات تبدیل می‌شود تا قابل جذب گیاه شود). نتایج حاصل از اوره تحت شرایط رطوبت کافی خاک اخیرا در زیمبابوه نیز تأیید شد (انجمن تحقیقات توتون، ۱۹۸۶).

در مجموع، این مطالعات نشان دادند که در صورت تامین آب و استفاده از سیستم آبیاری در مزارع توتون می‌توان منابع نیتروژن آمونیومی‌از جمله اوره و نیترات آمونیوم را جهت کاهش هزینه کود و آبشویی نیتروژن به طور گسترده مورد استفاده قرار داد بدون آن که عملکرد برگ توتون یا قابلیت استفاده آن کاهش یابد. با این حال، در استفاده در این منابع و بخصوص اوره لازم است دقت شود pH خاک در محدود ۵/۵ تا ۶/۵ حفظ شود. سرعت فرآیند نیتریفیکاسیون (Gao et al, ۱۹۹۱) و جذب آمونیوم توسط ریشه توتون در pH پایین خاک (Tolley- ۱۹۸۹ Raper and Henry,) کاهش می‌یابد. و مصرف اوره در خاک‌هایی با pH برابر ۷ و بیش از آن می‌تواند هدرروی نیتروژن را به صورت تبخیر (به صورت آمونیاک) افزایش دهد (Cao et ۱۹۹۲ al,).

در جنوب شرق آمریکا، که در آن کمتر از ۵۰ درصد محصولات به طور معمول آبیاری می‌شوند، مصرف سرک کود حاوی ۱۰۰ درصد نیتروژن نیتراتی یک تا دو هفته بعد از مصرف کود حاوی عناصر اصلی (نیتروژن- پتاسیم – فسفر) یک روش استاندارد می‌باشد. اما، طبق یافته‌های منتشر نشده Peedin، وقتی که ابتدا از کودی حاویNPKاستفاده شود که ۵۰ درصد نیتروژن آن به شکل نیترات است در مراحل بعد، شکل نیتروژن موجود در کود سرک تأثیری در عملکرد، کیفیت ظاهری، مقدار قند احیاء و آلکالوئید کل برگ‌های عمل‌آوری شده نخواهد داشت. در این تحقیق، معمولا رطوبت خاک کافی بوده و دامنهٔ pH خاک منطقه بین ۵/۵ و ۶/۲ بود. برای تامین ۴۰ تا ۵۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه، کود سرک به صورت نواری در عمق ۱۰ تا ۱۲ سانتی‌متری اطراف ریشه جایگذاری شد. عدم وجود اثرات متقابل بین مکان و مصرف سرک کود نشان می‌دهد که نتایج حاصل از این طرح برای دامنه‌ای از انواع خاک و نواحی معتدل اعتبار دارد به شرطی که رطوبت و pH خاک در حد مطلوب حفظ شود. این نتایج در ۶ آزمایش مشابه بعدی طی دو سال در شرق کارولینای شمالی تأیید شد (Smith,۱۹۹۳). با این حال در یکی از مکان‌ها، مصرف اوره سبب افزایش قند احیاء (حدود ۱۰ درصد) در لچه برگ‌های مورد

عمل‌آوری شد چون در مقایسه با یون نیترات، یون آمونیوم در سلول گیاهی با کارمایه کمتری احیاء شده و در نتیجه با صرف کارمایه کمتر به ساختمان ترکیبات آلی گیاه وارد می‌شود (Hendel and Court, ۱۹۸۶).

جدول ۸: تاثیر شکل نیتروژن کود سرک بر برخی خصوصیات زراعی و شیمیایی توتون گرمخانه‌ای در کارولینای شمالی، فصل زراعی ۱۹۸۱ و ۱۹۸۲ (G.F. Peedin، داده‌های منتشر نشده).

کود سرک	درصد نیتروژن نیتراتی از نیتروژن کل کود	عملکرد برگ (Kg/ha)	شاخص درجه[1]	قند احیاء (٪)	آلکالوئیدهای کل (٪)	نیتروژن کل (٪)
نیترات کلسیم ۱۵/۵-۰-۰	۱۰۰	۲۷۸۸	۳۶	۱۴/۸	۲/۵۲	۲/۴۴
نیترات سدیم ۱۶-۰-۰	۱۰۰	۲۷۰۷	۳۶	۱۵/۲	۲/۵۲	۲/۴۰
نیترات آمونیوم ۳۴-۰-۰	۵۰	۲۷۸۴	۳۶	۱۵/۰	۲/۶۲	۲/۴۶
سولفات آمونیوم ۰-۰-۲۱	۰	۲۷۵۷	۳۶	۱۶/۴	۲/۳۵	۲/۲۷
اوره ۴۶-۰-۰	۰	۲۷۶۹	۳۶	۱۶/۱	۲/۵۲	۲/۳۷
LSD (0.10)		ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)		۶	۱۱	۱۶	۱۵	۱۰

شاخص درجه دارای یک درجه‌بندی ۹۹-۱ بر اساس تعریف USDA می‌باشد که درجات بالای آن بیانگر کیفیت بالای برگ است.

اثر متقابل شکل نیتروژن و کلر

در سال ۱۹۶۷، McCants و Wolts با جمع‌بندی نتایج چندین آزمایش نشان دادند که با مصرف نیتروژن آمونیومی، علائم ظاهری سمیت کلر در برگ افزایش پیدا می‌کند. وجود مقادیر زیاد کلر در برگ‌های عمل‌آوری سبب کاهش کیفیت ظاهری و قابلیت سوزش آن می‌شود. جذب یا غلظت کلر در برگ توتون با pH رابطه معکوس دارد. این گواه دیگر براین موضوع است که در خاک‌های نواحی تولید توتون که در آن کلر خاک و یا آب آبیاری به حدی است که سبب

افزایش مقدار کلر برگ بیش از ۱ درصد می‌شود، مصرف موفق نیتروژن آمونیومی‌حداقل به طور جزئی به حفظ pH مناسب خاک بستگی دارد (Sims and Miner, ۱۹۸۳). با این حال، شواهدی از آزمایشات مزرعه‌ای موجود است که نشان دهد شکل نیتروژن می‌تواند غلظت کلر را در برگ عمل‌آوری شده توتون مورد کشت در خاک‌های با کلر نسبتا کم از جمله خاک‌های جنوب شرق ایالات متحده، افزایش می‌دهد. در سال ۱۹۹۰، Warren برای بررسی اثرات متقابل احتمالی ۴ منبع کود نیتروژنی (سولفات آمونیوم، اوره، نیترات آمونیوم و نیترات سدیم) و ۴ سطح مقدار مصرف کلر (۸، ۳۷، ۷۵ و ۱۱۲ کیلوگرم در هکتار از منبع KCl) سه آزمایش مزرعه‌ای انجام داد. در دو منطقه، علائم سمیت کلر تنها در ۴ تا ۵ برگ پایین بوته در تیمار سولفات آمونیوم و تیمار اوره مشاهده شد. اما در صورت مصرف سولفات آمونیوم، علائم مسمومیت کلر حتی در تیمارهای با مصرف کلر کم (۸ و ۳۷ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد. در حالی که علائم مسمومیت کلر در تیمارهای نیترات آمونیوم و نیترات سدیم، با آن که غلظت کلر برگ‌های پایین بوته در این تیمارها نسبت به اندازه غلظت آن در تیمارهای اوره و سولفات آمونیوم بیشتر بود مشاهده نشد. بیشترین غلظت کلر برگ مربوط به تیمار مصرف کود نیتروژنی با ۱۰۰ درصد نیتروژن آمونیومی(صفر درصد نیتروژن نیتراتی) بود که در آنها ۱۱۲ کیلوگرم در هکتار کلر ۳۵ روز بعد از کاشت مصرف شده بود. با این حال، غلظت کلر در برگ‌های پایینی و بالای بوته که ۷۰ روز بعد از مصرف کودها نمونه گیری شده بود و همچنین غلظت کلر در برگ‌های عمل‌آوری شده پایین و بالای بوته، تحت تاثیر شکل نیتروژن کود قرار نگرفت. در سال ۱۹۸۲، Williams و Miner با نمونه برداری برگ‌ها ۴ تا ۶ هفته بعد از نشاءکاری دریافتند که در خاک ضدعفونی شده، غلظت کلر برگ در تیمار اوره در مقایسه با غلظت آن در تیمار نیترات سدیم به طور قابل توجه بالاتر است ولی دو هفته بعد از آن، غلظت کلر در برگ کلیه تیمارها مشابه بود. در این موقع، نیتروژن آمونیومی‌حاصل از اوره به نیترات تبدیل می‌شود. برگ‌های عمل‌آوری شده توتون صرفنظر از نوع منبع نیتروژن و ضدعفونی خاک، کمتر از۰/۵ درصد کلر داشتند با این حال، عمل ضدعفونی خاک، غلظت کلر را بیش از ۵۰ درصد افزایش داد. در نتیجه، نتایج Williams و Miner (۱۹۸۲) و Miner (۱۹۹۰) نشان دادند که هر گاه گیاه توتون در معرض کلر نسبتا بالای خاک قرار گیرد، منابع نیتروژن آمونیومی‌می‌تواند سمیت کلر و یا مقدار کلر را در بوته‌های جوان توتون افزایش دهد ولی در صورتی که نیتریفیکاسیون ۴ تا ۶ هفته بعد از مصرف کود آمونیومی تکمیل شود بعید است با مصرف کود آمونیومی، غلظت کلر در برگ عمل‌آوری شده توتون به طور قابل توجه افزایش یابد.

معمولاً در جنوب شرقی ایالات متحده توافق بر این است که مصرف ۲۵ تا ۳۵ کیلوگرم کلر در هکتار اغلب عملکرد و گاهی ظاهر توتون گرمخانه‌ای را بهبود می‌بخشد ولی مصرف مقادیر زیاد آن اغلب بدون این که عملکرد را افزایش دهد به طور شدید کیفیت برگ را کاهش می‌دهد

(Wolts and McCants, ۱۹۶۷ ; Sierra, ۱۹۶۶ ; Neas،۱۹۶۱; Peele et al, ۱۹۶۰). تأثیر کلر روی خصوصیات هیگروسکوپیک برگ عمل‌آوری شده توتون و اثر مضر آن بر قابلیت سوزش برگ به خوبی شناخته شده است (Sierra, ۱۹۶۶ ; Vickery; and Elliot, ۱۹۶۱). با افزایش مصرف کود حاوی کلر، غلظت کلر در برگ‌های عمل‌آوری شده به طور خطی افزایش یافت (Warren ،۱۹۹۰ ; Sims and Miner ،۱۹۸۳ ; Tsai, ۱۹۷۹). به علاوه، بعضی خاک‌ها و آب‌های آبیاری به ویژه در نواحی ساحلی، حاوی مقدار زیادی کلر هستند. در سال ۱۹۶۶، Sierra نشان داد که غلظت کلر در برگ‌های عمل‌آوری شده پایین بوته در مقایسه با غلظت آن در برگ‌های عمل‌آوری شده بالای بوته بیشتر است و در سال ۱۹۹۰، Warren نشان داد با مصرف کلر از ۸ تا ۱۱۲ کیلوگرم در هکتار، سرعت افزایش غلظت کلر در برگ‌های پایین بوته ۴ برابر بیشتر سرعت افزایش آن دربرگ‌های بالای بوته است (شکل ۱).

معادله رگرسیونی Warren(۱۹۹۰) برای برگ‌های پایین بوته به صورت

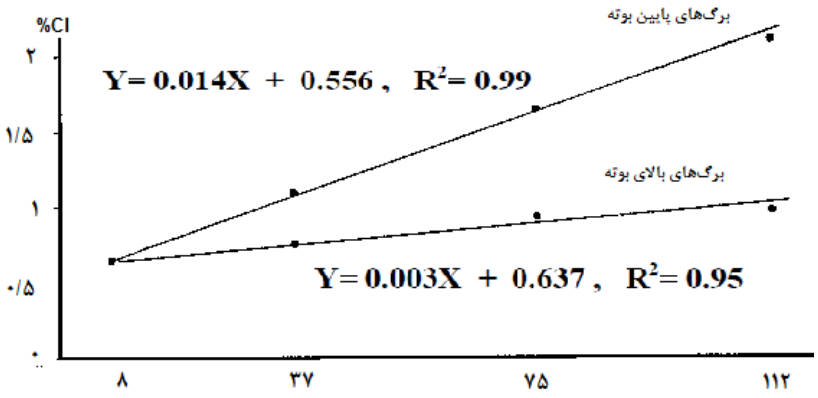
$$\mathbf{Y= 0.014X + 0.556 , \ R^2= 0.99}$$

و برای برگ‌های بالای بوته رابطه مذکور به صورت

$$\mathbf{Y= 0.003X + 0.637 , \ R^2= 0.95}$$

بود.

که در آن y، درصد کلر در برگ‌های عمل‌آوری شده است و x، مقدار مصرف کلر بر حسب کیلوگرم بر هکتار می‌باشد عرض از مبداء خط برابر ۰/۵۵۶ بوده که مقدار کلر موجود در برگ است که از منابع دیگر به غیر از کود حاوی کلر، جذب گیاه شده است. از سایر منابع تامین کلر می‌توان به کانی‌های حاوی کلر موجود در خاک، آب آبیاری و ضدعفونی کننده‌ها اشاره کرد.



شکل ۱: رابطه بین مقدار کلر کود و غلظت کلر در برگ‌های پایین و بالای بوته توتون گرمخانه‌ای (Warren,۱۹۹۰).

اگر به طور معمول ماکزیمم غلظت مجاز کلر در برگ‌های پایین بوته یک درصد در نظر گرفته شود معادلهٔ Warren را می‌توان برای پیش بینی حداکثر کلر مورد نیاز توتون به کار برد به شرطی که غلظت کلر برگ از یک درصد بیشتر نشود. بنابراین، اگر غلظت مجاز کلر برگ را یک درصد در نظر گیریم (Y=٪۱)، مقدار کلر مصرفی در مزرعه توتون (X) لازم است از ۳۲ کیلوگرم بر هکتار تجاوز نکند. اگر همان غلظت مجاز یک درصد را برای برگ‌های بالای بوته در نظر گیریم مقدار کلر مصرفی لازم است از ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار تجاوز نکند که البته‌این مقدار مصرف خطر تنزل کیفیت قابل توجه برگ را افزایش می‌دهد (ضمن این که غلظت کلر برگ‌های پایین بوته به بیش از ۲ درصد افزایش می‌یابد). بنابراین در ایالات جنوب شرق آمریکا، مقدار۳۲ کیلوگرم کلر در هکتار (بین ۲۵ تا ۳۵ کیلوگرم کلر بر هکتار) برای توتون گرمخانه‌ای پیشنهاد شده است (Hawks and Collins, ۱۹۹۳). در این ایالت‌ها، حداکثر مقدار کلر موجود در کود توسط سازمان کشاورزی کارولینای شمالی کنترل می‌شود (North Carolina, ۱۹۸۶ Department of Agriculture).

یادآوری این نکته لازم است که عرض از مبداء خط رگرسیون ممکن است به تناسب مقدار و توزیع بارندگی، نوع خاک و سایر عملیات زراعی مانند ضدعفونی تغییر یابد. بنابراین، معادلات توسعه یافته در یک کشور را نمی‌توان مستقیما در کشور دیگری به کار برد. در کارولینای شمالی پیشنهاد شده است که در خاک‌های ضدعفونی شده، تا حد امکان از مقدار کمی‌کود حاوی کلر استفاده شود (Peedin,۱۹۹۶). با مصرف مقادیر توصیه شده ضدعفونی کننده‌ها به مقدار ۳۰ تا ۸۰ کیلوگرم کلر در هکتار به خاک اضافه می‌شود که‌این مقدار کلر در خاک باقی مانده و و برای جذب ریشه قابل دسترس است.

زمان و روش مصرف عناصر غذایی

در سال ۱۹۸۳، Miner و Sims اشاره داشتند اگر کود مصرفی به جای پخش سطحی به صورت نواری مصرف شود، برای تولید عملکرد بهینه محصول، فقط نصف تا دو سوم کودهای توصیه شده مورد نیاز است. در حالیکه مقدار پاسخ به مصرف نواری کود می‌تواند بسیار گسترده باشد، بیشترین مزایای آن نیز در شرایط زیر ایجاد می‌شود:

۱- در خاک‌هایی که دارای عناصر غذایی کم تا بسیار کمتر هستند، بخصوص وقتی استعداد آبشویی عناصر غذایی در آن کمتر است.

۲- در شرایط آب و هوای سرد

۳- در شرایط خاک‌های اسیدی یا قلیایی

در سال ۱۹۹۳، Collins و Hawks نتایج تست‌های مزرعه‌ای زیادی از روش‌های مصرف کودهای حاوی عناصر غذایی اصلی N-P-K را گزارش دادند که طی ۸ سال از آزمایشات مزرعه‌ای

کارولینای شمالی حاصل شده است. مصرف نواری کود در یک یا هر دو طرف ردیف کشت محصول در موقع نشاءکاری یا ۱۰ روز بعد از نشاءکاری منجر به رشد یکنواخت بوته‌ها شده و عملکرد محصول ۳/۵ درصد بیشتر از مقدار آن در پخش سطحی کود یا مصرف نواری آن در روی پشته قبل از نشاءکاری بود. این محققان اشاره کردند که در روش‌های کوددهی قبل از نشاءکاری، فرصت زیادی برای هدرروی عناصر غذایی از طریق آبشویی در خاک‌های شنی در فصول مرطوب ایجاد می‌شود و در فصول خشک ممکن است منجر به صدمات کودی در گیاه شود به خصوص در شرایطی که مصرف نواری کود بر روی پشته انجام شود که در آن ممکن است کود در فاصله کمتر از ۸ تا ۱۰سانتی‌متری ریشهٔ نشاء باشد. در این آزمایشات، کودها به صورت نواری موقع نشاءکاری یا بعد از آن در حدود فاصله ۱۲ سانتی‌متری ردیف کشت و در عمق ۱۰ تا ۱۲ سانتی‌متری خاک جایگذاری شدند. این یک روش توصیه شده برای مصرف نواری کودها در مزرعه توتون گرمخانه‌ای در کارولینای شمالی می‌باشد. با این حال در سال ۱۹۸۳، Miner و Sims گزارش کردند که بعضی کشاورزان کودهای N-P-K را روی سطح ردیف به صورت نواری پخش می‌کنند و با استفاده از کولتیواتور چرخشی، آن را با خاک سطحی مخلوط می‌کنند که در فصول خشک منجر به رشد آرام گیاه در اوایل دوره رشد می‌شود.

در سال ۱۹۹۳، Batten و Peedin کود N-P-K را به صورت زیر مصرف کردند:

۱- پخش سطحی کود یک هفته قبل از نشاءکاری

۲- مصرف نواری کود در عمق سطحی خاک (۱ تا ۲ سانتی‌متری) یک هفته بعد از نشاءکاری

۳- مصرف نواری کود در دو عمق ۱۲ تا ۱۳سانتی‌متری یک هفته بعد از نشاءکاری

وقتی بارندگی خیلی کمتری در طول ۶ هفته اول بعد از نشاءکاری رخ دهد، جایگذاری عمیق کود در مقایسه با مصرف نواری آن در عمق سطحی خاک یا پخش سطحی کود، سبب افزایش عملکرد بیشتری گردید. در آزمایش دوم که میزان بارندگی در ماه اول بعد از نشاءکاری بیشتر بود، میزان عملکرد محصول تحت تأثیر روش یا عمق جایگذاری کود قرار نگرفت، ولی در مصرف پخش سطحی، شاخص درجه‌بندی توتون، میانگین قیمت توتون و درآمد توتون در هکتار به دلیل وجود نسبت زیاد برگ‌های رنگ پریده و نارس توتون کاهش یافت. همچنین در تیمار پخش سطحی کود، نیتروژن کل در برگ‌های عمل‌آوری شده کاهش پیدا کرد که نشان می‌دهد که در روش پخش سطحی کود تحت شرایط مرطوب، نیتروژن کافی در نزدیکی ریشه فراهم نمی‌شود. در سال ۱۹۸۳، Miner و Sims اشاره داشتند که اگر میزان بارندگی به مدت چند هفته بعد از کوددهی، ناکافی باشد مصرف نواری کود در عمق سطحی خاک سبب کمبود نیتروژن در این مدت خواهد شد و فسفر در عمق سطحی خاک باقی می‌ماند و از دسترس ریشه‌های جدید دور خواهد بود. در مجموع این نتایج نشان می‌دهد که با مصرف نواری کود N-P-K در عمق سیستم ریشه گیاه موقع نشاءکاری و یا تا ۱۰ روز بعد از نشاءکاری، انتظار می‌رود

در انواع مختلف خاک‌ها و شرایط مختلف بارندگی، عملکرد گیاه در مقایسه با عملکرد آن در مصرف نواری کود در عمق سطحی خاک و پخش سطحی کود، بهبود یافته و برگ‌های عمل‌آوری شده کیفیت بالایی داشته باشند.

نتایج مطالعات مرتبط با عمق جایگذاری کودهای سرک از جمله نیترات سدیم، نیترات آمونیوم و نیترات کلسیم منتشر نشده است ولی انتظار بر این است که عمق جایگذاری کودهای سرک برای رشد زودهنگام گیاه، اهمیت کمتری دارد زیرا این کودها حاوی فسفر نیستند و حلالیت آن در آب بیشتر است. با این حال، در پخش سطحی این کودها ممکن است بارندگی شدید سبب شستشوی کود موجود در سطح خاک شده و نیتروژن همراه روان آب سطحی از مزرعه خارج شود.

گل‌زنی و کنترل جوانه‌های جانبی

توتون به عنوان یک گیاه گل‌دهنده دارای مریستم مرکزی و انتهایی است که رشد جوانه‌های جانبی را توسط فعالیت هورمونی متوقف می‌کند تا مریستم گیاه، گل را تولید کند. گل‌زنی یا حذف گل‌آذین انتهایی سبب تحریک رشد ریشه شده و میزان کاهش فتوسنتز خالص را در برگ‌های باقی مانده کندتر می‌کند و فرآورده فتوسنتزی گیاه به جای این که برای تولید بذر به کار رود به سمت برگ‌های باقی مانده معطوف می‌شود در نتیجه اندازه، عملکرد و کیفیت برگ‌های عمل‌آوری شده بخصوص برگ‌های بالای بوته افزایش می‌یابد (Papenfus,۱۹۸۷). گل‌زنی و کنترل مناسب جوانه‌های جانبی سبب افزایش مقدار، در تعداد زیادی از ترکیبات فرار خنثی مرتبط با صفات مساعد دود در برگ توتون می‌شود (Seltmann and Weeks, ۱۹۸۶). با این حال، گل‌زنی بوته سبب تسریع رشد جوانه‌های جانبی می‌شود (and Decker, ۱۹۷۱ Seltmann). لازم است جوانه‌ها به طور دوره‌ای با دست حذف شوند ولی این روش سخت و هزینه بر است. می‌توان با استفاده از مواد شیمیایی از رشد جوانه‌های جانبی جلوگیری کرد تا تاثیر گل‌زنی بر افزایش عملکرد و کیفیت محصول حفظ شود. در ایالات متحده گل‌ها با دست یا به طور مکانیزه حذف می‌شوند. در بیشتر کشورها با استفاده از تنظیم کننده‌های رشد تماسی و سیستمیک، از رشد جوانه‌های جانبی جلوگیری می‌شود.

زمان گل‌زنی

مزایای حاصل از گل‌زنی با تاخیر انجام آن کاهش می‌یابد و بذرها فرصت لازم را برای بالغ شدن پیدا می‌کنند (Papenfus,۱۹۸۷) بنابراین زمان گل‌زنی تاثیر عمده‌ای روی عملکرد و ترکیبات شیمیایی برگ‌های عمل‌آوری شده دارد. در سال ۱۹۶۴a، Marshall و Seltmann در کارولینای شمالی دریافتند که میانگین کاهش عملکرد برگ خشک توتون به ازای هر روز تاخیر در گل‌زنی

(بعد از دکمه‌ای شدن) ۱۶ کیلوگرم در هکتار برای بوته‌هایی است که جوانه‌های جانبی آن با دست کنترل می‌شد و در صورت کنترل شیمیایی جوانه‌های جانبی با مالئیک هیدرازید، کاهش عملکرد برگ خشک به ازای هر روز تاخیر در گل‌زنی، ۳۰ کیلوگرم در هکتار بود. مالئیک هیدرازید یک تنظیم کننده رشد سیستمیک است که رشد جوانه‌های جانبی بوته را در مقایسه با کنترل دستی آن بیشتر کنترل می‌کند (Seltmann and Marshall, ۱۹۶۴b). علاوه بر این با تاخیر در گل‌زنی بوته، مقدار قند و نیکوتین در برگ‌های عمل‌آوری شده کاهش می‌یابد. در سال ۱۹۶۶، Elliot در کانادا دریافتد که تاخیر یک هفته‌ای در انجام گل‌زنی باعث کاهش طول و عرض برگ‌های بالای بوته شده و غلظت آلکالوئیدهای کل در برگ کاهش می‌یابد، ولی تاثیری در مقدار قند احیاء در برگ عمل‌آوری شده نداشت. کاهش عملکرد توتون واکنش معمول گیاه به تاخیر در گل‌زنی بود اما این تاثیر فصلی بود و برای برخی از ۵ واریته مورد مطالعه در طول سه سال، کاهش عملکرد ثابت نبود. در مطالعه بعدی، Elliot در سال ۱۹۷۵ نشان داد که هر گاه گل‌زنی قبل از مرحله دکمه‌ای شدن (زمانی که طول هفدهمین یا هجدهمین برگ توتون حدود ۵ سانتی‌متر است) و یا موقع دکمه‌ای شدن صورت گیرد عملکرد و تراکم بافت برگ‌های بالای بوته به طور قطعی افزایش می‌یابد. کل مطالعات مذکور در دهه ۶۰ و ۷۰ قرن بیستم میلادی انجام یافته‌اند که میانگین عملکرد توتون در آن موقع ۲۰۰۰ تا ۲۲۵۰ کیلوگرم در هکتار بود مطالعات بسیار جدید با واریته‌های پرمحصول مورد کشت با عملیات زراعی مناسب در این نوشته وجود ندارد. با این حال، Collins و Hawks در سال ۱۹۹۳ مزایای گل‌زنی زودهنگام را به صورت زیر لیست کرده اند:

۱- گل‌زنی زودهنگام به نیروی کارگری کمتری نیاز داشته و قبل از این که کارهای کارگری فصل برداشت شروع شود، عملیات گل‌زنی به اتمام می‌رسد.
۲- بوته‌های گل‌زنی شده در برابر ورس توسط باد مقاوم هستند. ورس بوته‌ها، کارایی تماس کنترل‌کننده‌های تماسی- موضعی سیستمیک جوانه‌های جانبی و بازده برداشت محصول را کاهش می‌یابد.
۳- گل‌زنی زودهنگام برخی از تنش‌های رشد مرتبط با کمبود یا بیش بود رطوبت خاک را کم می‌کند.
۴- با حذف زودهنگام گل‌ها (که هنوز باز نشده‌اند)، میزان جذب پروانه‌های تخم گذار چندین حشره مضر روی بوته کاهش می‌یابد.

بنابراین، گل‌زنی زودهنگام هزینه مدیریت حشرات ، اثرات باقی مانده سموم و مخاطرات سلامتی مرتبط با حشره کش‌ها را کاهش می‌دهد.

طریقه عمل و تاثیر کنترل‌کننده‌های شیمیایی جوانه‌های جانبی

سال ۱۹۷۹، Steffens مروری بر نحوه عملکرد تنظیم کننده‌های رشد توتون و تاثیر آنها بر خصوصیات شیمیایی و باقی ماندن این مواد در برگ‌های عمل‌آوری شده انجام داد. از آن زمان تا به حال مواد شیمیایی اندکی برای کنترل جوانه‌های جانبی در توتون معرفی شده‌اند. بر اساس نحوه عمل، کنترل‌کننده‌های جوانه‌های جانبی در سه گروه اسیدهای چرب تماسی، تماسی-موضعی سیستمیک و سیستمیک دسته‌بندی می‌شوند.

الکل چرب تماسی:

این ترکیبات به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند. اصولا از زنجیره مستقیم مخلوطی از n- اکتانول و n- دکانول و یا تنها از n- دکانول تشکیل می‌یابد. برای تاثیر این ماده لازم است به طور مستقیم با جوانه‌های جوانه جانبی تماس داشته باشد لذا باید با روش‌هایی مورد استفاده قرار بگیرند که محلول آن از بالای بوته و از طریق ساقه به پایین بوته سرازیر گردد و با جوانه‌های جانبی مربوط به هر برگ تماس داشته باشد. بنابراین زمانی جوانه‌های جانبی بهتر کنترل خواهد شد که محلول الکل چرب مستقیما از بالای بوته‌های قائم توتون مصرف شوند. مصرف الکل چرب بلافاصله بعد از گل‌زنی به موقع (مرحله دکمه‌ای شدن گل‌آذین) در مقایسه با مصرف آن پس از گل‌زنی دیرهنگام موثرتر خواهد بود چون جوانه‌های جانبی در مرحله دکمه‌ای شدن گل‌آذین، کمتر توسعه یافته‌اند. همچنین زمانی که گل‌زنی به تعویق می‌افتد بالاترین برگ‌های بوته بزرگ‌تر شده و در صورت وقوع باد حین مصرف الکل چرب، به راحتی روی ساقه (محل برش ساقه در عملیات گل زنی بوته) می‌افتد و برگ‌های افتاده از تماس بخش بالایی بوته با الکل چرب جلوگیری کرده و عملیات مصرف الکل چرب را مختل می‌کند. در سال ۱۹۹۴، Seltmann توضیح داد که چگونه آرایش مارپیچ برگ‌ها روی ساقه توتون جریان محلول الکل چرب جاری به پایین ساقه را تحت تاثیر قرار می‌دهد و در نتیجه میزان تاثیرگذاری کنترل‌کننده جوانه جانبی را روی جوانه‌های جانبی برگ‌های بالای بوته تحت تاثیر قرار می‌دهد. بوته توتون از لحاظ آرایش برگ روی ساقه دارای یک فیلوتاکسی (Phyllotaxy) ۳/۸ است یعنی زمانی که برگ‌ها به طور پشت سرهم از بالای بوته به طرف پایین آن شمرده شوند نهمین برگ شمارش شده روی پایین ساقه درست در زیر اولین برگ بالایی شمارش شده قرار می‌گیرد و این در شرایطی است که در نهمین برگ، دور ساقه سه بار طی می‌شود. امولسیون الکل چرب روی جوانه‌های جانبی اولین تا سومین برگ بالای بوته مصرف می‌شود زمانی که امولسیون در جوانه جانبی اولین برگ بالای بوته مصرف شود امولسیون به جوانه جانبی سومین برگ بالای بوته نمی‌رسد و اگر تنها در جوانه جانبی دومین برگ بالای بوته مصرف شود در نتیجه امولسیون به

جوانه‌های جانبی اولین و چهارمین برگ بالای بوته نمی‌رسد و اگر تنها در جوانه جانبی سومین برگ بالای بوته مصرف شود در نتیجه امولسیون به جوانه‌های جانبی اولین، دومین و چهارمین برگ بالای بوته نمی‌رسد. در سال ۱۹۹۴، Seltmann نتیجه گرفت که جهت کنترل عالی جوانه‌های جانبی لازم است امولسیون الکل چرب به روی هر سه جوانه جانبی بالای بوته ریخته شود تا کل بقیه جوانه‌های جانبی روی بوته به امولسیون الکل چرب آغشته شوند اما حجم زیادی از امولسیون سبب کاهش تعداد جوانه‌های جانبی می‌شود که در زیر جوانه جانبی مورد تیمار واقع شده‌اند.

الکل‌های چرب خصوصیات نیمه تراوایی غشای سلولی را مختل کرده و سبب خشک کردن محتوای سلول‌های بافت‌های مریستمی‌می‌شود (Wheeler et al, ۱۹۹۱). بنابراین غلظت امولسیون مهم است و لازم است به حد کافی باشد تا بتواند غشای سلولی جوانه‌های جانبی بسیار ترد و آبدار را تحت تاثیر قرار دهد ولی بر غشای سلولی بافت‌های ساقه و برگ تاثیر نداشته باشد. در نتیجه، غلظت مورد نیاز الکل چرب مورد نیاز برای توتون مورد کشت در شرایط خشک ممکن است بسیار بالاتر باشد به طوری که‌این غلظت سبب گیاه سوزی در برگ‌های بالای بوته توتون مورد کشت در شرایط رطوبت زیاد خواهد شد بخصوص اگر مصرف الکل چرب در شرایط رطوبت پایین هوا و دما و فشار بالا صورت گیرد. بر عکس، غلظت‌های پایین الکل چرب که جوانه‌های جانبی توتون آبدار را بدون گیاه سوزی تحت تاثیر قرار می‌دهد ممکن است تاثیر کافی را روی جوانه‌های جانبی توتون مورد کشت در شرایط خشک نداشته باشد. استفاده از الکل چرب به عنوان تنها کنترل‌کننده جوانه جانبی به ندرت منجر به کنترل رضایت بخش جوانه‌های جانبی توتون شده است چون جوانه‌هایی که در اولین مصرف آن خیس نشده‌اند ممکن است آن قدر رشد کنند که لازم باشد امولسیون دوباره ۲ تا ۳ روز بعد مصرف شود (Collins et al, ۱۹۷۰). همچنین، امولسیون الکل چرب مورد نیاز برای خشک کردن بافت‌های مریستمی‌دو تا سه جوانه موجود در پای دمبرگ هر برگ بالای بوته توتون گرمخانه‌ای ممکن است سبب گیاه‌سوزی برگ شده و ممکن است برگ به زمین بیافتد (and Seltmann, ۱۹۶۴ Kim). هر چند در کانادا، طول فصل برداشت توتون کمتر است و مصرف کنترل‌کننده‌های سیستمیک (مالئیک هیدرازید) جوانه جانبی متداول است ولی مصرف الکل چرب به عنوان کنترل‌کننده شیمیایی نیز صورت می‌گیرد (Caughill and Rosa, ۱۹۹۱). به غیر از احتمال گیاه سوزی الکل چرب، مصرف الکل چرب تاثیر مضری روی برگ‌های توسعه یافته توتون ندارد (Caughill and Rosa, ۱۹۹۱). همچنین اثرات مضر باقی مانده روی برگ گزارش نشده است (Tancogne et al, ۱۹۷۷). همچنین سبب تغییر قابل توجه خصوصیات شیمیایی، فیزیکی و دود برگ‌های عمل‌آوری شده نمی‌شود (Steffens,۱۹۷۹). بنابراین، زمانی که گل‌زنی به طور زودهنگام انجام می‌گیرد مصرف یک یا دو مرحله الکل چرب جهت کنترل بهتر جوانه‌های جانبی

انجام می‌شود تا این که برگ‌های بالای بوته به حدی بزرگ می‌شوند که مواد شیمیایی سیستمیک و یا مواد تماسی- موضعی سیستمیک مورد استفاده قرار می‌گیرد، که مصرف هر دوی آن می‌تواند طول و رشد برگ‌ها را حدود کمتر از ۲۵ سانتی‌متر محدود کند.

کنترل‌کننده‌های تماسی- موضعی سیستمیک

گروه دیگری از ترکیبات که امروزه به طور گسترده برای کنترل جوانه‌های جانبی توتون مورد استفاده قرار می‌گیرند گروه کنترل‌کننده‌های تماسی- موضعی سیستمیک هستند. این ترکیبات در داخل گیاه تحرک ندارند ولی به حد کافی توسط بافت‌های مریستمی‌جذب شده و سبب توقف تقسیم سلولی در جوانه‌های مورد تماس می‌شوند. بنابراین این ترکیبات مانند الکل چرب، زمانی که با روش‌های دستی و یا مکانیزه مورد استفاده قرار می‌گیرند و جوانه‌های جانبی را خیس کنند، تاثیر زیادی خواهند داشت. با این حال چون این ترکیبات سبب توقف تقسیم سلولی می‌شوند لذا مصرف آن روی برگ‌های نابالغ بالای بوته ممکن است منجر به محدودیت رشد آنها شود و معمولا این ترکیبات را نباید قبل از مصرف الکل چرب مورد استفاده قرار داد (Hwaks and Collins, ۱۹۹۳).

ترکیبات این گروه که به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارت از دنیتروآنیلین‌ها[۲] (فلومترالین،[۳] بوترالین،[۴] پندی‌متالین[۵] هستند با این حال کلروتال- دی‌متیل[۶] و کلروفام[۷] در برخی کشورها شناخته شده هستند. خصوصیات شیمیایی توتون عمل‌آوری شده در تیمار استفاده از دنیتروآنیلین‌ها با خصوصیات آن در تیمارهای استفاده از الکل چرب و مالئیک هیدرازید مورد مقایسه واقع شد (Steffens، ۱۹۷۹، داده‌های منتر نشده کمیته محلی تنظیم کننده‌های رشد توتون). با این حال، مصرف دنیتروآنیلین‌ها روی هر بوته توسط ماشین به ندرت سبب کنترل خوب رشد جوانه‌های جانبی می‌شود چون در مقایسه با روش دستی، تعداد کمتری از جوانه‌های جانبی در روش ماشینی خیس می‌شوند (Peedin,۱۹۸۷). در سال ۱۹۸۶، Jones و Rideout با استفاده از اپلیکاتورهای دستی اسپری کننده دریافتند که مصرف محلول فلومترالین به همراه ۴ درصد الکل چرب (مخلوط شده در تانک آب) در مقایسه با مصرف محلول فلومترالین (به تنهایی) کنترل رشد جوانه‌های جانبی و عملکرد محصول را بهبود می‌بخشد. زمانی که مصرف کنترل‌کننده‌ها بعد از گل‌زنی انجام گرفت کنترل رشد جوانه‌های جانبی در

[2]- Dinitroanilines
[3]- Flumetralin
[4]- Butralin
[5]- Pendimethalin
[6]- Chlorothal- dimethyl
[7]- Chloropham

هر دو تیمار در مقایسه با کنترل آن در مصرف قبل از گل‌زنی بوته، بهبود یافت بخصوص زمانی که غلظت فلومترالین کمتر (۰/۸۴ و ۱/۳۵ کیلوگرم ماده موثره در هکتار یا ai/ha) بود. در سال ۱۹۹۳، Yelverton و همکاران در هفت آزمایش انجام یافته در ایالت‌های مورد کشت توتون بارلی در جنوب شرق ایالات متحده، تنها بوترالین را بعد از یک یا دو بار استفاده از الکل چرب به کار بردند و گزارش کردند که بوترالین می‌تواند به عنوان یک کنترل‌کننده موثر جوانه جانبی باشد ولی مصرف آن همراه با الکل چرب معمولا موثرتر از مصرف انفرادی آن داشت و مصرف مستقیم آن بر روی جوانه‌های روی بوته در مقایسه با محلول پاشی آن روی برگ‌ها، سبب کنترل بهتر و پایدار رشد جوانه‌های جانبی شد. این محققین نتیجه گیری کردند که در صورت استفاده از دنیتروآنیلین‌ها برخی از جوانه‌های جانبی روی بوته با آن تماس پیدا نمی‌کنند لذا مصرف دنیتروآنیلین‌ها باید در ترکیب با یک کنترل‌کننده سیستمیک مانند مالئیک هیدرازید مورد ارزیابی قرار گیرد.

دنیتروآنیلین نخست به عنوان علف‌کش‌های grass و پهن برگان یک ساله مورد استفاده قرار می‌گیرد. مولکول‌های آن روی ذرات خاک بخصوص مواد آلی و هومیک خاک جذب می‌شود و حلالیت کمی در آب دارند و عملا در خاک غیرمتحرک هستند (Weber,۱۹۹۰). مشکلات اثرات باقی مانده آن در خاک بویژه برای محصولات مورد کشت بعد از توتون تیمار شده با این کنترل‌کننده‌های جوانه جانبی نیز وجود دارد. در سال ۱۹۸۶، Rawls دریافت که گندم مورد کشت در مزرعه سال قبل توتون مورد تیمار با فلومترالین، با افزایش مقادیر مصرف فلومترالین پاسخ رشد منفی را در هر ۴ محل آزمایش (دامنه ماده آلی خاک در ۴ مزرعه بین ۰/۴ تا ۱/۲ درصد) نشان می‌دهد. آزمایشات زیستی نشان داد که مصرف فلومترالین با غلظت‌های ۰/۰۵ و ۰/۱ پی‌پی‌ام در خاک به ترتیب رشد ریشه و ساقه را کاهش می‌دهد و غلظت‌های بالای ۰/۸۵ پی‌پی‌ام، ظهور گیاهچه‌های گندم را کندتر کرده ولی بر جوانه‌زنی تاثیر ندارد. در سال ۱۹۸۵، Bergger نشان داد که مصرف ۱/۳ کیلوگرم ماده موثره فلومترالین در هر هکتار سطح خاک، باعث توقف رشد ذرت کشت شده در ۲۸۵ روز بعد از مصرف، می‌شود. در سال ۱۹۹۴، Sheets و همکاران ۱۰۰ روز پس از مصرف ۱/۳۴ کیلوگرم ماده موثره فلومترالین در هکتار، در دو آزمایش انجام یافته در دو خاک با مقدار ماده آلی مشابه ولی با مقدار متفاوت رس ۱۲ و ۲۸ درصد، نشان دادند که کاهش جزئی در دوره سکون و قوه نامیه بذر گندم در خاک سبک (با درصد رس ۱۲ درصد) اتفاق می‌افتد در حالی که با مصرف ۳/۳۶ کیلوگرم ماده موثره بوترالین در هر هکتار، دوره سکون و قوه نامیه بذر در هیچ یک از دو محل آزمایش تحت تاثیر قرار نگرفت. ولی در خاک با درصد رس کمتر، تاثیر بوترالین بر کنترل رشد جوانه‌های جانبی توتون در مقایسه با فلومترالین (وقتی هر کدام به تنهایی بکار برده شدند) کمتر بود. اثرات باقی مانده دنیتروآلینین روی محصول سال بعد ممکن است در صورتی افزایش یابد که‌این ماده در یک

مزرعه، هم برای کنترل علف‌های هرز و هم کنترل رشد جوانه‌های جانبی توتون به کار رود. در سال ۱۹۹۰، Shelby و همکاران دریافتند هر گاه در مزرعه توتون بارلی برای کنترل جوانه‌های جانبی از فلومترالین و برای کنترل علف‌های هرز از پندی متالین استفاده شود، کاهش رشد گندم مورد کشت در پاییز (بعد از جمع‌آوری بقایای محصول توتون) بیشتر بود. در حالی که کاهش رشد توتون مورد کشت در بهار عمدتا از انتقال بقایای فلومترالین ناشی می‌شود. این اثرات زمانی که بوته توتون به جای دریافت ۲۹ میلی گرم ماده موثره فلومترالین (۰/۵ کیلوگرم ماده موثره در هکتار)، ۸۶ میلی گرم ماده موثره فلومترالین (۱/۶ کیلوگرم ماده موثره در هکتار) دریافت کند، بیشتر شایع می‌شود. با این حال به نظر می‌رسد عملکرد برگ خشک توتون، بیشتر از کاهش رشد ایجاد شده توسط فلومترالین، توسط میزان کنترل جوانه‌های جانبی تحت تاثیر قرار می‌گیرد.

فلومترالین در سال ۱۹۸۳ و بوترالین در سال ۱۹۹۷در ایالات متحده برای استفاده در مزارع توتون گرمخانه‌ای تایید شد. از آنجا که تعداد مشاهدات مزرعه‌ای برای بوترالین کمتر بود، ابتدا فلومترالین به مقدار مصرف ۱/۳۴ کیلوگرم ماده موثره در هکتار، برچسب خورد. مشکلات انتقال اثرات باقی مانده آن توسط این محققان و سایرین در خاک‌هایی که مقدار ماده آلی آن کمتر از ۰/۵ درصد است مشاهده شد. علاوه براین، محلول پاشی آن و مصرف آن روی هر بوته (ریختن محلول از ساقه) طبق برچسب روی آن به مقدار ۹۰ میلی گرم ماده موثر در هر ۳۰ میلی لیتر برای هر بوته، برخی مواقع رشد برگ‌های نارس و آبدار فوقانی را محدود می‌کند. طبق تجاربی که از محلول پاشی و کار Jones و Rideout (۱۹۸۶) و Seltmann (تماس شخصی) حاصل شده است می‌توان دریافت که مقادیر پایین فلومترالین می‌تواند به حد کافی رشد جوانه‌های جانبی را کنترل کند. مقدار بسیار معمول مصرف آن ۰/۶۷ کیلوگرم ماده موثره در هکتار (۴۵ میلی گرم ماده موثره برای هر بوته) است و اعتراض زارعین مبنی بر انتقال اثرات باقی مانده آن به ندرت اتفاق می‌افتد. بوترالین در مقایسه با فلومترالین تاثیر کمتری در کنترل رشد جوانه‌های جانبی داشته و مقدار بسیار معمول مصرف آن ۲/۵۲ کیلوگرم ماده موثره در هکتار است. بر اساس کار Sheets و همکاران (۱۹۹۴b)، با مصرف این مقدار بوترالین در خاک‌های تحت کشت توتون در جنوب شرق ایالات متحده نباید انتظار داشت که مشکلات گسترده‌ای در رابطه با انتقال اثرات باقی مانده بوترالین ایجاد کند.

به نظر می‌رسد دنیتروآلینین‌ها مقدار کمتری اثرات باقی مانده روی برگ‌های عمل‌آوری شده توتون گرمخانه‌ای داشته باشند. در دو آزمایش Sheets و همکاران (۱۹۹۴b)، گزارش دادند که معمولا اثرات باقی مانده فلومترالین و بوترالین در برگ‌های اولین چین و برگ‌های پایین به ترتیب ۰/۳۷ و ۰/۳۳ پی‌پی‌ام است. معمولا بوترالین سریع تر از فلومترالین از روی برگ‌ها ناپدید می‌شود. طبق نتایج یک برنامه منسجم برای نمونه برداری برگ جهت بررسی اثرات باقی مانده

که توسط نواحی فروش توتون گرمخانه‌ای طی سال‌های ۱۹۹۳ تا ۱۹۹۵ در ایالات متحده صورت گرفت (Leidy et al, ۱۹۹۶ &۱۹۹۵ ; Sheets et al, ۱۹۹۴a)، اثرات باقی مانده فلومترالین در موقعیت ساقه به طور میانگین ۰/۵ پی‌پی‌ام بود و مقدار آن در موقعیت مختلف ساقه یکسان بود. در مقابل مقدار اثرات باقی مانده فلومترالین برای بارلی که هم زمان و در همان سال نمونه برداری شده بود به طور میانگین ۱/۶۸ پی‌پی‌ام بود و مقدار آن ازموقعیت‌های پایین ساقه تا بالای آن افزایش می‌یافت. دلیل اصلی مقادیر بالای اثرات باقی مانده در بارلی کاملا مشخص نیست اما چون بارلی در مقایسه با توتون گرمخانه‌ای بلافاصله بعد از تیمار برداشت می‌شود و در عمل‌آوری آن دما بالا نمی‌رود. (بوترالین در برنامه نمونه‌برداری نبود چون در آن زمان اجازه مصرف آن در ایالات متحده هنوز داده نشده بود).

کنترل‌کننده‌های سیستمیک

مالئیک هیدرازید (MH) تنها کنترل‌کننده شیمیایی سیستمیک واقعی است. مالئیک هیدرازید یک ماده شیمیایی بسیار بحث انگیز است که از زمان معرفی آن در دهه ۵۰ قرن بیستم در آمریکا، برای کنترل رشد جوانه‌های جانبی توتون مورد استفاده قرار می‌گیرد. مالئیک هیدرازید اولین ماده شیمیایی است که وقتی با دست یا سمپاش پشت تراکتور بر روی توتون محلول پاشی می‌شود جوانه‌های جانبی توتون را به طور موثر کنترل می‌کند. با محلول پاشی مالئیک هیدرازید، از هزینه‌های کارگری جهت کنترل دستی جوانه‌های جانبی یا مصرف امولسیون روغنی الکل چرب روی هر بوته کاسته می‌شود. در نتیجه مالئیک هیدرازید تا اواسط دهه ۶۰ قرن بیستم میلادی به طور گسترده جهت کنترل رشد جوانه‌های جانبی در مزراع توتون بارلی و توتون گرمخانه‌ای مورد استفاده قرار گرفت. با این حال چندین کارخانه سیگارت‌سازی گزارش دادند که مالئیک هیدرازید سبب تغییرات مضر در برگ‌های عمل‌آوری شده توتون می‌شود (Coulson, ۱۹۵۹ ، Moseley, ۱۹۵۹). افزایش قند احیاء و مقدار رطوبت تعادلی برگ عمل‌آوری شده توتون و کاهش مقدار نیکوتین و خاکستر و ارزش پرکنی با مصرف مالئیک هیدرازید ارتباط دارد (Chaplin, ۱۹۶۷ ، Peedin, ۱۹۷۰). با مقایسه روش کنترل دستی جوانه‌های جانبی و کنترل‌کننده شیمیایی توسط مالئیک هیدرازید، مزایای ضد و نقیضی توسط پانل‌های تخصصی دود گزارش شده است (Steffens,۱۹۷۹). با این کار Peedin (۱۹۷۰) نشان داد که برخی از تغییرات نا مطلوب مربوط به مصرف مالئیک هیدرازید به جای این که به تاثیر فیزیولوژیکی مالئیک هیدرازید روی توتون مربوط باشد تا حدی به بهبود کنترل جوانه‌های جانبی مربوط است. در سال ۱۹۷۹، Steffen اشاره می‌کند که کاهش تعداد نواحی مریستمی‌بوته توتون در اثر کنترل‌کننده‌های شیمیایی تاثیر عمیق روی فیزیولوژی گیاه دارد. با این حال، داده‌های Seltmann (۱۹۷۸) نشان داد که مقدار زیاد قند احیاء و مقدار رطوبت

تعادلی در برگ عمل‌آوری شده توتون مرتبط با مصرف مالئیک هیدرازید، نمی‌تواند تنها با کنترل بهتر رشد جوانه‌های جانبی توجیه شود.

تجارت بین‌المللی توتون تیمار شده با مالئیک هیدرازید با اثرات باقی مانده آن روی برگ توتون تحت تاثیر قرار گرفت. مالئیک هیدرازید بیشتر از هر نوع آفت کش دیگری در زراعت توتون مصرف می‌شود (Hawks and Collins, ۱۹۹۳). برخی از کشور تولیدکننده اصلی توتون گرمخانه‌ای مانند برزیل، کانادا و زیمبابوه استفاده از مالئیک هیدرازید را ممنوع کردند چون دامنه مجاز مقدار بقایای مالئیک هیدرازید در محصولات دخانی چندین کشور اتحادیه اروپا ۸۰ پی‌پی‌ام بود. هر چند، Meyer و همکاران (۱۹۸۷) عوامل موثر بر مقدار بقایای مالئیک هیدرازید و مفاهیم سم شناختی آنها مرور کردند و ذکر کردند که دلیل متقاعد کننده‌ای وجود ندارد که فرمولاسیون نمک‌های پتاسیمی‌که به طور گسترده مورد مصرف قرار می‌گیرند، برای مصرف‌کنندگان سیگار مضر باشد. به علاوه، آژانس حفاظت محیط زیست ایالات متحده داده‌های نتایج چندین مطالعه سم شناختی با مالئیک هیدرازید را که در اوایل دهه ۸۰ میلادی انجام گرفته بود را بررسی کردند، ولی دامنه مجاز بقایا را برای آن در محصولات دخانی ایالات متحده تعیین نکردند.

تحت شرایط فشار تورژانس مناسب گیاه و رطوبت بالا، بازده جذب مالئیک هیدرازید بالاتر است (Meyer et al, ۱۹۸۷) بنابراین مصرف آن در شرایط گرم و خشک توصیه نمی‌شود. مالئیک هیدرازید پس از جذب، توسط آوندهای چوبی و آبکش به بخش‌های مریستمی‌گیاه منتقل می‌شود و در نتیجه تقسیم سلولی را در مریستم گیاه متوقف می‌کند ولی بر طویل شدن سلول‌ها تاثیر ندارد. مالئیک هیدرازید در داخل گیاه نسبتا پایدار است و به فرم آزاد یا پیوند شده با سایر ترکیبات در داخل گیاه وجود دارد. مالئیک هیدرازید آزاد شامل بخش قابل حل مالئیک هیدرازید در برگ و بقایای موجود آن در سطح برگ است. مالئیک هیدرازید پیوندی شامل مالئیک هیدرازید پیوند با دیواره سلولی و گلوکوزیدها است و امکان ندارد در واکنش‌های فیزیولوژیکی گیاه شرکت کند. تشکیل گلوکوزید شاید توجیه کند که چرا Seltmann و Peedin (۱۹۷۲) مشاهده کردند زمانی که مالئیک هیدرازید به جای صبح یا اواسط عصر، در شب استفاده شود، کنترل جوانه‌های جانبی ضعیف تر می‌شود. تشکیل گلوکوزیدها شاید بتواند این مسئله را توجیه کند چون مقدار کربوهیدرات‌ها در اوایل شب به دلیل تجمع آن در طول روز، بالاتر است (Meyer et al, ۱۹۸۷).

علاوه بر پایداری متابولیکی مالئیک هیدرازید، فشار تبخیر واقعی مالئیک هیدرازید صفر است و مالئیک هیدرازید توسط اشعه ماوراء بنفش و دمای بالای موقع عمل‌آوری توتون گرمخانه‌ای کمتر تجزیه می‌شود (Hawks and Collins, ۱۹۹۳). بنابراین برگ‌های مورد تیمار با آن همواره حاوی اثرات باقی مانده آن خواهد بود (Meyer et al, ۱۹۸۷). این بقایا موقع عمل‌آوری

(Seltmann and Sheets, ۱۹۸۵) و انبار به مدت ۲۴ ماه (Steffens,۱۹۷۹) به میزان جزئی کاهش می‌یابد مقدار اثرات باقی مانده مالئیک هیدرازید در برگ به طور مستقیم به غلظت مصرف آن بستگی دارد (Hunt et al, ۱۹۷۷ ، ۱۹۸۵، Seltmann and Sheets، ۱۹۹۵، Gui et al). ولی مالئیک هیدرازید بسیار محلول در آب است و مقدار باقی مانده آن در برگ به طور گسترده تغییر می‌کند. شاید دلیل آن، مقدار متغیر باران و یا شبنم در چند روز بعد از مصرف مالئیک هیدرازید در نقاط مختلف باشد. در سال ۱۹۹۵، Gui و همکاران گزارش دادند که بقایای مالئیک هیدرازید در برگ سبز بالای بوته توتون بارلی ۸ روز بعد از مصرف آن (به مقدار توصیه شده)، حدود ۵۰ درصد کاهش یافت و تا ۱۶ روز بعد یعنی شروع برداشت، مقدار آن در برگ نسیتا ثابت باقی ماند. دلایل احتمالی برای کاهش اولیه آن بیان نشده است ولی مقدار کاهش آن بهتر فیت شد (r = 0.99**) که همبستگی بین روز بعد از مصرف و مقدار بقایای مالئیک هیدرازید در برگ توتون بسیار معنی دار بود) و مدل آن به صورت زیر می‌باشد:

$$MH\ (p.p.m) = ۵۰۲ \times (\text{تعداد روز بعد از مصرف})^{-۰/۸۴}$$

در سال ۱۹۷۷، Hunt و همکاران(۱۹۷۷) دریافتند که مقدار بقایای مالئیک هیدرازید در برگ‌های پایینی نسبت به برگ‌های میانی و فوقانی بیشتر است، ولی بقایای آن با گذشت زمان کاهش می‌یابد. لذا توصیه بر این است که فاصله زمانی حداقل یک هفته بین مصرف مالئیک هیدرازید و برداشت برگ‌های پایین بوته رعایت شود. یک تحقیق ۵ ساله در ۲۹ محل در کارولینای شمالی نشان داد که زمانی که مقدار توصیه شده مالئیک هیدرازید (۲/۵ کیلوگرم ماده موثرع در هکتار) فقط یک بار مصرف شود و برداشت یک هفته یا بیشتر بعد از مصرف آن صورت گیرد بقایای مالئیک هیدرازید در نمونه مخلوط کل برگ‌ها به تناسب محل و سال به طور گسترده متفاوت می‌باشد، ولی میانگین آن در ۱۶۳ نمونه برگ مورد تجزیه، ۷۳ پی پی ام بود. دامنه تغییر مقدار بقایای مالئیک هیدرازید از حدود صفر تا ۳۵۱ پی پی ام بود و در ۳۶ درصد نمونه‌ها مقدار بقایای آن بیش از ۸۰ پی پی ام بود (Nelson and Sheets, ۱۹۸۹). این محققان برای برخی مکان‌ها و سال‌ها، همبستگی منفی پایین ولی معنی دار بین میانگین مقایای مالئیک هیدرازید و عملکرد محصول در هکتار به دست آوردند ولی روابط آن قدر قوی نبود که بتوان از روی مقدار عملکرد، مقدار بقایای مالئیک هیدرازید را پیش بینی کرد.

به دلیل حلالیت بالای مالئیک هیدرازید در آب می‌توان با استفاده از مصرف مقدار نسبتا کمی‌آب روی شاخ و برگ بوته در زمان مناسب بعد از مصرف مالئیک هیدرازید، اثرات باقی مانده آن را در برگ به طور قابل توجه و مداوم کاهش داد. در سال ۱۹۸۵، Sheets و Seltmann با مصرف مقدار ۲ تا ۳ سانتی‌متر آب (۲۰۰ تا ۳۰۰ مترمکعب آب در هکتار) با آبیاری قطره‌ای

۶ ساعت بعد از مصرف مالئیک هیدرازید، میزان کنترل رشد جوانه‌های جانبی و نیز بقایای مالئیک هیدرازید را در برگ کاهش دادند و با آبیاری بعد از ۱۲ ساعت مصرف مالئیک هیدرازید، بقایای آن کاهش یافت ولی کنترل رشد جوانه‌های جانبی نیز به طور قابل ملاحظه کاهش یافت. آبیاری ۲۴ تا ۴۸ ساعت بعد از مصرف مالئیک هیدرازید بقایای آن و رشد جوانه‌های جانبی را در مقایسه با تیمار آبیاری شده کاهش نداد. این نتایج در مطالعه بعدی نیز تایید شد (Sheets and Seltmann, ۱۹۸۵). این محققان دریافتند که مصرف دوباره نصف مالئیک هیدرازید مورد نیاز بعد از بارندگی که بین ۳ تا ۱۲ ساعت بعد از اولین مرحله مصرف مالئیک هیدرازید اتفاق می‌افتد سبب کنترل بهتر رشد جوانه‌های جانبی می‌شود بدون این که بقایای مالئیک هیدرازید به بیش از ۸۰ پی پی ام افزایش یابد. در سال ۱۹۹۵، Jennette و همکاران در یک مطالعه دو ساله، باران شبیه سازی شده را به مقدار ۰/۰۱۳ تا ۱/۲۷ سانتی‌متر (۱/۳ تا ۱۲۷۰ مترمکعب آب در هکتار) در ۴ تکرار به کار بردند و دریافتند که مصرف حدود ۰/۵ سانتی‌متر آب باران ۲۴ ساعت بعد از مصرف مالئیک هیدرازید، مقدار بقایای آن را بیش از ۵۰ درصد در برگ‌های سبز بالا و پایین بوته، در مقایسه با تیمار آبیاری نشده کاهش داد. بقایای مالئیک هیدرازید به طور خطی و two- part segmented fashion با افزایش مقدار باران کاهش یافت و اثر آن در برگ‌های بالای بوته بسیار پایدار بود و در مقایسه با برگ‌های پایین بوته، بقایای مالئیک هیدرازید دو تا سه برابر بیشتر بود. در مواردی که کاهش به صورت دو خطی (segmented) بود نقطه اتصال دو بخش اغلب در بین ۰/۱۳ تا ۰/۲۵ سانتی‌متر باران اتفاق می‌افتاد. میزان کنترل جوانه‌ها در سطوح مختلف آبیاری بارنی کاهش نیافت. در مجموع این مطالعات نشان داد بقایای مالئیک هیدرازید می‌تواند بطور موثر توسط آبیاری بارانی بین ۱۲ تا ۲۴ ساعت بعد از مصرف مالئیک هیدرازید کاهش یابد بدون این که میزان کنترل رشد جوانه‌های جانبی تحت تاثیر قرار گیرد. مقدار آب مصرفی بیشتر از زمان مصرف آن، در بقایای مالئیک هیدرازید تاثیر دارد و کاهش میزان بقایای آن در استفاده از ۱ تا ۱/۵ سانتی‌متر آب، بیشترین مقدار است.

روش مصرف مالئیک هیدرازید ممکن است میزان بقایای آن را در برگ عمل‌آوری شده تحت تاثیر قرار دهد. در سال ۱۹۹۵، Jennette گزارش کردند مصرف ۲/۵۲ کیلوگرم ماده موثره مالئیک هیدرازید در هکتار با اسپری ریز و با حجم کم (۲۹۶ لیتر در هکتار) و با فشار زیاد (۲۷۶ کیلوپاسکال) در مقایسه با مصرف این مقدار با اسپری درشت و با حجم زیاد (۴۶۸ لیتر در هکتار) و با فشار کم (۱۳۸ کیلوپاسکال) سبب ایجاد بقایای زیاد مالئیک هیدرازید شد. به طور میانگین، اسپری درشت بقایای مالئیک هیدرازید را ۵ درصد در برگ‌های سبز پایین و ۳۴ درصد در برگ‌های سبز بالای بوته و در کل برگ‌های عمل‌آوری شده توتون ۲۳ درصد کاهش داد این محققان تفکرشان بر این است قطرات ریز محلول به دلیل وزن کم بیشتر پخش می‌شوند

و به احتمال زیاد در طرف دیگر برگ نیز می‌چسبند که در آن احتمال شستشو کمتر است. با این حال در مطالعه مشابه، Yelverton و همکاران (۱۹۹۵) تفاوتی بین اسپری ریز و درشت با مصرف همان مقدار مالئیک هیدرازید (۲/۵۲ کیلوگرم ماده موثره مالئیک هیدرازید در هکتار) از لحاظ بقایای آن و میزان کنترل رشد جوانه‌های جانبی به دست نیاوردند. در این مطالعه حجم محلول در هر دو اسپری درشت و ریز یکسان بود ولی فشار برای اسپری درشت و ریز به ترتیب ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوپاسکال بود. در سال ۱۹۹۵، Gui و همکاران همان مقدار مالئیک هیدرازید را برای توتون بارلی با حجم‌های مختلف محلول (۳۹۲ و ۱۹۶ لیتر در هکتار در هر بار محلول پاشی) و به تعداد یک بار و بصورت تقسیط مصرف کردند در مقایسه با مصرف یک بار مالئیک هیدرازید با حجم زیاد آب (۳۹۲ لیتر در هکتار)، برگ‌های عمل‌آوری شده در مصرف بصورت تقسیط مالئیک هیدرازید دارای مقدار متوسطی بقایای مالئیک هیدرازید بود. در استفاده از حجم کم محلول، میزان بقایای آن بخصوص در برگ‌های وسط و بالای بوته بیشتر بود. ایشان بر این باور هستند که بقایای مالئیک هیدرازید در مصرف بصورت تقسیط آن، بیشترین است چون فاصله زمانی دومین مرحله مصرف مالئیک هیدرازید با برداشت برگ تنها ۷ روز است و زیادی بقایای مالئیک هیدرازید در مصرف یک بار آن با حجم محلول کم (۱۹۶ لیتر در هکتار) ممکن است ناشی از جذب بهتر مالئیک هیدرازید به دلیل غلظت بالای آن در محلول باشد. اگر چنین است رابطه مثبت آشکار بین غلظت مالئیک هیدرازید و مقدار جذب ممکن است کمکی برای توجیه نتایج Jennette و همکاران (۱۹۹۵) باشد که در آن میزان بقایای مالئیک هیدرازید در اسپری ریز با حجم محلول کم در مقایسه با میزان بقایای آن در اسپری درشت با حجم محلول زیاد بیشتر بود. با این حال نتایج Yelverton و همکاران (۱۹۹۵) که حجم مشابه محلول را در هر دو اسپری ریز و درشت مورد استفاده قرار داده بودند با این نتیجه اخیر قابل توجیه نبود. در یک مطالعه سه ساله، McKee، (۱۹۹۵) نشان داد زمانی که مقدار معینی از مالئیک هیدرازید به جای یک مرحله، در دو مرحله مصرف شود (غلظت محلول در دو بار مصرف، دو برابر کمتر از غلظت آن در یک بار مصرف است) مقدار بقایای مالئیک هیدرازید بیشتر خواهد بود. حجم محلول و فشار اسپری در هر دو تیمار (یک بار مصرف و دو بار مصرف) یکسان بود ایشان دلیل این نتیجه را درک نکردند.

امروزه مالئیک هیدرازید در اغلب مزارع توتون گرمخانه در ایالت متحده مورد استفاده قرار می‌گیرد. کمبود نیروی کارگری و هزینه بالای آن و همچنین نیاز به مسکن و مسائل حفاظتی کارگران مهاجر سبب تشویق زارعین به استفاده از ماشین آلات شده است. بنابراین مصرف مواد شیمیایی تماسی و یا مواد تماسی- موضعی سیستمیک به صورت دستی کاهش یافت و به جای آن از تراکتور یا از اسپری کننده‌های قدرت بالای فضای باز برای مصرف مواد شیمیایی کنترل‌کننده رشد جوانه جانبی استفاده می‌شود. تجارب و تحقیقات گذشته نشان داده است که

مصرف منفرد و تلفیقی مواد شیمیایی تماسی و تماسی - موضعی سیستمیک با اسپری کننده‌های قوی نمی‌توانند جوانه‌های جانبی را به طور مدام کنترل کنند به خصوص در شرایطی که جوانه‌های جانبی در برداشت ماشینی یا مکانیزه توتون به عنوان یک مزاحم می‌باشد. بنابراین در برنامه ترجیحی برای کنترل جوانه‌های جانبی از اواسط دهه هفتاد میلادی تا سال‌های اخیر، مصرف الکل چرب تماسی گنجانده شده که پس از مصرف آن، مالئیک هیدرازید نیز مصرف می‌شود. در شرایط طبیعی مزرعه، مالئیک هیدرازید به حد کافی رشد جوانه‌های جانبی را حدود ۶ تا ۷ هفته بعد از مصرف، کنترل می‌کند (Hawks and Collins, ۱۹۹۳). وقتی که واحدهای تولیدی بزرگتر و مکانیزه شدند و کشاورزان خود را با روش‌های نوین زراعی و واریته‌های با عملکرد بالا و با فصل برداشت محدود، تطبیق دادند، دریافتند که مقادیر توصیه شده مالئیک هیدرازید نمی‌تواند به مدت طولانی رشد جوانه‌های جانبی را کنترل کند. بنابراین اغلب مقادیر بیش از حد مالئیک هیدرازید مصرف می‌شود که گاهی برای کنترل رشد جوانه‌های جانبی در طول فصل برداشت، به عنوان مرحله دوم مصرف مالئیک هیدرازید به کار می‌رود. با آن که فلومترالین برای استفاده در ایالات متحده به مقدار ۱/۳۴ کیلوگرم ماده موثره در هکتار در سال ۱۹۸۳ تایید شد ولی عمدتا به دلیل هزینه نسبتا بالای آن و امکان انتقال بقایای آن در خاک به محصول سال بعد به طور گسترده مورد استفاده قرار نگرفت. طی اواخر دهه ۸۰ و اوایل دهه ۹۰ میلادی، بقایای مالیئیک هیدرازید در توتون گرمخانه‌ای ایالات متحده به طور میانگین ۶۰ تا ۸۰ درصد بیشتر از حد مجاز ۸۰ پی پی ام بود. حد مجاز بقایای آن قبلا توسط دولت فدرال آلمان تعیین شده بود (Leidy et al, ۱۹۹۷). بعد از آن توسط چندین کشور اتحادیه اروپا که واردکنندگان عمده توتون ایالات متحده بودند نیز در نظر گرفته شد.

مقادیر کمتر فلومترالین همراه با مالئیک هیدرازید به صورت مخلوط در یک تانک آب در اواخر دهه ۸۰ میلادی مورد ارزیابی قرار گرفت (Ben Whitty، تماس شخصی، دانشگاه فلوریدا). در این روش، رشد جوانه‌های جانبی که با فلومترالین تماس پیدا نمی‌کنند توسط مالئیک هیدرازید کنترل می‌شود. طبق بررسی‌های زیاد توسط کمیته محلی تنظیم کننده‌های رشد توتون، مصرف ۰/۶۷ کیلوگرم ماده موثره فلومترالین در هکتار به همراه مقدار توصیه شده مالئیک هیدرازید بعد از مصرف دو بار الکل چرب، رشد جوانه‌های جانبی را بهتر از موقعی کنترل می‌کند که در آن بعد از مصرف الکل چرب تنها از مالئیک هیدرازید استفاده شده است. استفاده از مخلوط فلومترالین و مالئیک هیدرازید در سال ۱۹۹۱ توصیه شده و امروزه نیز بطور قابل ملاحظه موثر بوده و به طور گسترده برای کنترل رشد جوانه‌های جانبی توتون گرمخانه‌ای در ایالات متحده به کار می‌رود. همچنین زمانی که فلومترالین به تنهایی ۲ تا ۳ هفته بعد از این که مالئیک هیدرازید رشد آخر فصل جوانه‌های جانبی را کاهش داد مصرف شد موثر بود ولی زمان مصرف بسیار مهم است و مصرف آن باید قبل از رشد ۲/۵ تا ۳ سانتی‌متری جوانه‌های جانبی، صورت

گیرد (جدول ۹). مصرف فلومترالین در مخلوط با مالئیک هیدرازید عامل موثری در کاهش بقایای مالئیک هیدرازید در توتون گرمخانه‌ای ایالات متحده شده است چون کشاورزان می‌توانند بدون مصرف بیش از حد مالئیک هیدرازید، جوانه‌های جانبی را در طول مدت فصل کنترل کنند. بر اساس نمونه‌های جمع‌آوری شده توسط اتحادیه تثبیت توتون گرمخانه‌ای (Flue-Cured Stabilization Corporation)، میانگین بقایای مالئیک هیدرازید از ۱۴۷ پی پی ام سال ۱۹۹۰ به ۸۵ پی پی ام در سال ۱۹۹۶ کاهش یافته است. مصرف مقدار ۲/۵۲ کیلوگرم ماده موثره بوترالین در هکتار در مخلوط با مالیئک هیدرازید ۲ تا ۳ هفته بعد از مصرف مالئیک هیدرازید، نتایج قابل مقایسه را ارائه می‌دهد (جدول ۹).

جدول ۹: تاثیر مصرف چندین کنترل‌کننده شیمیایی جوانه‌های جانبی بر تعداد و وزن جوانه‌های جانبی با استفاده از اسپری‌کننده قوی در کارولینای شمالی در سال‌های زراعی ۹۴-۱۹۹۱ (G.F. Peedin، داده‌های منتشر نشده)

تیمار[1]	جوانه‌های جانبی در بوته		وزن بازای جوانه جانبی (گرم)
	تعداد	وزن (گرم)	
مالئیک هیدازید (MH)	۲/۷۴	۱۲۸	۴۷
مخلوط MH و فلومترالین	۰/۲۶	۲۹	۱۱۲
مصرف فلومترالین ۲ تا ۳ هفته بعد از مصرف MH	۰/۰۹	۱۳	۱۴۴

۱- در هر تیمار قبلا دو بار الکل چرب به ترتیب با غلظت ۴ و ۵ درصد استفاده شده است. مقدار مصرف مالئیک هیدرازید و فلومترالین به ترتیب ۲/۵۲ و ۰/۶۷ کیلوگرم ماده موثره بر هکتار بود. حجم محلول در کلیه تیمارها ۴۶۸ لیتر در هکتار بود. هر میانگین از تعداد ۲۵ آزمایش مزرعه‌ای حاصل شده است (n=25).

ولی داده‌های کارولینای شمالی در طی سال‌های زراعی ۹۶-۱۹۹۵ نشان داد که تاثیر مصرف ۲/۵۲ کیلوگرم ماده موثره بوترالین در هکتار در مقایسه با تاثیر مصرف ۰/۶۷ کیلوگرم ماده موثره فلومترالین در هکتار همراه با مخلوط مالئیک هیدرازید، در کنترل رشد جوانه‌های جانبی کمتر است (Peedin، داده‌های منتشر نشده). با این حال زمانی که فصل برداشت به طور غیرمعمول با خشکی و مصرف بیش از حد نیتروژن محدود می‌شود، انتظار می‌رود این دو ماده تفاوت قابل ملاحظه‌ای با هم داشته باشند. زمانی که نیتروژن بیش از حد مصرف می‌شود رشد جوانه‌های جانبی تحریک شده و رسیدگی توتون به تعویق می‌افتد بدین ترتیب، احتمال رشد مجدد جوانه‌های جانبی را در فصل محدود برداشت افزایش می‌دهد (Yelverton,۱۹۹۴). در چنین شرایطی، رشد جوانه‌های جانبی با ترکیب‌های مختلف کنترل‌کننده به سختی کنترل خواهد شد.

چندین محقق اصلاح نباتات امکان تولید واریته‌های توتون با چندین جوانه یا جوانه‌های کوچک را بررسی کردند. در سال ۱۹۹۳، Seltmann و Sisson چندین لاین اصلاحی با رشد کم جوانه جانبی را با دو واریته تجاری توتون گرمخانه‌ای ارزیابی کردند تا تعیین شود که با مصرف مقادیر پایین مالئیک هیدرازید، آیا امکان کنترل قابل قبول رشد جوانه‌های جانبی در ژنوتیپ‌های با تعداد جوانه جانبی کم وجود دارد. به غیر از بوته‌هایی که جوانه جانبی آنها با دست کنترل شد، کلیه بوته‌های توتون دو بار با الکل چرب تیمار شدند و سپس در بخشی از این بوته‌ها، نصف مقدار توصیه شده مالئیک هیدرازید (مقدار توصیه شده ۲/۵۲ کیلوگرم ماده موثره مالئیک هیدرازید در هکتار) و در بخش دیگر این بوته‌ها، مقدار توصیه شده مالئیک هیدرازید مصرف شد. کنترل شیمیایی جوانه‌های جانبی واریته‌هایی با جوانه جانبی کم، در مقایسه با سایر واریته‌ها موثرتر بود. صرفنظر از مصرف کنترل‌کننده شیمیایی، عملکرد دو واریته دارای حداقل رشد جوانه جانبی در مقایسه با سایر واریته‌ها کمتر بود. بنابراین ژنوتیپی با رشد متوسط جوانه جانبی به دلیل داشتن عملکرد برابر با سایر واریته‌ها برای مرحله بعدی مطالعه انتخاب شد. این محققان به‌این نتیجه دست یافتند که امکان ایجاد واریته‌هایی با تعداد و رشد کم جوانه‌های جانبی وجود دارد و با ایجاد چنین ارقامی‌می‌توان رشد جوانه‌های جانبی را با مصرف مقادیر پایین کنترل‌کننده شیمیایی کنترل نمود و باقی مانده مواد شیمیایی را در برگ توتون کاهش داد.

رسیدگی و برداشت توتون

الف)- تعداد مراحل برگ‌چینی

توتون گرمخانه‌ای، توتون شرقی و توتون سیگار برگ انواعی از توتون هستند که برگ‌های آن به ترتیب رسیدگی از پایین بوته تا بالای آن برداشت می‌شوند. در اغلب کشورهای تحت کشت توتون گرمخانه‌ای، چندین برگ رسیده از هر بوته توتون در هر مرحله از برداشت چیده می‌شوند و عمل برداشت کل برگ‌های بوته به تناسب درجه حرارت، بارندگی/ آبیاری، باروری خاک و مقدار نیتروژن مصرفی طی ۶ تا ۱۲ هفته بعد از گل‌زنی انجام می‌شوند. تعداد مراحل برگ‌چینی در یک کشور و بین کشورهای مختلف به تناسب هزینه و فراهمی‌نیروی کارگری، سطح مکانیزاسیون و منابع خرید متفاوت است. در زیمبابوه که مزارع توتون در سطح وسیع هستند و نیروی کارگری کافی و ارزان فراهم است و ۹۸ درصد محصول توتون صادر می‌شود (انجمن صنعت توتون زیمبابوه، ۱۹۹۰) ۱۰ مرحله برگ‌چینی انجام می‌گیرد و در هر مرحله تنها دو برگ رسیده از هر بوته توتون چیده می‌شود. در برزیل، که مزارع توتون در حدود ۲ تا ۳ هکتار است و ۹۰ درصد نیروی کارگری از اعضای خانواده و همسایگان تامین می‌شود (اتحادیه تولیدکنندگان توتون برزیل، ۱۹۹۴) بوته‌ها با حفظ ۱۸ تا ۲۰ برگ در هر بوته گل‌زنی می‌شوند

و در فصل برداشت، ۵ تا ۷ مرحله برگ‌چینی صورت می‌گیرد. در ایالات متحده، ۵۰ درصد محصول به صورت مکانیزه برگ‌چینی می‌شود و در بیشتر سطح مزرعه، برگ چینی بوته در ۳ مرحله انجام می‌گیرد در حالی که در ۱۵ سال قبل، برگ چینی در پنج مرحله صورت می‌گرفت. متاسفانه از زمانی که مساحت مزارع توتون در ایالات متحده افزایش یافته است بخش قابل توجهی از مزرعه در دو مرحله برگ‌چینی می‌شود چون توتون واریته K326 به عنوان کشت عمده توتون دارای قابلیت نگهداری خوبی در مزرعه بوده و هزینه کارگری و استفاده از ماشین آلات در آن کمتر است. حرکت تجهیزات برداشت بین بوته‌ها و همچنین تبعیض خریدار بین اختلاط چین‌های مختلف برگ، حداقل است.

بسیاری از تحقیقات منتشر شده با تاکید بر کاهش تعداد مراحل برگ‌چینی در ایالات متحده آمریکا انجام یافته است تا تاثیر احتمالی برداشت مکانیزه روی خصوصیات زراعی و شیمیایی توتون گرمخانه‌ای ارزیابی شود. نتایج این تحقیقات متناقض است. در سال ۱۹۷۶، Gooden و همکاران نشان دادند که برداشت ۱۸ برگ بوته در شش یا سه مرحله برگ‌چینی تاثیر کمتری روی عملکرد، کیفیت ظاهری و یا نیتروژن کل، آلکالوئیدها و قند احیاء در برگ‌های عمل‌آوری شده دارد. با این حال، Collins و Hawks (۱۹۹۳) با انجام ۲۱ آزمایش در سطح زارع طی سه سال اواخر دهه ۶۰ میلادی، نشان داد که با کاهش تعداد مراحل برگ‌چینی از ۵ تا ۷ بار (آن موقع طبق عرف معمول در کارولینای شمالی رایج بود) به ۳ بار، عملکرد برگ توتون ۵ درصد کاهش می‌یابد. در مقایسه با ۴ بار برگ‌چینی، Chaplin در سال ۱۹۷۵ نشان داد که عملکرد توتون با کاهش تعداد مراحل برگ چینی از ۴ مرحله به دو و یک مرحله به ترتیب ۱۵ و ۲۰ درصد کاهش می‌یابد. میانگین قیمت توتون و آلکالوئیدهای کل برگ‌های عمل‌آوری شده تحت تاثیر تعداد مراحل برگ‌چینی قرار نگرفت. ولی قند احیا در برگ توتون مزارعی که با یک و دو بار برگ‌چینی برداشت شدند، بیشتر بود. در سال ۱۹۸۸، Jones تعداد ۵، ۳ و ۲ مرحله برگ‌چینی را در هفت آزمایش مزرعه‌ای طی دو سال در ویرجینیا مورد ارزیابی قرار داد و نشان داد که با کاهش تعداد مراحل برگ‌چینی به دو یا سه بار، عملکرد توتون و درآمد هکتاری ۱۳ درصد کاهش می‌یابد. شاخص درجه توتون همواره تحت تاثیر تعداد مراحل برگ‌چینی قرار نگرفت. در مطالعه دیگر که در آن، زمان برداشت برگ نیز مدنظر قرار گرفت Johnson، (۱۹۶۶)، در مقایسه با ۶ مرحله برگ‌چینی، برداشت تعداد برابر برگ توتون در سه یا دو بار برگ‌چینی بوته، منجر به تغییر عملکرد برگ نشد ولی برداشت زودهنگام توتون برای کسب عملکرد مناسب در دو یا سه بار برگ‌چینی بوته، معمولا قیمت توتون را در مقایسه با ۶ بار برگ‌چینی کاهش داد که آن ظاهرا به دلیل برداشت توتون نارس بوده است. معمولا زمان برداشت در مقایسه با تعداد مراحل برگ‌چینی، تاثیر زیادی روی خصوصیات شیمیایی و فیزیکی برگ‌های عمل‌آوری شده داشت.

سیستم برگ‌چینی دو مرحله‌ای بین زارعین توتون ایالت‌های جنوب شرق ایالات متحده معمول شده است. در این روش، ۵ تا ۷ برگ رسیده توتون در چین اول برداشت می‌شود و بقیه برگ‌ها ۴ تا ۶ هفته بعد و اغلب بعد از تیمار با اتفون برداشت می‌شوند. در سال ۱۹۸۹، Suggs و همکاران دریافتند که برداشت ۴ تا ۶ برگ پایین بوته موقع رسیدگی برگ و سپس برداشت بقیه برگ‌ها ۲ تا ۴ هفته بعد عملکرد و درآمد هکتاری توتون را در مقایسه با شاهد (۶ مرحله برگ‌چینی) کاهش نداد. با این حال، کمترین میانگین قیمت توتون با برداشت بقیه برگ‌ها در ۲ هفته (به دلیل نارس بودن برگ‌ها) و ۶ هفته (به دلیل رسیدگی بیش از حد برگ‌ها) بعد از برداشت برگ‌ها در چین اول به دست آمد. نتایجی در سال ۱۹۹۴ توسط Peele ارائه شد که این نتایج با نتایج Suggs و همکاران (۱۹۸۹) مطابقت داشت. با این حال، در مقایسه با شاهد (۴ مرحله برگ‌چینی)، سیستم برگ‌چینی دو مرحله‌ای سبب کسب عملکرد نسبتا پایین در هر سه آزمایش شد. خصوصیات شیمیایی برگ عمل‌آوری شده بیشتر تحت تاثیر میزان رسیدگی برگ حین برداشت قرار گرفت. در مطالعه اخیر، Peedin با انجام ۹ آزمایش طی سه سال، نشان داد که میزان عملکرد توتون با انجام دو مرحله برگ‌چینی در مقایسه با میزان آن با انجام چهار مرحله برگ‌چینی ۴ درصد کاهش یافت ولی درآمد توتون در هکتار تحت تاثیر تعداد برگ‌چینی قرار نگرفت چون شاخص درجه و میانگین قیمت توتون در سیستم برگ‌چینی دو مرحله‌ای به دلیل بالا بودن نسبت برگ توتون با درجه خوب (در گروه با ارزش برگ B) افزایش یافت. در مقایسه با شاهد (برداشت با ۴ مرحله برگ‌چینی)، برداشت کلیه برگ‌ها در یک مرحله از برگ‌چینی که در آن برگ‌های بالای بوته در شرف رسیدگی است، به ترتیب سبب کاهش عملکرد و درآمد توتون به میزان ۱۳ و ۱۰ درصد می‌شود ولی شاخص درجه ۸ درصد افزایش یافت. در مطالعه اخیر، Gooden و Rideout (۱۹۹۷) برای هر کدام از سه واریته مورد کشت ایالت کارولینای جنوبی نتایج مشابه با نتایج Peedin را به دست آورده‌اند و نتیجه‌گیری کردند که توتون گرمخانه‌ای بایستی در سه تا ۴ مرحله برگ‌چینی برداشت شود تا خریداران توتون بتوانند فرصت انتخاب برگ موقعیت‌های مختلف ساقه داشته باشند.

به دلیل توسعه ماشین‌های برداشت توتون در ایالات متحده با ظرفیت برداشت ۱۵ تا ۱۷ برگ در هر مرحله از برداشت، مطالعاتی در مورد برداشت یک مرحله‌ای برگ‌ها انجام یافته است که در آن بوته‌ها تا حد پایینی گل‌زنی می‌شوند تا با ظرفیت برداشت ماشین تطابق داشته باشد. در سال ۱۹۷۵، Chaplin در مقایسه با برگ‌چینی ۴ مرحله‌ای برگ‌ها در بوته‌هایی که به طور طبیعی گل‌زنی می‌شوند، نشان داد که برداشت یک مرحله‌ای برگ در بوته‌هایی که از ارتفاع ۶۱ سانتی‌متری گل‌زنی شده‌اند سبب کاهش ۳۸ درصدی عملکرد شد و میزان آلکالوئیدهای کل و مقدار قند احیاء بیش از ۲۰ درصد افزایش یافت. برداشت دیرهنگام (۱ تا ۲ هفته) بوته‌هایی که از ارتفاع پایین گل‌زنی شده‌اند سبب کاهش شدید عملکرد شد ولی کیفیت ظاهری توتون (که

با شاخص میانگین قیمت توتون تعیین شد) افزایش یافت. در سال ۱۹۸۰، Miner با تحقیق روی بوته‌های گل‌زنی شده با حفظ ۱۲ و ۱۵ برگ روی بوته نشان داد که برگ‌چینی چند مرحله‌ای و یک مرحله‌ای از لحاظ شاخص درجه برگ مشابه بودند ولی عملکرد برگ در برگ چینی یک مرحله‌ای به میزان ۸ درصد کاهش یافت. تفاوت ترکیب شیمیایی برگ در دو روش ثابت نبود و به تناسب فاصله بین مراحل برداشت در دو روش متفاوت بود. در تحقیق ۱۹۷۶b، توسط Gooden و همکاران برداشت یک مرحله‌ای را با چندین روش برداشت چندمرحله‌ای برگ‌های بوته مورد مقایسه قرار دادند که در آن کلیه بوته‌های آزمایشی دارای تعداد برگ معین و ثابتی بودند. ایشان نشان دادند که برداشت یک مرحله‌ای برگ‌های بوته سبب مخلوط شدن برگ موقعیت‌های مختلف بوته شده که‌این برگ‌ها از لحاظ خصوصیات شیمیایی و فیزیکی به طور گسترده متفاوت هستند. در این حالت آلکالوئیدها و نیتروژن کل به طور معمول افزایش و قندهای احیاء کاهش می‌یابند.

در مجموع، مطالعات مذکور نشان داد با برداشت برگ‌های بوته در کمتر از ۴ مرحله برگ‌چینی در جنوب شرق ایالات متحده انتظار می‌رود عملکرد کاهش یابد چون تعداد برگ کمتری به حالت رسیدگی مناسب برداشت می‌شود. بیشترین کاهش عملکرد و اختلاط برگ موقعیت‌های مختلف ساقه در برداشت یک مرحله‌ای برگ‌های کل بوته اتفاق می‌افتد. سیستم برگ‌چینی دو مرحله مورد بحث هدررفت عملکرد را به حداقل رساند چون برگ‌های پایین بوته قبل از مرحله اول برگ‌چینی خراب نمی‌شوند و تا قبل از مرحله دوم برگ چینی، برگ‌های بالای بوته نیز فرصت کافی را برای رسیدگی خواهند داشت. با این حال اگر واریته‌ای توان نگهداری برگ پایینی داشته باشد و یا این که زمان برداشت به دلیل نامساعد بودن آب و هوا به تاخیر بیافتد و یا امکانات عمل‌آوری توتون محدود باشد کاهش عملکرد احتمالا بیشتر خواهد بود. چون سیستم درجه‌بندی مبتنی بر ادراک ذهنی است، لذا کاهش تعداد مراحل برگ‌چینی و اختلاط برگ‌های کم‌ارزش پایین بوته با برگ‌های با ارزش بالای بوته، در واقع ممکن است مقدار کیفیت ظاهری را افزایش داده و به موجب آن، هدرروی عملکرد جبران شود. لذا درآمد در هکتار تحت تاثیر تعداد مراحل برگ‌چینی قرار نمی‌گیرد. بعلاوه، سیستم‌های برداشت مشتمل بر تعداد کمتر مراحل برگ‌چینی به نظر می‌رسد تاثیر کمتر و متناقض روی میانگین خصوصیات شیمیایی و فیزیکی برگ‌های عمل‌آوری شده داشته باشد. این خصوصیات بیشتر به زمان برگ‌چینی نه به تعداد آن بستگی دارد. مهم‌تر این که، معمولا خصوصیات معین شیمیایی و فیزیکی توتون برای خریداران فراهم می‌شود و این مشخصه‌ها در برگ‌های با موقعیت مختص به خود در بوته یافت می‌شود. در حالی که در سیستم‌های با حداقل تعداد مراحل برگ‌چینی، برگ موقعیت‌های مختلف بوته و همچنین برگ‌های نارس و رسیده با هم مخلوط می‌شوند (Weybrew,۱۹۸۳) که به شدت انعطاف‌پذیری کارخانجات تولید سیگارات را در تولید برند مخصوص مورد دلخواه

مصرف‌کنندگان محدود می‌کند. بنابراین تصمیم تولیدکنندگان در تعداد مراحل برگ‌چینی بایستی بر اساس توان صنایع در تامین مداوم محصولات، با کیفیت و با قیمت منطقی برای مصرف‌کنندگان، نه بر اساس مزایای ظاهری اقتصادی باشد در غیر این صورت ممکن است تقاضا برای مواد مرغوب خود را از دست بدهند.

رسیدگی در زمان برداشت:

بدیهی است بر اساس برخی از مطالعات اولیه مذکور، درجه رسیدگی برگ حین برداشت، عامل اصلی در تعیین تناسب برگ عمل‌آوری شده برای استفاده در محصولات دخانی است. برگ رسیده توتون به راحتی عمل‌آوری می‌شود و برای پیرسازی و رسیدگی صنعتی به راحتی واکنش داده و دود بسیار مساعد و مطبوع دارد. در حالی که توتون نارس با عطر و مزه ضعیف دود همراه است (Moseley et al, ۱۹۶۳). همچنین، Weybrew و همکاران (۱۹۸۴) و Moseley و همکاران (۱۹۶۳) شرایط رسیدگی برگ در مزرعه را توصیف کرده‌اند. زمانی که برگ سبز می‌رسد برگ‌ها از ساقه دورتر شده و بیشتر به حالت افقی هستند، درخشندگی خود را از دست می‌دهند بیشتر مخملی به نظر می‌رسد، رنگ سبز به دلیل تجزیه کلرفیل کم‌کم ناپدید می‌شود و رنگ زرد روشن از نوک حاشیه برگ شروع شده و به نواحی پایه برگ توسعه می‌یابد. رنگ رگبرگ اصلی برگ از سبز روشن به رنگ سفید شیری در می‌آید. این تغییرات رنگ معمولا راهنمای خوبی برای قضاوت در رسیدگی توتون است. با این حال زمانی که برگ‌ها رسیدند زبری و یا برآمدگی بین رگبرگ‌های روی برگ توسعه می‌یابد و بسیار متورم شده و به راحتی پژمرده نمی‌شوند و به طور ترد و تمیز (و با صدای تق) از ساقه جدا (برگ چینی) می‌شوند. در برگ‌های نارس، بخش‌های بیرونی بشره ساقه معمولا از برگچه‌ها گسسته می‌شوند. در سال ۱۹۸۴، Weybrew و همکاران اشاره کردند که بلوغ فیزیولوژیکی و رسیدگی مشابه هم نیستند. بلوغ حصول حداکثر وزن خشک برگ است که انتقال از مرحله رشد به مرحله پیری را نشان می‌دهد در حالی که رسیدگی حدود ۱۲روز بعد از بلوغ اتفاق می‌افتد. با این حال سرعت رسیدگی به عوامل مختلف زراعی و آب و هوایی بستگی دارد و ممکن است با عملیات مدرن زراعی و واریته پرمحصول کاهش یابد.

تاثیر رسیدگی روی خصوصیات زراعی، شیمیایی و فیزیکی توتون گرمخانه‌ای بعضی مواقع متغیر است که دلیل آن احتمالا وجود شرایط متغیر آب و هوایی حین انجام یک مطالعه و در مطالعات مختلف است. در ادامه به تعدادی از این مطالعات اشاره می‌شود. عملکرد توتون با برداشت توتون یک هفته قبل از رسیدگی در مقایسه با برداشت برگ‌ها موقع رسیدگی، تحت تاثیر قرار نمی‌گیرد (Moseley et al, ۱۹۶۳) و یا افزایش می‌یابد (Weybrew et al, ۱۹۸۴). ولی عملکرد توتون با تاخیر برداشت توتون و با رسیدگی بیش از حد توتون کاهش می‌یابد (Moseley et al, ۱۹۶۳

: ۱۹۸۴، Weybrew et al : ۱۹۸۷، Tucker : ۱۹۹۵، Flower). کاهش عملکرد ناشی از رسیدگی بیش از حد به دلیل زوال برگ‌های مسن و هدررفت تنفس خالص کربوهیدرات‌ها است.

معمولا بالاترین درجه کیفیت ظاهری توتون با میزان رسیدگی آن در ارتباط است. در سه آزمایش، Weybrew و همکاران (۱۹۸۴) گزارش دادند که درجه کیفی بالای توتون همواره نشانگر توتون رسیده است. در دو آزمایش، توتون بیش از حد رسیده در مقایسه با توتون نارس دارای درجه کیفی بالایی بود. در سال ۱۹۶۳، Moseley و همکاران درجات کیفی ظاهری را گزارش ندادند ولی مشاهده کردند که بهترین رنگ توتون و بافت آن با رسیدگی توتون ارتباط دارد در حالی که برگ‌های نارس عمل‌آوری شده تیره، صاف و خیس بودند. در سال ۱۹۷۶، Hawks و همکاران با مقایسه برداشت تدریجی برگ‌ها تا حدی که برگ‌ها رو به زوال نروند دریافتند که هر چه برداشت زودتر انجام گیرد کیفیت درجه برگ عمل‌آوری شده کاهش یافته ولی عملکرد برگ تحت تاثیر قرار نمی‌گیرد. در سال ۱۹۸۷، Tucker دریافت که مصرف مناسب نیتروژن و برداشت برگ رسیده به جای برداشت برگ نارس یا بیش از حد رسیده، سبب ارتقاء شاخص درجه و میانگین قیمت فروش می‌گردد. با این حال، شاخص درجه و میانگین قیمت فروش در یکی از آزمایشات در مقایسه با مقادیر آن در برداشت نارس توتون کمتر بود که صرف نظر از مقدار نیتروژن مصرفی، شرایط اوایل فصل رشد در این آزمایش به طور غیرمعمول مرطوب بوده است. توزیع درجات رنگ در برگ‌های عمل‌آوری شده نشان می‌دهد که:

۱- برگ توتونی که موقع رسیدگی برداشت شود بالاترین درصد وزنی درجات لیمویی (L) و نارنجی (F) را دارد.

۲- با مصرف زیاد نیتروژن و رسیدگی بیش از حد توتون، درصد توتون خال خالی (K) افزایش می‌یابد.

۳- با افزایش رسیدگی، درصد توتون‌های سبز (G) و خال خالی مخلوط (KM) کاهش می‌یابد (Tucker,۱۹۸۷).

تاثیر میزان رسیدگی برگ (حین برداشت) بر درصد توتون‌های K و G مشابه نتایج Weybrew و همکاران (۱۹۸۴) بود. با این حال، Flower در سال ۱۹۹۵ نتایج ۶ آزمایش را خلاصه کرد که در آن شاخص درجه و توزیع رنگ تحت تاثیر رسیدگی برگ حین برداشت قرار نگرفت و نتایج در رژیم‌های مختلف عمل‌آوری و محیطی گیج‌کننده بود. در سال ۱۹۹۵، Flower اشاره کرد که پیشرفت‌های زیادی در آزمایش رسیدگی ایجاد خواهد شد به شرطی که رسیدگی کمتر به صورت فردی اندازه‌گیری شود و اثرات اقلیم و عمل‌آوری در ارزیابی اعمال شود.

در سال ۱۹۶۳، Moseley و همکاران با تست‌های ذائقه‌ای دود گزارش کردند که توتون رسیده نسبت به توتون کمتر رسیده ترجیح داده می‌شود ولی کمیت و کیفیت عطر توتون در برگ بیش از حد رسیده کمتر است. در سال ۱۹۸۴، Weybrew و همکاران نتایج غیرمنتظره را به

دست آوردند. پانل‌های دود ۵ کارخانه مشهور سیگارت‌سازی تشخیص دادند که توتون‌های کمتر رسیده در مقایسه با توتون بیش از حد رسیده در مدت زمان طولانی زرد می‌شود و سیگارت‌های حاصل از برگ توتون کمتر رسیده در مقایسه با سیگارت‌های حاصل از برگ توتون رسیده دارای دود ملایم و مطبوع هستند. در بیشتر موارد، متخصصان پانل دود اغلب سیگارت‌هایی با کمترین میزان نیکوتین را انتخاب کردند که میانگین مقدار نیکوتین در سیگارت‌های مورد آزمایش ۳/۲۸ درصد بود. با این حال، متخصصان برگ شرکت توتون برگ‌هایی را ارزیابی می‌کنند که به صورت رسیده برداشت شده و در مدت زمان طولانی زرد شوند. در سال ۱۹۹۴، Peele گزارش داد که نارسی برگ موقع برداشت توتون با دو بار برگ چینی در مقایسه با بوته‌های ۴ بار برگ چینی، اثر مضر بسیار پایداری روی مقبولیت دود داشت ولی هر گاه اجازه داده شود که برگ توتون در بوته‌های دو بار برگ چینی شده برسند خصوصیات دود برگ آنها شبیه خصوصیات دود برگ توتون‌هایی است که در چهار مرحله برگ چینی می‌شوند.

برداشت دیرهنگام برگ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی برگ‌های عمل‌آوری شده را تحت تاثیر قرار می‌دهد. ولی گزارشات اغلب ضد و نقیض هستند. در سال ۱۹۶۳، Moseley و همکاران گزارش دادند که رسیدگی بیش از حد توتون سبب کاهش ظرفیت نگهداری رطوبت، قند احیاء، نسبت قند به نیکوتین و نیتروژن کل و نیتروژن پروتئینی می‌شود. بااین حال، ظرفیت پرکنی، عملکرد، نیکوتین، نسبت نیکوتین به نیتروژن کل و عصاره‌های پترولیومی اتر با رسیدگی برگ، افزایش می‌یابد. در سال ۱۹۸۴، Weybrew و همکاران دریافتند که با افزایش میزان رسیدگی برگ توتون، اغلب میزان نیکوتین، نشاسته و قند احیاء افزایش می‌یابد ولی میزان رسیدگی برگ تاثیری ثابت بر تعادل رطوبتی برگ، ظرفیت پرکنی، تراکم پهنک، نسبت قند به نیکوتین و مقدار عطر ندارد. با تاخیر در برداشت توتون، مقدار بسیاری از ترکیبات نیتروژنی از جمله نیتروژن کل کاهش می‌یابد. معمولا شیمی برگ به جای این که تحت تاثیر میزان رسیدگی برگ حین برداشت و یا برنامه عمل‌آوری قرار گیرد بیشتر به موقعیت برگ روی بوته بستگی دارد.

عمل‌آوری و فروش

در ابتدا دود چوب سوخته در تاسیسات عمل‌آوری (Curing barrn) جهت کاهش پوسیدگی‌ها و کپک‌های قارچی و آماده شدن برگ برای انبار و فروش مورد استفاده قرار می‌گرفت. توتون‌کاران ایالت ویرجینیا و کارولینای شمالی در اوایل قرن ۱۹ برای عمل‌آوری توتون، استفاده از گرما را برای عمل‌آوری توتون و داشتن رنگ روشن توتون، شروع کردند. استفاده از لوله آب گرم برای انتقال گرما از آتشدان توسط دکتر Davis G. Tuck of Halifax در ویرجینیا در

سال۱۸۳۱به ثبت رسید (Peele et al, ۱۹۹۵). با این حال تا حدود ۱۰۰ سال بعد از آن در ایالات متحده، عمل‌آوری گرمخانه‌ای کاملا رایج نشده بود. چنانکه قبلا اشاره شد تثبیت رنگ به عنوان مرحله‌ای از مراحل عمل‌آوری توتون گرمخانه‌ای، توسط یک برده ۱۸ ساله به نام Stephen Slade به طور تصادفی کشف شد. بلافاصله بعد از آن، برگ‌های عمل‌آوری شده با رنگ نارنجی لیمویی روشن در خاک‌های نسبتا غیرحاصلخیز تولید شده که در عمل‌آوری آن از گرمای حاصل از ذغال چوب استفاده می‌شد. در سال ۱۸۷۰، R.L. Ragland در ایالت ویرجینیا چهار مرحله ترتیبی را برای فرآیند عمل‌آوری توتون گرمخانه‌ای در نظر گرفت که شامل زرد شدن ، تثبیت رنگ، خشک کردن برگ و خشک کردن رگبرگ اصلی هستند. با آن که امکانات و تکنولوژی عمل‌آوری، واریته‌ها و عملیات زراعی به طور موثر زمان این مراحل را تغییر می‌دهد ولی امروزه برنامه عمل‌آوری Ragland برای عمل‌آوری موفق توتون گرمخانه‌ای هنوز ضرورتا بدون تغییر باقی مانده است. با این حال در انتشارت اخیر، برخی محققان مرحله تثبیت رنگ را به عنوان مرحله اول خشک کردن برگ در نظر می‌گیرند (Johnson, ۱۹۷۴ ; ۱۹۹۵، Peele).

سیستم‌های عمل‌آوری و منابع کارمایه

در بین هفت تیپ اصلی توتون مورد کشت در دنیا، توتون گرمخانه‌ای تنها تیپی است که مقدار قابل توجهی کارمایه برای عمل‌آوری آن نیاز است. در سال ۱۹۹۳، حدود ۸۰ درصد از توتون گرمخانه‌ای دنیا در تاسیسات سنتی عمل‌آوری می‌شد که این تاسیسات به تناسب دسترسی زارعین محلی به مصالح ساختمانی و هزینه آنها از چوب و خشت، بلوک‌های سیمانی یا پایه‌های چوبی و گل ساخته می‌شد (Campbell,۱۹۹۵b). با سیستم‌های سنتی، دسته برگ‌های دو تا چهارتایی روی گیره‌های فلزی یا چوبی قرار داده می‌شدند و گیره‌های حاوی توتون با دست به داخل انبار تاسیسات حمل شده و پس از عمل‌آوری توتون، به همان صورت از تاسیسات عمل‌آوری بیرون آورده می‌شدند به طوری که حداکثر وزن هر گیره به ندرت به بیش از یک کیلوگرم می‌رسید. ۱۸ درصد از توتون گرمخانه‌ای در سال ۱۹۹۳ در تاسیسات بزرگ محکم عایق‌بندی شده فلزی یا چوبی عمل‌آوری می‌شد که در این شرایط کنترل دما، رطوبت و تهویه در داخل تاسیسات با دقت انجام می‌گرفت. علاوه بر این مزایای تاسیسات عمل‌آوری بزرگ، چرخش هوا در داخل این تاسیسات به طور مصنوعی انجام می‌گرفت و برگ‌ها به طور فشرده در گیره‌ها قرار می‌گرفت و به‌این طریق، کارمایه مصرفی به ازای عمل‌آوری هر کیلوگرم توتون در مقایسه با کارمایه مصرفی آن در تاسیسات سنتی کاهش می‌یافت (Peele et al, ۱۹۹۵). اصلاحات اخیر در تاسیسات عمل‌آوری بزرگ شامل کنترل اتوماتیک دما است که خطای شخصی را کاهش داده و طی مرحله عمل‌آوری، به زمان مدیریت کمتری نیاز دارد (Glover,۱۹۸۹). در تاسیسات عمل‌آوری بزرگ نیاز کارگری کمتر است. چون برای حمل

برگ‌های توتون طی مدت بارگیری و تخلیه بسته‌های توتون عمل‌آوری شده، بخصوص در سیستم جعبه‌ای، کمتر از دست استفاده می‌شود. با این حال، سیستم کاست به طور گسترده در دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد. هر کاست با دست پر می‌شود و هر کدام به تناسب اندازه برگ و موقعیت آن روی ساقه، حدود ۸ تا ۱۲ کیلوگرم توتون را در خود جای می‌دهد. سیستم جعبه‌ای به طور گسترده در ایالات متحده مورد استفاده قرار می‌گیرد. بعد از برداشت، جعبه‌ها ممکن است با دست پر شوند یا به طور مکانیکی برگ‌ها توسط ماشین‌های برداشت در سیستم بسته‌ای بارگذاری می‌شوند که هر بسته دارای ظرفیت ۱۵۰ تا ۱۸۰ کیلوگرم توتون عمل‌آوری شده است.

دو سوم کارمایه مورد نیاز برای عمل‌آوری توتون گرمخانه‌ای در دنیا بخصوص در چین، زیمبابوه، آفریقای جنوبی و هند از ذغال تامین می‌شود (Campbell,۱۹۹۵b). مابقی کارمایه مورد نیاز به طور مساوی از چوب و مواد نفتی (انواع روغن‌های سوختی، گاز طبیعی یا مایع) تامین می‌شود. منبع اصلی تامین سوخت گرمخانه‌ها در آسیا و آمریکای جنوبی چوب است. در حالی که منبع اصلی سوخت در آمریکای شمالی و برخی کشورهای اروپایی روغن و گاز است که در این کشورها، به طور گسترده از تاسیسات بزرگ عمل‌آوری استفاده می‌گردد. همچنین، گاز و روغن در تاسیسات سنتی عمل‌آوری توتون گرمخانه‌ای در کشورهای مکزیک، آرژانتین، جمهوری دومینیکن و اندونزی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مشکل جنگل‌زدایی و قطع درختان در کشورهای تولیدکننده توتون وجود دارد. یک تحقیق با جزییات دقیق در ۶۹ کشور (به استثناء چین) انجام شد که ۶۶ درصد تولید توتون‌های آتش خشک و گرمخانه‌ای دنیا را در اختیار دارند نتایج نشان داد که کشت و تولید توتون تنها ۱ درصد از مصرف چوب را در این کشورها به خود اختصاص می‌دهد (Campbell,۱۹۹۵b).

صنایع دخانی وابسته به کشت توتون در مناطق دارای کمبود چوب، کشت و پرورش درختان همواره برای سالیان متمادی، ترغیب کرده‌اند (Campbell,۱۹۹۵b) که می‌توان به برنامه‌های موفق درخت‌کاری در برزیل و کنیا اشاره کرد. زارعین کشت توتون در برزیل طی یک برنامه موفق به کاشت و سرمایه‌گذاری در کاشت درخت ترغیب شدند که نتیجه آن خودکفایی هر مزرعه در تامین نیاز به چوب بدون متوسل شدن به جنگل‌های ملی بود. در ابتدا ۱ هکتار نهال اکالیپتوس هر ۲۸ سال یک‌بار نهال‌کاری می‌شد که این مقدار، پاسخ‌گوی تامین نیاز عمل‌آوری ۲ هکتار مزرعه توتون گرمخانه‌ای بود. در کنیا با وضع قوانینی، تولیدکنندگان توتون‌های گرمخانه‌ای و آتش‌خشک و حتی بارلی، ملزم شدند قبل از بستن هرگونه قرارداد با شرکت‌های خرید توتون، درختان مورد نیاز خود را کاشت و پرورش دهند. در حال حاضر تولیدکنندگان توتون در کنیا در تامین چوب مورد نیاز خود (به عنوان سوخت و منبع کارمایه) خودکفا هستند. تحقیقات موثری در مورد عمل‌آوری توتون در کشورهایی مانند زیمباوه، برزیل و هندوستان

انجام شده تا با بهبود کنترل حرارت و رطوبت مناسب در تاسیسات عمل‌آوری توتون، بازده مصرف سوخت را افزایش دهند که برای این کار، استفاده از جریان هوای تحت فشار در تاسیسات سنتی و کوره‌ها و بهبود تبادل هوا با طراحی دوباره تاسیسات و کوره‌ها مورد تاکید واقع شده است.

میانگین مصرف چوب در عمل‌آوری توتون گرمخانه‌ای در برزیل ۴ کیلوگرم چوب برای هر کیلوگرم توتون خشک می‌باشد که بر اساس اطلاعات ارایه شده توسط Campbell (۱۹۹۵)، به طور قابل ملاحظه کمتر از میزان مصرف جهانی چوب در عمل‌آوری توتون می‌باشد. بهبود تاسیسات عمل‌آوری در زیمباوه سبب کاهش مصرف سوخت به مقدار ۱ تا ۱/۶ کیلوگرم ذغال برای هر کیلوگرم توتون شده است این در حالی است که مصرف سوخت در شرایط مشابه در تاسیسات سنتی ۲/۵ کیلوگرم برای عمل‌آوری توتون می‌باشد (مصاحبه شخصی با Andrew brooker محقق در زمینه توتون، هراره، زیمباوه). بیشتر تاسیسات عمل‌آوری جدید دارای کوره‌هایی با جریان هوای تحت فشار هستند. در هندوستان ۶۰ درصد توتون‌ها توسط چوب و بقیه توسط ذغال عمل‌آوری می‌شوند، میانگین مصرف چوب و ذغال برای هر کیلوگرم توتون خشک شده به ترتیب برابر ۴/۵ و ۳ کیلوگرم می‌باشد (مصاحبه شخصی با Srinivas putchala عضو ITC Rajahmundry, India).

در سال ۱۳۹۰، Watkins در آزمایشات مزرعه‌ای، میزان مصرف نفت و گاز پروپان مایع را برای خشک کردن توتون در تاسیسات بزرگ اندازه‌گیری کرد و میزان مصرف نفت و پروپان مایع را برای خشکاندن هر کیلوگرم توتون به ترتیب ۰/۹ و ۱ لیتر ذکر کرد. او همچنین عملیات زیر را برای افزایش بهره‌وری سوخت در تاسیسات عمل‌آوری بزرگ پیشنهاد کرد:

۱- ممانعت از نشت و هدرروی حرارت از اطراف درب‌ها و دیواره‌های تاسیسات و لایه‌های سیمانی

۲- استفاده از رطوبت‌سنج جهت تعین زمان و چگونگی هوا دادن

۳- تعمیر و نگهداری منظم کوره‌ها بخصوص در آغاز فصل عمل‌آوری توتون

۴- عایق‌بندی با تاسیسات با استفاده مواد و روش‌های مورد تایید خریداران توتون

۵- برداشت برگ‌های رسیده از مزرعه جهت کاهش دادن زمان خشک کردن

۶- استقرار منظم قفسه‌های توتون در داخل تاسیسات جهت تسریع عمل‌آوری

۷- آب‌بندی بین قفسه‌های توتون جهت جلوگیری از جریان هوا از بین آنها و اجازه ورود هوای تحت فشار از میان برگ‌های توتون

فرایند گرمخانه‌ای

فرآیند گرمخانه‌ای جهت عمل‌آوری برگ‌های توتون به ۵ تا ۷ روز زمان نیاز دارد و در این مدت ۹۷ درصد رطوبت برگ توتون گرفته می‌شود (Peele et al, ۱۹۹۵). فرآیند گرمخانه‌ای نیز یک فرآیند بیولوژیکی است. هدف از این کار حفظ پتانسیل تازگی و کیفیت برگ‌های چیده شده توسط یک برنامه رژیمی منظم حرارتی و رطوبتی در یک تاسیسات عمل‌آوری می‌باشد تا تغیرات شیمیایی و بیولوژیکی دلخواه و مورد نیاز کارخانجات سیگارت‌سازی (برای پاسخگویی به مصرف‌کنندگان) در برگ‌های عمل‌آوری شده حاصل شود (Collins, ۱۹۸۳). فرآیند عمل‌آوری به تناسب نوع تاسیسات، موقعیت برگ روی ساقه، وضعیت آب و هوا حین برداشت و عمل‌آوری برگ‌ها و میزان رسیدگی و رطوبت برگ‌ها در حین برداشت بستگی دارد (Hawks, ۱۹۷۵). سال ۱۹۷۴، Johnson اظهار داشت عمل‌آوری یک هنر است زیرا وضعیت عمل‌آوری باید بر اساس تنوع کیفیت برگ‌های برداشت شده تنظیم گردد. تغیراتی که در این فرآیند باید تحت کنترل واقع شوند شامل حرارت، رطوبت نسبی، شدت جریان حرارت (در تاسیساتی که از هوای تحت فشار استفاده می‌کنند) و تنظیم تنوع زمانی این فاکتورها می‌باشد. شدت و میزان واکنش‌های بیوشیمیایی با درجه حرارت و رطوبت نسبی برگ کنترل می‌شوند، در حالی که شدت جریان هوای گرم سبب عمل‌آوری یکنواخت برگ‌ها شده و با این کار می‌توان به موقع رطوبت را از سیستم حذف کرد. با این حال، تجربه و دانش کافی برای انجام فرآیند عمل‌آوری موفق نیاز است.

تغیرات شیمیایی و بیوشیمیایی حین عمل‌آوری و همچنین تاثیر تغیر روش عمل‌آوری بر کیفیت و شیمی برگ توتون توسط محققان زیادی مطالعه شده است (Johnson, ۱۹۷۴ ; ۱۹۸۴ ; Jones&Wilkinson, ۱۹۹۶ ; Peele et al, ۱۹۹۵Weybrew et al,). تغیراتی که در حین عمل‌آوری و خشک کردن برگ رخ می‌دهد، در واقع ادامه همان تغیراتی است که در شروع دوره رسیدگی و پیری برگ‌ها در مزرعه آغاز می‌شود (Long & Weybrew, ۱۹۸۴). برگ توتون از آغاز دوره عمل‌آوری تا قبل از شروع مرحله خشکانیدن از نظر متابولیکی فعال است که با شروع مرحله خشکانیدن، برگ می‌میرد (Johnson, ۱۹۷۴). مرحله زرد شدن برگ‌ها دوره‌ای از تغیرات عمده بیوشیمیایی است که با مرحله خشک شدن برگ تداخل دارد. Peele و همکاران (۱۹۹۵) تغیرات فوق را به صورت زیر خلاصه نموده اند:

۱- کاهش کلروفیل و ظهور رنگدانه‌های کارتنوئیدی در برگ

۲- هیدرولیز نشاسته به قندهای احیاء و تبدیل بخشی از این قندها به کربن‌دی‌اکسید

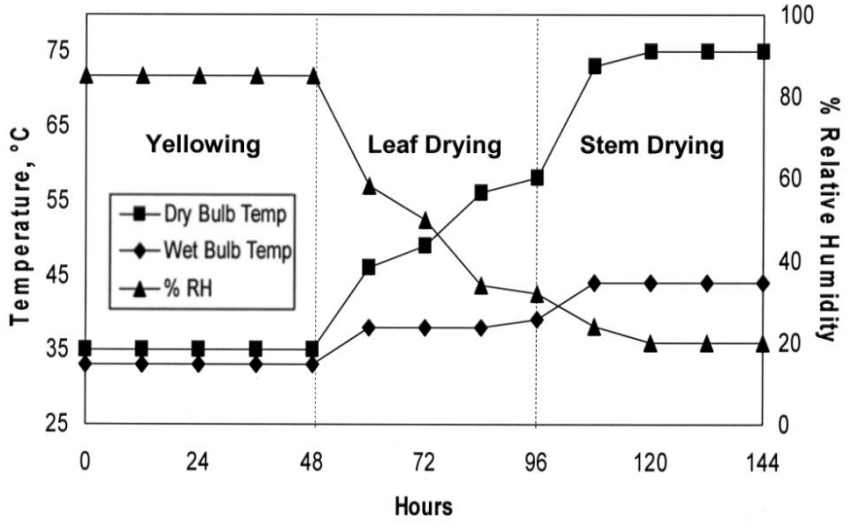
۳- هیدرولیز پروتئین به آمینواسیدهای منفرد و واکنش آنها با قندهای آزاد و تشکیل ترکیباتی مانند Amadory و Maillard که در داشتن عطر و بوی برگ مهم هستند. این ترکیبات محصول دمای بالا هستند که در مرحله خشک شدن ساقه و برگ به وجود می‌آیند.

۴- تغیرات متنوع در پلی‌فنول‌ها که اغلب تاثیر مثبتی بر کیفیت برگ‌های عمل‌آوری ندارند (مگر این که برگ‌ها بیش از حد زرد شوند و قهوه‌ای شدن اکسیداتیو رخ دهد).
۵- کاهش تدریجی دمای سطح برگ در طی عمل‌آوری سبب تبدیل ترکیبات استری و قندی به مواد فرار معطر می‌شود.
۶- تبدیل نیترات به نیتریت و واکنش آن با آلکالوئیدها و تشکیل نیتروزآمین‌ها (ترکیب نیتریت و اسیدهای آمینی)

بسیاری از این تغیرات سبب تولید ترکیبات معطر می‌شود که ویژگی خاصی به توتون گرمخانه‌ای می‌بخشند (Peele et al, ۱۹۹۵).
باور بر این است که کیفیت توتون در واقع در مزرعه تعیین می‌گردد و اگر برگ‌ها هنگام برداشت دارای کیفیت پایینی باشند نمی‌توان خصوصیات آن را حتی با عمل‌آوری ایده‌آل در گرمخانه اصلاح کرد (Walker & Stier, ۱۹۸۷). از طرفی، اگر برگ‌های باکیفیت عالی به صورت ناتمام و نادرست عمل‌آوری شوند، کیفیت نهایی برگ عمل‌آوری شده توتون پایین خواهد بود. بنابراین اولین فاکتور لازم جهت عمل‌آوری مناسب، داشتن برگ‌هایی است که در مزرعه به طور یکنواخت رسیده باشند. Peele و همکاران (۱۹۹۵) اظهار داشتند هیچ سطحی از مهارت در عمل‌آوری نمی‌تواند کاستی‌های کیفی موجود در برگ برداشت شده را جبران و خنثی کند. با این حال Weybrew و همکاران (۱۹۸۴) نشان دادند که می‌توان کیفیت ظاهری برگ‌هایی که زودتر یا دیرتر از موعد رسیدگی برداشت شده‌اند را با افزایش یا کاهش زمان مرحله زردشدگی، بهبود بخشید.
Peele و همکاران (۱۹۹۵) مروری بر مزایای عمل‌آوری برگ‌های رسیده در مقابل عمل‌آوری برگ‌هایی که زودتر یا دیرتر از موعد رسیدگی برداشت شده داشتند که در موارد زیر خلاصه کرده اند:
۱- مدت زمان لازم برای عمل‌آوری برگ‌های رسیده توتون کمتر بوده و برگ‌ها به صورت یکنواخت رنگ می‌گیرند در حالی که تنوع در میزان رسیدگی برگ‌ها مستلزم صرف زمان بیشتر برای عمل‌آوری برگ‌های کمتر رسیده و زمان کمتر برای عمل‌آوری برگ‌های بیشتر رسیده می‌باشد.
۲- رنگ برگ‌های زودتر از موعد برداشت شده بعد از عمل‌آوری معمولا متمایل به سبز دارند و لذا با قیمت کمتر از حد معمول به فروش می‌رسند زیرا دارای خصوصیات نامطلوب دود و عطر هستند.
۳- برگ‌های رسیده بعد از عمل‌آوری معمولا بافت و رنگ بهتری در مقایسه با برگ‌های زود برداشت شده، دارند.

۴- برگ‌هایی که زودتر از موعد رسیدگی برداشت شده‌اند، مرحله خشک شدن و زرد شدن کوتاه‌تری دارند که بعد از عمل‌آوری، رنگ سبز بیشتری دارند.

اصول عمل‌آوری گرمخانه‌ای برای تاسیسات سنتی و تاسیسات مدرن بزرگ یکسان است، با این وجود تاسیسات بزرگ تنوع بیشتری در کنترل و تنظیم شرایط دارند. در شکل ۲ برنامه بهینه برای تنظیم دمایی دماسنج‌های تر و خشک، رطوبت نسبی و زمان مورد نیاز هر یک از مراحل چهارگانه عمل‌آوری برگ‌های رسیده در تاسیسات بزرگ نشان داده شده است.



شکل۲- برنامه تیپیک برای عمل‌آوری توتون گرمخانه‌ای و شماتیک برنامه تیپیک برای تنظیم رطوبت نسبی و دمای تر و خشک

مرحله زرد شدن به عنوان مهم‌ترین مرحله عمل‌آوری شناخته می‌شود زیرا کیفیت برگ در این مرحله تثبیت می‌شود و با عدم رعایت اصول ممکن است کیفیت برگ کاهش یابد (۱۹۷۲ ,Hawks). برای این که تغیرات بیوشیمیایی مهم ناشی از رسیدگی برگ در مزرعه در هنگام عمل‌آوری نیز به طور مناسب ادامه بیاید، رطوبت موجود در برگ‌ها در پایان مرحله زرد شدن باید در سطح بالایی حفظ شود. بنابراین مرحله زرد شدن توسط دمای تر با حرارت بین ۳۵ تا ۳۷ درجه سلسیوس و در رطوبت نسبی ۸۵ تا ۹۰ درصد طی ۳۶ تا ۷۲ ساعت صورت می‌گیرد. طی این مرحله کاهش کلروفیل برگ و رطوبت برگ باید به طور دقیق از نزدیک کنترل شود. وقتی برگ‌ها به صورت سبز برداشت می‌شوند، دارای نشاسته بیشتر و قند کمتری هستند که

هر دوی آنها برای کیفیت برگ عمل‌آوری شده نامناسب است. سطح بالای نشاسته در برگ برداشت شده، قند موجود در برگ عمل‌آوری شده را محدود می‌کند با این حال، با فرآیند عمل‌آوری صحیح، مقداری از نشاسته به قند تبدیل می‌شود (Papenfus, ۱۹۹۶). تبدیل نشاسته به قند و تغییر رنگ برگ از سبز به زرد اگرچه هم‌زمان و در یک سطح صورت می‌گیرند ولی مستقل از هم هستند (Hawks et al, ۱۹۷۵). بنابراین وقتی که مقدار بیشتری از کلروفیل مضمحل می‌شود میزان قند موجود در برگ نیز به مقدار بهینه خود می‌رسد و در این مرحله است که تثبیت رنگ آغاز می‌شود. تبدیل ناتمام نشاسته به قند باعث نازک و صابونی شدن برگ‌های خشک شده، قطران بیشتر و مزه تلخ می‌شود (Papenfus, ۱۹۹۶).

هر گاه مدت زمان مرحله زرد شدن برگ‌ها طولانی باشد قند و سایر کربوهیدرات‌های ناشی از تنفس کمتر می‌شوند و در نتیجه نسبت قند به نیکوتین برگ کاهش می‌یابد (Garvin, ۱۹۸۸). Papenfus (۱۹۹۶) اظهار داشت که برگ‌هایی که بیش از حد معمول زرد می‌شوند بافت نازک‌تری دارند این موضوع به ویژه در برگ‌های موقعیت میانی و بالایی ساقه بیشتر مشهود است. نازک شدن در میان رگبرگ‌ها به شکل کاغذی شدن صورت می‌گیرد. این قسمت‌های نازک در حین عملیات عمل‌آوری به ضایعات تبدیل شده و باعث کاهش نسبت برگ به ساقه می‌شوند. همچنین افزایش مدت زمان مرحله زرد شدن سبب اسفنجی شدن برگ می‌شود. اسفنجی شدن اختلالی در برگ است که با اکسیداسیون پلی‌فنول‌ها به ترکیبات قهوه‌ای تیره مرتبط بوده که سبب ایجاد رنگ قهوه‌ای تیره در برگ خشک شده می‌گردد (Garvin, ۱۹۸۸). برگ‌های پایینی ساقه به ویژه وقتی کوددهی نیتروژن بیش از حد لزوم صورت گیرد به موضوع اسفنجی شدن حساس‌تر هستند ولی اکسیداسیون پلی‌فنول‌ها به تیرگی برگ‌های عمل‌آوری شده بالایی و میانی بوته نیز منجر می‌شود (Papenfus, ۱۹۹۶). در توتون اسفنجی شده، معمولا نسبت قند به نیکوتین پایین است بنابراین قیمت کمتری در بازار دارد.

رطوبت نسبی برگ تازه و رسیده بین ۸۰ تا ۹۰ درصد است که در مرحله خشک شدن به حدود ۳ درصد کاهش می‌یابد. یکی از مهمترین فاکتورها در حین خشک کردن برگ‌ها کنترل رطوبت برگ طی مرحله زرد شدن است (Papenfus, ۱۹۹۶ ; Hawks, ۱۹۷۲). رطوبت مناسب باید در برگ باقی بماند تا تغیرات شیمیایی و رنگی بتوانند بدون ممانعت انجام گیرند. خشک کردن خیلی سریع باعث به سبزی گراییدن رنگ برگ خشک شده می‌شود که نشانه وجود بیش از حد نشاسته در برگ است. در مقابل، خشک کردن برگ با افزایش تدریجی درجه حرارت، سبب خواهد شد برگ‌ها بدون تاول و تیرگی باشند. در سال ۱۹۹۶، Papenfus حداقل تهویه را برای ۱۲ ساعت اول (برای برگ‌های پایین بوته) تا ۲۴ ساعت اول (برای برگ‌های بالایی) پیشنهاد دادند پس از این مدت، که ۳۰ درصد رطوبت برگ از دست رفته است میزان تهویه تا آخر مرحله زرد شدن برگ افزایش می‌یابد. برای این کار لازم است در ۱۲ (برای برگ‌های پایین

بوته) تا ۲۴ ساعت (برای برگ‌های بالای بوته) اول عمل‌آوری، اختلاف دمای تر و خشک ۱ درجه سلسیوس باشد و پس از طی این مدت، اختلاف دمای تر و خشک تا آخر مرحله زرد شدن در ۲/۵ تا ۳ درجه حفظ می‌شود. در صورتی که مراحل فوق با موفقیت انجام پذیرد، در پایان مرحله زرد شدن، برگ‌های زرد شده باید به طور کامل پژمرده شده و نوک برخی از آنها خشک و مجعد شده باشد. دمای لازم برای خشک کردن برگ در طی مرحله زردشدگی، ابتدا به میزان تهویه دستگاه و سپس به وضعیت برگ‌ها در هنگام برداشت بستگی دارد. برگ‌های تازه پایینی معمولا رطوبت بیشتری از برگ‌های فوقانی دارند. بنابراین برای برگ‌های پایینی و همچنین برگ‌هایی که در آب و هوای مرطوب برداشت شده‌اند خشک کردن با سرعت بیشتری باید صورت گیرد. Hawks (۱۹۷۲) اظهار داشت برگ‌های پایینی که در آب و هوای بارانی برداشت شده‌اند باید با سرعت بیشتری خشک شوند تا در پایان مرحله زردشدگی، محتوای مناسبی از رطوبت داشته باشند و از تاول زدن برگ در پایان مرحله خشک شدگی ممانعت به عمل آید. وی پیشنهاد می‌کند در تاسیسات سنتی تحت شرایط فوق، مقدار توتون کمتری در تاسیسات جایگزاری شود زیرا لازم است مجاری تهویه بالایی و پایینی در بخشی یا کل مدت مرحله زردشدگی باز باشند. در تاسیسات جدید و بزرگ کاهش مقدار توتون جایگزاری شده ممکن است باعث عدم یکنواختی جریان هوا در اطراف توتون‌ها شود، بنابراین شروع عمل تهویه قبل از موعد ممکن است گزینه بهتری باشد. برگ‌های بالایی ساقه که در هوای خشک برداشت شده‌اند موقعیت متفاوتی دارند. در اینجا موضوع مهم حفظ رطوبت برگ‌ها است تا زردشدگی برگ بتواند قبل از مرگ سلول‌ها به پایان برسد. تحت این شرایط، سرعت خشک شدن برگ‌ها باید با جایگزاری یکنواخت و زیاد برگ توتون در تاسیسات، کاهش یابد و مجاری تهویه اغلب موارد در طی مرحله زردشدگی بسته باشند. برای مرحله خشک‌شدگی و تثبیت رنگ که برای برگ‌های رسیده و نرمال، دو روز به طول می‌انجامد، سرعت خشک‌شدگی با افزایش تهویه و دما افزایش می‌یابد (شکل ۲). طی این مرحله فعالیت آنزیمی و دیگر فعالیت‌های سلولی با خشک کردن و دمای بالا غیرفعال می‌شوند و تقریبا ۷۰ درصد از وزن برگ سبز از دست می‌رود که بیشتر آن آب است ولی رنگدانه‌ها و محتویات مواد شیمیایی حفظ می‌شوند (Peele et al, ۱۹۹۵). در بین درجه حرارت ۳۵ تا ۵۵ درجه سلسیوس دستگاه، دمای دستگاه در هر ساعت به میزان ۱/۱ درجه سلسیوس افزایش می‌یابد و این روند تغییر دما تا اتمام خشک شدن کامل پهنه برگ ادامه می‌یابد و حدود ۲ روز طول می‌کشد. تهویه کامل برای حفظ دمای تر در ۳۸ درجه سلسیوس در ۲۴ ساعت اول لازم است. تا زمان شروع مرحله خشک‌شدن برگ‌ها، دمای تر دماسنج به دمای برگ نزدیک می‌شود (Watkins, ۱۹۸۳). سلول‌های مربوط به برگ‌های نازک پایین ساقه در دمای ۴۵ درجه سلسیوس از بین رفته و در اثر اکسیداسیون، قهوه‌ای شدن و تاول زدگی در برگ اتفاق می‌افتد. بنابراین پیشنهاد می‌شود تا زمانی که پهنک برگ به طور

کامل خشک نشده است دمای دماسنج‌های مرطوب به بیش از ۴۱ درجه افزایش پیدا نکند. اگر رطوبت کافی از برگ‌ها زدوده نشده باشد تاول زدگی تا وقتی که دمای بدماسنج‌ها از ۵۵ درجه سلسیوس تجاوز نکند رخ نمی‌دهد. پس دلیل این که باید ۳۰ درصد رطوبت طی مرحله زرد شدن خارج شود همین موضوع است (Collins, ۱۹۸۳). به همین دلیل است که در بیشتر رژیم‌های خشک کردن یک دوره با دمای ثابت دماسنج‌ها در انتهای مرحله خشک کردن برگ و قبل از ورود به مرحله خشک کردن ساقه (شکل۲) وجود دارد (Watkins, ۱۹۸۳ ; ۱۹۹۳ Collins & Hawks,). در تاسیسات عمل‌آوری بزرگ در محل‌هایی که انباشتگی قفسه‌ها و جعبه‌ها وجود دارد احتمال تاول زدگی به دلیل نرسیدن هوای کافی به برگ‌ها وجود دارد. در مرحله خشک کردن ساقه در حالی که دما به صورت تدریجی از ۵۵ به ۷۳ درجه سلسیوس افزایش می‌یابد، تهویه به صورت شیب‌دار کاهش داده می‌شود. Peele و همکاران (۱۹۹۵) اظهار داشتند بعد از خشک شدن پهنک برگ، رگبرگ‌ها هنوز رطوبت بالایی دارند بنابراین دمای بالا برای غلبه بر سرد شدن ناشی از تبخیر لازم است و همچنین دمای بالا رطوبت نسبی را در تاسیسات کاهش می‌دهد. هر چند که Watkins (۱۹۸۳) پیشنهاد کرد جهت جلوگیری از ریسک تاول زدگی یا اسفنجی شدن تا زمانی که پهنک برگ‌ها بطور کامل خشک نشده‌اند تهویه کافی برای نگهداری دمای دماسنج‌های مرطوب در ۴۳ درجه سلسیوس مورد نیاز است. بالا بردن دما در اواخر مرحله خشک کردن ساقه ممکن است مقدار تاول زدگی و سوختگی قرمز توتون را (Watkins, ۱۹۸۳ ; Collins, ۱۹۸۳) به ویژه در برخی واریته‌ها افزایش دهد (۱۹۷۲ Hawks,). در مقابل در قرمز گیلاسی که با تجمع بالای نور - نیکوتین مرتبط است (۱۹۹۳ Weeks et al,)، بعد از این که برگ‌ها ۱ دقیقه در مقابل نور آفتاب قرار گرفتند تاول‌ها ناپدید می‌شوند، توتون تاول زده قرمز مزه شیرین غیر عادی دارد که نتیجه کاراملیزلاسیون قندها در دمای بالا می‌باشد (Flower, ۱۹۹۴). به علاوه Papenfus در سال ۱۹۹۶ طی نشر یک تحقیق اظهار داشت وقتی دمای خشک کردن ساقه به حد کافی زیاد است، سبب ایجاد تغیر رنگ نامطلوب و ناخواسته می‌شود که در خشک کردن سریع تر ساقه ایجاد نمی‌شود ولی در عوض روغن‌های ضروری با ارزش و ترکیبات معطر را از بین می‌برد. دلایل و نشانه‌های مهم از اختلال در عملیات خشک کردن که در بالا عنوان شدند به وسیله محققان دیگری هم منتشر شده است (Walker & Stier, ۱۹۸۷ ; Collin & Hawks, ۱۹۹۳ ; Flower, ۱۹۹۴). مقاله منتشر شده توسط Flower در سال ۱۹۹۴ دربردارنده نزدیک به ۳۰ تصویر از اختلالات و ایرادات مربوط به خشک کردن می‌باشد.

تحقیقات اخیر روی عمل‌آوری در ایالات متحده

موضوع مهم و اصلی در توسعه و اجرای عملیات خشک کردن و عمل‌آوری توتون در جعبه‌های بزرگ‌تر، مشکل پر کردن یکنواخت و با تراکم ثابت برگ‌ها در جعبه می‌باشد (W.H.Johnsin و M.D.Boyette ، دانشگاه N.C ، مصاحبه شخصی). یکی از راه حل‌ها برای پرکردن یکنواخت جعبه‌ها، بریدن برگ‌ها در هنگام برداشت است. Johnsin حدود ۲۵ سال قبل تحقیقی را اجرا نمود که نشان داد که با بریدن برگ‌ها به قطعات کوچک‌تر، آنها به طور یکنواخت‌تری در جعبه‌ها جایگذاری می‌شوند. مزیت دیگر بریدن برگ‌ها به قطعات کوچک‌تر این است که انتقال و هدایت آنها می‌تواند به صورت پنوماتیکی انجام گیرد و با این کار می‌توان برداشت و خشک کردن را نیز مکانیزه کرد و زمان کوتاه‌تری صرف خشک کردن خواهد شد. به دلیل این که موضوع نیروی کار و مکانیزاسیون برداشت و عمل‌آوری روز به روز در آمریکا در حال گسترش است، جانسون تحقیقات خود را با کار بر روی برگ‌های بریده شده به روز کرد. علاوه بر آن نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که در این روش (بریدن برگ‌ها به قطعات کوچک)، می‌توان ۴۰ تا ۵۰ درصد وزن برگ سبز بیشتری در جعبه‌ها جای داد، بدون این که تاثیری بر کیفیت ظاهری و زمان خشک کردن داشته باشد. با این حال برگ‌هایی که به صورت بریده شده خشک می‌شوند مقدار نشاسته و قند کمتری در مقایسه با برگ‌های کامل دارند که احتمالا به دلیل صدمات و فشاری است که در عین عمل برش بر برگ وارد می‌شود (Johnson et al, ۱۹۵۷ ; Comber, ۱۹۷۷) و یا به دلیل خشک شدن نسبتا سریع امتداد لبه برش شده برگ باشد که در طی زمان زرد شدن و اوایل مرحله تثبیت رنگ اتفاق می‌افتد. W.H.Johnson مشغول انجام تحقیقی بر روی برش و خشک کردن برگ برای حل مشکل فوق می‌باشد. بر اساس این فرض که قسمت عمده تغیرات شیمیایی طی مرحله زرد شدن رخ می‌دهد، Johnson (۱۹۹۶) از اشعه مادون قرمز برای خشک کردن برگ‌های زرد شده در ۵ دقیقه استفاده کرد در حالی که در حالت معمول ۲۴ ساعت یا بیشتر زمان لازم است. محصولاتی که سریع خشک می‌شوند از لحاظ شیمیایی و فیزیکی مشابه برگ‌هایی بودند که به صورت معمول خشک شده بودند، همچنین کیفیت دود و عطر مشابه بود. با این حال، تحت شرایط خشک کردن سریع، درصد پلی‌فنول‌ها و نیکوتین در برگ کاهش یافت و میزان قند در برگ‌ها بیشتر از حالت معمول بود که افزایش قند احتمالا آن به دلیل کاهش زمان تنفس و کاهش هدرروی قند بوده است. Johnson (۱۹۹۶) پیشنهاد کرد در کارهای تحقیقی که در آینده صورت خواهد گرفت بر سریع خشک کردن رگبرگ‌ها و بخش‌های رگ‌دار جانبی که دربردارنده ویژگی‌های متفاوت انتقال حرارت و رطوبت از پهنه برگ هستند، تاکید شود و در صورت موفقیت به دنبال خشک کردن سریع برگ‌های زرد شده در سطح تجاری رفت.

مواد شیمیایی زردکننده رنگ برگ

در کشورهای تولیدکننده عمده توتون گرمخانه‌ای به ویژه آمریکا و کانادا، زارعین یک تا دو روز قبل از برداشت توتون، آن را با محلول اتفون (۲-کلرواتیل فسفونیک اسید) محلول‌پاشی می‌کنند و یا از گاز اتیلن در طی مرحله زرد شدن استفاده می‌کنند. تولیدکنندگان بر این باور هستند که استفاده از این مواد انعطاف‌پذیری بیشتری به برگ‌های برداشت شده نارس می‌دهد که با کاهش زمان زردشدن و بهبود رنگ برگ‌های خشک شده، راندمان عمل‌آوری افزایش می‌یابد. مواد شیمیایی همانند مواد طبیعی یا هورمون‌ها (مانند اتیلن) به عنوان افزایش دهنده پیری و زرد شدگی ترویج یافته‌اند (Jones & Wilkinson, ۱۹۹۶). هر چند که مصرف هیچ کدام از این مواد روی برگ‌های نارس توتون توصیه نشده است با این حال، گاهی هر دو ماده هم‌زمان روی برگ توتون اعمال می‌شوند به ویژه وقتی برگ‌ها نارس باشند (مشاهدات شخصی). خریداران توتون در مورد استفاده تولیدکنندگان از مواد شیمیایی جهت زرد کردن توتون نگران هستند زیرا در برخی موارد، تاثیر معکوس اتفون بر برگ، گزارش شده است (Walker, ۱۹۷۷ ; ۱۹۷۴ Dormier & Foy, ۱۹۷۶ ; Long et al,). همچنین تاثیر گاز اتیلن نیز بر کاهش کیفیت دود برگ‌های توتون کانادایی گزارش شده است (Walker et al, ۱۹۸۵). ممکن است استفاده از این مواد، ظاهر نارس توتون‌های برداشت شده قبل از موعد را پنهان کند (Peele, ۱۹۹۴). نتایج چندین آزمایش میدانی در گذشته نشان داد (Dormier & Foy, ۱۹۷۶ ; Walker, ۱۹۷۷ ; Miles et al, ۱۹۷۲) که استفاده اتفون در برگ‌های رسیده، هم در مزرعه و هم در تاسیسات عمل‌آوری زردشدگی را افزایش می‌دهد ولی در بسیاری از تحقیقات که برگ‌های بالغ چند روز قبل از برداشت با اتفون تیمار شده‌اند تا برگ‌ها در مزرعه زرد شوند، کاهش عملکرد و کیفیت ظاهری توتون گزارش شده است (Dormier & Foy, ۱۹۷۶ ; Long et al, ۱۹۷۴). البته طبق برخی گزارش‌ها، افت کیفیت ظاهری ناشی از استفاده اتفون بهبود می‌یابد (Kittrell, ۱۹۸۳ ; Steffen & Alphin, ۱۹۷۰) و در نهایت استفاده از اتفون تاثیری بر افت عملکرد نداشته است (Kittrell, ۱۹۸۳). حتی در آزمایشاتی که اتفون سبب زردشدگی کامل برگ در مزرعه شده است تاثیر اتفون بر جهت و میزان تغیرات نشاسته، قند و ترکیبات نیتروژنی در توتون گرمخانه‌ای بسیار متفاوت هستند که طبق نظر Long و Weybrew (۱۹۸۱)، این تفاوت‌ها شاید به خاطر تفاوت آب و هوایی (به ویژه دما)، عملیات زراعی (به ویژه کوددهی نیتروژن) و میزان مصرف اتفون بوده باشد. در یک مطالعه دو ساله که برگ‌های فوقانی ساقه توتون ۲۴ ساعت بعد از تیمار با اتفون برداشت شدند (Gooden, ۱۹۹۷)، نتایج مربوط به تیمار اتفون تحت تاثیر عوامل فصلی و عوامل عمل‌آوری قرار گرفته است. در تحقیق فوق برگ‌های تیمار شده و تیمار نشده به مدت ۴۸ و ۷۲ ساعت تحت زردشدگی قرار گرفتند. شاخص درجه و قیمت بعد از تیمار اتفون در سال دوم کاهش نشان داد ولی پارامترهای فیزیکی در هر دو سال تحت تاثیر قرار نگرفت. کاهش قندها در توتون‌های تیمار شده توسط اتفون در سال دوم بیشتر بود و در سال

اول سهم بیشتری از برگ‌های عمل‌آوری شده به عنوان برگ (H) مورد استعمال دخانیات طبقه‌بندی شدند همچنین این مطالعه شامل سه دستورالعمل و تاریخ برداشت برای هر دو توتون کنترلی و تیمار شده بود. اولین برداشت، ۲۴ ساعت بعد از برگ‌دهی گیاهان تیمار شده، یک پاسخ زرد شدگی به اتفون نشان داده است. برداشت دوم و سوم نیز به ترتیب بعد از ۱۰ و ۲۰ روز انجام شد. در اولین برداشت فرض بر برگ‌هایی بود که از نظر فیزیولوژی رسیده‌اند، اما اولویت با توتون تیمار نشده بوده که به خاطر آن برداشت به تاخیر انداخته شد. Peele (۱۹۹۴) گزارش کرد که پانل قابل قبول دود برای توتون کاملا رسیده کمتر از توتون رسیده تیمار شده با اتفون می‌باشد در حالی که سیگارت‌ها از توتون‌های کاملا رسیده تیمار شده یا نشده با گاز اتیلن مورد قبول واقع شده، ساخته می‌شوند. در هر حال پانل قابل قبول برای توتون نارس توسط اصلاح‌گری مثل اتفون و یا گاز اتیلن بهبود نیافت.

گاز اتیلن در حین زرد شدگی به داخل مخزن عمل‌آوری تزریق می‌شود و با مزیت‌های مطرح شده مثل زرد شدگی سریع‌تر و کیفیت ظاهری بهتر ارتقا داده می‌شود تا این که مشابه با کاربرد اتفون شود. Rakitin و همکاران (۱۹۷۶) گزارش کردند که در مخزن‌های کوچک چوبی، در نسبت اتیلن به هوا ۱:۱۰۰۰ سرعت زرد شدگی برگ‌های مختلف توتون روسی، Ostrilist۱۵۱۹ افزایش یافت. برگ‌های سبزی که در معرض اتیلن قرار گرفتند اندکی تنفس بالاتر نشان دادند در حالی که برگ‌های عمل‌آوری شده حاوی پروتئین کمتر و نشاسته بیش‌تر بودند که مقدار بیش‌تر نشاسته به دلیل کاهش قند برگ بوده است. Walker و همکاران (۱۹۸۵) دریافتند که با زردکردن سریع برگ‌ها با استفاده گاز اتیلن، خرید توتون‌های عمل‌آوری شده کانادایی توسط خریداران، در اولویت قرار می‌گیرد با این حال، رنگ پایه برگ‌های عمل‌آوری شده تیره شده و کیفیت دود کاهش می‌یابد. در یک مطالعه سه ساله روی واریته K-۳۲، Goins و همکاران (۱۹۹۶a) استفاده از گاز اتیلن روی برگ نارس و رسیده توتون را ارزیابی کردند و دریافتند که اتیلن تاثیر قابل اغماضی در مدت زمان زردشدگی برگ‌ها دارد و در مجموع اتیلن تاثیری در شاخص درجه و ویژگی‌های دود نداشته است. با این وجود پانل صنعتی دود، توتون رسیده را به توتون کاملا نارس ترجیح می‌دهد. (Goins et al, ۱۹۹۶b). این محققان نتیجه‌گیری کردند که گاز اتیلن در شیمی و کیفیت محض توتون عمل‌آوری شده به صورت معنی‌دار تاثیری ندارد. نتایج دو مطالعه نشان داد که اتفون در کاهش زمان زرد شدگی و کاهش مدت زمان عمل‌آوری موثرتر از گاز اتیلن می‌باشد. طبق نتایج مطالعه سه ساله توسط M.J.Rogers (موسسه پلی-کلینیک ویرجینیا و بلکستون (۱۹۷۷-۷۹)، استفاده از مولد اتیلن، مدت زمان عمل‌آوری واریته کوکر۳۱۹ را به طور میانگین یازده ساعت کاهش می‌دهد. اتفون در زمان‌های ۲۴، ۷۲ و ۹۶ ساعت قبل از برداشت برگ اسپری شد و سبب شد زمان عمل‌آوری ۲۱ تا ۳۵ ساعت کاهش یابد. در تیمارهای مصرف اتفون و اتیلن ۲۴ ساعت قبل از برداشت، مدت زمان عمل‌آوری

محصول یکسان (۱۰۶ ساعت برای اتفون و ۱۰۵ ساعت برای اتیلن) بود. Peele (۱۹۹۴) سه آزمایش در مزرعه توتون گرمخانه‌ای واریته K326 انجام دادند که عامل اول شامل سه سطح مصرف اتفون، گاز اتیلن و مصرف ترکیبی اتفون و گاز اتیلن بر روی ۱۴ تا ۱۶ برگ بالای بوته بود برگ‌های مذکور در ۳ حالت نارس، رسیده و کاملا رسیده برداشت شدند. در برگ‌های تیمار نشده (شاهد)، میانگین مدت زمان زردشدگی در گرمخانه برای برگ‌های برداشت شده به صورت نارس، رسیده و کاملا رسیده به ترتیب ۷۴، ۶۶ و ۵۵ ساعت بود این تفاوت در مدت زمان زردشدگی در گرمخانه نشان می‌دهد که اولین قدم در کاهش مدت زمان مرحله زردشدگی این است که برگ‌های توتون در مزرعه به حد کافی برسند.

استفاده از اتفون به تنهایی یا به صورت ترکیبی با گاز اتیلن به تناسب موقعیت برگ روی بوته و میزان رسیدگی برگ در مزرعه، سبب کاهش زمان زرد شدگی از ۷ تا ۲۴ ساعت می‌شود (جدول ۱۰). در هیچ یک از آزمایش‌ها، استفاده از اتیلن به تنهایی تاثیری بر روی زمان زردشدگی نداشته و استفاده از هر دو محصول بر روی همان توتون، زمان زرد شدگی را نسبت به استفاده از اتفون به تنهایی، کاهش داده است. در آزمایش سوم جایی که در هنگام برداشت، توتون‌ها خیلی نارس بودند، هیچکدام از تیمارها در مدت زمان زرد شدگی تاثیر نداشتند. برای پارامترهای آرگونومیک تحت شرایط این مطالعه، Peele نتیجه‌گیری کرد که بیشترین تاثیر ثابت و مثبت اتفون بر کاهش زمان زرد شدگی می‌باشد. در حالی که گاز اتیلن هیچ تاثیر مفید و قابل اندازه‌گیری نداشت. دلایل فقدان پاسخ به زرد شدگی با گاز اتیلن در مطالعه Peele (۱۹۹۴) و Goins و همکاران (۱۹۹۶b) واضح نیست اما احتمالا مربوط به استفاده از مقدار بیشتر ازت و استفاده از واریته‌های با ویگور بالاتر نسبت به واریته‌هایی که در مطالعه Wlkerو همکاران (۱۹۸۵) و Rogers (۱۹۷۹ و مطالب منتشر نشده) ،استفاده شده بود، باشد.

جدول۱۰: اثرات اتفون و اتیلن بر زمان زرد شدن برگ توتون گرمخانه‌ای

تیمار	آزمایش اول			آزمایش اول			آزمایش اول		
	حالت ۱	حالت ۲	حالت ۳	حالت ۱	حالت ۲	حالت ۳	حالت ۱	حالت ۲	حالت ۳
شاهد	۸۴	۷۱	۶۵	۶۸	۶۱	۴۹	۷۰	۶۶	۵۱
اتفون	۶۰	۴۷	۴۴	۵۲	۴۹	۴۲	۷۰	۵۴	۳۷
اتیلن	۸۴	۷۱	۶۵	۶۸	۶۱	۴۹	۷۰	۶۶	۵۱
اتفون + اتیلن	۶۰	۴۷	۴۴	۵۲	۴۹	۴۲	۷۰	۵۴	۳۷

حالت۱: برداشت برگ نارس، حالت۲: برداشت برگ رسیده، حالت۳: برداشت برگ کاملا رسیده

فروش (همچنین بخش 10A را مطالعه کنید)

رنگ، یکنواختی و شدت رنگ برگ‌های عمل‌آوری شده از خصوصیات مهمی هستند که توسط خریداران لحاظ می‌شود تا سودمندی آنها را برای ترکیب در خرمن خاص تعیین کنند (۱۹۸۲ ,Campbell). بنابراین برگ‌هایی که رنگ نامطلوبی (به خصوص سبز- سیاه و قهوه‌ای) دارند معمولا قبل از فروش توسط کشاورزان جدا می‌شوند. در بیشتر کشورها غیر از آمریکا برگ‌های زاید عمل‌آوری شده، بر اساس واریته و اندازه برگ، رنگ، بافت و درجه آسیب دیدگی جدا می‌شوند، سپس چند هفته پیش از بردن به بازار آنها را بسته‌بندی می‌کنند. در آمریکا حداقل طبقه‌بندی صورت می‌گیرد و توتون عمل‌آوری شده معمولا یک هفته بعد از خارج شدن از انبار فروخته می‌شود. در بعضی از کشورهای جنوب آفریقا که معمولا به علت فراوانی کارگر و ارزان بودن آن، بیشتر محصول صادر می‌شود، محصول قبل از فروخته شدن توسط عمل‌آوری کننده در درجه ۶۰ درجه یا بیشتر طبقه‌بندی می‌شود. در بیشتر کشورها مثل مکزیک، توتون سبز مستقیما از تولیدکننده خریداری می‌شود و مجموعا توسط شرکت خریدار عمل‌آوری می‌شود. به هر حال توتون عمل‌آوری شده گرمخانه‌ای در شکل و اندازه استاندارد، در عدل‌های فشرده‌ای به وزن ۱۰۰-۴۰ کیلوگرم بسته به کشور یا ناحیه عدل‌بندی و فروخته می‌شوند. در آمریکا توتون گرمخانه‌ای معمولا در پارچه‌های پهن با وزن هر کدام حدود ۱۰۰ کیلوگرم به بازار عرضه می‌شوند ولی استفاده از عدل‌هایی به وزن ۴۵۰-۲۷۵ کیلوگرم مورد بررسی می‌باشد. اگر به عنوان یک تجربه یا عرف مورد قبول واقع شود بیشتر جنبه‌ها از جمله آماده‌سازی و ارائه به بازار و فرآیند عمل‌آوری توتون در آمریکا تغییر خواهد کرد.

در بیشتر کشورها تولید و فروش توتون تحت قراردادی مابین کشاورز و خریدار و مذاکره مالی برای درجات مختلف قبلا تعیین می‌شود. در کشورهایی که بطور عمده توتون تولید می‌کنند، تولید سالیانه توسط آیین‌نامه دولتی و یا مذاکره مابین کشاورز و خریدار تعین می‌شود. توتون در یک سیستم مزایده‌ای (کانادا و آمریکا) فروخته می‌شود و یا بدون کمترین حمایت مالی برای بیشتر درجات (زیمبابوه) فروخته می‌شود. در آمریکا توتون به خریداران تجاری که به خاطر حمایت مالی از موسسه پرورش دهنده-مالک فروخته نمی‌شود ولی بعدا زمانی که هیچ حمایتی وجود ندارد به خریداران داخلی یا خارجی فروخته می‌شود. برخی از سیستم‌های فروش شبیه به سیستم موجود در زیمباوه به مرور مکانیزه شده‌اند هر چند که هنوز نیروی کار زیادی جهت فروش، بارگیری و جابجایی توتون به مکان مورد درخواست خریدار لازم است.

سیستم سهمیه‌بندی و تعین شاخص استفاده شده در آمریکا، تولید محصول اضافه را محدود کرده است. بنابراین توتون تولید شده مازاد بر سهمیه تعین شده، تا فصل آینده در مزرعه انبار می‌شود. برای کاهش ضایعات، توتون‌هایی که باید انبار شوند نباید رطوبت بیشتر از حد مورد لزوم برای جابجایی بدون خرد شدن و شکسته شدن را داشته باشند. توتون‌های انبار شده بخصوص در مناطق با آب و هوای گرم مستعد آسیب دیدن توسط بیدها و سوسک سیگارت هستند و بعد از این که توتون‌ها عدل‌بندی شوند مبارزه با آفات بسیار مشکل خواهد بود. Southern (۱۹۹۶) لیستی از پیشنهادات را برای تیمار جهت ممانعت از آلودگی توتون انبار شده به حشرات و آفات ارایه کرده است.

نیروی کار مورد نیاز

هر چند که برداشت و عمل‌آوری توتون برای فروش در تمام کشورها بیشترین نیروی کار را می‌طلبد ولی میزان نیروی کار مورد نیاز جهت تولید توتون گرمخانه‌ای در نقاط مختلف دنیا با توجه به میزان مکانیزاسیون برای نشاءکاری، کنترل جوانه‌های جانبی، برداشت و عمل‌آوری توتون برای فروش متفاوت است. در آمریکا این میزان برابر ۲۵۰ تا ۳۰۰ ساعت انسان به ازای هر هکتار است که با توجه به میزان مکانیزاسیون برداشت و بارگذاری برگ‌ها در تاسیسات عمل‌آوری و خشک‌کنی متفاوت است. این برآورد در کشورهایی که میزان مکانیزاسیون کمتری دارند بالطبع باید بیشتر باشد.

آینده

در طی ۵۰ سال گذشته تغیرات عمده‌ای در تولید توتون به تناسب فاکتورهای اقتصادی به وقوع پیوسته است. تغیرات بیشتر مربوط به تولید توتون در آمریکا می‌باشد که در آینده فراگیر خواهد شد. تحقیقات پندارگرایانه در مدیریت، برداشت و عمل‌آوری، برای بالا بردن کارایی تولید و کیفیت توتون گرمخانه‌ای در آینده نیز صورت خواهد گرفت. پیشرفت در اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی بدون شک باعث ایجاد مقاومت بیشتر توتون به آفات و حشرات خواهد شد که شاید اثرات معکوس شرایط آب و هوایی را بر عملکرد و کیفیت کاهش دهد که منتج به کاهش ترکیبات ناخواسته در برگ‌های عمل‌آوری شده خواهد شد. اگر چه ترجیح برخی خریداران برای برخی از انواع توتون‌ها ممکن است با پیشرفت صنایع سیگارت‌سازی تغیر کند ولی خواسته‌ها در مورد کیفیت توتون برای تولید محصولات با کیفیت تغییری نخواهد کرد، بنابراین متخصصین کشاورزی چالش تجمیع و بیشینه کردن تغیرات مثبت را در صنایع ما پیش رو خواهند داشت. ما باید برای پذیرش عملیات زراعی که کارایی تولید را افزایش می‌دهند تلاش کنیم و به حفظ

عطر، بو، طعم و خصوصیات مثبت شیمیایی و فیزیکی در برگ‌های عمل‌آوری شده کمک کنیم که این خصوصیات مطلوب مصرف کننده‌ها و خریداران است کمک می‌کنند.

منابع

Association of Brazilian Tobacco Growers (AFUBRA) (1994) Tobacco is a Serious Thing. Santa Cruz do Sul, Brazil.

Batten, C.W. & Peedin, G.F. (1993) Effects of time and method of liquid and dry fertilizer application on flue-cured tobacco. In: 1994 Flue-Cured Tobacco Information. North Carolina Coop. Ext. Ser. Bul. AG-187 (revised). pp. 445. NC State University, Raleigh, NC 27695.

Bowman, D.T., Wernsman, E.A., Corbin, T.C. & Tart, A.G. (1984) Contributions of genetics and production technology to long-term yield and quality gains in flue-cured tobacco. Tob. Sci., 28, 3035.

Bregger, T.E. (1985) Analysis, extraction, and degradation of CGA-41065 in soil. PhD thesis, Department of Crop Science, NC State University, Raleigh, NC.

Brumagen, D.M. & Hiatt, A.J. (1966) The relationship of oxalic acid to the translocation and utilization of calcium in Nicotiana tabacum. Plant Soil, 24, 23949.

Campbell, J.S. (1982) 'Usability' evaluation of bright leaf tobacco. World Tobacco, December, 97101.

Campbell, J.S. (1995a) Trends in tobacco leaf usability. Beitr. Tabakforsch. Int., 16, 18595.

Campbell, J.S. (1995b) Tobacco and the environment: the continuous reduction of worldwide energy source use for green leaf curing. Beitr. Tabakforsch. Int., 16, 10717.

Cao, Z.H., Miner, G.S. & Wollum, A.G. (1992) Effects of nitrogen source and soil acidity on nitrogen use efficiency and growth of flue-cured tobacco. Tob. Sci., 36, 5760.

Cao, Z.H., Wollum, A.G. & Miner, G.S. (1991) Effect of soil pH and nitrification inhibitors on nitrification and growth of fluecured tobacco under greenhouse conditions. Tob. Sci., 35, 4953.

Capehart, T. (1997) US tobacco import update. In: Tobacco Situation and Outlook, USDA/ERS, TBS-239. p. 35 Washington, DC 20005-4788.

Capehart, T. & Grice, V. (1994) World tobacco production trends. Presented to the Tobacco Marketing Cost Study Committee, 2324 March, Asheville, NC.

Chaplin. J.F. (1967) Influence of various degrees of sucker control on fluecured tobacco. Tob. Sci., 11, 458.

Chaplin, J.F. (1975) Flue-cured tobacco with varied ripening patterns for modified harvest systems. Agron. J., 67, 3548.

Chaplin, J.F. & Miner, G.S. (1980) Production factors affecting chemical components of the tobacco leaf. Rec. Adv. Tob. Sci., 6 363.

Collins, W.K. (1983) Curing flue-cured tobacco. Tob. J. Int., June, 5368.

Collins, W.K. & Hawks, S.N., Jr (1993) Principles of Flue-Cured Tobacco Production. NC State University, Raleigh, NC 27695.

Collins, W.K., Hawks, S.N., Jr & Kittrell, B.U. (1968) Results of flue-cured tobacco on-farm tests conducted by growers in cooperation with agents. NC Agric. Ext. Ser. Misc. Ext. Pub. No 44. NC State University, Raleigh, NC 27695.

Collins, W.K., Hawks, S.N., Jr & Kittrell, B.U. (1970) Effect of contact and systemic sucker control agents on yield and value of flue-cured tobacco. Tob. Sci., 14, 658.

Collins, W.K., Hawks, S.N., Jr & Kittrell, B.U. (1972) Effects of three herbicides on weed control, yield, and value of flue-cured tobacco. Tob. Sci., 16, 1278.

Comber, R. (1977) The effect of bruising on starch degradation in Virginia tobacco leaves. Beitr. Tabakforsch. 9, 537.

Coulson, D.A. (1959) Some effects of maleic hydrazide on fluecured tobacco
quality Tob. Sci., 3, 6972.

Court, W.A. & Hendel, J.G. (1986) Characteristics of flue-cured tobacco grown under varying proportions of ammonium and nitrate fertilization. Tob. Sci., 30, 2022.

Court, W.A., Hendel, J.G., Pocs, R., et al. (1996) Effect of time of posttransplant nitrogen application on agronomic indices and certain chemical characteristics of flue-cured tobacco. Tob. Sci., 40, 11721.

Creek, L., Capehart, T. & Grice, V. (1994) US tobacco statistics, 193592. USDA/ERS Star. Bull. No 869. Washington, DC 20005-4788.

Cui, M., Burton, H.R., Bush, L.P., et al. (1995) Effects of application methods and rates of maleic hydrazide on the composition of burley tobacco. Tob. Sci., 39, 917.

Decker, R.D. & Seltmann., H. (1971) Axillary bud development in Nicotiana tabacum L. after topping. Tob. Sci., 14, 1448.

Denton, H.P., Peedin, G.F., Hawks, S.N. & Buol, S.W. (1987) Relating the fertility classification system to tobacco response to potassium fertilization. Soil Sci. Am. J., 51, 12248.

Dormir, S.C. & Foy, C.L. (1976) Effect of ethephon on ripening, curing, and chemical constituents of flue-cured tobacco. Tob. Sci., 20, 1515

Elliot, J.M. (1966) Some effects of topping five flue-cured varieties at three stages of floral development. Tob. Sci., 10, 100104.

Elliot, J.M. (1970) Effects of rates of ammonium and nitrate nitrogen on bright tobacco in Ontario. Tob. Sci., 14, 1317.

Elliot, J.M. (1974) Production factors affecting chemical properties of fluecured tobacco: Nutrition. Rec. Adv. Tob. Sci., 1, 1738.

Elliot, J.M. (1975) The effects of stage of topping on chemical properties of cured leaves and smoke characteristics of cigarettes. Tob. Sci., 19, 79.

Elliot, J.M. & Vickery, L.S. (1961) The effect of chlorine on the hygroscopicity of flue-cured tobacco. Can. J. Plant Sci., 41, 1958.

Epperson, D.L., Johnson, G.L., Davis, J.M. & Robinson, P.G. (1988) Weather and climate in North Carolina. NC Agric. Ext. Ser. Bull. AG-375. Raleigh, NC 27695.

FMC Corporation (1993) Experimental Herbicide for Preplant Incorporated or Preemergence Weed Control in Soybeans: Sulfentrazone (F6285). Agric. Chem. Group, Philadelphia, PA.

Fisher, L.R. (1997) Factors affecting early field growth of flue-cured tobacco transplants produced in the float system. MS thesis, Crop Science Department, NC State University, Raleigh, NC 27695.

Flower, K.C. (1994) Curing disorders of flue-cured tobacco. Tob. Res. Bd Tech. Bull. No 2. Harare.

Flower, K.C. (1995) A review of experiments on the effects of ripeness at harvest on the yield and quality of flue-cured tobacco in Zimbabwe. CORESTA Agronomy / Phytopathology Joint Conf. Abstracts. 812 October, Oxford, UK.

Flower, K.C. (1996) Effect of applied nitrogen on nitrate reductase and starch accumulation in flue-cured tobacco. CORESTA Congr. Infor. Bul. (Abstr. A-28), 38 November, Yokohama, Japan.

Garvin, R.T. (1988) How prolonged yellowing affects the dry mass yield and chemical constituents of flue-cured tobacco. Tob. Sci., 32, 1315.

Glover, J.W. (1989) Controlling the bulk barn. North Carolina Agric. Ext. Ser. Bul. AG-409. NC State University, Raleigh, NC 27695.

Goins, G.D., Danehower, D.A., Buffer, R.A., et al. (1996a) Influence of ethylene gas on the curing of underripe and ripe tobacco. I. Chemical changes during the yellowing phase of curing. Tob. Sci., 40, 19.

Goins, G.D., Danehower, D.A., Buffer, A.R. & Miner, G.S. (1996b) Influence of ethylene gas on the curing of underripe and ripe tobacco. II. The chemistry and quality of cured leaves. Tob. Sci., 40, 1018.

Gooden, D.T., Long, R.C., Woltz, W.G., et al. (1976b) Influence of management systems, cultivars, and planting dates on fluecured tobacco production. II. Chemical characteristics. Tob. Sci., 20, 1258.

Gooden, D.T. & Rideout, J.W. (1997) Effects of number of harvests on fluecured tobacco yield, quality, and net returns. CORESTA Agron. Phytopath. Joint Conf. Abstracts, Paper AP2, 610 October, Montreux.

Gooden, D.T., Rideout, J.W., Alphin, J.G. & Hopkins, J.D. (1997) Effects of ethephon on physical, chemical, and smoke flavor parameters of flue cured tobacco. Tob. Sci., 41, 327.

Gooden, D.T., Woltz, W.G., Long, R.C., et al. (1976a) Influence of management systems, cultivars, and planting dates on fluecured tobacco production. I. Agronomic characteristics. Tob. Sci., 20, 12024.

Gous, P.J., Terrill, T.R. & Kroontje, W. (1971) Effects of soil fumigation and form of nitrogen on the growth, yield, and value of tobacco grown on two soil types. Agron. J., 63, 2214.

Hagwood, E.S., Jr & Komm, D.A. (1984) Evaluation of postemergence herbicides for large crabgrass control in flue-cured tobacco. Tob. Sci., 28, 289.

Hawks, S.N., Jr (1972) Tobacco: how curing affects quality. The Progressive Farmer, June.

Hawks, S.N., Jr (1975) Adjustment of practices for best fluecured tobacco production. Tob. Res., 1, 457.
Hawks, S.N., Jr & Collins, W.K. (1970) Effects of a herbicide and levels of cultivation on yield and value of flue-cured tobacco. Tob. Sci., 14, 17072.
Hawks, S.N., Jr & Collins, W.K. (1978) Guides for fertilizing flue-cured tobacco. NC Agric. Ext. Bull. AG107. NC State University, Raleigh, NC 27695.
Hawks, S.N., Jr, Collins, W.K. & Kittrell, B.U. (1975) Curing flue-cured tobacco. NC Agric. Ext. Ser. Cir. No 444. NC State University, Raleigh, NC 27695.
Hawks, S.N., Jr, Collins, W.K. & Kittrell, B.U. (1976) Effects of transplanting date, nitrogen rate, and rate of harvest on extending the harvest of flue-cured tobacco. Tob. Sci., 20, 548.
Hunt, T.W., Sheets, T.J. & Collins, W.K. (1977) MH residues on flue-cured tobacco. Tob. Sci., 21, 12830.
Jennette, M.W., Yelverton, F.H. & Leidy, R.B. (1995) The effect of simulated rainfall on MH residues in flue-cured tobacco. Tob. Sci., 39, 13744.
Johnson, A.W., Csinos, A.S., Golden, A.M. & Glaze, N.C. (1992) Time and
method of tank mix application for pest management and production of fluecured tobacco. Tob. Sci., 36, 369.
Johnson, W.H. (1966) Influence of harvesting procedures and curing variables on characteristics of Virginia-type tobacco. In: Proc. 4th Int. Tob. Congr., Athens, Greece. pp. 300315.
Johnson, W.H. (1974) Production factors affecting chemical properties of fluecured tobacco: Curing. Rec. Adv. Tob. Sci., 1, 6378.
Johnson, W.H. (1996) Rapid drying of yellowed flue-cured tobacco. Tob. Sci., 40, 5868.
Johnson, W.H., Hassler, F.J. & Henson, W.H., Jr (1957) Effects of bruising on tobacco curability. Tob. Sci., 1, 1779.

Jones, J.L. (1988) 1989 Flue-cured tobacco production guide. Virginia Coop.
Ext. Ser. Pub. 436048 (revised). p. 21. Va Polytech. Inst. and State Univ., Blacksburg, VA 24061.
Jones, J.L. & Leslie, R.G. (1986) Effects of boron, copper, and zinc on yield and quality of flue-cured tobacco. Tob. Sci, 30, 7580.
Jones, J.L. & Rideout, J.W. (1986) Application of flumetralin for axillary bud inhibition in flue-cured tobacco. Tob. Sci., 30, 11921.
Jones, J.L. & Wilkinson, C.A. (1996) Fifty years of agronomic achievement in tobacco science. Rec. Adv. Tob. Sci., 22, 61130.
Kamprath, E.J. & Foy, C.D. (1985) Lime-plant-fertilizer interactions in acid soils. In: Fertilizer Technology and Use, 3rd edn. Amer. Soc. Agron., Madison, WI 53711.
Khan, N.A., Mulchi, C.L. & McKee. C.G. (1994) Influence of soil pH and molybdenum fertilization on the productivity of Maryland tobacco. I. Field investigations. Comm. Soil Sci. Plant Anal., 25, 210316.
Kittrell, B.U. (1983) Tobacco Issues for the 80s. Proceedings of an Education
Conference sponsored by Colleges of Agriculture in Florida, Georgia, North
Carolina, South Carolina and Virginia. pp. 715. 89 March, Myrtle Beach, SC.
LaMondia, J.A. & Ahrens, J.F. (1996) Effects of napropamide and pendimethalin on Connecticut tobacco, weed control, and fall-seeded rye. Tob. Sci., 40, 447.

Leidy, R.B., Sheets, T.L., Jones, W.L., et al. (1995) Fate of Pesticide Residues on Tobacco: 24th Annual Report. Pest. Residue Res. Lab., NC State University, Raleigh, NC 27695.

Leidy, R.B., Sheets, T.J., Jones, W.L., et al. (1996) Fate of Pesticides on Tobacco: 25th Annual Report. Pest. Residue Res. Lab., NC State University,
Raleigh, NC 27695.

Leidy, R.B., Sheets, T.J., Jones, W.L. & Mahnken, G.E. (1997) Fate of Pesticide Residues on Tobacco: 26th Annual Report. Pest. Residue Res. Lab., NC State University, Raleigh, NC 27695.

Lolas, P.C., Collins, W.K., Hawks, S.N., Jr, et al. (1979) Effects of phosphorus rates on the chemical composition of flue-cured tobacco grown in soils with varying phosphorus availability. Tob. Sci., 23, 314.

Lolas, P.C., Collins,W.K, Miner, G.S., et al. (1978) Effect of phosphorus rate on yield, quality, and early growth of fluecured tobacco. Tob. Sci., 22, 11215.

Long, R.C. & Weybrew, J.A. (1981) Major chemical changes during senescence and curing. Rec. Adv. Tob. Sci., 7, 4074.

Long, R.C., Weybrew, J.A., Woltz, W.A. & Dunn, C.A. (1974) Effects of 2-chloroethylphosphonic acid on the development and maturation of flue-cured tobacco. Tob. Sci., 18, 735.

Lyons, D.J., Compton, B.L. & Victor, P. (1996) A petiole sap nitrate test for management of nitrogen status and harvest initiation of flue-cured tobacco. Tob. Sci., 40, 13036.

McCants, C.B. (1960) Response of flue-cured tobacco to KNO3 and other sources of N and K. Tob. Sci., 4, 2238.

McCants, C.B. & Long, F.S. (1971) Influence of time of nitrogen application on the growth and characteristics of flue-cured tobacco. NC Agric. Exp. Sta. Tech. Bull. No 201. Raleigh, NC 27695.

McCants, C.B. & Woltz, W.G. (1963) Relationships between forms of fertilizer nitrogen and yield and quality components of flue-cured tobacco. In: Proc. 3rd World Tob. Sci. Congr., Salisbury, Rhodesia (abstract 1483).

McCants, C.B. & Woltz, W.G. (1967) Growth and mineral nutrition of tobacco. Adv. Agron., 19, 21165.

McCants, C.B., Skogley, E.O. & Woltz, W.G. (1959) Influence of certain soil fumigation treatments on the response of tobacco to ammonium and nitrate forms of nitrogen. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 23, 4669.

McKee, C.G. (1995) Effects of maleic hydrazide and flumetralin on residues, yield, quality, and chemical content of Maryland tobacco. Tob. Sci., 39, 58.

Marshall, H.V., Jr & Seltmann, H. (1964a) Time of topping and application studies with maleic hydrazide on flue-cured tobacco. Tob. Sci., 8, 748.

Marshall, H.V., Jr & Seltmann, H. (1964b). Rate and split application studies with maleic hydrazide on flue-cured tobacco. Tob. Sci., 8, 1424.

Melton, T.A., Porter, D. & Wood, K. (1996) Disease management. In: 1997 Flue-Cured Tobacco Information. NC Coop. Ext. Ser. Bull. AG-187 (revised. pp. 83109. NC State University, Raleigh, NC 27695.

Meyer, S.A., Sheets, T.J. & Seltmann. H. (1987) Maleic hydrazide residues in tobacco and their toxicological implications. Rev. Environ. Contam. Tox., 98, 4360.

Miles, J.D., Steffens, G.L., Gaines, T.P. & Stephenson, M.G. (1972) Flue cured tobacco yellowed with an ethylene releasing agent prior to harvest. Tob. Sci., 16, 714.
Miller, M.W., Sofley, C. & Upchurch, W. (1997) North Carolina tobacco report, 19961997. NC Dept Agric Bull 296. Raleigh, NC 27611.
Miner, G.S. (1980a) Effect of harvest method and related management practices on flue-cured tobacco. I. Yield, quality index, and harvest extension. Tob. Sci., 24, 7780.
Miner, G.S. (1980b) Effect of harvest method and related management practices on flue-cured tobacco. II. Total N, total alkaloids, reducing sugars, and particulate matter index. Tob. Sci., 24, 814.
Miner, G.S. & Sims, J.L. (1983) Changing fertilization practices and utilization of added plant nutrients for efficient production of burley and flue-cured tobacco. Rec. Adv. Tob. Sci., 9 476.
Miner, G.S. & Tucker, M.R. (1990) Plant analysis as an aid in fertilizing tobacco. In: Soil Testing and Plant Analysis, 3rd edn. Soil Sci. Soc. Am. Book Series No 3. Madison, WI 53711.
Miner, G.S., Galindez, A.Z. & Tucker, M.R. (1987) Response of flue-cured tobacco to foliar and soil applications of Mn. Tob. Sci., 31, 2831.
Miner, G.S., Lilly, J.P. & Terry, D.L. (1978) Nitrogen release characteristics of isobutyldidene diurea and its effectiveness as a source of N for flue-cured
tobacco. Agron. J., 70, 4348.
Miner, G.S. & Worsham, A.D. (1990) Fumigation of tobacco plantbeds with dazomet. Tob. Sci., 34, 827.
Moore, J.M. & Southern, P.S. (1996) Complying with the Worker Protection
Standard. In: 1997 Flue-Cured Tobacco Information. NC Coop. Ext. Ser. Bull. AG-187 (revised) pp. 14048. NC State University, Raleigh, NC 27695.
Moseley, J.M. (1959) The effects of maleic hydrazide when used as a sucker control agent upon the quality of flue-cured tobacco. Tob. Sci., 3, 734.
Moseley, J.M., Woltz, W.G., Carr, J.M. & Weybrew, J.A. (1963) The relationship of maturity of the leaf at harvest and certain properties of the cured leaf of flue-cured tobacco. Tob. Sci., 7, 6775.
Neas, I. (1961) Fertilizer chlorine and soil fumigation for fluecured tobacco. Tob. Sci., 5, 769.
North Carolina Department of Agriculture (1986) Rules, regulations, definitions, and standards. In: Subchapter 48B: Fertilizers. NC Dept. Agric. Plant Indust. Div., Raleigh, NC.
Papenfus, H.D. (1970) The effects of climate and cultural practices on the growth characteristics of flue-cured tobacco. In: Proc. 5th Int. Tob. Congr. pp. 105116. Hamburg, Germany.
Papenfus, H.D. (1987) Some aspects of stress management in tobacco. Rec. Adv. Tob. Sci., 13, 2755.
Papenfus, H.D. (1996) Quality problems and curing: Principles and practice of curing flue-cured virginia. Paper presented at Rothmans International Leaf Conference., Wokingham, England, 1617 May.
Peedin, G.F. (1970) The effects of various degrees of manual and chemical sucker control on certain agronomic, chemical, and physical characteristics of flue-cured

tobacco. MS thesis, Department of Botany, NC State University, Raleigh, NC 27695.
Peedin, G.F. (1985) Agronomic production practices: fertilization. In: 1986 Tobacco Information. NC Agric Ext. Ser. Bull. AG-187 (revised). pp. 1939. NC State University, Raleigh, NC 27695.
Peedin, G.F. (1987) Agronomic production practices: topping and chemical sucker control. In: 1988 Flue-Cured Tobacco Information. NC Ext. Ser. Bull. AG-187 (revised). pp. 4854. NC State University, Raleigh, NC 27695.
Peedin, G.F. (1996) Fertilization. In: 1997 Flue-Cured Tobacco Information. NC Coop. Ext. Ser. Bull. AG-187 (revised), pp. 2849. NC State University, Raleigh, NC 27695.
Peedin, G.F. & McCants, C.B. (1973) Response of tobacco to soil and foliar applications of nutrients. NC Agric. Exp. Sta. Tech. Bull. 218. NC State University Raleigh, NC 27695.
Peedin, G.F. & McCants, C.B. (1977a) Influence of soil applications of calcium on selected agronomic and chemical characteristics of flue-cured tobacco. Tob. Sci., 21, 1721.
Peedin, G.F. & McCants, C.B. (1977b) Influence of variety and soil applications of Ca on development of Ca deficiency in tobacco. Agron. J. 69, 716.
Peedin, G.F, & Priest, J.A. (1996) Topping and sucker management. In: 1997 Flue-cured Tobacco Information. NC Coop. Ext. Ser. Bull. AG-187 (revised). pp. 6480. NC State University, Raleigh, NC 27695.
Peele, D.M. (1994) Effects of twice-over harvesting and ethephon and/or ethylene gas on flue-cured tobacco. PhD thesis, Crop Science Department NC State University, Raleigh, NC 27695 USA.
Peele, D.M., Danehower, D.A. & Goins, G.D. (1995) Chemical and biochemical changes during flue-curing. Rec. Adv. Tob. Sci., 21, 81133.
Peele, T.C., Webb, H.J. & Bullock, J.F. (1960) Chemical composition of irrigation waters in the South Carolina coastal plain and effects of chlorides in irrigation water on the quality of flue-cured tobacco. Agron. J., 52, 4647.
Rakitin, Y.V., Tomarovskii, P.F., Mikhailova, T.P. & Nikol'skaya, A.I. (1976) Acceleration of the process of curing of tobacco leaves with the aid of ethylene. Sov. Plant Physiol., 23, 905909.
Raper, C.D., Jr & McCants, C.B. (1966) Nutrient accumulation in flue-cured tobacco. Tob Sci., 10, 109.
Rawls, E.K. (1986) Small grain carryover and tobacco greening effect of Prime+ when used as a tobacco suckering agent. MS thesis, Botany Department, North Carolina State University, Raleigh, NC 27695.
Reed, T.D. (1996) Transplant production guide: float greenhouse tobacco. Virginia Coop. Ext. Set. Pub. 436051. Va Poly Tech. Inst. and State Univ., Southern Piedmont Agric. Res. and Ext. Center, Blackstone, VA 23824.
Reich, R.C. (1991). Flue-Cured Tobacco Field Manual: A Diagnostic Guide for Tobacco Field Problems, 3rd ed. R.J. Reynolds Tobacco Co, Winston-Salem, NC 27102.
Rhoads, F.J. (1972) Comparison of ammonium and nitrate nitrogen for cigar wrapper tobacco. Agron. J., 64, 209210.
Rosa, N. & Caughill, C.W.H. (1991) Performance of sucker control material on agronomic and chemical quality of fluecured tobacco. Tob. Sci., 35, 546.

Rufty, T.W., Miner, G.S. & Raper, C.D., Jr (1979) Temperature effects on growth and manganese tolerance in tobacco. Agron. J., 71,63844.
Ryding, W.W. (1986). Some aspects of flue-cured tobacco nutrition in Zimbabwe. Zimb. Agric. J., 83, 538.
Ryding, W.W. (1991) Effects of lime and molybdenum on burley tobacco in Zimbabwe. Tob. Sci., 35, 858.
Seltmann, H. (1978) Comparison of cured leaf from tobacco plants treated with various sucker controlling agents under conditions of good and poor control. Tob. Sci., 22, 4650.
Seltmann, H. (1994) Contact suckercide effectiveness: A comparison of theoretical and actual results. Tob. Sci., 38, 5861.
Seltmann, H. & Kim, C.S. (1964) Anatomy of the leaf axil of Nicotiana tabacum L. Tob. Sci., 8, 8692.
Seltmann, H. & Peedin, G.F. (1972) Application time during the day influences chemical sucker control. Tob. Sci., 16, 100.
Seltmann, H. & Sheets, T.J. (1987) Sucker control and MH residues after simulated rainfall and MH reapplication. Tob. Sci., 31, 7984.
Seltmann, H. & Sisson, V.A. (1993) Evaluation of flue-cured tobacco breeding lines for improved sucker control with maleic hydrazide. Tob. Sci., 37, 3941.
Sheets, T.J., Leidy, R.B., Jones, W.L., et al. (1994a) Fate of Pesticide Residues on Tobacco: 23rd Annual Report. Pest. Residue Res. Lab., North Carolina State University, Raleigh, NC 27695.
Sheets, T.J. & Nelson, L.A. (1989) Variation of MH residues on flue-cured tobacco. Tob. Sci., 33, 58.
Sheets, T.J. & Seltmann, H. (1982) Effect of sprinkler irrigation on tobacco sucker control and residue from MH. Tob. Sci., 26, 106108.
Sheets, T.J. & Seltmann, H. (1985) Residue and sucker control from two formulations of maleic hydrazide (MH). Beitr. Tabakforsch. Int., 13, 558.
Sheets T.J., Seltmann, H. & Yelverton, F.H. (1994b) Residues of MH, flumetralin, and butralin on flue-cured tobacco. Tob. Sci., 38, 259.
Shelby, P.P., Jr, Krueger, W.A., Rhodes, G.N. & Coffey, D.L. (1990) Wheat and tobacco injury resulting from flumetralin usage in burley tobacco production. Tob. Sci., 34, 7881.
Sierra, F.A. (1966) Interrelationships of sulfur, chloride, and potassium on certain chemical and physical properties of flue-cured tobacco. PhD thesis, Department of Soil Science, North Carolina State University, Univ. Microfilms, Ann Arbor, MI (Diss. Abstr., 67, 5670).
Sims, J.L. (1985) Potassium nutrition of tobacco. In: Potassium in Agriculture (ed. R.D. Munson) Am. Soc. Agron., Madison, WI 53711.
Smith, B.J. (1993) Effects of nitrogen form and metalaxyl rate on some agronomic and chemical characteristics of flue-cured tobacco. MS thesis, Crop Science Department, NC State University, Raleigh, NC 27695.
Smith, W.D. (1995) Transplant production. In: 1996 Flue-Cured Tobacco Information. NC Coop. Ext. Ser. Bull. AG-187 (revised). pp. 1632. NC State University, Raleigh, NC 27695.
Smith, W.D. (1996a) Transplant production. In: 1997 Flue-Cured Tobacco Information. NC Coop. Ext. Ser. Bull. AG-187 (revised) pp. 1427. NC State University, Raleigh, NC 27695.

Smith, W.D. (1996b) Weed management. In: 1997 Flue-Cured Tobacco Information. NC Coop. Ext. Ser. Bull AG-187 (revised), pp. 5063. NC State University, Raleigh, NC 27695.
Smith, W.D. & Fisher, L.R. (1998) Weed management. In: 1998 Flue-Cured Tobacco Information. NC Coop. Ext. Ser. Bull. AG-187 (revised) pp. 5164. NC State University, Raleigh, NC 27695.
Smith, W.D., Peedin, G.F., Collins, W.K., et al. (1987) Tobacco response to sulfur on soils differing in depth to the argillic horizon. Tob. Sci., 31, 369.
Southern, S. (1996) Insect management. In: 1997 Flue-Cured Tobacco Information. NC Coop. Ext. Ser. Bull. Ag-187 (revised) pp. 11030. NC State University, Raleigh, NC 27695.
Steffens, G.L. (1979) Influence of growth regulators and herbicides on the chemistry of tobacco. Rec. Adv. Tob. Sci., 5, 13363.
Steffens, G.L. & Alphin, J.G. (1970) 'Ripening' tobacco with the ethylene releasing agent 2-chloroethylphosphocicacid. Beitr. Tabakforsch. 5, 2625.
Stephenson, M.G., Parker, M.B., Gaines, T.P. & Csinos, A.S. (1987) Manganese and soil pH effects on yield and quality of flue-cured tobacco. Tob. Sci., 31, 104109.
Stevens, D.J., Burr, P.W., Latner, K. & Winters, D. (1996) Tobacco: world markets and trade. USDA/FAS Circ. Series FT-8-96. Washington, DC 20250- 1000.
Stocks, J.L. (1994) Tobacco production in Zimbabwe. COR-ESTA Congr. Info. Bull., pp. 21015, 914 October, Harare.
Suggs, C.W., Peel, H.B. & Seaboch, T.R. (1989) Mechanical harvesting of bright leaf tobacco. Part 16. Effect of harvest size, number, schedule, and method on yield, value, price, and chemistry. Tob. Sci., 33, 8085.
Tancogne, J., Chouteau, J. & Cazamajour, F. (1977) Residues left by butralin as a sucker inhibitor. Le Tabac Analles, 14, 21723.
Terry, D.L. & McCants, C.B. (1970) Quantitative prediction of leaching in field soils. Soil Sci. Am. Proc., 34, 2716.
Tobacco Associates, Inc (1980) Thirty- Third Annual Report, Mar. 12. Raleigh, NC 27605.
Tobacco Associates, Inc (1989) Forty-Second Annual Report. Mar. 15. Raleigh, NC 27605.
Tobacco Associates, Inc (1997) Fiftieth Annual Report, Mar. 12. Raleigh, NC 27605.
Tobacco Marketing Board (1994) Annual Statistical Report: Zimbabwe Flue- Cured Tobacco Crop-1994. Harare.
Tobacco Research Board (1986) Sources of nitrogen. In: Annual Research Report 2. pp. 52034. Harare.
Tobacco Research Board (1988) Insect and mite pest control. In: Flue-Cured Recommendations, p. I-1. Harare.
Tobacco Research Board (1994) Nitrogen applications on new varieties. In: Annual Research Report. Harare.
Tolley-Henry, L.T. & Raper, C.D., Jr (1989) Effects of root zone-acidity on utilization of nitrate and ammonium in tobacco plants. J. Plant Nutr., 12, 81126.
Tonello, P.E.A. & Gilbert, E.J. (1990) Tobacco growing in Queensland. Queensland Dept., Pri. Indust. Reg. Series RQM90002. Mareeba, Qld 4880.
Tsai, C.F. (1979) The uptake of chloride by flue-cured tobacco in Taiwan. Bul. Taiwan Res. Inst., 10, 3946.

Tso, T.C. (1990) Production, Physiology, and Biochemistry of Tobacco Plant. Ideals, Inc., Beltsville, MD 20705.

Tucker, M.A. (1987) Effects of nitrogen rate and ripeness at harvest on some agronomic and chemical characteristics of flue-cured tobacco. MS thesis, Crop Science Department, NC State University, Raleigh, NC 27695.

Van Hooren, D. & Veinot, A. (1997) 19971998 Flue-cured tobacco recommendations. Ontario Ministry of Agric., Food, and Rural Affairs Pub. 298. pp. 267. Pest Management Res. Centre, Delhi N4B 2W9.

Walker, E.K. (1977) Influence of ethephon on flue-cured tobacco. Can. J. Plant Sci., 57, 81927.

Walker, E.K., Rosa, N. & Reynolds, L.B. (1985) Physical and chemical characteristics of flue-cured tobacco cured with and without etylene gas. Tob. Sci. 29, 928.

Walker, E.K. & Stier, D.A. (1987) Curing flue-cured tobacco in Canada. Agric. Can. Pub. 1312/E. Ottawa K1A 0C7.

Walls, F.R., Jr, Collins, W.K. & Weeks, W.W. (1974) Response of flue-cured tobacco to soil-incorporated tank mix combinations of herbicides, insecticides, and/or nematicides. Tob. Sci., 18, 79.

Warren, R.L. (1990) Effects of nitrogen source and chloride rate on some gronomic and chemical characteristics of flue-cured tobacco. MS thesis, Crop Science Department, North Carolina State University, Raleigh, NC 27695.

Watkins, R. (1983) Guide for bulk curing tobacco. NC Agric. Ext. Ser. Bull. Ag-101. NC State University, Raleigh, NC 27695.

Watkins, R. (1990) Mechanization. In: 1991 Flue-Cured Tobacco Information. NC Agric. Ext. Ser. Bull. AG-187 (revised). pp. 1327. NC State University, Raleigh, NC 27695.

Weber, J.B. (1990) Behavior of dinitroaniline herbicides in soils. Weed Tech., 394406.

Weeks, W.W., Marcos, M.P. & Moldoveanu, S. (1993) Biochemical and model hemical reactions for the basis of red pigment in flue-cured tobacco. J. Agric. Food Chem., 41, 13218.

Weeks, W.W. & Seltmann, H. (1986) Effect of Sucker control on the volatile compounds of flue-cured tobacco. J. Agric. Food Chem., 34, 899904.

Weybrew, J.A. (1983) Factors affecting the usability of flue-cured tobacco. Rec. Adv. Tob. Sci., 9, 15478.

Weybrew, J.A., Ismail, W.A.W. & Long, R.C. (1983) The cultural management of flue-cured tobacco quality. Tob. Sci., 27, 5661.

Weybrew, J.A. & Woltz, W.A. (1974) Production factors affecting chemical properties of flue-cured tobacco: Influence of management and weather. Rec. Adv. Tob. Sci 1, 3949.

Weybrew, J.A., Woltz, W.G. & Monroe, R.J. (1984) Harvesting and curing fluecured tobacco: The effects of ripeness at harvest and duration of yellowing on yield, physical characteristics, chemical composition, and smoker preference. NC Agric. Res. Tech. Bul. 275. NC State University, Raleigh, NC 27695.

Wheeler, J.J., Seltmann, H. & Motten, A. (1991) The mode of action of fatty alcohols on leaf tissue. J. Plant Growth Regul., 10, 12937.

Williams, L.M. & Miner, G.S. (1982) Effect of urea on yield and quality of fluecured tobacco. Agron. J., 74, 45762.

Yelverton, F.H. (1994) Topping and sucker management. In: 1995 Flue-cured Tobacco Information. N.C. Coop. Ext. Ser. Bull. Ag-187 (revised). pp. 6680. NC State University, Raleigh, NC 27695.
Yelverton, F.H., Gooden, D.T., Reed, T.D., et al. (1993) The effects of butralin on sucker control in flue-cured tobacco. Tob. Sci., 37, 548.
Yelverton, F.H., Reich, R.C., Sheets, T.J., et al. (1995) Comparisons of coarseand fine-spray application methods for MH. Tob. Sci., 39, 10510.
Zimbabwe Tobacco Industry Council (1990) Tobacco in Zimbabwe. Harare.

فصل ۵

عملیات تولید

ب: توتون روشن هوا خشک

G.K. Palmer and R.C. Pearce

University of Kentucky

Lexington, Kentucky, USA

مترجم: اسماعیل نامور رضایی

(کارشناس مسئول زراعت و اصلاح نباتات مرکز تحقیقات توتون ارومیه)

مقدمه:

کشت توتون هواخشک در اکثر مناطق دنیا معمول می‌باشد. شیوه تولید این نوع توتون بیشتر به شرایط آب و هوایی، ویژگی‌های اجتماعی- اقتصادی پرورش دهنده و درجه صنعتی بودن منطقه بستگی دارد. حتی در کشورهای توسعه یافته، توتون‌های هواخشک نسبت به سایر محصولات زراعی، نیروی انسانی زیادی نیاز دارد. عامل مشترک این است که اصولا خشک کردن بدون استفاده از گرما و رطوبت مصنوعی انجام می‌شود و به دلیل این که توتون هواخشک تحت تنظیمات مشخص درجه حرارت و رطوبت، عمل‌آوری نمی‌شود، ممکن است نتایج عمل‌آوری یک منطقه نسبت به منطقه دیگر یا یک سال نسبت به سال دیگر به طور چشمگیری متفاوت باشد. بارلی روشن و مریلند دو تیپ رایج توتون‌های هوا خشک می‌باشند. مریلند، اشاره به توتون‌های ملایم و روشن هواخشک دارد که در دشت‌های ساحلی شنی جنوب مریلند در آمریکا پرورش داده می‌شوند. توتون مریلند، سهم بازار هر چند کوچک ولی دائمی در صنعت سیگارت‌سازی اروپا دارد. برخی از خرمن سیگارت‌ها حاوی مقادیر کمی از توتون مریلند هستند. توتون بارلی دربردارنده بسیاری از توتون‌های روشن هواخشک می‌باشد. توتونی که امروزه تحت عنوان بارلی شناخته می‌شود از جنوب اوهایو و شمال کنتاکی آمریکا سرچشمه گرفته است. به همین دلیل توتون روشن هواخشک تولید شده در کنتاکی و ایالات مجاور تعین کننده استاندارد کیفیت برای توتون بارلی می‌باشند. تولیدکنندگان بارلی در سایر نقاط دنیا می‌کوشند نوع برگ توتون‌های بارلی مشابه با استاندارد فوق تولید کنند ولی اغلب در تکرار مراحل پرورش و عمل‌آوری برای تولید بارلی کاملا معطر (Full Filler) با مشکل مواجه هستند. برگ توتون بارلی ملایم اغلب به عنوان توتون پرکننده نامیده می‌شود و به خاطر قدرت پرکنندگی، ساختار اسفنجی، عطر و بوی پذیرفته شده و ترکیبات عالی ارزش‌گذاری می‌شود. بیشتر توتون‌های بارلی به عنوان یکی از ترکیبات برای ساختن خرمن سیگارت استفاده می‌شوند.

عوامل خاک

توتون روشن هواخشک در دامنه وسیعی از تیپ‌های مختلف خاک‌های حاصلخیز دنیا که در برگ عمل‌آوری شده موثر هستند، تولید می‌شود. بافت و ساختمان خاک، حاصلخیزی و توپوگرافی خاک از مهمترین عوامل موثر در تولید توتون می‌باشند. مدیریت عواملی مانند، شخم، کوددهی در سبک تولید توتون موثر می‌باشند و نوع پاسخ گیاه توتون به عوامل فوق را تغییر می دهد بافت خاک یک خصوصیت ذاتی خاک می‌باشد که نمی‌توان به آسانی آن را دست‌کاری کرد. یک مسئله بدیهی و مرسوم این است که در خاک‌های شنی، توتون‌های خیلی روشن (سبک) و اسفنجی و در خاک‌های رسی(سنگین) توتون‌های سنگین با برگ‌های قوی تولید می‌شود. بیشتر توتون‌های هواخشک در خاک‌هایی با بافت متوسط، لومی‌رشد می‌کنند.

خاک‌های درشت بافت جنوب مریلند، مستعد تولید توتون مریلند با بافت اسفنجی و با معطر متوسط می‌باشد. توتون مریلند، در خاک‌هایی با بافت شنی تا لومی کشت می‌شود که طبق نتایج یک مطالعه، توتون‌های تولیدی در خاک‌های لومی در مقایسه با خاک‌های درشت و ریزبافت دارای عملکرد بیشتر با آلکلوئید کل و نیتروژن کل بیشتر و خاصیت پرکنی کمتری بودند (Mulchi, 1985). توتون‌های تولیدی در خاک‌های شنی دارای پایین‌ترین کیفیت ظاهری بودند. عموما خاک‌های لومی، لوم شنی بهترین خاک برای تولید توتون مریلند هستند (Mckee and Conrad, 1994).

توتون‌های بارلی در خاک‌های درشت بافت و خاک‌هایی با بافت نرم در قسمت‌های مختلف دنیا تولید می‌شود. بیشتر توتون‌های بارلی تولید شده در خاک‌های لوم شنی و لومی در آمریکای لاتین و آفریقا متمایل به توتون بارلی پرکن (Filler) می‌باشد. توتون‌های عمل‌آوری شده در این مناطق، دارای ساختار سبک، ساختمان برگ اسفنجی و خصوصیات خنثی می‌باشند که کمترین تاثیر را بر دود دارد (Glass, 1983). برعکس، نواحی با خاک‌های سنگین لومی‌سیلیتی و لومی‌رسی سیلتی مستعد تولید توتون‌هایی با ساختار متوسط هستند که خصوصیات قوی بارلی را به دود می‌دهند. کمربندی بارلی‌کاری آمریکا، از این موضوع استثنا می‌باشد که در خاک‌های سنگین توتون‌هایی با برگ سخت و ضخیم تولید می‌شوند. اگر چه بیشتر بارلی‌ها در خاک‌های لومی‌سیلتی با خاک تحت الارض رسی، رشد می‌کنند برگ‌های عمل‌آوری شده، بافت نسبتا اسفنجی و خاصیت معطره خوب دارند. یک خاک با زهکشی مناسب منجر به تولید توتون بارلی (Sims,1993) و توتون مریلند(Mckee and Conrad, 1994) خوب می‌شود. معمولا خاک‌های شنی به خاطر داشتن بافت زبر دارای زهکشی مناسب هستند. ولی خاک‌های سنگین مخصوصا در خاک تحت الارض، باید دارای ساختمان پایدار و قوی داشته باشند تا زهکشی بطور مناسب حفظ شود. خاک‌های با بافت ریز (رسی) با داشتن ساختمان و زهکشی ضعیف دارای نفوذ پذیری کم آب و مستعد ایجاد حالت اشباع آبی در ناحیه ریشه گیاه می‌باشند در نتیجه در این خاک‌ها، رشد ریشه کاهش یافته و پتانسیل تولید برگ‌هایی با ضخامت کم افزایش می‌یابد. حفظ ساختمان خاک، برای ادامه تولید حداکثر محصول با کیفیت مطلوب توتون هواخشک ضروری می‌باشد. به خاطر تولید ماده خشک زیاد بوته توتون، مقدار زیادی از مواد غذایی خاک برداشته و جذب می‌شود. حاصلخیزی خاک بستگی به ظرفیت خاک برای فراهم نمودن این مواد غذایی ضروری برای گیاه زراعی دارد. تعداد خیلی معدودی از خاک‌ها، دارای مواد مغذی کافی برای مهیا نمودن نیاز بوته توتون بدون استفاده از کودهای شیمیایی برای تولید حداکثر عملکرد هستند.

مدیریت خاک‌های شنی به خاطر ظرفیت پایین ذخیره‌این مواد در ناحیه ریشه مشکل می‌باشد. معمولا خاک‌های عمیق با بافت ریز به علت ظرفیت بالای نگهداری مواد غذایی و عدم آب شویی این مواد، حاصلخیز بوده و مواد غذایی را به راحتی در اختیار گیاه قرار می‌گیرد.

انتخاب زمین‌های مسطح و نسبتا هموار برای تولید توتون هواخشک، از فرسایش بیش از حد خاک جلوگیری می‌کند. بیشتر توتون بارلی تولیدی در آمریکا، در دشت‌های هموار بدون پستی و بلندی صورت می‌گیرد و به دلیل این که‌این امر با عملیات شدید خاک ورزی همراه است، مزارع توتون مستعد فرسایش هستند. فرسایش خاک می‌تواند در طی چند سال خاصیت باروری و تولید خاک را ز بین ببرد. شیب‌های تند، خسارت به حاصلخیزی خاک را تسریع می‌کنند. موقعیت دیگر زمین‌های زراعی می‌تواند مشکلات دیگری را به وجود آورد. زمین‌های فرسایش یافته اغلب به علت وجود آب سیری، توتون‌های ضعیفی را تولید می‌کند. زمین‌های پایین دست نزدیک نهرها و رودخانه‌ها می‌تواند مشکلاتی در رابطه با زهکشی خوب، داشته باشند اما اگر در این زمین‌ها زهکشی به خوبی انجام گیرد، محصول توتون عالی تولید می‌شود. زمین‌های بالا دست با زهکشی مناسب، تپه‌ها با شیب ملایم و خاک عمیق که دارای ظرفیت نگهداری آب بالایی هستند محصول خوبی را تولید می‌کنند. مناطق دشت ساحلی ، پهناور و نسبتا هموار هستند و برای زراعت توتون مریلند بسیار مناسب هستند.

انتخاب زمین و عملیات کشت

انتخاب منطقه برای تولید توتون، قبل از یک تا دو سال کشت آن، زمان زیادی را فراهم می‌آورد تا بتوانیم خصوصیات شیمیایی آن منطقه را آزمایش کرده و انها را اصلاح کنیم. علاوه بر زهکشی خاک، زهکش مناسب هوا نیز مناسب و سودمند است. مناطقی با محدودیت زهکشی هوا می‌تواند مستعد برای فعالیت بیماری‌های خاص مانند سفیدک دروغی (Blue Mold) و لکه موجی (Targer Spot) باشد، هرچند که عوامل دیگر علاوه بر شرایط خاک، مانند نزدیکی به منابع آبیاری یا تاسیسات عمل‌آوری در انتخاب زمین موثر هستند.

تناوب زراعی برای حفظ حاصلخیزی زمین و کاهش شیوع بیماری‌ها ضروری می‌باشد. تناوب زراعی مناسب برای بارلی، کشت دو ساله توتون و سپس کشت علف‌های چمنی برای چهار سال می‌باشد. هر چند که بخاطر محدودیت‌های زمین زراعی تناوب زراعی می‌تواند با محدودیت مواجه شود وکشت توتون بصورت مداوم صورت گیرد. کشت مداوم توتون در یک زمین زراعی به علت عملیات خاک ورزی گسترده و نیاز غذایی بالای توتون، باعث کاهش کیفیت خاک شود. کود مناسب جایگزین مواد غذایی خالی شده می‌شود اما تخریب ساختمان خاک ادامه می‌یابد. خاک تخریب شده از نظر ساختار، به آسانی میل به کلوخه‌ای شدن و تخریب شدن ساختمان دانه‌ای دارد. چنین خاکی برای این که بتواند بستر مناسبی برای بذر باشد ممکن است نیاز به عملیات خاک ورزی گسترده تری داشته باشد بنابراین چرخه تخریب بصورت دایمی‌صورت خواهد گرفت. در بیشتر نقاط دنیا که به علت کمبود زمین زراعی تناوب مناسب رعایت نمی‌شود، و این موضوع یک مانع مهم در مسیر تولید توتون هواخشک است. فواصل تناوب زراعی مناسب خسارت بعضی از بیماری‌های خاک زی مانند ساق سیاه(Black Shank) و پوسیدگی نرم

ریشه(Black Root Rot) را کاهش می‌دهد، با این وجود بعضی از محصولات تناوبی مانند لگو مها، می‌توانند تعدادی از این عوامل بیماری را در خاک حفظ کنند. عموما مدیریت یک مزرعه با شخم اولیه شروع می‌شود. در کشورهای پیشرفته، معمولا خاک زمین زراعی با استفاده از گاوآهن، اواخر زمستان یا اوایل بهار شخم زده می‌شود. این شخم گیاهان زمستانه یا بقایای آنها که در سطح خاک باقی مانده را بریده و در داخل خاک برای تولید کمپوس دفن می‌کند. شخم تضمینی با ادوات مناسب سنگین به تجزیه مواد آلی در خاک کمک می‌کند. شخم یک مزیت و کیفیت بزرگ برای از بین بردن اثرات سمی‌ناشی از باقی مانده‌های حاصل از تجزیه مواد آلی، است. سمیت مواد آلی باعث زردی رنگ و توقف رشد بوته‌ها در اثر تجمع مواد سمی‌نیترات ناشی از تجزیه سریع مواد آلی، می‌شود (Hamilton and Lowe, 1981). شخم گیاهان چمنی پوششی و گیاهان پوششی سنگین در ۶ هفته قبل از کشت توتون، شانس سمی‌شدن مواد آلی را کاهش می‌دهد. کاربا دنباله بند دیسک یا ادوات مشابه، طی چند بار، قبل از نشاءکاری، بستر مناسبی را، برای نشاءکاری به وجود می‌آورد. آماده‌سازی مزرعه زمینه را برای مخلوط کردن کودهای شیمیایی، علف‌کش‌ها، قارچ‌کش‌ها و حشره کش‌های مورد نیاز را فراهم می‌کند. استفاده از ماشین آلات کشاورزی بزرگ، تخریب ساختمان خاکدانه‌های خاک را تسریع می‌کند. خاک ورزی شدید بعد از نشاءکاری باعث فشردگی خاک و تخریب ساختمان خاک می‌شود با این حال خاک ورزی برای کنترل علف‌های هرز ضروری می‌باشد. بنابراین شخم عمیق، به ریشه‌ها صدمه می زند و علف‌های هرز را به سطح می‌آورد. روشهای با حداقل خاک ورزی یا بدون خاک ورزی خسارت به خاک را کاهش می‌دهد، اما مقدار محصول تولیدی را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد. روش تولید بدون خاک ورزی عموما منجر به اتکا بر روش‌های کنترل شیمیایی برای از بین بردن علف‌های هرز می‌شود. نشاکارهای اصلاح شده باعث استقرار بهتر نشاءها در زمین‌های علف‌های چمنی و پوششی که به وسیله علف‌کش‌ها، از بین برده شده‌اند، می‌شود (Phillips and Zelezink, 1989). کنترل مناسب و بهینه علف‌های هرز در سیستم تولید توتون بدون خاک ورزی، فرصتی برابر با کشت در حالت عادی مهیا و فراهم می‌کند (Pearce and zeleznik, 1996). کنترل نادرست علف‌های هرز در سیستم بدون خاک ورزی، باعث عدم سازگاری این روش در گذشته شده بود. امروزه استفاده از علف‌کش‌های جدید باعث شده که استفاده از روش تولید توتون بدون خاک ورزی امکان پذیر بشود.

در کشورهای در حال توسعه، از نیروی حیوانی یا دست در شخم استفاده می‌شود. با این وجود، شدت شخم در زمین‌های کشت توتون در این کشورها بیش از سایر محصولات زراعی می‌باشد. در برخی نواحی، در تسطیح زمین‌های غیر مسطح، برای تولید توتون کاری معمول می‌باشد. بعد از چندین سال تولید توتون، این زمین‌ها به زمین‌های مسطح تبدیل شده و نواحی متروکه، احیاء می‌شوند. در بعضی از مزارع با سوزاندن بقایا باعث کمیاب شدن زمین برای زراعت شده‌اند در بعضی از کشورها به وسیله بعضی از قوانین از این کارممانعت می‌شود.

کوددهی

کوددهی برای توتون هواخشک بیشتر به نوع محصول مورد نظر بستگی دارد. کشاورزان تولید کننده توتون مریلند و بارلی پرکننده، مقدار نیتروژن کم یعنی ۷۰ تا ۹۰ کیلوگرم در هکتار، مصرف می‌کنند (Mckee and Conrad, 1994). تولیدکنندگان بارلی در آمریکا به طور نمونه حدود ۲۰۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار استفاده می‌کنند در حالیکه درکنتاکی مقدار نیتروژن ۳۰۰ تا ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار معمول می‌باشد. نیترات آمونیوم، اوره و نیترات سدیم از منابع اولیه کود ازته می‌باشند. در نتیجه به کار بردن کود نیتروژن زیاد در مزارع بارلی، تولیدکنندگان ناچار به استفاده از مقادیر زیاد آهک جهت خنثی کردن حالت اسیدیته بوجود آمده می‌باشند. استفاده از آهک در مریلند برای تعدیل PH بین ۵/۵ تا ۵/۶ خاک پیشنهاد می‌شود(Mckee and Conrad, 1994)، مقدار پیشنهادی در کنتاکی بین ۶/۴ تا ۶/۶ می‌باشد (Anon, 1996). دلیل آهکی نمودن خاک بعداز استفاده از کود ازت، جلوگیری از کاهش PH خاک به کمتر از ۵/۴ می‌باشد چون در کاهش PH به زیر این مقدار، مشکل سمیت منگنز در خاک مساله ساز می‌شود. به نظر می‌رسد سمیت منگنز در کنتاکی باعث ایجاد بیشترین اختلال معنی دار در کارایی جذب عناصر غذایی توسط گیاه بارلی می‌شود که عموما علایم حدود ۲ تا ۴ هفته بعد در گیاه ظاهر می‌شود. در این حالت رشد بوته کند شده و بین رگبرگ‌ها کلروریزه شده و رگبرگ‌ها به رنگ سبز تیره باقی می‌مانند. برای حل این مشکل، استفاده از ۱۱۰۰ کیلوگرم آهک، PH خاک به بهبود بخشیده و به رشد بوته توتون کمک می‌کند. هر چند که پیشگیری یک روش کلیدی تر برای کاهش خسارت ناشی از سمیت منگنز است. استفاده از مقدار معین سنگ آهگ، حداقل ۶ تا ۱۲ ماه قبل از کشت، بهترین نتیجه را در تولید توتون می‌دهد. مقدار فسفر پایه پیشنهادی بر حسب نتیجه آنالیز خاک، حدود ۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. در شرایط رطوبتی و سرما در بهار، کمبود فسفر باعث رشد محدود ریشه می‌شود. علایم کمبود فسفر شامل کوتاهی رشد، و در بعضی مواقع پیدایش لکه‌های کوچک براق و متالیک در برگ‌های پایین بوته‌های جوان می‌باشد. این شرایط موقتی بوده و گیاه رشد طبیعی خود را دوباره از سر می‌گیرد، گاها این شرایط بر عملکرد برگ‌های عمل‌آوری شده تاثیر اندک و گاها بدون تاثیر می‌باشد. معمول ترین منبع مورد استفاده کود فسفاته، سوپر فسفات ترپیل می‌باشد ولی در برخی مناطق از سوپر فسفات معمولی به عنوان منبع کود فسفاته استفاده می‌شود.

پتاسیم در بهبود کیفیت سوزش برگ توتون عمل‌آوری شده موثر است. توتون بارلی هوا خشک روشن به خاطر عملکرد بالا و وجود مقدار زیاد پتاسیم در برگ آن، نیاز به پتاسیم زیاد دارد. کلروزیه اولیه و در نهایت نکروریزه شدن حاشیه برگ‌ها مسن، از علایم کمبود پتاسیم در توتون می‌باشد. برگ تحت تاثیر قرار گرفته‌این نوع توتون‌ها نازک و غیر قابل مصرف می‌باشند. کمبود پتاسیم باعث کاهش محصول بیش از ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلوگرم برگ خشک در هکتار می‌شود.

آزمایش خاک و تعیین میزان پتاسم قابل جذب، مقدار پتاسیم مورد نیاز ۰تا ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار را برآورد می‌کند. سولفات پتاسیم به عنوان منبع ارجح این کود نسبت به سایر کودها می باشد. قیمت ارزان کودها ی کلرور پتاسیم، استفاده از این نوع کود در زراعت توتون را وسوسه می‌کند. قیمت واحد کود کلرور پتاسیم نصف کود سولفات پتاسیم می‌باشد ولی استفاده از کود کلرور پتاسیم باعث تجمع مقادیر غیر قابل قبول کلر در برگ شده و باعث کاهش کیفیت برگ توتوه عمل‌آوری شده، می‌شود. در سال‌های اخیر آلودگی در کشور آمریکا باعث گردیده بر اساس نتایج آزمون خاک، که از مخلوط کودهایی که فقط عناصر غذایی را برای گیاه کاشته شده در آن سال مهیا می‌کند، استفاده شود. یک نکته قابل توجه در مورد این نوع کودها، که در گذشته مرسوم بوده و در حال حاضر نیز رایج است، استفاده از مقادیر توصیه شده بدون در نظر گرفتن نیاز غذایی گیاه است. بیشتر دستورالعمل‌ها در سال‌های اخیر استفاده ۲۲۴۰ کیلوگرم درهکتار از ۱۵-۱۰-۵ این کودها بعلاوه کاربرد کود ازته تکمیلی، می‌باشد. این قبیل دستور العمل‌ها بیهوده بوده و ممکن است با این عمل، مواد غذایی بیشتر یا کمتر از مقدار مورد نیاز گیاه استفاده شود.

در کشور امریکا، اکثر کودها قبل از نشاءکاری، در عمق ۷/۶ تا ۱۰/۲ سانتی‌متری بالای سطح خاک استفاده می‌شود. بیشتر کشاورزان به منظور بهبود کارایی مصرف کود ازته و جایگزینی ازت شسته شده، آن را در یک یا دو نوبت به صورت سرک استفاده می‌کنند. در کشورهای پیشرفته که کودها کمیاب و گران می‌باشند، کشاورزان دوست دارند به منظور بالا بردن کارایی استفاده از کود، آن را به مقدار کم به صورت نواری یا در پای هر بوته پخش کنند. توزیع نواری و سایر روش‌های قرار دادن کود در پای بوته کارایی مصرف کود را در مقایسه با روش پخش کود بیش از ۵۰ درصد افزایش می‌دهد(Sims, *et al.*,1994). کمبود مواد ریز مغزی در گیاه توتون به ندرت رخ می‌دهد و معمولا در مناطق معدود و ایزوله اتفاق می‌افتد. بیشتر کمبود ریز مغزیها در اثر عدم تعادل PH خاک رخ می‌دهد. در زراعت توتون بارلی، در کنتاکی، زمانی که PH خاک کمتر از ۶/۴ است، مولبیدون تنها عنصر ریزمغزی می‌باشد که مورد استفاده قرار می‌گیرد. مولیبدون محلول در آب نشاءکاری، آسانترین و ساده ترین روش استفاده آن می‌باشد. سیمس(۱۹۸۰) گزارش کرد استفاده از کود مولیبدون در حدود ۵۰ درصد از مکان‌های مورد آزمایش در کنتاکی، باعث افزایش عملکرد بصورت معنی دار، شده است. افزایش عملکرد در حدود ۲۲۵ تا ۹۰۰ کیلوگرم برگ خشک عمل‌آوری شده در هکتار بود. رعایت دقیق میزان مصرف کودهای ریز مغزی به خاطر محدود بودن مرز بین کارا یی و ایجاد سمیت این کودها، بسیار ضروری می‌باشد.

تولید نشاء

در آمریکا عمده نشاءهای توتون بارلی در سیستم‌های جعبه‌ای) از جمله خزانه شناور تولید می‌شوند که نشاءها در داخل سینی‌های پلی‌استرینی شناور روی محلول آبی حاوی مواد غذایی شناور هستند. خزانه شناور از سال ۱۹۹۰ رایج گردید و در حال حاضر بیش از ۷۰ درصد نشای توتون بارلی به‌این روش تولید می‌شود. هزینه تولید به روش مذکور بیش از روش سنتی می‌باشد ولی تعداد زیادی از کشاورزان فواید آن را بیش از اضافه هزینه آن می‌دانند. فایده اصلی که بیشتر توتونکاران ذکر می‌کنند قابلیت برداشتن و حمل و نقل آسان و گروهی نشاءها و نشاءکاری آنها به جای کشیدن هر گیاه بصورت انفرادی از بسترهای سنتی می‌باشد. استفاده بیش از نیاز کود می‌تواند باعث ایجاد خسارت ناشی از نمک در نشاءهای جوان و افزایش حساسیت به بروز بیماری در نشاءهای پیرتر شود. غلظت نیتروژن در خزانه شناور نباید از ۱۲۵ppm تجاوز کند ترجیحا مقدار ازت برای بارلی بین ۷۵ تا ۱۰۰ ppm باشد. کود با فرمول ۲۰-۱۰-۲۰ ، ۲۰-۹-۲۰ و ۱۵-۴-۱۵ به صورت عمده در خزانه شناور استفاده می‌شود. این نسبت تعادل مناسب مواد غذایی را برای تولید نشاء مطلوب مهیا می‌کند.استفاده از ازت به صورت اوره در خزانه شناور با تولید نیترات باعث سمیت در گیاهان می‌شود.

به منظور افزایش اندازه و یکنواختی بذرها با مواد مخصوص(Diatomaceous earth) پوشش (Pellet) داده می‌شوند که با این کار به اجازه می‌دهد که به روش اتوماتیک بذرکاری انجام گیرد. بذرکاری حدود ۶ تا ۸ هفته قبل از نشاءکاری شروع می‌شود. ترکیب موجود بر پایه کود و بدون خاک بودن داخل سینی‌ها می‌باشد و رطوبت و مواد غذایی به روش جذب موییینگی از بستر آبی جذب می‌شوند. تولید کنندگان از گلخانه با پوشش پلی اتیلن یا خزانه‌های شناور بیرونی که فضای آنها گرم شده نیست، استفاده می‌کنند. خزانه‌های شناور هوای آزاد، در برابر باران و هوای سرد آسیب پذیر هستند. در آمریکا، سیستم خزانه شناور حمل مسافت‌های طولانی نشای توتون را بطور چشمگیری افزایش داده است ولی باید به منظور جلوگیری از توسعه و شیوع بیماری‌ها توسط نشاءهای آلوده پیشگیری مناسب صورت گیرد. مشکل شناخته شده‌ای به نام ریشه پیچی(Spiral root) در هنگام جوانه‌زنی بذور در خزانه‌های شناور وجود دارد. ریشه پیچی در اثر رسیدن بستر به حالت فوق اشباع مشاهده می‌شود. وجود رطوبت بیش از حد در خزانه‌های شناور محیطی مناسب برای شیوع بیماری‌ها را به وجود می‌آورد. گیاهچه‌های پرورش یافته در خزانه شناور نسبت به خزانه سنتی، مستعدتر برای خسارت ناشی از سرما می‌باشند با این حال، نشاء خسارت دیده در اثرسرما بهبود می‌یابد ولی در اثر آسیب وارد شدن به جوانه انتهایی، مشکل بیدار شدن جوانه‌های جانبی ساقه به وجود می‌آید. هنوز هم تا امروز در بیشتر نقاط دنیا نشاء به روش سنتی تولید می‌شود. خاک‌های حاصلخیز و با زهکشی خوب، برای این کار مناسب هستند. این زمین‌ها نباید در سایه انداز واقع شوند و نزدیک منبع آب تمییز باشند. صاف بودن

بستر برای شروع جوانه‌زنی بذر مهم است. طیف وسیعی از مواد ضدعفونی کننده برای ضدعفونی بسترها به منظور از بین بردن بذور علف‌های هرز و پاتوژن‌ها استفاده می‌شود. پوشاندن خاک بستر با پوشش غیر قابل نفوذ از خروج گاز ضدعفونی کننده جلوگیری کرده و از آلودگی مجدد جلوگیری می‌کند. در هنگام بذرپاشی، مخلوط کردن بذر بدون پلت توتون با ماسه بادی یا کود باعث پخش یکنواخت آن در خاک بستر می‌شود. استفاده از پوشش کاه و کلش یا سایر مالچها در حفظ رطوبت و سایر شرایط ایزوله کمک می‌کند. پوشش‌های پنبه‌ای، پلی پروپیلن یا پلی اتیلن نور را از خود عبور می‌دهند ولی گرما را در داخل پوشش نگه می‌دارند. فراهم نمودن رطوبت کافی رشد مناسب نشاء را فراهم می‌کند. یکی از مشکلاتی که تولیدکنندگان استفاده کننده از خزانه‌های سنتی، کاهش پتانسیل بالقوه استفاده از ضدعفونی کننده‌ها و متیل بروماید بخاطر نگرانی از عوارضی که بر محیط زیست دارند، می‌باشد. چندین جایگزین برای استفاده در خزانه توتون وجود دارد.

نشاء توتون بارلی ایده آل دارای ارتفاع ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر و قطر ساقه ۸ تا ۱۰ میلی متر است. نشاء سالم بارلی دارای رنگ سبز روشن بوده و وجود رنگ سبز تیره در آن نشان می‌دهد که نشاء حساس بوده و در فرایند استقرار در مزرعه دچار مشکل زیادی خواهد شد.

تراکم بوته

تراکم بوته می‌تواند در بازگشت سرمایه در واحد سطح، پارامترهای مربوط به اندازه گیاه، میزان عملکرد کمی‌وکیفی بسیار موثر باشد. باید ملاحظات اقتصادی و کیفیتی در تعین تراکم بوته در نظر گرفته شود.. هر چند که تولید کنندگان تصمیمات مربوط به تراکم بوته را بر مبنای عرف و سنت اتخاذ می‌کنند. نشاءکاری با دست سهوا در تراکم بوته موثر می‌باشد. عوامل محدود کننده مانند زمین قابل دسترس و نیروی کار کارگری از شاخص‌های مهم در تعیین تراکم بوته هستند. اگر نیروی کار کارگری محدود کننده باشد، کاهش تراکم بوته، باعث تولید بیشتر برگ توتون عمل‌آوری شده به ازای هر نفر می‌شود. اگر زمین زراعی محدود کننده باشد، افزایش تراکم، باعث افزایش تولید برگ عمل‌آوری شده در واحد سطح می‌شود. کیفیت توتون تولیدی بوسیله تراکم زیاد یا کم تحت تاثیر قرار می‌گیرد لذا تراکم باید به منظور بهبود کیفیت توتون تغییر کند. در کشور آمریکا، قبل از سال ۱۹۷۱ یک برنامه حکومتی، تولید توتون را بر اساس زمین‌های هرمنطقه کنترل می‌کرد. محدویت‌ها اخیرا بر اساس وزن برگ توتون تولیدی می‌باشند. تولید توتون، به خاطر کاهش نیروی کارگری قابل دسترس، به افزایش فاصله بوته‌ها منجر شد. تراکم بوته پیشنهادی کنونی، بین ۱۵۰۰۰ تا ۱۸۰۰۰ بوته در هکتار می‌باشد. بر همین اساس فاصله بوته‌ها روی ردیف‌ها، ۴۰ تا ۶۰ سانتی‌متر و بین ردیف‌ها، ۹۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متر است. مقادیر فوق برای توتون مریلند وقتی مناسب است که نسبت به اندازه‌های فوق بیشتر باشند. بر این اساس تراکم بوته ۱۲۰۰۰ تا۱۵۰۰۰ بوته در هکتار پیشنهاد می‌شودکه در این حالت ، فاصله

بین ردیف‌ها ۹۰ تا ۱۰۷ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف‌ها ۴۵ تا۹۰ سانتی‌متر می‌باشد. تولید کنندگان توتون هواخشک در بیشتر نقاط، با رعایت تراکم مطلوب توتون سودمند خواهند شد (Isaacs, 1993; Mckee and Conrad,1994).

کنترل علف‌های هرز

علف‌های هرز با توتون هواخشک مانند سایر تیپ‌های توتون برای آب، مواد غذایی و فضا رقابت می کنند. رشد علف‌های هرز قبل از برداشت توتون، یا در جریان برداشت می تواند خسارت‌های فیزیکی بر آن وارد کند. کنترل مکانیکی و شیمیایی به طور معنی داری تنزل عملکرد و کیفیت ناشی از رشد علف‌های هرز را کاهش می‌دهد. وجین کم عمق بادست یا با ادوات مکانیکی در تخریب سیستم ریشه یا کندن قسمت هوایی علف‌های هرز موثر است. وجین در عمق زیاد ضروری نیست و ممکن است علاوه بر خسارت به ریشه توتون، با آوردن خاک تیمار نشده به سطح، موجب رشد دوباره علف‌های هرز شود. وجین در شرایط خشک باعث می شود رطوبت خاک در معرض تبخیر قرار گرفته و در نتیجه میزان تبخیر افزایش می یابد. وجین با ماشین الات در زمانی رطوبت خاک زیاد، به فشرده شده خاک کمک می کند. تعداد وجین‌ها بستگی به گونه و تعداد جمعیت علف هرز، شرایط آب وهوایی، کارایی وجین کن‌ها و علف کش‌های مورد استفاده و چگونگی رقابت توتون با علف‌های هرز، بستگی دارد. توتون هواخشک با رشد سریع خود به صورت محدود بر روی علف‌های هرز سایه اندازی می کند. توتون توانایی این را دارد که در شش هفته بر روی بیشتر علف‌های هرزی که در اواخر فصل، رشد دوباره داشته اند سایه اندازی کند. ولی علف‌های هرز دائمی، استثناء هستند زیرا می توانند سیستم استقرار یافته ریشه‌ای یا دیگر ساختارهایی را که توانایی رشد سریع را دارند، داشته باشند. اویار سلام زرد (*Cyperus esculentus L.*) که می‌تواند از گره‌های زیر زمینی باززایی دو باره داشته باشد، سریعا در زمین استقرار می‌یابد و جمعیت خود را در بین گیاه‌های تازه نشاکاری شده توتون، افزایش دهد. اگر چه وجین اویار سلام را ازبین می برد ولی گره‌های زیر زمینی جدا شده از مادر، تحریک شده و جوانه می زنند و افزایش جمعیت علف هرز، بدین ترتیب ایجاد مشکل می نمایید. جمعیت علف هرز یسکاله مانند نیلوفر پیچ(سرده) (*Ipomea sp.*) و honeyvine milkweed (*Ampelamus albidus*) (Nutt. Britt.) با پیچیدن به بوته توتون بخوبی می توانند رشد کنند و به این ترتیب با شکستن برگ‌ها و وارد آمدن خسارت به آن شوند. کنترل شیمیایی علف‌های هرز در زراعت توتون هواخشک، امری معمول می‌باشد. یک علف کش‌های ایده آل، بصورت انتخابی بدون وارد کردن خسارت به توتون، علف‌های هرز را کنترل می کند و نیمه عمر و پایداری کافی دارد تا بتواند بدون این که بر محصولات زراعی بعدی آسیبی بزند از خسارت بر عملکرد کمی و کیفی محصول که در اثر علف‌های هرز به وجود می آید، جلوگیری کند. اگر چه

علف کش ایده ال وجود ندارد، ولی چندین ماده شیمیایی وجود دارند که می‌توانند علف‌های هرز گیاه توتون هواخشک را با کمترین اثرات سو بر محصول، بصورت موفق کنترل کنند.
پندیمتالین (Prowl) از علف کش‌های خانواده دی نیتروآنیلین بوده و به صورت پیش رویشی و قبل از کشت برای کنترل بیشتر علف‌های هرز یکساله و علف‌های هرز پهن برگ اصلی مورد استفاده قرار می گیرد (Thomson, 1993). پندیمتالین با جلوگیری از تقسیم سلولی ریشه و ممانعت از رویش جوانه در هنگاه جوانه زنی، علف‌های هرز را کنترل می کند. استفاده از این علف کش در عمق بیشتر از ۵ سانتی متر خاک از خسارت تجزیه شدن در اثر نور و فراریت کم می کند در جایی که با وجود علف کش در کنار بذر علف هرز، با ایجاد فضای کافی اجازه رشد و توسعه ریشه علف هرز در زیر لایه ای که علف کش وجود دارد، می دهد. در مقایسه با بیشتر علف کش‌ها، تجزیه نوری و بخار شدن باعث خسارت کمتر می شود بنابراین استفاده سریع خیلی ضروری نمی باشد. استفاده بیش از اندازه و در عمق زیاد و در خاک‌هایی که دارای رس زیاد هستند احتمال خسارت به ریشه را زیاد می کنند. وقتی که جذب مواد شیمیایی کم باشد یا انجام نشود، اولین خسارت در ناحیه ریشه به وجود می آید. پندیمتالین باعث متورم شدن ریشه می‌شود و از رشد ثانویه و ثالثیه ریشه جلوگیری می کند. بارندگی کم، در طی فصل رشد، تجزیه این علف کش را کاهش می دهد و با افزایش دوام علف کش در خاک، احتمال خسارت به گیاهان پوششی یا سایر گیاهان مورد استفاده در تناوب را افزایش می دهد. بنیفین(Balan) و ایزوپروپالین(Paarlan) علف کش‌های مشابهی هستند که با وسعت کمتری در زراعت توتون مورد استفاده قرار می گیرند. این سم‌ها در پایداری، نسبت تجزیه نوری و ایمنی محصول متفاوت هستند(Thomson, 1993). کلومازون(Command) از علف کش‌های خانواده ایزوکسزازولیدینون(Isoxazolidinone) بوده و به صورت پیش رویشی یا پیش کشت به صورت ترکیبی برای کنترل بیشتر علف‌های یکساله و علف‌های هرز پهن برگ اصلی استفاده می شود(Thomson, 1993). کلومازون از تشکیل ترکیبات کلروفیل جلوگیری می کند. علف هرز جوانه زده و از علفکش کشنده جذب کرده و رنگ آن قبل از از بین رفتن سفید می شود. برخی از گونه‌های علف هرز آمارانتوس به کلومازون مقاوم می باشند لذا در شرایطی که هجوم این علف هرز اتفاق می افتد،استفاده از روش‌های دیگر مبارزه ضروری می باشد. اگر چه فرمولاسیون جدید کلومازون، فراریت کمتری دارد ولی احتمال خسارت برای محصولات حساس کاشته در نزدیکی محل استفاده شده از این سم، وجود دارد. ترکیبی استفاده کردن باعث کاهش رسوب و آب بردگی می شود. توتون هواخشک به این علف کش مقاوم است ولی وجود برگ‌های سفید بعد از استفاده از ازاین علف کش در این نوع عمومیت دارد که این علایم سریعا جبران شده و خسارت به عملکرد و کیفیت توتون ادامه نمی یابد. کلومازون خاصیت ماندگاری بالایی در خاک‌ها داشته که این مسئله برای گیاهان پوششی حساس بعدی مورد استفاده در تناوب، تهدیدی محسوب می شود.

پیبیولات(Tillam) از علف کش‌های خانواده تیوکاربامات‌ها(Thiocarbamate) بوده و به صورت ترکیبی پیش کشت برای کنترل اویار سلام زرد، علف‌های گراس یکساله و علف‌های هرز پهن برگ اصلی بکار برده می شود. فرار به سرعت اتفاق می‌افتد پس نیاز به ترکیب فوری برای کاهش از دست رفتن فعالیت می باشد. پیبولات در خاک‌های شنی و در اثر بارندگی شدید به آسانی شسته می شود. تجزیه میکروبی پایداری این سم را درخاک کاهش داده و باعث می شود علف‌های هرز قبل از برداشت محصول، دو باره رشد کنند. با فعالیت خوب این سم در زمین‌هایی که آلودگی شدید به علف اویار سلام زرد دارند، استفاده مناسب از این علف کش، نتیجه خوبی را خواهد داشت. یک مخرن مخلوط این سم با سایر علف کش‌ها زمینه را برای کنترل طیف وسیعی از علف کش‌ها فراهم می آورد. این علف کش ایمنی فوق العاده ای برای سایر محصولات دارد. توتون با تجزیه سریع این علف کش، به آن مقاومت دارد. در شرایط سم پاشی سریع این علف کش، نشاءهای تازه کاشته شده توتون با حجم ریشه زیاد، مقدار بیش از اندازه پیبولات را جذب می کنند. برگ‌های بوته‌ها نواری شده و جوانه‌های آسیب می بینند. خسارت پیبولات در توتون به ندرت دیده می شود. ناپروپامید(Naropamide)(Devrinol) از علف کش‌های خانواده پروپیونامید(Propionamide) بوده وقبل از کشت به صورت ترکیبی و پیش رویشی برای کنترل گراس‌های یکساله و علف‌های هرز پهن برگ اصلی استفاده می شود(Thomson, 1993). این علف کش پایداری فوق العاده ای دارد و در خاک‌ها تا ۱۲ ماه باقی می ماند لذا برای گیاهان پوششی مورد استفاده در تناوب، می تواند، آسیب رسان باشد. پخش ناپروپامید در بالای ردیف توتون قبل از ظهور علف هرز، میتواند در کنترل علف هرزکمک کند. هرچندکه تاخیر در استفاده از این علف کش، باعث طولانی شده پایداری آن می شود. یک مخزن پر از مخلوط این سم با سایر علف کش‌ها زمینه را برای کنترل طیف وسیعی از علف کش‌ها فراهم می آورد. سولفنترازون(Sulfentrazone) (Sparatan) ازعلف کش‌های جدید است که در خاک استفاده می شود و به صورت انتخابی علف‌های هرز گرامینه و پهن برگ را کنترل می کند(Anon, 1993). این علف کش مختص کنترل گل نیلوفر پیچ وحشی و اویارسلام زرد می باشد. این علف کش از طریق جذب ریشه و قسمت هوایی و متلاشی کردن غشاء علف‌های هرز را کنترل می کند. علف‌های هرز نکروزه شده و بعد از خارج شدن از خاک، می روند. یک مخزن مخلوط این علف کش با سایر علف کش‌ها، علف‌های هرز را بهتر کنترل می کند. کاربرد متوالی و بیش از حد این علف کش، می تواند سبب توقف رشد، شکستن بافت‌ها و کوچک ماندن برگ‌ها توتون شود. علف‌های یکساله و چند ساله در نواحی گرمسیری و نیمه گرمسیری، چالش بیشتری را برای گیاه توتون در فرآیند تولید آن به وجود می‌آورند. در کشورهایی که علف کش‌های انتخابی ثبت شده هستند، می توانند برای بهبود برنامه کنترل علف‌های هرز استفاده شوند.

گلزنی

قبل از توسعه موثر مواد شیمیایی کنترل‌کننده جوانه‌های جانبی، در توتون‌های بارلی و مریلند، گل‌زنی دیرتر یا هم زمان با برداشت اولیه به منظور جلوگیری از رشد جوانه‌های جانبی انجام می‌شد (Anon, 1954). سایر روش‌ها شامل گل‌زنی در زمانی که دوسوم یا سه چهارم بوته‌ها در مرحله گل دادن بودند و همچنین قطع جوانه‌های جانبی در یک یا دو نوبت قبل از بریدن ساقه‌ها، بودند. باقی گذاردن دو جوانه جانبی بالایی تا زمان قبل از برداشت، از رشد جوانه‌های جانبی دیگر جلوگیری می‌کند. گل زنی زودهنگام عموما، باعث تولید توتون تیره تر با قسمت هوایی سنگین تر می‌شود در حالیکه گل زنی دیر هنگام نتیجه عکس دارد. برگ‌های هر گیاه محل ذخیره برای تولید بذر می‌باشد. در گیاهان برگ‌ها منبعی برای تولید دانه هستند. در مرحله توسعه گل‌ها، مواد غذایی(کارمایه) ذخیره شده در برگ‌ها به خاطر نیاز زیاد برای تولید بذرها، به گل آذین منتقل می‌شود. قطع به موقع و با روش مناسب گل آذین انتهایی، از کاهش بیش از حد بازارپسندی برگ‌های توتون جلوگیری می‌کند.از آنجا که زمان گل‌زنی در عملکرد، کیفیت و مقدار نیکوتین برگ موثر می‌باشد روش گل‌زنی باید متناسب با تولید توتون موردنظر باشد. در مناطق بارلی کاری که عمل‌آوری به روش ساقه بر تحت شرایط خوب تا ایده آل انجام می‌شود، گل‌زنی در مرحله‌ای که ۱۰ تا ۲۵ درصد بوته‌ها به مرحله گل دهی رسیده اند، بهترین نتیجه را در عملکرد وکیفیت توتون دارد. گل‌زنی جوانه انتهایی و گل‌زنی دیر هنگام هر دو باعث کاهش عملکرد برگ خشک شده ولی روی کیفیت برگ توتون اثرات مختلفی را می‌گذارند. مرحله‌ایده آل برای گل‌زنی توتون مریلند ساقه بر، زمانی است که ۶۰ درصد بوته‌ها به مرحله گل دهی رسیده باشند. توتون‌های بارلی ساقه بر عمل‌آوری شده، اگر تحت شرایط غیر ایده آل، یا زودتر گل‌زنی شوند می‌تواند توتون‌های با کیفیت نامطلوب تولید کند.

این کاربردهای یکسانی برای تولید توتون‌های بارلی و مریلند نمونه می‌باشد. ارتفاع گل‌زنی نه فقط به نتایج مطلوب بستگی دارد بلکه به روش کنترل جوانه‌های جانبی نیز بستگی دارد. ارتفاع پایین گل‌زنی با این که باعث کاهش نیروی کارگری می‌شود ولی برگ‌های لچه(Tip) واقعی را حذف می‌کند. از آنجا که گیاه توتون دارای تعداد برگ خاصی هستند، ارتفاع گل‌زنی نمی‌تواند افزایش عملکرد را تضمین کند. تعداد برگ ایده ال متغییر بوده ولی باید بین ۱۸ تا ۲۶ برگ باشد. طول برگ‌های بالایی بعداز گل‌زنی متغییر بوده ولی بین ۲۰ تا ۳۵ سانتی‌متر می باشد(Palmer and Calvert, 1993, Mckee and Conrad, 1994).

کنترل جوانه‌های جانبی

با از بین رفتن غالبیت انتهایی (که بعداز گل‌زنی معمول می‌باشد) در بوته‌های توتون، جوانه‌های جانبی شروع به رشد می‌کنند. جوانه‌های جانبی فلورسنس را دوست داشته و مواد غذایی پر ارزش برگ‌ها را مصرف می‌کنند. کنترل جوانه‌های جانبی برای تحصیل عملکرد و کیفیت

مطلوب، ضروری می‌باشد. حذف جوانه‌های جانبی با دست یک امر انتخابی بوده ولی از محرک‌های رشد برای این امر بیشتر استفاده می‌شود. هرچندکه در مواقعی که گل‌زنی بعد از مرحله شروع گلدهی انجام می‌گیرد، باید قبل از استفاده از کنترل‌کننده‌های شیمیایی، جوانه‌های جانبی رشد کرده را با دست حذف کرد. مواد شیمیایی کنترل‌کننده جوانه‌های جانبی در سه گروه تقسیم بندی می‌شوند:

۱-کنترل‌کننده‌های سیستمیک: این مواد توسط گیاه جذب و در داخل گیاه انتقال می‌یابند.

۲-کنترل‌کننده‌های تماسی: این مواد با جوانه‌ها تماس پیدا کرده و از رشد آن جلوگیری کنند.

۳-موضعی یا سیستمیک - تماسی: در جایی که جذب اتفاق می‌افتد نیاز است که جوانه‌های جانبی با مواد شیمیایی مزبور تماس داشته باشند.

این مواد شیمیایی در روش کاربرد، نحوه فعالیت و ماندگاری با هم اختلاف دارند (Bruns and Mckee, 1985. Palmer, *et al*.,1986).

مالئیک هیدرازید (MH) ماده شیمیایی سیستمیک بوده و برای کنترل جوانه‌های جانبی توتون‌های بارلی و مریلند در نواحی خاصی از جهان، بخصوص در آمریکا مورد استفاده قرار می‌گیرد(Thomson, 1995). عموما تا اواخر دهه ۷۰ از فرمول نمک پتاسیم استفاده می‌شد. حذف جوانه‌های جانبی موجود، مشکل جوانه‌های جانبی را کاهش می‌دهد. این امر مخصوصا در واریته‌های توتون بارلی که جوانه‌های جانبی سریعا فعال شده و در توتون‌های مریلند که گل‌زنی بعداز شروع رشد جوانه‌های جانبی، صورت می‌گیرد اهمیت دارد. کوتاهی در کنترل جوانه‌های جانبی، استفاده دو باره از کنترل‌کننده جوانه‌های جانبی واجب می‌کند که‌این مسئله احتمال افزایش بقایای این مواد را در برگ‌های خشک شده بهمراه دارد. کاربرد مالئیک‌هیدرازید در ۲۴ ساعت بعد از گل‌زنی بهترین نتیجه را می‌دهد. عدم استفاده‌این ماده در ساعات گرم روز باعث بهبود جذب و نتیجه بهترخواهد بود. برگ‌های کوچک باقی مانده بعد از گل‌زنی ممکن به آرامی رشد کنند. مالئیک‌هیدرازید توسعه برگ‌های کوچک تر از ۲۰ سانتی‌متر را کند می‌کند. حجم کافی محلول(۳۷۵ تا ۴۷۵ لیتر در هکتار) باید یک سوم تا یک دوم هربوته را از بالا، به طور کامل پوشش دهد. حجم کاهش یافته برای توتون‌های کوچک و تراکم پایین بوته، جبران خواهد شد. نتایج تحقیقات اجرا شده، پیشنهاد می‌کند که استفاده از نازل‌های درشت با فشار پایین($۱/۴\times۱۰^{۵}$ تا $۱/۷\times۱۰^{۵}$ پاسکال) نسبت به نازل‌های کوچک مه پاشی مخصوصا در شرایط گرم و خشک نتیجه بهتری می‌دهد. بعد از استفاده از مالئیک‌هیدرازید، اغلب توتون‌ها زرد شده که تشخیص رسیدگی را مشکل می‌سازد. زمانی که از مالئیک‌هیدرازید استفاده می‌شود، برای تشخیص رسیدگی برگ‌ها، از سایر شاخص‌ها استفاده می‌شود. اثر کنترلی این ماده، بسته به شرایط آب وهوایی، مقدار مواد غذایی موجود در برگ‌ها، بین ۳ تا ۴ هفته می‌باشد. اگر بارندگی در ۶ ساعت اولیه بعد از استفاده از این ماده صورت گیرد باید دو باره به طور کامل این ماده مصرف شود ولی اگر بارندگی در بین ۶ تا ۱۲ ساعت بعد از استفاده از این ماده صورت گیرد،

استفاده دوباره به میزان نصف مقدار اصلی کارآمدتر خواهد بود (Palmer and Calvert, 1993, Mckee and Conrad,1994). الکل چرب جزء ترکیبی تماسی فعال می‌باشد. الکل چرب با تماس با جوانه جانبی، از رشد آنها جلوگیری می‌کند(Thomson, 1995). تماس با این ماده جوانه‌های کوچک را سریعا نابود می‌کند بنابراین الکل چرب با گذشت یک ساعت از استفاده دیگر به بارندگی حساس نمی‌باشد. کندن جوانه‌های جانبی با طول بیش از ۲ سانتی‌متر، کارایی استفاده از این ماده را افزایش می‌دهد. استفاده از الکل چرب قبل از شروع رشد جوانه‌ها اثر بهتری دارد. استفاده از این ماده، در مرحله جوانه دهی و قبل از گل‌زنی یا در طی ۲ روز بعد از گل‌زنی، موثر تر خواهد بود. در نازل‌های قدرتمند تنظیم سه نازل دربالای هر ردیف، جهت پخش پودری رایج می‌باشد. اسپری کردن مستقیم بوسیله اسپری کننده معمولی نیز پوشش و نتیجه خوبی دارد. اسپری‌های کم فشار برای اسپری کردن الکل چرب کافی می‌باشد. این ماده به صورت قطره‌های درشت یا رگه‌ای در بالای بوته، پوشش مناسبی را بر روی جوانه‌های جانبی واقع دور ساقه، به وجود می‌آورد. برگ‌های توتون به طور طبیعی به شکل قیف ماده اسپری شده را به طرف ساقه هدایت می‌کنند بنابراین اثر کنترلی در گیاهانی که به صورت قائم نیستند، کاهش می‌یابد. گیاهان راست شده، پیش از استفاده از الکل چرب، کنترل جوانه جانبی را بهبود می‌بخشد. استفاده بیش از مقدار نیاز الکل چرب، همچنین شرایط گرم و مرطوب باعث ریزش برگ‌های توتون می‌شود. دوره مفید اثر این ماده بین ۷ تا ۱۰ روز می‌باشد. برای کنترل جوانه‌های جانبی به مدت طولانی باید دوباره از این ماده استفاده شود. مدت زمان مناسب بین گل‌زنی تا برداشت، تعداد مرحله مورد نیازاستفاده از الکل چرب را تعیین می‌کند. الکل چرب به تنهایی یا در ترکیب با سایر مواد شیمیایی کنترل‌کننده جوانه جانبی، در بوته‌های توتون که دارای مرحله گل دهی نامرتب بودند، ایجاد یکنواختی می‌کند. با گل‌زنی و استفاده از کنترل‌کننده‌ها در گیاهانی که در مرحله مناسب هستند، یکنواختی بهبود می‌یابد. اگر نیاز به تکرار باشد باید این برنامه به مدت ۷ روز برای بهبود یکنواختی تکرار شود بنابراین زمانی که از الکل چرب برای کنترل جوانه‌های جانبی استفاده شده است، مصرف دوباره آن در گیاهانی که بار اول با الکل چرب تیمار شده‌اند ضروری می‌باشد. مالئیک‌هیدرازید به عنوان تیمار آخر یا الکل چرب به عنوان تیمار متوالی جوانه‌های جانبی را در باقی فصل کنترل می‌کنند. استفاده از مالئیک‌هیدرازید نزدیک مرحله برداشت، باعث افزایش بقایای نامطلوب در برگ توتون می‌شود. مواد موضعی یا سیستمیک - تماسی جزء خانواده دنیتروآنیلین‌ها(Dinitroanaline) بوده و با برخی از علف‌کش‌ها مانند فلومترالین (Prime) و بوترالین (Butralin, Tamex)، در یک کلاس تقسیم بندی می‌شوند(Thomson, 1995). این ترکیبات، از طریق قطع تقسیمات سلولی در نقاط رشد، که مشابه مکانسیم کنترل علف‌های هرزاست، جوانه‌های جانبی را کنترل می‌کنند. از آنجا که مقدار جذب اندک است، این مواد باید در تماس با تمام جوانه‌های موجود در گیاه، باشند. اسپری مواد مخلوط، ممکن است با نقاط رشد جوانه‌هایی که بیش از ۳ سانتی‌متر طول دارند تماس پیدا

نکنند، در نتیجه کنترل کاهش می‌یابد. روش معمول، ریختن محلول۲ درصد از بالای ساقه می‌باشد. مقدار مصرف محلول بستگی به اندازه بوته توتون دارد ولی معمولا حدود ۲۰ میلی لیتر برای هر بوته استفاده می‌شود. کاربرد دقیق برای مطمئن شدن از تماس ماده کنترل‌کننده با تمام جوانه‌ها و جلوگیری از ریختن آن به خاک، ضروری می‌باشد. باقی ماده‌این مواد در خاک می‌تواند بر گیاهان پوششی و سایر گیاهان مورد کشت در تناوب خسارت وارد آورد. در گیاهانی که کاملا عمودی نیستند، کنترل ضعیف جوانه‌های جانبی یک مسئله عادی است. در بالای بوته زمانی که استفاده نادرست از ماده می‌شود، کنترل کاهش می‌یابد. رشد هر نوع جوانه جانبی در تماس با مواد شیمیایی موضعی سیستمیک متوقف می‌شود. گل‌زنی می‌تواند جوانه‌های جانبی زمینی را تحریک کند اما مصرف مقدار کافی از کنترل‌کننده‌های ترکیبی جوانه‌های جانبی، که بتواند سراسر ساقه را از بالا به پایین طی کند، از رشد جوانه‌های مذکور جلوگیری می‌کند. پوشش مناسب، کنترل جوانه‌های جانبی را به مدت ۶ تا ۸ هفته دوره زمانی تضمین می کند. مدت زمان کنترل نسبت به مدت زمان کافی مورد نیاز برای کنترل جوانه‌های جانبی هر کدام از توتون‌های بارلی یا مریلند، بیشتر است. استفاده ترکیبی با نسبت کاهش یافته مالئیک هیدرازین و هر ماده کنترل کننده جوانه‌های جانبی از خانواده دنیتروآنیلین (Dinitroanaline) در صورتی که باعث کاهش اثر منفی هر کدام از مواد شود، در مقایسه با استفاده از مالئیک هیدرازین به تنهایی نتیجه بهتری می دهد. استفاده ترکیبی با کاهش مقدار مالئیک هیدرازین به نصف یا یک چهارم مقدار معمول و محدود نمودن غلظت ماده سیستمیک ، موضعی به یک درصد در محلول نهایی،از نظر فعالیت این دو ماده نتیجه بهتری خواهد داشت. در مزارع بزرگ توتون، کاربرد ماشین‌ها با سم پاش‌های مجهز به نازل‌های درشت، مخروطی و سه بعدی باعث کارایی پوشش بوته‌ها، شده و صرفه اقتصادی نیز دارد. اسپری کننده‌های کوله‌ای نیز که به این نحو مجهز شده‌اند به همان اندازه قابل قبول هستند. استفاده ترکیبی، علاوه بر کنترل فوق العاده جوانه‌های جانبی و بهبود عملکرد، باعث فعالیت درست سیستمیک مالئیک هیدرازین، کنترل طولانی دنیتروآنیلین‌ها شده و از شستشو آن جلوگیری می‌کند. کنترل مناسب جوانه‌های جانبی تمایل برای استفاده دوباره یا بیش از اندازه از مالئیک هیدرازید را محدود می‌کند و موجب کاهش بقایای آن در برگ می‌شود. استفاده ازمواد موضعی، سیستمیک باعث کاهش مقدار بقایای مالئیک هیدرازین در برگ و هم چنین کاهش خسارت به گیاهان پوششی کاشته شده بعد از توتون می‌شود. مقادیر مختلف این مواد، بسته به اجزاء تولیدی که در میزان فشار جوانه‌های جانبی بر بوته توتون موثر هستند، مورد لزوم است.

برداشت

بلوغ و رسیدگی عبارتی است که بیشتر اوقات برای توضیح زمان بریدن توتون استفاده می شود بنابراین این دو کلمه قدری مبهم بوده و مردم معنای مختلفی از آنها برداشت می کنند. از آنجایی

که توتون هواخشک بیشتر به شرایط طبیعی خشکانیدن بستگی دارد، انتخاب زمان درست برداشت می تواند در عمل آوری آن موثر باشد. هر چند که زمان بعد از گلزنی معیار معمول برای انتخاب زمان برداشت و رسیدگی می‌باشد ولی فاکتورهای زیادی بر تعین زمان رسیدگی و بلوغ هستند. زمان بعد از نشاکاری به خاطر تفاوت در فصول رشد، ملاک مناسبی برای این کار نیست. وضعیت آب وهوا بر جذب مواد غذایی و رشد فعال بوته توتون موثر است. از عوامل دیگر موثر در رسیدگی می‌توان نوع خاک، PH و حاصلخیزی خاک را برشمرد.

خصوصیاتی مانند رنگ، سختی ساقه و ضخامت برگ سیگنال‌هایی از زمان رسیدگی ارسال می کنند ولی این شاخص‌ها به طور دقیق تعیین نشده‌اند(Massie and Smiley, 1974, Mckee and Conrad, 1994). در توتون در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی رنگ سبز نرمال به رنگ سبز روشن تغییر می کند. این تغیر، می تواند بسته به نوع واریته دقیق یا متفاوت باشد. به طور مثال در بارلی، واریته‌هایی مانند TN 86یا MD609 ابتدا با رنگ سبز روشن رشد می کنند و تنه‌ها و ساقه‌ها در زمان رسیدگی به طور قابل توجه ای به رنگ شیری روشن تا سفید در می آیند به همین خاطر تشخیص مرحله رسیدگی در بارلی نسبت به توتون مریلند آسان تر است. سخت شدگی ساقه وقتی گیاه وارد مرحله گلدهی می‌شود شروع می‌شود و نمی تواند راهنمای مناسبی برای زمان برداشت باشد. تاخیر در گلزنی تا مرحله گلدهی کامل، اجازه می دهد ساقه قبل از گلزنی سخت شود. در این شرایط سختی ساقه می‌تواند به عنوان ابزاری مفید برای تعیین زمان برداشت باشد. روش نسبتا آسان و غیر مخرب برای تشخیص رسیدگی، شکستن آسان هنگام خم کردن برگ‌ها می باشد. ضخامت برگ‌ها به آسانی قابل بررسی می باشد اما ممکن است بسته به طول روز یا تنش‌های رطوبتی وارد شده به گیاه متغیر باشد. برداشت توتون هواخشک بدون توجه به روش مورد استفاده امری است که با استفاده از کارگر زیاد، انجام می گیرد. بسته به منطقه، برداشت توتون با بریدن ساقه ، یا چیدن و حذف برگ‌ها و یا ترکیبی از یک یا دو روش انجام می گیرد. روش برداشت بستگی به عواملی مانند: نیروی کارگری قابل دسترس، عملیات تولید، سهولت و وضعیت عمل آوری و نوع توتون مورد نظر دارد.

در ایالت متحده آمریکا، روش ساقه بر تنها روش برداشت است واستفاده از این روش، از زمانی که سایر روش‌ها منسوخ شدند، افزایش یافت. توتون‌های بریده که به صورت عمودی در مزرعه برای پژمرده شدن قرار داده شده‌اند ممکن است آفتاب سوخته شده و کیفیت شان کاهش یابد. از دست دادن آب بصورت معنی دار طی دوره پژمرده شدن در مزرعه، نیروی کاری مورد نیاز و همچنین احتمال شکستگی برگ‌ها را کاهش می‌دهد. توتون مریلند نسبت به خسارات ناشی از آفتاب در مرحله پژمردگی مزرعه حساس تر است لذا جهت کاهش خسارت طول مدت این مرحله در توتون مریلند باید کمتر باشد. با این که توتون مریلند هنگام برداشت شکننده تر است ولی اگر در مزرعه به مدت کوتاهی برای پژمرده شدن قرار داده شود می تواند خسارت کمتری را متحمل شود. در بیشتر مناطق، شدت نور خورشید و دما استفاده از مزرعه را برای پژمرده

کردن توتون، با مشکل مواجه می‌سازند. اگرتوتون سوخته شده در اثر خورشید، ۲ تا ۳ روز بیشتر در مزرعه بماند نقاط آسیب دیده، به رنگ سفید در آمده و کیفیت بهبود می یابد، هر چند که کیفیت آسیب دیده است. در بعضی از مناطق، ادامه قرار دادن بوته‌ها در مزرعه، ، آنها را در برابر بارندگی بی حفاظ می کند. بارندگی که دانه‌های خاک را روی برگ‌ها پخش می کند، باعث کاهش بیشتر کیفیت یا وارد آمدن خسارت فیزیکی به برگ‌های رسیده می شود. در بعضی از مناطق، کندن برگ‌های زیرین قبل از کف بر نمودن ساقه‌ها، برای جلوگیری از کاهش کیفیت، یک امر عادی است. همچنین در بسیاری از مناطق، برداشت برگ‌های رسیده یا خاک برگ‌ها قبل از بریدن ساقه، یک کار رایج می باشد. برداشت بر گهای رسیده برای تولید محصولی با کیفیت بهتر، حیاتی می باشد. خصوصیات برگ توتون رسیده که در بالا توصیف شده، برای تشخیص برگ‌های رسیده مفید خواهد بود. روش مناسب تشخیص برگ‌های رسیده متفاوت است، اگر برگ‌های برداشت شده بیش از حد رسیده باشند در عمل آوری، برگ‌های نازک با بافت ضعیف تولید خواهند کرد و اگر نارس برداشت شوند بعد از عمل آوری برگ‌ها سبز باقی خواهند ماند.

عمل آوری و خشکانیدن

از بین رفتن رطوبت و عمل آوری بعد از برداشت، شروع می شود. قبلا بجزء چند مورد برداشت با دست انجام می‌شد که‌این موارد شامل برداشت کننده‌های مکانیکی برگ و ساقه در ژاپن و سایر نقاط، می‌باشد(Ohori, 1996). عمل آوری چیزی بیش از خشک شدن برگ‌هاست و مستلزم یک سری تغییرات فیزیکی و شیمیایی می باشد که به آرامی با کاهش رطوبت در برگ رخ می دهد. عمل آوری شامل سه مرحله می باشد (Jeffrey, 1940 . Massie and Smiley, 1974. Mckee and Conrad, 1994). مرحله اول، مرحله سبز است که کمتر از ۲ تا ۵ روز طول می کشد. در طی این مرحله مقدار کلروفیل تدریجا تنزل می‌یابد و مرحله دوم یعنی مرحله زرد نزدیک می شود. مرحله سبز در توتون بارلی که به منظور پژمرده شدن در مزرعه قرار داده شده‌اند، شروع شده و ادامه یابد. اگر در طی این مرحله به بر گهای توتون خسارت وارد شود و وضعیت کاهش سریع رطوبت حاکم شود و هیچ تلاشی برای تنظیم رطوبت از دست رفته نشود، برگ‌ها عمل آوری شده سبز خواهند شد.

مرحله دوم طولانی تر بوده و بسته به شرایط عمل آوری، ۵ تا ۱۰ هفته طول می کشد. در مرحله دوم، مقدار رنگدانه‌های زرد نسبت به کلروفیل بصورت آهسته تری تنزل می‌یابند. با این وجود تغییر رنگ فقط قسمتی از مرحله دوم عمل آوری می باشد. در طی این مرحله، قبل از شروع پسابیدگی، تعداد زیادی واکنش‌های متقابل شیمیایی در داخل برگ‌ها انجام می گیرد. هر عاملی که میزان خشک شدن را افزایش دهد می تواند سبب باقی ماندن رنگ دانه‌های زرد در برگ‌های عمل آوری شده و به طبع آن ایجاد خصوصیات نامطلوب شیمیایی در برگ‌ها شود. رطوبت

محیطی زیاد خشک شدن برگ‌ها تاخیر ایجاد می‌کند شرایط مناسبی را برای رشد و فعالیت قارچ‌ها و باکتری‌ها مهیا می کند. سوختگی موضعی ناشی از تخریب برگ توتون که در اثر فعالیت قارچ‌ها و باکتری‌ها به وجود می آید، باعث کاهش ماده خشک وکیفیت برگ توتون می شود. مرحله سوم عمل آوری، مرحله قهوه ای است که در این مرحله رنگ دانه‌های زرد تدریجا تغییر یافته و بر گها قهوه ای می شوند. در توتون‌هایی که به مرحله سوم رسیده اند، تغییرات شیمیایی متوقف می شود. این به معنی نیست که، در توتون‌هایی که با مرحله قهوه ای شدن رسیده اند، تغییرات نمی تواند ایجاد شود. در این مرحله رطوبت هنوز موثر بوده و توتون می تواند با جذب رطوبت و پس دادن آن به عنوان تغیرات رطوبت محیطی، سیاه شود.با این جذب و پس دادن رطوبت برگ‌ها از حالت شکننده تا حالت خیس متغیر خواهند بود.حالت خشکی بیش از حد، تغیرات شیمیایی را در برگ متوقف می‌کند و محصولی با کیفیت تنزل یافته بر جای می‌گذارد. اگر عمل آوری در مرحله سبزی برگ‌ها متوقف شود، رنگ دانه‌های سبز در برگ‌های خشک شده باقی می ماند. رنگ دانه‌های سبز مزبور با گذشت زمان و فراهم نمودن رطوبت مناسب برای تولید محصول مرغوب به تدریج کاهش می‌یابند. برگ‌های چیده شده بارلی سریع تر از روش ساقه بر عمل آوری می شوند. و نسبت به روش ساقه بر تمایل به داشتن رنگ روشن تر و داشتن سبزی یا زردی بیشتر دارند.

حرارت، رطوبت، جریان هوا و نور خورشید بر درجه عمل آوری موثر هستند. افزایش درجه حرارت، جریان هوا و نور خورشید سرعت خشک شدن را افزایش داده ولی افزایش رطوبت، آن را کاهش می دهد(.Jeffery,1940. Jeffery, 1946). درجه حرارت بیشترین تاثیر را بر فعالیت‌های شیمیایی در طی مرحله عمل آوری دارد. ۱۸ تا۳۲ درجه سانتی گراد دامنه مطلوب برای دما می باشد. هر چند که جفری تعیین کرده که عامل رطوبت در دامنه محدود مناسب بین ۶۵ تا ۷۰ درصد رطوبت نسبی، کارایی بالاتری در عمل آوری توتون دارد (Jeffery, 1940). در مناطقی که در طی مرحله عمل آوری، بارندگی کم می باشد، تاسیسات عمل آوری را در مقابل نور خورشید قرار می دهند. در این محل‌ها، نور خورشید با اثر منفی رطوبت پایین را در مرحله خشکانیدن ترکیب می شود. در آمریکای مرکزی و مکزیک، رطوبت پایین و درجه حرارت زیاد در طی فصل‌های عمل آوری خشک شدن برگ‌ها را درمرحله زرد شدن تسریع می کند و نتیجه تولید توتون‌های الوان یا pie-bald می باشد. در بازار امروزی توتون‌های سریع عمل آوری شده نسبت به توتون‌هایی که به آرامی عمل آوری شده‌اند، دارای مقبولیت کمتری هستند. توتون‌های سبز یا لکه‌دار هم نامرغوب هستند و شدیدا تحت تاثیر رطوبت و درجه حرارت طی مراحل اولیه عمل آوری به وجود آمده اند. صرفنظر از رطوبت، دمای کم، برگ سبز تولید می کند. میزان خسارت بستگی به اندازه تغییرات رطوبت از حد معمول دارد (Walton and Henson,1971). دامنه مناسب رطوبت و دمای کم توتون‌های سبز یا لکه دار ایجاد می‌کند. با افزایش دما به طرف حد مجاز بالایی، رطوبت زیاد، شرایط مساعدی را برای فعالیت میکروب‌ها

فراهم می کند و منجر به تولید توتون‌هایی پوسیده یا دارای لکه‌های سوخته سیاه شده و کاهش وزن برگ خشک می‌شود.

تاسیسات عمل آوری

تاسیسات عمل آوری توتون هواخشک باید از مزایای شرایط محیطی برای عمل آوری مناسب استفاده کند. تاسیسات عمل آوری از داربست‌های هوای باز تا انبارهای سنتی بارلی که در مناطق بلوگراس(Bluegrass) کنتاکی مرسوم هستند، متنوع می باشند. ویژگی‌های یک تاسیسات عمل آوری خوب باید خسارات ناشی از شرایط عمل آوری را به حداقل رسانده و توتون‌ها را از آسیب‌های باران و باد حفظ کند. این امکانات باید رطوبت و شرایط عمل آوری آهسته را، مخصوصا در مناطق خشک حفظ کند. صرفنظر از شرایط عمل آوری، تاسیسات عمل آوری باعث می شوند که بجز جریان هوا، بر سایر فاکتورهای محیطی به مقدار جزئی کنترل داشت. تنظیم جریان هوا بر روی دما، رطوبت تاثیر دارد و باعث کنترل عمل آوری می‌شود. تراکم برگ‌ها یا بوته‌ها در داخل انبار، موقعیت انبار نسبت به جهت وزش بادهای محلی، تهویه، دریچه‌ها و درب‌های موجود در انبار و اندازه انبار، همگی بر مقدار جریان هوا موثر هستند. اوبن نون(۱۹۴۳) رابطه زیر را ارائه کرد:

$$Q = \frac{Vd(A+C)}{BSP}$$

Q= مقدار هوای وارده و خارج شده از انبار ، V = سرعت باد، d = جهت باد، زمانی که به صورت عمودی در انبار زیاد می شود، A = مساحت دریچه‌های تهویه، C = مساحت درزها، B = عرض انبار، S = فضایی که توتون اشغال کرده، P = اندازه بوته‌ها

با عبور هوا از داخل توتون‌های در حال عمل آوری، رطوبت تبخیر شده و موجب خنکی برگ‌ها می شود. در همان زمان، تهویه عمل آوری را افزایش می دهد. انبار پر شده از توتون، از حرکت جریان مناسب هوا در داخل انبار جلوگیری می کند. قرار دادن توتون‌ها، با تراکم بیش از اندازه در داخل انبار، زمینه را برای سوختگی برگ‌ها فراهم می کند. در نظر گرفتن کانال هوا در میان توتون‌ها، اجازه می دهد هوا از اطراف توتون‌ها و نه از میان آنها گذر کند، این موضوع میزان تهویه مورد نیاز را نیز کاهش می دهد. قرار دادن یکنواخت و منظم توتون‌ها در جهات عمودی وافقی در داخل انبار، عملیات عمل آوری را تضمین می کند. شرایط عمل آوری توتون در نواحی خاص فضای مناسب مورد لزوم برای آن ناحیه را دیکته می‌کند. از آنجا که عبور هوا در مسافت‌های کم موثرتر است، جهت دادن سطوح پهن ساختارهای عمل‌آوری به سمت غالب باد، تهویه را بهبود می‌بخشد. زمانی که طول انبار برای هدایت هوا حالت بحرانی ندارد و جهت‌گیری مناسب است، پهنای بیش از ۱۲ متر انبار باعث کاهش کارایی تهویه می شود. انبار با تهویه شامل یک سوم از سطه صاف، دارای حداکثر پتانسیل تهویه است. در جاهایی که جریان هوا کم

است، استفاده از پنکه می تواند تهویه را بهتر کند. پنکه‌هایی که جهت کشیدن هوا از میان توتون‌های در حال خشک شدن طراحی شده‌اند نسبت به سایر روش‌ها، کاراتر هستند. عمل آوری با انجام تنظیم‌های مناسب تهویه همچنان که به وسیله شرایط محیطی دیکته می‌شود بهبود می یابد (OBannon, 1947. Massie and Smiley, 1974. Mckee and Conrad, 1994).تاسیسات عمل‌آوری سنتی به تدریج بوسیله تاسیات موقتی یا نیمه موقتی جایگزین می‌شوند. این تاسیسات با سرمایه گذاری کم، کاهش هزینه کارگری و در بعضی از موقعیت‌ها باعث بهبود عمل‌آوری و کیفیت وتوتون می‌شوند. به صورت عموم از پلاستیک‌های مشکی برای پوشش سقف و اطراف تاسیسات استفاده می‌شود هرچند که پلاستیک تاسیسات، را کمتر در برابر باد و باران محافظت می‌کند. با بالا و پایین کشیدن پرده‌های پلاستیکی جانبی تاسیسات عمل‌آوری می‌توان جریان هوا را کنترل کرد این مسئله باعث نگهداری حداکثر رطوبت در داخل تاسیسات، مخصوصا در مناطق خشک می‌شود. این تاسیسات دارای فضاهای خالی کمتری در زیر توتون‌ها هستند لذا این امر باعث کاهش تهویه در این تاسیسات می‌شود. حفظ حداقل عرض تاسیسات، احتمال پوسیدگی یا سوختگی برگ‌ها را کاهش می‌دهد. این تاسیسات نمی‌تواند جایگزین مدیریت کامل عمل‌آوری شوند. مدیریت تهویه یک امر حیاتی ضروری برای این تاسیسات می‌باشد.

شرایط برگ‌های عمل‌آوری شده ی در تماس با هوای داخل تاسیسات، شاخص خوبی برای نشان دادن رطوبت نسبی هستند.(جدول۵/۱۱). نمونه‌های خشک در مقادیر کم یا مقادیر تعیین شده رطوبت نسبی در دامنه‌های هدف ۶۵ تا ۷۰ درصد می‌باشند. شرایط برگ‌های در حال عمل‌آوری، مقدار تهویه کم یا زیاد را تعیین می‌کند. اگر توتون‌ها ی در حال عمل‌آوری، در جایی محافظت شده ولی بی حفاظ در برابر رطوبت محدود قرار داده شده باشند ارزیابی بیشتر برای تعیین تهویه مناسب لازم برای آنها ضروری است. برگ‌های در حال عمل‌آوری شده در وضعیت متوسط تا عالی در داخل تاسیسات، نیاز به تهویه بیشتر را نشان می‌دهد. برگ‌های شکننده و ضعیف نشان دهنده‌این است که عمل‌آوری سریع صورت گرفته است. بستن دریچه‌های تهویه، رطوبت را حفظ کرده و عمل‌آوری را با کندی مواجه می‌سازد. اگر شرایط عمل‌آوری سریع در داخل تلاسیسات به وجود آید، با باز کردن دریچه‌ها در شب، هوای خنک تر و با رطوبت بیشتر داخل تاسیسات وارد می‌شود. با تنظیم مناسب نسبت رطوبت از دست رفته، امکان عمل‌آوری مناسب را مهیا می‌کند. استفاده از گرما برای کنترل رطوبت داخل تاسیسات امکان پذیر بوده ولی پرهزینه و دارای ریسک است. فضای مناسب و کنترل گرما برای جلوگیری از لکه‌های گرمایی که باعث باقی ماندن لکه‌های سبز یا زرد در برگ‌ها می‌شود، ضروری است. گرمای ملایم نتیجه بهتری به همراه داشته و استفاده از منابع مختلف گرمایشی ترکیبی، گرما را بهتر پخش می‌کند. در زمانیکه هوا گرم شده رطوبت را از برگ‌ها می‌گیرد، لازم است برای خروج رطوبت عمل تهویه انجام گیرد. گاز طبیعی، گاز پروپانل مایع (LP) یا زغال سنگ(کک) سوخت‌های مناسبی برای

عمل‌آوری در شرایط رطوبی بالا هستند. سوخت‌هایی که با شرایط نادرست بر کیفیت توتون تاثیر می‌گذارند برای استفاده برای عمل‌آوری مناسب نیستند.

جدول۱۱: وضعیت توتون‌های عمل‌آوری شده آویخته شده نسبت به رطوبت نسبی*.

احساس برگ عمل‌آوری شده	رطوبت نسبی(درصد)
عالی	۹۰ تا ۱۰۰
متوسط تا عالی	۸۵ تا ۹۰
متوسط	۸۰ تا ۸۵
کم تا متوسط	۷۵ تا ۸۰
کم	۷۰ تا ۷۵
خشک تا متوسط	۶۵ تا ۷۰
خشک	۶۰ تا ۶۵
خشک تا ترد	۵۵ تا ۶۰
ترد	۵۰ تا ۵۵
شکننده	۰ تا ۵۰

*= گرفته شده ازبولتن۵۰۱ ایستگاه تحقیقات کشاورزی کنتاکی، شرایط مدیریت انبار توتون بارلی

آماده کردن برای فروش

با کامل شدن عمل‌آوری توتون، می‌توان شروع به درجه‌بندی کرد. ساقه‌های پروار یا ساقه‌هایی که کاملا عمل‌آوری نشده‌اند نشان می‌دهند که ساقه‌های توتون برای جداکردن برگ‌ها آماده نیستند. اگر توتون‌های مربوط به ساقه‌های کاملا عمل‌آوری نشده، با سایر برگ‌ها عدل‌بندی شوند، می‌تواند سبب پوسیدگی برگ‌ها شود. بر گ‌های مربوط به توتون‌های ساقه بر شده بعد از عمل‌آوری کامل باید از ساقه جدا شوند. توتون‌های عمل‌آوری شده فقط در زمانی که در وضعیت مناسبی از نظر درصد رطوبت قرار دارند، دسته‌بندی می‌شوند. نور مناسب برای دسته‌بندی و کندن برگ‌ها بسیار مهم است نور طبیعی یا نور فلورنس برای این کار مناسب هستند. باید از استفاده نور مستقیم خورشید برای تشخیص رنگ مطلوب خودداری کرد. درجه‌بندی توتون بسته به تقاضای بازار متنوع است. مرحله اولیه جدا کردن برگ‌ها به شکل درجه‌بندی اولیه بوده اما تقسیم بندی بعدی برای دسته‌بندی بر اساس رنگ کردن و آسیب دیدگی بعد از عمل‌آوری ضرورت دارد. توتون‌های ساقه بر شده ممکن است به عنوان توتون برگ جدا شده از ساقه، درجه‌بندی شوند. برگ‌ها بر اساس موقعیت در روی ساقه، رنگ، بافت برگ و مقدار خسارت وارد شده طی مرحله جداسازی ازساقه، دسته‌بندی می‌شوند. مخلوط کردن توتون‌های مربوط به قسمت‌های مختلف ساقه، از نظر بازار پسندی مناسب نمی‌باشد. برگ‌های مربوط به قسمت‌های مختلف ساقه، از نظر خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خیلی متفاوت به نظر می‌رسند.

MARKET PREPARATION

Once tobacco completely cures, sorting or grading of tobacco can begin. 'Fat' stems or stems that have not completely cured are an indication that the tobacco is not ready for stripping. Fat stems can cause rot if bulked with other cured leaves. Leaves on stalk-cut tobacco should break clean from the stalk when fully cured. Handle cured tobacco only when in proper case or order (moisture level).

Good lighting is important for sorting or stripping tobacco. Either natural or fluorescent light is suitable for this process. Direct sunlight should be avoided for best color distinction.

Grading of tobacco varies depending on the market demand. The priming process is a form of pregrading, but further classification is often necessary to sort out off-color variation and damaged leaves after curing. Stalk cut tobacco must be graded as it is stripped. Leaves are sorted by stalk position, color, leaf texture and the degree of damage during the stripping process in stalk cut tobacco. Mixing across stalk positions is undesirable regardless of the market. Leaf chemical and physical handling characteristics vary considerably with change in stalk position.

REFERENCES

Anonymous (1954) Tobacco production in Kentucky. *Kentucky Agric. Ext. Serv.*, Lexington.

Anonymous (1993) *Sulfentrazone (F6285)*. Technical bulletin, FMC Corporation. Philadelphia, PA.

Anonymous (1996) 1996–1997 Lime and fertilizer recommendations. *Kentucky Coop. Ext. Serv., AGR-1.*

Bruns, H.A. & McKee, C.G. (1985) *Sucker Control Chemicals for Maryland Tobacco. Fact Sheet 214.* Cooperative Extension Service, The University of Maryland, College Park, Maryland.

Glass, J.M. (1983) Production and leaf chemistry of burley tobacco in Latin America. *Rec. Adv. Tob. Sci.*, 9, 77–99.

Hamilton, J.L. & Lowe, R.H. (1981) Organic matter and N effects on soil nitrite accumulation and resultant nitrite toxicity to tobacco transplants. *Agron. J.*, 73, 787–90.

Isaacs, S.G. (1993) Choosing a tobacco plant spacing. In: *Tobacco in Kentucky*, (eds W.C. Nesmith, *et al.*) *Kentucky Coop. Ext. Serv., ID-73.*

Jeffrey, R.N. (1940) The effect of temperature and relative humidity during and after curing upon the quality of white burley tobacco. *Bulletin No 407.* Kentucky Agricultural Experiment Station, Lexington, Kentucky.

Jeffrey, R.N. (1946) The relation of curing conditions to quality in burley tobacco. *Bulletin No 496.* Kentucky Agricultural Experiment Station, Lexington, Kentucky.

McKee, C.G. & Conrad, D.L. (1994) *Handbook on the Culture of Maryland Tobacco*, 9th edn. Maryland Tobacco Improvement Foundation, Inc, Upper Marlboro, Maryland.

Massie, I.E. & Smiley, J.H. (1974) Harvesting and curing burley tobacco. *Agronomy Bulletin No 14.* University of Kentucky, Lexington, Kentucky.

Mulchi, C.L. (1985) Environmental factors affecting the growth, chemistry and quality of tobacco. *Rec. Adv. Tob. Sci.*, 11, 3–46.

O'Bannon, L.S. (1943) Distribution of temperature and relative humidity within a burley tobacco barn. *Bulletin No 444.* Kentucky Agricultural Experiment Station, Lexington, Kentucky.

O'Bannon, L.S. (1947) Principles of burley tobacco barn operation. *Bulletin No 501.* Kentucky Agricultural Experiment Station, Lexington, Kentucky.

Ohori, K. (1996) *A Historical Review of Tobacco Production, Studies and Technological Developments in Japan.* Japan Tobacco Inc, Tokyo.

Palmer, G.K. & Calvert, J.R. (1993) Topping, sucker, and harvest management for burley tobacco. In: *Tobacco in Kentucky*, (eds W.C. Nesmith, *et al.*). Kentucky Cooperative Extension Service, ID-73.

Palmer, G.K., Smiley, J.H. & Calvert, J.R. (1986) *Sucker Control in Burley and Dark Tobaccos. AGR-75.* Cooperative Extension Service, University of Kentucky, Lexington.

Pearce R.C. & Zeleznik, J. (1996) Evaluation of weed control options for no-till burley tobacco production. In: *Agronomy Research Report 1996. Progress Report 385.* pp. 33–5. Kentucky Agricultural Experiment Station, Lexington.

Phillips R.E. & Zeleznik, J.M. (1989) Production of burley tobacco using no tillage and conventional tillage. *J. Prod. Agr.*, 2, 343–6.

Sims, J.L. (1980) *Molybdenum Nutrition of Burley Tobacco. Agr. 82.* Department of Agronomy, University of Kentucky, Lexington.

Sims, J.L. (1993) Field selection and fertilization of tobacco. In: *Tobacco in Kentucky*, (eds W.C. Nesmith, *et al.*) pp. 13–14. *Kentucky Coop. Ext. Serv. ID-73.*

Sims J.L., Thom, W.O., Wells, K.L. & Oldham, J.L. (1994) Effect of strip band and in-row placement of phosphorus and potassium fertilizer on growth, yield, and efficiency of potassium use by burley tobacco. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 25, 2627–38.

Thomson, W.T. (1993) *Agricultural Chemicals, Book II – Herbicides.* Thomson Publications, Fresno, California.

Thomson, W.T. (1995) *Agricultural Chemicals, Book III – Miscellaneous Agricultural Chemicals.* Thomson Publications, Fresno, California.

Walton, L.R. & Henson, W.H., Jr (1971) Effect of environment during curing on the quality of burley tobacco. I. Effect of low humidity curing on support price. *Tob. Sci.*, 15, 54–7.

for building poor-boy tobacco seeders. *Agric. Expt. Sta. Res. Rep. 94-04.* University of Tennessee, Knoxville.

Miller, R.D. & Hunter, P.P. (1987) Registration of 'DF 485' dark fire-cured tobacco. *Crop. Sci.*, 27, 1313–14.

Miller, R.D. & Legg, P.D. (1990) A grade index for type 22 and type 23 fire-cured tobacco. *Tob. Sci.*, 34, 102–104.

Parks, W.L. & Salley, L. (1967) Effect of soil pH and potash on the yield and quality of dark tobacco. *Agric. Expt. Sta. Bull. 414.* University of Tennessee, Knoxville.

Pearce, B. (1997) A closer look at plant nutrients. In: *Burley and Dark Tobacco Production Guide 1997.* Rural Press USA, Raleigh, NC.

Pearce, B. & Maksymiuk, B. (1997) Careful management needed with float plants. In: *Burley and Dark Tobacco Production Guide 1997.* Rural Press USA, Raleigh, NC.

Rhodes, G.N. & Fowlkes, D.J. (1995) Control weeds in burley and dark tobacco. *Agric. Ext. Serv. Pub. PB 1071.* University of Tennessee, Knoxville.

Rhodes, G.N., Hunter, P.P. & Burgess, E.E. (1980) Dark tobacco production in Tennessee. *Agric. Ext. Serv. Pub. 899.* University of Tennessee, Knoxville.

Semtner, P.J. (1990) Insects on tobacco. In: *1990 Dark Fire-Cured Tobacco Production Guide. Va Coop. Ext. Serv. Pub. 436-048.* Virginia Poly. Inst. and State Univ., Blacksburg.

Shuffett, D.M. (1986) Tobacco's economic impact in Kentucky. In: *Tobacco in Kentucky. Kent. Ext. Serv. Pub. ID-73.* University of Kentucky, Lexington.

Smiley, J.H., Nielsen, M.T. & Palmer, G. (1986b) Variety selections very important. In: *Tobacco in Kentucky. Kent. Ext. Serv. Pub. ID-73.* University of Kentucky, Lexington.

Smiley, J.H., Palmer, G. & Calvert, J.R. (1986a) The seed bed. In: *Tobacco in Kentucky. Kent. Ext. Serv. Pub. ID-73.* University of Kentucky, Lexington.

فصل ۵

عملیات تولید

ج: توتون شرقی

S.N. Gilchrist

R.J. Reynolds Tobacco Company

Winston- Salem, North Carolina, USA

مترجم: میثم حسنی

(کارشناس سابق زراعت مرکز تحقیقات توتون ارومیه)

مقدمه

نظرات متفاوتی در مورد تاریخچه و منشاء دقیق پیدایش توتون شرقی وجود دارد. به هر حال اتفاق نظر بدین گونه می‌باشد که واریته‌های توتون شرقی از گونه‌های اصلی توتون به نام *Nicotiana Tabacum* به وجود آمده‌اند. اعتقاد بر این است که بذر توتون شرقی از واریته‌های بومی‌آمریکا بوده و احتمالا از طریق تاجران اسپانیایی و انگلستانی به منطقه ترکیه وارد شده است و در طول زمان به سرزمین‌های مناسب کشت و زرع این گیاه گسترش یافته است. این تئوری و فرضیه بالا می‌تواند کشت و زرع وسیع این محصول را در منطقه مدیترانه و بالکان توجیه کند. در هر صورت سابقه کشت این نوع توتون و توتون‌های آروماتیک از قرن هفدهم میلادی و قبل از آن هم به صورت مستند و مکتوب وجود دارد. مشخصه مهم امروزی توتون شرقی اندام و برگ‌های کوچک با خصوصیات معطر ویژه و منحصر به فرد که حاصل سازگاری این گیاه با زمین‌های فقیر و آب و هوای پرتنش در قرون گذشته بوده می‌باشد. منافع تجاری توتون شرقی در اوایل قرن بیستم زمانی آغاز شد که سیگارهای تولیدی ترکیه در اروپا به طور گسترده‌ای محبوبیت پیدا کرد که مصادف با گسترش تجارت انواع سیگارهای آمریکا در بازارهای اروپایی بود. اوایل در خرمن‌های آمریکایی که از توتون‌های ویرجنیا و بارلی درست می‌شدند از توتون شرقی برای نرم کردن و معطر کردن این نوع خرمن‌ها استفاده می‌شد. در اواخر جنگ جهانی دوم محبوبیت سیگارهای آمریکایی در بازارهای اروپایی و آمریکایی افزایش یافت و تقاضا برای توتون شرقی با افزایش روبرو شد. امروزه استفاده از این نوع توتون در تمام دنیا نیز مرسوم شده است. کتاب با عنوان توتون معطر یا توتون شرقی نوشته Wolf در سال ۱۹۶۲ در تهیه این بخش مورد استفاده قرار گرفته است.

مناطق رشد توتون شرقی و انواع آن

امروزه کشت توتون شرقی هنوز در مناطق جغرافیایی خاص خاستگاه این نوع توتون از جمله نزدیک سواحل شرقی مدیترانه، اطراف دریای اژه، مارمارا و دریای سیاه رایج است. ترکیه، یونان، بلغارستان و یوگسلاوی سابق تا جمهوری مقدونیه حجم زیادی از توتون‌های شرقی کلاسیک را تولید می‌کنند. علاوه بر نوع کلاسیک، توتون‌های شرقی و نیمه شرقی در کشورهای ایتالیا، آلبانی، سوریه، ایران، لبنان، روسیه و تایلند نیز کشت می‌شوند. مناطق قدیمی‌کشت توتون شرقی دارای آب و هوا، توپوگرافی و وضعیت خاک یکسانی می‌باشند که باعث رشد و تولید توتون در این مناطق شده است. معمولا بهترین شرایط آب و هوایی برای رشد توتون شرقی آب و هوای معتدل، زمستان و بهار مرطوب و تابستان و پاییز خشک می‌باشد. ایده‌آل‌ترین برگ تولید شده این تیپ در زمین‌های سنگلاخی، فقیر از نیتروژن به دست می‌آید. زمین‌های مناسب عموما دامنه‌های شیب‌دار کوه‌ها یا مناطق کوه پایه‌ای با شیب کم و با زهکشی مناسب و نور مستقیم و همیشگی خورشید می‌باشد. عموما این زمین‌ها برای دیگر محصولات مناسب نمی‌باشند و

تولید این نوع توتون در این چنین زمین‌هایی با کمترین هزینه امکان پذیر می‌باشد. مناطق اولیه کشت توتون شرقی به صورت گسترده می‌تواند به سه قسمت ازمیر، دریای سیاه و بخش‌های زیادی از مقدونیه تقسیم شود. علاوه بر تشابهات وضعیت مناطق سه‌گانه بالا، تفاوت آب و هوایی و خاک موجود در این مناطق، باعث تکامل این تیپ شده و واریته‌های تکامل یافته از نظر فیزیکی، شیمیایی و ویژگی دود تولیدی از هم متمایز شده‌اند و با پیشرفت فرمولاسیون خرمن‌های سیگارت، این واریته منحصر به فرد، مانند سایر توتون‌های گرمخانه‌ای و هوا خشک در یک گروه دیگری با نام توتون شرقی قرار گرفتند که جایگاه خاصی در فرمولاسیون خرمن‌ها بری تنوع بعضی محصولات تولیدی دارند.

تیپ ازمیر: بیشترین تولید در توتون‌های شرقی مربوط به واریته ازمیر می‌باشد. تولید این واریته در ترکیه با شعاع تقریبا ۲۰۰ کیلومتر از بندر اژه شهر ازمیر می‌باشد که بیشتر از نصف توتون شرقی تولیدی ترکیه به حساب می‌آید. در قرن اخیر میانگین تولید این واریته ۳۳۰ میلیون پوند با نوسانات تولید از ۴۴۰ میلیون پوند تا کمتر از ۲۵۰ میلیون پوند بوده که‌این نوسانات کمتر تابع تقاضای بازار بوده و بیشتر تحت تاثیر مداخله‌های سیاسی هم در قسمت تولید و هم میزان تولید بوده است. توتون ازمیر واریته‌ای بسیار معطر و دارای ویژگی‌هایی مانند برگ‌های کوچک با تجمع روغن بالا می‌باشد. به خاطر ضخیم و حجیم بودن برگ‌ها خصوصا برگ‌های بالای بوته، این واریته ظرفیت پرکنی ضعیفی را دارا بوده و سوزش پایینی دارد. از نظر شیمیایی این واریته اسیدی‌ترین واریته در توتون‌های شرقی بوده که درصد بالایی از قند (۱۵ تا ۲۰ درصد) و نیکوتین کم (کمتر از ۱ درصد) را دارد. طبیعت اسیدی این واریته برای ملایم کردن دود و یا خنثی کردن ویژگی قلیایی بودن بارلی در داخل خرمن‌ها خیلی با اهمیت به نظر می‌رسد. همچنین با قابلیت سوزش پایین، این واریته باعث بهتر و متعادل شدن سوزش واریته‌های بارلی و مریلند نیز می‌شود. از ویژگی‌های منحصر به فرد این واریته، دود معطر با مزه شیرین بوده که روی نوک زبان هنگام کشیدن سیگار احساس تیزی می‌دهد. این خصوصیات به همراه عملکرد تولید زیاد و پایدار، این واریته را به جزئی از اجزای خرمن سیگارت‌های بلند تبدیل کرده است.

تیپ باسمای مقدونیه: طیف گسترده‌ای از تیپ باسمای معطر، در منطقه‌ای قدیمی مقدونیه تولید می‌شود. امروزه این منطقه جغرافیایی شامل یونان، جنوب بلغارستان، شمال جمهوری شوروی سابق می‌باشد. توپوگرافی و آب و هوای این منطقه متفاوت از توپوگرافی و آب و هوای کنار دریای اژه و شمال یونان و مرکز بلغارستان می‌باشد. بر همین اساس شرایط کشت خیلی متفاوت می‌باشد و در نتیجه تفاوت‌های زیادی برای تولید هر واریته وجود خواهد داشت. بیشترین مقبولیت را در تیپ باسما، باسمای یونان دارا می‌باشد که واریته ضعیف و حساس با برگ‌های کوچک و مواد معطر خوشایند می‌باشد. باسما ابتدا در شرق مقدونیه و شمال یونان کشت می‌شد. اما امروزه باسمای با کیفیت پایین و با درجات پایین در مرکز و جنوب مقدونیه تولید می‌شود.

کشت و تولید باسما در یونان در دهه‌های اخیر به صورت فزاینده‌ای کاهش یافته است و دلیل آن به خاطر نیاز به نیروی کارگری زیاد و هزینه و وقت زیاد برای کشت این نوع محصول می‌باشد. البته اخیرا تولید باسما به ثبات رسیده و به ۵۵ میلیون پوند در هر سال رسیده است. باسمای یونانی عموما به عنوان یکی از بهترین نوع توتون سیگار با طعم خوشایند می‌باشد. این نوع توتون شرقی به واسطه ویژگی‌هایی مانند دود غنی از مواد آرومایتک و مزه خاص به عنوان توتون مرغوب شناخته می‌شود. باسما دارای ویژگی جذب نیکوتین از ۲ تا ۳ درصد و میانگین قند ۱۰ تا ۱۲ درصد می‌باشد. با افزایش تقاضا برای سیگارت‌های بلند ملایم، نیاز برای باسمای یونانی خیلی زیاد خواهد شد و از آنجا که هزینه تولید بالا دارد معمولا بالاترین قیمت را در انواع توتون شرقی دارا می‌باشد.انواع باسما در مرکز و غرب مقدونیه در یونان شمالی تولید می‌شود. کاباکولاک که در زبان ترکی گوش ضخیم می‌باشد یک واریته خنثی است که برای اولین بار در خرمن‌های اروپا رایج گشت ولی امروزه واریته مهمی در خرمن سیگارت‌های آمریکایی به شمار نمی‌آید و در این نوع خرمن از اهمیت کمتری برخوردار است. کاباکولاک معمولا در زمین‌های مسطح و غنی و اغلب با آبیاری مورد کشت قرار می‌گیرد و هنگامی‌که زمین زراعی ویژگی‌های ایده‌آلی را داشته باشد کیفیت و قیمت آن با واریته‌های کلاسیک و قدیمی تیپ شرقی قابل مقایسه نمی‌باشد. کاباکولاک یک واریته با برگ‌های زیاد و جثه بزرگ با مواد معطر و روغن کم می‌باشد. این رقم معمولا از نظر نوع دود خنثی و با عطر کم می‌باشد که بهره کمتری از خواص رایج توتون‌های شرقی را دارد و امروزه به طور کلی به عنوان توتون شرقی پرکننده مورد استفاده قرار می‌گیرد. امروز حدود ۳۵ میلیون پوند از آن تولید می‌شود. دقیقا در حاشیه مرز یونان در بلغاستان تعدادی از تیپ‌های باسما کاشته می‌شوند. کشت واریته‌های جیبل، کروموگراد، نوروکوپ و ملنیک به صورت گسترده در مناطق ذکر شده کشت می‌گردند ولی مقادیر کمتری از چند واریته دیگر نظیر Dupnitza، East balkan هنوز مورد تقاضا هستند.

بلغارستان به عنوان تامین کننده اصلی برگ توتون و سیگارت برای اتحادیه اروپا و کشورهای بلوک شرقی بود از تولیدات توتون شرقی و نیمه شرقی سالانه نزدیک به ۱۵۰ میلیون پوند تولید دارد. در سال‌های اخیر تلاش برای تبدیل سیستم تجارت آزاد باعث کاهش تولید توتون درکشور بلغارستان تا ۴۵ میلیون پوند شده است. امروزه با سرمایه‌گذاری خارجی، تولیدات توتون‌های واریته‌های قدیمی‌دوباره به آهستگی در حال افزایش می‌باشد. بیشتر واریته‌های قدیمی‌بلغارستان مانند جیبل، کروموگراد و نوروکرپ دقیقا ویژگی حقیقی باسما را دارند یعنی تا حدودی پر برگ و کمی‌نازک، ظریف و غنی از مواد آروماتیک و با سوزش بسیار خوب و عالی هستند. این گروه از توتون تمایل به جذب نیکوتین ۱ تا ۱/۵ درصدو قند بالا حدود ۲۰ درصد را دارند. به دلیل شرایط آب و هوایی معتدل و حاصلخیزی بالا، واریته‌های دیگر بلغاری توتون شرقی تمایل به داشتن برگ زیاد و روغن پایین و رگبرگ‌های برجسته هستند. برخی از این واریته‌ها که در مناطقی با عمق خاک کم و زمین‌های مسطح مخصوصا در شمال بلغارستان پرورش داده می‌شوند

ذاتا نیمه شرقی هستند و از نظر ویژگی دود خنثی تا تند هستند. در قسمت غرب بلغارستان که قسمت اعظمی‌از خاک این کشور را شامل می‌شود و با نام FYROM خوانده می‌شود سه تیپ اصلی باسما یعنی پریلیپ، یاکا، جیبل تولید می‌شود.
با سقوط تجارت بلوک شرقی، تولید توتون به طور چشمگیری در سال ۱۹۹۷ از ۶۵ میلیون پوند به ۴۵ میلیون پوند کاهش یافته است. علی‌رغم خویشاوند بودن، خصوصیات هر یک از سه واریته بالا هم از نظر فیزیکی و هم از لحاظ خصوصیات شیمیایی و دود متفاوت است و می‌توان هر یک از آنها را در گروه‌های جداگانه‌ای قرار داد. پریلیپ بیشترین تولید را به خود اختصاص می‌دهدو به عنوان مشهورترین و مهمترین رقم به حساب می‌آید. کشت آن در منطقه ی وسیعی از اطراف مرکز شهر پرلیپ انجام می‌گیرد و نصف کل تولید توتون را شامل می‌شود. این رقم عموما برگ‌های کوچک و جثه نسبتا شبیه باسما و مواد معطر غلیظ و تند منحصر به فرد و دود معطر صدری داردکه مورد توجه متخصصین خرمن می‌باشد. رقم یاکا و جیبل در مناطق شمال غربی کوهستانی بلغارستان و مرز یونان مورد کشت قرار می‌گیرد. مانند رقم‌های قدیمی‌بلغاری آنها دارای برگ کم و بزرگ و مواد معطر خیلی کم و دود ملایم می‌باشند. درصد نیکوتین و قند آنها نیز برابر با همتای رقم‌های بلغارستانی قدیمی‌می‌باشد.

تیپ سامسون: باشی‌باغلی یک اصطلاح ترکی به معنی متصل و بسته در سر می‌باشد. هرچند امروزه به طور عمومی‌استفاده نمی‌شود و زمانی که استفاده می‌شد برای تشریح این خانواده از توصیف برگ قلبی شکل و دمبرگ پیوسته‌ای که برگ را به ساقه متصل می‌کند استفاده می‌شد. تعدادی از این واریته‌ها شامل سامسون ترکیه‌ای و بافرا در شمال شرقی ترکیه و در امتداد دریای سیاه و در قسمتی از جنوب روسیه و یونان مورد کشت و زرع قرار می‌گرفت و به همان صورت توصیف می‌شدند. امروزه خیلی معمول شده است که به واریته‌های باقی مانده از این تیپ مانند سامسون به خاطر منشاء اولیه آنها نامگذاری شوند اما شکل برگ و شکل ساقه تنها مولفه مشابه باقی مانده این تیپ می‌باشد. نام واریته سامسون از منطقه سامسون در اطراف دریای سیاه واقع در شمال شرقی ترکیه منشا گرفته است. زمین‌ها در این منطقه به سرعت از دریا به صخره‌های شیب‌دار کوه ارتفاع می‌گیرد و شیب این زمین‌ها به تندی افزایش می‌یابد و سامسون ترکیه در این زمین‌ها رشد می‌کند و همجنین رقم بافرا که رقم شبیه سامسون می‌باشد فقط در غرب شهر بافرا تولید می‌شود که هر دوی این ارقام جز بهترین توتون‌های سیگارت جهان به شمار می‌روند. در طول زمان تفاوت‌های مابین سامسون و بافرا از بین رفته و امروزه عموما به عنوان یک رقم به حساب می‌آیند که با هم تولید، بسته‌بندی و هر دو به عنوان خرمن سامسون به حساب می‌آیند. جمع کل تولیدی امروزه این رقم میانگین ۴۵ میلیون پوند می‌باشد. به خاطر بالا بودن مقدار رطوبت و همچنین پایین بودن دما در این مناطق، رسیدگی توتون نسبت به مناطق گرم و خشک با سرعت خیلی کمتری انجام می‌گیرد و در نتیجه این نوع توتون‌ها

خصوصیات و ویژگی‌های توتون هوا خشک را دارا هستند و رنگ برگ‌ها تیره‌تر و مایل به قرمز و متمایز از سایر توتون‌های شرقی هستند. سامسون در بعضی مواقع به عنوان بارلی توتون‌های شرقی محسوب می‌شود و این هم بخاطر رنگ برگ و هم به خاطر صفت صمغی بودن دود آن است. سایز برگ‌ها مایل به متوسط، رنگ پریده، کوچک و حساس هستند که باعث می‌شود به عنوان پرکن عالی با قدرت سوزش بالا به حساب آید. در مقایسه سامسون و بارلی، رقم سامسون دارای میزان نیکوتین و مقدار قند همانند توتون‌های شرقی حدود ۱/۵ تا ۱۰ درصد به ترتیب می‌باشد. گریک کاتیرینی رقم برجسته‌ای از تیپ سامسون می‌باشد. به طور کل رقم کاتیرینی از بذر بافرا مشتق شده است و در طول زمان تکامل یافته و تبدیل به یک رقم شده است که شکل برگ‌های آن تغییر کرده و مجزا شده است. این رقم به صورت تجاری در منطقه‌ای که در اطراف شهر کاتیرینی است کاشته می‌شود. مناطق اولیه کشت این رقم در دامنه کوه‌ها و روستاهای کوهپایه‌ای بوده که باعث تولید برگ‌های کوچک و کنگره‌دار و روغنی می‌شود. مشابه بذر بافرای قدیمی، این رقم نیز دارای برگ‌های قلبی شکل و دمبرگ صاف و راست می‌باشد. بر خلاف سامسون، رقم کاتیرینی دارای برگ‌های زرد متمایل به نارنجی (زرد آلویی) و طعم خوشایند شیرین و مزه عطر مانند دارد. در مناطق جلگه‌ای کاتیرینی با کیفیت پایین رشد می‌کند زیرا این زمین‌ها باعث می‌شود این رقم برگ‌دار و جسیم شود، رنگ پریده و روشن شوند و دود سیگار این برگ‌ها ناملایم و تند می‌شود. مقدار نیکوتین این رقم ۱/۵ تا ۲ درصد و میانگین قند آن حدودا ۱۵ درصد می‌باشد. میانگین کل تولید این رقم در سال ۱۹۹۷ به ۴۵ میلیون پوند در سال رسید.

رقم سوم از تیپ سامسون سوشومی است که اصالتا در اتحادیه جماهیر شوروی سابق در اطراف شهر سوشومی مورد کشت و زرع قرار می‌گرفته است. در اواخر سال ۱۹۷۰هنگامی‌که بعضی از ارقام اصیل منتشر شده‌اند، بذر این توتون از طرف روسیه به یونان آورده شد و اولین بار در مرز بلغارستان در روستای پورویا کشت شد. محصول مناسب این رقم دارای برگ‌هایی با سایز متوسط، بافت قوی و خوب و عطر فراوان می‌باشد. صفات و ویژگی‌های دود سیگار این رقم تا حدی شبیه سامسون ترکی است. دود این رقم تند و قوی و کمی‌متمایل به تلخ می‌باشد. پس از توسعه کشت سوشومی‌در منطقه تسالی در یونان جنوبی کشت این رقم در شمال یونان خیلی ناموفق بوده است. آب و هوای معتدل و زمین‌های خیلی حاصلخیز در این مناطق باعث رشد بیش از اندازه گیاه شده و گیاه با برگ‌های ضخیم و حجیم و رگبرگ‌های دندانه‌دار و دمبرگ‌دار تولید می‌شود. تولید این رقم در سال ۱۹۹۷ در حدود ۵۰۰۰ تن بود. ارقام و تیپ‌های توضیح داده شده در متن بالا به منزله توضیح تمامی‌واریته‌ها و تیپ‌های توتون شرقی نمی‌باشد و مجموعه‌ها و زیرمجموعه‌هایی از توتون‌های شرقی در کل جهان کاشته می‌شوند. تیپ‌های توصیف شده فقط برای نمایاندن رده‌های اصلی توتون شرقی است که هم اکنون مورد نیاز

می‌باشد. بسیاری از تیپ‌های توتون شرقی و بسیاری از مناطق هستند که نقش تولید هر یک از آنها اهمیت زیادی در تجارت جهانی توتون دارد.

کاشت، داشت، برداشت

با توجه به توضیحات فصل قبل انتخاب زمین زراعی، وضعیت آب و هوا و شرایط رشد گیاه توتون یکی از نیازهای اساسی در تولید موفق با کیفیت بالا به حساب می‌آید. عناصر کلیدی در تولید توتون‌های شرقی، تنش‌های گیاهی می‌باشد. بر خلاف بیشتر واریته‌های توتون و در واقع بیشتر گیاهان زراعی، محیط رشد و شرایط رشد تنش‌دار برای تولید محصول با کیفیت و کمیت مناسب لازم می‌باشد. این وضعیت می‌تواند پایین بودن محصول تولید شده در توتون‌های شرقی اولیه که حدودا ۱۱۲۵ کیلوگرم در هکتار بوده را در مقایسه با ۲۴۷۵ کیلوگرم در هکتار برای توتون‌های گرمخانه‌ای و ۳۱۵۰ کیلوگرم در هکتار برای توتون بارلی را توجیه کند. آب و هوای گرم و خشک بالکان برای توتون‌های شرقی مناسب می‌باشد. به علاوه خاک فقیر این مناطق برای تولید برگ‌های کوچک که مختص توتون‌های شرقی می‌باشد مناسب می‌باشد. جهت افزایش تنش بیشتر در کشت توتون‌های شرقی این نوع توتون‌ها در مزرعه روی یک خط با فواصل بوته کم کاشته می‌شوند و همانند سرزنی که در دیگر توتون‌ها مرسوم است توتون‌های شرقی سرزنی نمی‌شوند. استفاده از کودهای شیمیایی و آبیاری در تولید توتون شرقی خیلی تاثیر گذار نمی‌باشد هر چند که با مدرن و اقتصادی شدن کشاورزی استفاده از آنها تبدیل به یک امر متداول گردیده است.

بستر بذر

آماده‌سازی بستر بذر در خزانه بر اساس الگوی آب و هوای فصلی در هر منطقه رشدی متفاوت است. در آب و هوای گرم ساحلی آماده‌سازی بذر برای سبز شدن و جوانه‌زنی در ماه فوریه آغاز می‌شود در حالی که در مناطق مرتفع این کار تا اواخر مارس طول می‌کشد. در هر صورت بذرها تا زمانی که یخبندان به اتمام نرسد شروع به جوانه‌زنی نمی‌کنند. آماده‌سازی بهتر بذر و جوانه‌زنی بذر تا حدی شبیه تیپ‌های دیگر توتون می‌باشد بر اساس خصوصیات توتون‌های شرقی به علت تراکم زیاد و تعداد زیاد بوته مورد نیاز در زمین، به تعداد زیادی از نشاء سالم نیاز می‌باشد. به خاطر اهمیت و نیاز به رسیدگی و نگهداری از خزانه نشاء، عموما این خزانه‌ها در نزدیکی محل زندگی کشاورزان تهیه می‌شوند اما اگر آب مورد نیاز برای خزانه‌ها در محل موجود باشد ممکن است در نزدیکی مزرعه نیز واقع شود. در بعضی از روستاهای کوچک نیز آماده‌سازی و نگهداری از خزانه‌ها به صورت دسته جمعی و در یک محل، خیلی معمول می‌باشد. ساخت خزانه‌ها معمولا کمی بلندتر از سطح زمین و با زهکشی خوب انجام می‌گیرد. خاک خزانه در ترکیب خاک حاصلخیز و شنی آماده می‌شود. کشاورزان حرفه‌ای خاکی که برای تهیه خزانه استفاده می‌کنند استریلیزه می‌کنند تا نشاء از گزند بیماری‌ها و حشرات در امان باشند. این عمل به وسیله گرما

و یا مواد شیمیایی استریلیزه کننده انجام می‌گیرد. اندازه خزانه نشاء از مکانی به مکانی دیگر متفاوت است ولی عموما عرض ۱/۵ تا ۲ متر و طول ۸ تا ۱۰ متر درازا می‌تواند داشته باشد. مقدار بذری که در این اندازه از خزانه نشاء استفاده می‌شود در حدود ۵ گرم بر مترمربع می‌باشد اما پیمانه معمولی که می‌توان استفاده کرد یک فنجان کوچک ترکی است که در هر مترمربع یک فجان قهوه خوری ترکی استفاده شود. بعد از پاشیدن بذرها یک لایه از کود آلی تخمیر شده بر روی بستر بذر پخش می‌شود و سپس آبیاری انجام می‌گیرد. سپس بر روی خزانه یک لایه یا ورق پوشالی و یا یک لایه نایلون برای مراقبت جوانه‌ها از بادها و یا بارانهای شدید، کشیده می‌شود. جوانه‌زنی حدودا ۳ هفته طول می‌کشد بعد از اولین جوانه‌زنی‌ها پوشش و لایه روی خزانه در هوای گرم و آفتابی در روز برداشت شده و در شب دوباره بروی خزانه کشیده می‌شود. یک هفته بعد از جوانه‌زنی بذرها بهتر است یک اسپری از کود شیمیایی خیلی رقیق که شامل ۲۰ درصد نیتروژن می‌باشد بر روی جوانه‌ها اسپری گردد. به هنگام مشاهده حمله آفات و یا قارچها به نشاء می‌توان از قارچ‌کش‌های مناسب در فواصل زمانی معین برای مقابله با آنها استفاده کرد. عملیات خزانه‌گیری و رشد نشاءها تقریبا ۶ تا ۸ هفته قبل از نشاءکاری انجام می‌گیرد.

آماده‌سازی زمین اصلی و کاشت

امروزه زراعت و کشت توتون‌های شرقی در زمین‌های زراعی فقیر و ابتدایی توسط کشاورزان خرده پا و کوچک انجام می‌گیرد و عملیات زراعی هنوز بیشتر توسط دست و ابزار آلات قدیمی و توسط حیوانات باربر انجام می‌گیرد. زراعت مکانیزه در بسیاری از مناطق متداول شده است بنابراین تراکتور و دستگاه نشاکار معمول شده‌اند. بر خلاف دیگر انواع توتون و دیگر گیاهان زراعی استفاده از یک زمین زراعی برای چندین سال متوالی معمول شده است که‌این عمل باعث شده که تناوب زراعی در این زمین‌های کوچک و فقیر انجام نگیرد. دلیل این کار نداشتن مزارع جایگزین برای کشاورزان خرده پا و فقیر پرورش دهنده توتون شرقی است.

شخم پاییزه و باقی گذاشتن بقایای گیاهی بسیار رایج است و زمین در زمستان با یک پوشش زمستانی مناسب می‌ماند. گیاهان سبز کاشته شده از فرسایش زمستانه جلوگیری کرده و معمولا از آنها برای چرای زمستانه احشام استفاده می‌شود. در هنگام بهار آماده‌سازی زمین بعد از آخرین بارش زمستانی شروع می‌شود تا پوشش سبز زمستانه به داخل خاک برگردد و قبل از شخم، یک لایه نازک از کود آلی حیوانی به زمین داده می‌شود تا با پوشش سبز زیر خاک تجزیه شود. بسیاری از مزارع در زمستان برای چرای گاو و احشام استفاده می‌شود تا علف‌های پوشش سبز مزرعه را استفاده کنند و کود آلی حیوانی را به زمین اضافه کنند.هنگامی‌که زارعین از کودهای شیمیایی برای افزایش تولید محصول خود استفاده می‌کنند در مقابل از کیفیت توتون شرقی می‌کاهند که نیاز چندانی به کود شیمیایی ندارد.

هنگامی‌که نشاء آماده نشاءکاری است یک شخم کم عمق و دیسک و تسطیح زمین برای آماده‌سازی ردیف‌ها انجام می‌شود. ردیف‌ها با فاصله نزدیکی از هم قرار می‌گیرند طوری که برای رشد گیاه مناسب باشد و به مقداری که تجهیزات مکانیکی در طول دوره رشد و برداشت بتوانند در داخل ردیف‌ها کار خود را انجام دهند. بسته به بزرگ یا کوچک بودن سایز گیاه و یا واریته خاص، ردیف‌ها از ۲۵ تا ۵۰ سانتی‌متر می‌تواند عرض داشته باشند. نشاء سالم به ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر از خزانه نشاء به زمین اصلی آورده می‌شود. نشاءکاری معمولا با دست انجام می‌گیرد که نیاز به صرف وقت و نیروی کار زیادی دارد اما استفاده از دستگاه نشاءکار که توسط تراکتور حمل می‌شود امروزه خیلی معمول‌تر شده است. طرز نشاءکاری به‌این صورت می‌باشد که دو عدد چاهک باز می‌شود و یک نشاء در هر چاله روی ردیف قرار می‌گیرد و سوراخ بعدی برای تزریق آب مورد نیاز نشاء می‌باشد. معمولا یکی از اعضای خانواده در طول کار یک سوراخ باز می‌کند نفر دوم پشت سر نفر اول یک نشاء در داخل سوراخ قرار می‌دهد و اطراف نشاء تا ساقه با خاک می‌پوشاند و نفر سوم در هر دو طرف نشاء به مقدار نیاز آب می‌ریزد. نشاءها طوری کنار هم قرار می‌گیرند تا با اندازه کافی فاصله برای رشد و نمو هر بوته وجود داشته باشد. فاصله خیلی کم باعث ایجاد تنش در بین گیاهان می‌شود به اضافه مانع از رشد برگ و باعث افزایش تولید نهایی مواد معطر پرکیفیت گیاه می‌شود. کشاورزان فاصله بین بوته‌ها را به طور معمول با استفاده از مشت گره کرده اندازه می‌گیرند و آن هم حدود ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر می‌باشد. بر اساس یک حساب سرانگشتی و بسته به سایر نشاء واریته خاص، تعداد بوته استفاده شده در مزرعه توتون شرقی حدود ۱۵۰۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰۰ بوته در هکتار می‌باشد. با توجه به اهمیت اقتصادی محصول توتون برای خانواده‌های فقیر، زمین مورد کشت توتون باید به صورت روزانه و در سراسر طول فصل رشد تحت نظارت و مراقبت قرار گیرد. هر نشانه‌ای از خسارت و علائم بیماری و حشرات باید به سرعت مورد توجه قرار گیرد و با انواع مواد شیمیایی از بین بروند.

با توجه به اهمیت تجاری کشت توتون در کشاورزی تمامی جوامع اصلی توتون‌کار، سازمان‌های دولتی انحصاری توتون بنیانگذاری شده‌اند که به طور معمول با جوامع کشاورزی ارتباط منظم دارند و بر محصولات کشاورزی آنها نظارت می‌کنند. وضع قوانین و مقررات در زمینه تولید و مزارع تولید و مقدار و سهمیه تولید و نظارت و کنترل انواع بذر تولید شده و تائید آن و کنترل استفاده از مواد شیمیایی مناسب و عملیات زراعی مناسب عملیاتی هستند که در کشورهای مختلف انجام می‌گیرد. حدود ۳ هفته بعد از نشاءکاری و هنگامی‌که نشاء به طور کامل در زمین مستقر شد عملیات خاکدهی پای بوته صورت می‌گیرد و مقداری خاک در کنار هر بوته قرار می‌گیرد. این عملیات باعث از بین رفتن علف‌های هرز نیز می‌شود. عملیات اضافی که بعد از رشد و توسعه گیاه برای جلوگیری از رشد علف‌های هرز انجام می‌گیرد بیرون بردن این علف‌ها از داخل مزرعه می‌باشد. اگر در طول فصل رشد بارندگی سنگین باشد برای از بین بردن خاک فشرده شده سطح مزرعه باید عملیات سله‌شکنی انجام شود. برای به دست آوردن کیفیت مناسب

برگ تولیدی، گیاه باید از نشاءکاری تا هنگام برداشت، باید روند رشد و نمو را داشته باشد. بجز در شرایط آب و هوایی گرم و خشک، آبیاری و بارندگی ضروری به نظر نمی‌رسد و معمولا هیچ گونه کود شیمیایی برای به دست آوردن کیفیت بهتر نیاز نمی‌باشد.

برداشت و عمل‌آوری

برگ‌های پایین بوته حدود ۶ تا ۸ هفته پس از نشاءکاری شروع به رسیدن و زرد شدن می‌کنند. در اوایل تابستان بوته‌ها شروع به گلدهی می‌کند. همان طور که قبلا ذکر شد در واریته‌های توتون شرقی گلدهی باعث ترغیب و تشویق تحریک رشد برگ و اندازه برگ نمی‌شود و برای تولید برگ کوچک و برگ با موادمعطر که مطلوب یک توتون شرقی باشد مضر نخواهد بود. دقیقا قبل از آغاز برداشت محصول، کشاورزان برگ‌های پایینی بوته را که ضعیف و کم رنگ هستند و از لحاظ تجاری و مالی هیچ ارزشی ندارند را برداشت کرده و دور می‌ریزند.

برداشت محصول توتون در چند نوبت به صورت دستی انجام می‌گیرد که در آن برگ‌های بالغ و رسیده در یک زمان برداشت می‌شود. این رسیدگی از پایین بوته شروع می‌شود به طرف بالای بوته ختم می‌شود. از قدیم برگ‌ها ۶ تا ۸ سری برداشت می‌شدند که در هر سری ۳ تا ۵ برگ رسیده برداشت می‌شد. برای کاهش در وقت و هزینه امروزه کشاورزان پیشرو ۳ یا ۴ بار برداشت و در هر برداشت ۶ تا ۱۰ برگ را برداشت می‌کنند. برداشت برگ‌ها بسته به شرایط جوی و آب و هوایی، معمولا تا آخر تابستان طول می‌کشد و رسیدگی کامل تا اوایل سپتامبر که برگ‌های بالای بوته کاملا برسد طول می‌کشد. اگر آب و هوای سرد و بارندگی بی‌موقع در اوایل پاییز قبل از رسیدگی برگ‌های انتهایی حادث شود، برگ‌ها نارس بوده که باید در مزرعه بمانند و یا به صورت نارس و سبز برداشت شوند. برداشت برگ‌ها معمولا در اول صبح قبل از طلوع آفتاب انجام می‌گیرد. برگ‌های رسیده به دقت با دست در جعبه‌هایی مخصوص جمع‌آوری گذاشته شده و به سمت محل‌های خشکانیدن حمل می‌شوند. جعبه‌های جمع‌آوری به مدت یک روز در کنار خانه کشاورز در محل سایه نگهداری می‌شوند و سپس تمامی خانواده برای نخ‌کشی برگ‌ها بر روی نخ‌های کتان و قراردادن جلوی آفتاب آماده شوند. این کار خسته‌کننده و طاقت‌فرسا با استفاده از سوزن‌های دراز و تخت انجام می‌گیرد و رگبرگ‌های هر یک از برگ‌ها نزدیک به دمبرگ داخل نخ‌کشیده می‌شود و در کنار هم قرار می‌گیرد.

تعداد و تراکم برگ‌ها بر روی هر نخ بر اساس واریته، بزرگی و کوچکی و نحوه قرارگیری برگ بر روی ساقه متفاوت می‌باشد. ولی تعداد برگ‌های روی نخ نباید خیلی زیاد باشد زیرا باعث کبودی رنگ برگ و خرابی برگ می‌شود و در کل باید فاصله به مقداری باشد که هوا بتواند به طور کامل در داخل و بین نخ‌ها گردش داشته باشد. درازای نخ نیز بر اساس واریته نیز متفاوت است ولی برای هر واریته خاص یکسان و در یک اندازه می‌باشد. هنگامی‌که یک نخ از برگ پر شود از هر دو انتها به چوب‌های بامبو در اندازه‌های یکسان بسته می‌شوند. و نخ‌ها در فواصل

میانی به وسط واگن گره می‌خورند تا وزن در هر دو طرف توزیع شده و از خم شدن و آویزان شدن نخ جلوگیری شود. در سال‌های اخیر برای جلوگیری از اتلاف وقت و هزینه، ماشین‌های متنوعی در یونان و ایتالیا تولید شده‌اند. این ماشین‌ها دوخت برگ‌ها را در وضعیت صاف انجام می‌دهند. برگ‌های توتون خیلی کمتر و به طور یکسان در روی یک خط قرار گیرند به طوری که در نخ‌کشی دستی این طور نمی‌باشد. همچنین ماشین دوخت باعث پارگی و آسیب کمتر به پهنک برگ می‌شود زیرا فقط یک سوراخ ایجاد می‌شود و نخ‌ها در هنگام مانیپولاسیون از توتون‌ها جدا نمی‌شود. برداشت تمامی‌برگ‌ها در یک روز به طول می‌انجامد و برگ‌ها در جایی که سایه است برای پژمرده شدن قرار می‌گیرند. پژمردگی حدودا ۲۴ تا ۳۶ ساعت بسته به دمای محیط و درصد رطوبت هوا و بزرگ یا کوچکی برگ و درجه رسیدگی برگ طول می‌کشد. مرحله پژمرده شدن یک مرحله بحرانی و حساس به حساب می‌آید زیرا که در این مرحله برگ‌ها آب خود را از دست می‌دهند و رنگ برگ‌ها به زردی می‌گراید. اگر وضعیت تهویه هوا مناسب نباشد (گرما و رطوبت) برگ‌ها یا پوسیده می‌شوند و یا به سرعت خشک می‌شوند که باعث می‌شود برگ‌ها خرمایی رنگ و شکننده شده و از بین بروند. در شرایط گرما و خشکی هوا در مرحله پژمردگی برگ‌ها، برای پایین نگهداشتن دمای محیط و بالا بردن رطوبت نسبی محیط، آبپاشی و رطوبت‌دهی به پایین قفسه‌های حاوی برگ‌ها لازم می‌باشد. هنگامی‌که بخواهیم عملیات پژمردگی با سرعت انجام شود برگ‌های توتون را در مقابل نور مستقیم خورشید قرار می‌دهند. فرآیندهای زیادی برای انجام دادن این مرحله وجود دارد و هر یک برای واریته‌ها و مکان‌های خشکانیدن توتون متفاوت است.

به طور کلی نخ‌های حاوی برگ‌ها بر روی قفسه‌ها قرار می‌گیرند که وضعیت آنها طوری است که در مقابل نور خورشید در طول روز قرار می‌گیرند و از بادهای شدید محافظت می‌شود.

واگن یا قفسه‌های عمل‌آوری معمولا با یک فاصله مناسب از زمین ساخته می‌شوند طوری که برگ‌های آویزان شده با زمین تماس نداشته باشند ولی سطح پایین برگ‌ها از دمای منعکس شده از سطح زمین بهره مند شوند. در شب تمامی واگن‌ها با پوشش نایلونی پوشیده می‌شوند و یا به یک محوطه سربسته انتقال می‌یابند تا از دمای پایین شب و شبنم صبحگاهی در امان باشند. در بسیاری از واریته‌ها که دارای برگ‌های بزرگ و جسیم و حجیمی می‌باشند و یا رگبرگ بزرگی دارند برگ‌ها نیاز به عملیات خاص خشکانیدن دارند یعنی برگ‌ها را قبل از آویزان کردن از واگن‌ها، آنها را بر روی یک زمین مسطح یا روی بستر سنگی قرار می‌دهند تا رطوبت آنها به حد نصاب و مورد قبول رسیده تا از فاسد شدن و کپک زدن برگ‌ها جلوگیری شود.مدت زمان اتمام عمل‌آوری برگ‌ها به عوامل زیادی از جمله تیپ توتون، موقعیت برگ بر روی گیاه، درجه رسیدگی و آب و هوای غالب منطقه بستگی دارد. در عمل تجربه کشاورز و قضاوت او یک شاخص مناسب برای عملیات عمل‌آوری می‌باشد. امروزه عملیان خشکانیدن با به کارگیری یک سازه گرم و یا چادر عمل‌آوری که به آن سرا می‌گویند انجام می‌شود. این سازه از همان واگن‌ها مذکور

ساخته می‌شود و با یک پوشش نایلونی پوشیده می‌شوند که به آن کلکتور گویند. اطراف این تاسیسات در طول روز به صورت باز باقی می‌ماند تا جریان هوای کافی و مناسب در داخل تاسیسات وجود داشته باشد و در طول شب پوشش پلاستیکی برای حفظ گرما و وارد نشدن سرما و رطوبت هوای شبانه به صورت بسته نگهداری می‌شود.

در پایان عمل‌آوری، برگ‌های توتون عمل‌آوری شده خیلی خشک بوده و هنگام حمل با دست شکننده می‌شوند در این موقع نخ‌ها به صورتی توده‌ای جمع‌آوری شده و یک به یک به هم متصل می‌شوند و در روزهای بارانی پاییز که توتون با استفاده از رطوبت هوا نرم و غیر شکننده می‌شود به صورت مرتب و دسته‌بندی شده در می‌آیند. برگ‌های خیلی حساس و کوچک تیپ باسما و سامسون از روی تیرک‌های بامبو باز می‌شوند و از الوارهایی که در زیرزمین و یا انبارهای سرد وجود دارد آویخته می‌شوند و یا در انبارهایی که تهویه هوا در آنها وجود دارد قرار می‌گیرند. تیپ ازمیر از مسیر برگ‌های توتون خشک شده به صورت توده شده و به اندازه‌های خیلی زیاد در ردیف‌های باریک یکی بر روی دیگری قرار می‌گیرند. تیپ ازمیر از نظر کیفیت یک توتون حجیم و با دوام می‌باشد و این خصوصیت ناشی از حفظ رطوبت در برگ‌ها با استفاده از خروج آب به صورت مرتب از ساقه و مقدار بیشتری از عمل تخمیر در زیر فشار زیاد اتفاق می‌افتد که هم رنگ و هم مواد معطر آن را بهبود می‌بخشند.

عدل‌بندی و بازاریابی

در اواخر پاییز که برگ‌های توتون به حد کافی نرم و قابل‌انعطاف شده و برای حمل و نقل آماده می‌شوند، برگ‌ها پاک شده و در جعبه‌های مخصوص بسته‌بندی و برای فروش آماده می‌شوند. اندازه، وزن و فرم بسته‌بندی از واریته‌ای به واریته دیگر متفاوت است ولی به طور معمول برگ‌ها به صورتی بسته‌بندی می‌شوند که هنگام حمل و نقل، محافظت شده و رطوبت آنها حفظ شود. صندوق چوبی برای فرم دادن و ایجاد شکل یکسان به عدل‌ها استفاده می‌شود. برگ‌های توتون مرتب در داخل جعبه‌های بسته‌بندی قرار می‌گیرند طوری که انتهای برگ‌ها به سمت بیرون قرار می‌گیرند این کار باعث خشک شدن سریع دمبرگ و حفظ بیشتر رطوبت در پهنک برگ می‌شود و رطوبت پهنک برگ تا زمان فروش در حالتی مناسب باقی می‌ماند.

در کل دو روش برای عدل‌بندی برگ‌های توتون شرقی وجود دارد که به نام‌های قدیمی‌ترکی Dizi و pastal خوانده می‌شوند. در روش Dizi، هنگامی که برگ‌ها روی نخ به صورت آویزان بر روی تاسیسات قرار دارند نخ‌ها بریده شده و به صورت تا کرده در داخل عدل به صورت سر به سر در ردیف‌ها و در طول همدیگر قرار می‌گیرند. پس هنگامی‌که چندین ردیف بروی هم قرار گیرند همدیگر را تحت فشار قرار می‌دهند تا این که توتون داخل عدل به صورت فشرده در آید و سپس لایه دیگری از توتون‌ها در روی لایه فشرده زیرین قرار می‌گیرد. هنگامی‌که جعبه پر شد و اندازه عدل به حد قابل قبول رسید تمامی عدل تحت فشار قرار گرفته و فشرده می‌شود.

بعد از مدتی که عدل تحت فشار قرار گرفت و عدل به فرم ایده آل در آمد سه طرف عدل را با پارچه‌های نمدی جوش می‌دهند و طرف دیگر را با استفاده از نخ کشانی می‌دوزند. روش بسته‌بندی pastal هم مشابه روش قبلی است ولی نیاز به کار دستی زیادی دارد. به این صورت که اول برگ‌ها از نخ‌ها جدا می‌شوند و به صورت دسته‌های منظم کوچک اندازه کف دست و شبیه وضعیت قرار گیری برگ‌ها بروی ساقه‌ها و با کیفیت خوب مرتب می‌شوند. در این عملیات برگ‌های آسیب دیده و یا برگ‌هایی که عملیات عمل‌آوری آنها ناقص بوده است جدا می‌شود، و عدل‌های تهیه شده به صورت منظم و یکسان در می‌آیند. سپس مانند روش قبلی برگ‌ها در داخل عدل‌ها بروی هم قرار گرفته و در نهایت عدل شبیه روش قبلی به دست می‌آید. این عملیات نیاز به وقت اضافی و برنامه‌ریزی دقیقی دارد و در مورد تیپ باسما که نیاز به عدل‌بندی خیلی حساسی دارد انجام می‌گیرد. عدل‌بندی زارعین در آخر پاییز به اتمام می‌رسد و عدل‌ها در انبارهای خشک تا زمان فروش نگهداری می‌شوند. هنگامی‌که عدل‌بندی به یک واریته خاص در تمامی مناطق تمام شد کارشناس خرید برگ از شرکت‌های تجاری و بازرگانی بزرگ در محل فروش برای عدل‌ها قیمت‌گذاری می‌کنند که در اصطلاح ترکی tespit (تثبیت) نامیده می‌شود. قیمت‌گذاری محصول یک کشاورز با کشاورز دیگر و همین طور در هر منطقه متفاوت می‌باشد. این عملیات وقت‌گیر در مورد ۲۵۰۰۰۰ کشاورز یک ماه به طول می‌انجامد. شرکت‌های تجاری بزرگ در نهایت برای درجات نزدیک به هم محصول، برای اجرای استراتژی خود یک قیمت ارائه می‌دهند و بر روی آن برنامه‌ریزی انجام می‌دهند. درجات مختلف برای خرید محصول معمولا بر اساس ضوابط اولیه تنظیم شده است. مثلا موقعیت برگ بر روی ساقه و کیفیت برگ عمل‌آوری شده عامل قیمت‌گذاری و درجه‌بندی هستند پس ارزیابی کیفیت بر اساس عناصر کلیدی مانند درجه رسیدگی، رنگ، بافت و وضعیت برگ بروی ساقه (چین) مشخص می‌شود. بر خلاف دیگر تیپ‌های توتون، کشاورزان که توتون شرقی می‌کارند تمام محصول تولیدی خود را یک جا به فروش می‌رسانند و شرکت‌های خرید مجبور به ارائه یک میانگین قیمت برای کل محصول تولیدی کشاورزان هستند. هدف نهایی از درجه‌بندی، پیش خرید، آموزش برآورد و تخمین بهای درجات محصول می‌باشد. استفاده از این ابزار برای تخمین محصول اجازه می‌دهد که شرکت‌های تجاری بتوانند ارزش واقعی محصول هر توتون کار را به دست آورند. فصل خرید توتون از یک کشور به کشور دیگر و از واریته به واریته دیگر متفاوت است ولی به طور معمول از ژانویه تا مارس طول می‌کشد. بر خلاف دیگر محصولات زراعی اغلب در کل طول سال کشاورز از کاشت تا هنگام فروش محصول درگیر تولید و کار قابل ملاحظه‌ای است. زمان خرید محصول برای هر واریته توسط فرمان دولت و یا به وسیله رضایت و توافق عمومی خریداران محصول تعیین می‌گردد.

سیستم خرید بسته به کشور تولید کننده متفاوت می‌باشد ولی عموما این فرآیند مستلزم این است که کشاورزان بهترین کمپانی و خریداری را پیدا کنند که برترین قیمت خرید را برای

کالای آنها پیشنهاد می‌دهد. با افزایش اهمیت پول و سرمایه خارجی، تاثیر میزان مبادلات و میزان سود و بهره تبدیل به یک فاکتور اساسی در هزینه‌های تجاری شده است. بر این اساس تعیین زمان و دوره پرداخت بهای محصول تبدیل به یک نقطه بحث برانگیز بین کشاورزان و شرکت‌های تجاری شده است. معمولا پیشنهاد شرکت‌ها برای تعیین پیش قسط و یا پرداخت قسطی و تلاش برای تاخیر در پرداخت و گرفتن ارز خارجی و عوارض نرخ بهره خیلی معمول شده است. هنگامی‌که بر روی قیمت و زمان فروش توافق حاصل شد تاریخ تحویل محصول تعیین می‌گردد. معمولا زمان و تاریخ ارزیابی در یک روستای مرکزی و به وسیله شرکت خریدار تعیین می‌گردد و در یک روز یا روزهای خاص کشاورزان آن منطقه تمامی محصول خود را به این مکان برای فروش و ارزیابی و توزین و پرداخت بهای محصول منتقل می‌کنند و بعد از اتمام خرید تمامی محصول خریداری شده توسط شرکت در انبار شرکت انبار می‌شود تا زمان عملیات مانیپولاسیون فرا برسد. برخی از شرکت‌ها به ویژه در جوامع اروپایی، یک سیستم پیشرفته ایجاد کرده اند که به موجب آن شرکت‌های تجاری برای بستن قراردادها با کشاورزان به مذاکره نشسته و مقدار کشت محصول اولیه و توافق در مورد سطوح قیمت محصول وابسته و مشروط به کیفیت محصول تولیدی تعیین می‌شود. هنگامی‌که این سیستم پایه گذاری شود فروش محصولات کشاورزان به یک حالت تضمینی در می‌آید که با در نظر گرفتن این سیستم سوء استفاده‌هایی هم که از طرف کشاورز و هم از طرف شرکت‌های تجاری انجام می‌شود کاهش می‌یابد. تنظیم و پالایش سیستم به طور مرتب مورد مطالعه قرار دارد و شاید این سیستم توسط دیگر فروشگاه‌ها و بازارهای تولیدی مهم مورد توجه قرار گیرد.

مانیپولاسیون

هنگامی‌که توتون به داخل انبارهای خریداران و شرکت‌های تجاری رسید بر اساس نیاز خرمن‌های مشتریان و خرمن‌های خاص، دوباره هر یک از روی تناسب هر عدل برای خرمن خاص درجه‌بندی می‌شود. در یک واریته تفاوت‌هایی خاص در توتون مناطق مختلف وجود دارد. بسیاری از این تفاوت‌ها کاملا به طور متداوم از سال به سالی وجود دارند ولی ممکن است از تفاوت‌های آب و هوایی در طول فصل رشد ناشی شوند. امروزه تولیدکنندگان بزرگ سیگارت ترجیح می‌دهند خرمن تمامی‌خصوصیات محصول موردنیاز را داشته باشد ولی تولیدکنندگان کوچک ممکن است خصوصیات خیلی بهتر و خاص که برای خرمن‌های آن نیز مناسب است در نظر بگیرند. بر اساس خواست مشتریان، شرکت‌های تجاری خرید سالیانه خود را درجه‌بندی و کلاسه‌بندی کرده تا نتیجه آن یک خرمن مطلوب شود. فرآوری توتون شرقی به طور معمول مانیپولاسیون نام دارد. نام این عملیات احتمالا در گذشته و هنگامی‌که توتون شرقی به وسیله دست از نخ‌ها جدا می‌شد و بعد از تمیز کردن برگ‌ها، دسته‌بندی و عدل‌بندی، خرمن‌گیری انجام می‌گرفت نشات گرفته است. مانیپولاسیون امروزه خیلی مدرن‌تر و مکانیزه شده است ولی

نسبت به دیگر انواع توتون‌ها هنوز به نیروی کار زیادی نیاز دارد. زمان تجاری عملیات مانیپولاسیون عمدتا در اواخر بهار است هنگامی‌که بارندگی کم شده و تا روزهای گرم تابستان ادامه می‌یابد. در روش تجاری مانیپولاسیون، عدل‌ها به صورت مختصر با آب مرطوب شده و با ورقه‌های پارچه‌ای برای یک مدت زمان مشخص باقی می‌ماند تا برگ‌های خشک توتون نرم شوند. واحدهای مدرن و تونل‌های بخار خیلی معمول‌تر از این عمل می‌توانند برای این کار استفاده شوند. سپس عدل‌ها با همین وضعیت به محل خرمن‌گیری برده می‌شوند که در این مکان چندین خط تسمه نقاله وجود دارد و برگ‌ها در این خط‌ها به سمت ماشین‌های بزرگ چندین سری جدا کننده برگ‌ها هدایت می‌شوند.

در هر دو طرف تسمه‌های نقاله، کارگران زن برای جفت کردن برگ‌ها و جدا کردن نخ‌ها، برگ‌های زخمی و غیر مطلوب کار می‌کنند. هر دو زن روی یک خط، برگ‌های معین را جداسازی می‌کنند. جداسازی برگ‌ها در یک زمان بر اساس درجه عدل و موقعیت برگ بر روی ساقه انجام می‌گیرد. سپس برگ‌ها از روی نوارهایی که دارای غربال‌هایی با سوراخ‌های مشخص است برای از بین بردن شن و گرد و خاک روی برگ‌ها عبور داده می‌شود. این غربال‌ها در انتها به یک نوارهای شیب داری می‌رسد و برگ‌های توتون در نهایت داخل ماشین‌های مخصوصی حمل می‌شود. این ماشین‌ها دارای منافذی هستند که شامل پره‌های آهنی بوده که باعث می‌شود برگ‌های زخمی‌و شکسته از دیگر برگ‌ها جدا شود. تنظیم سرعت چرخش پره‌های داخل ماشین و مقدار برگ ورودی، بستگی به وضعیت برگ و موقعیت برگ روی ساقه دارد. برای اجتناب از شکستن بیش از اندازه و کاهش پسماندها ضروری است که برگ‌ها هنگام ورود به ماشین نرم و قابل انعطاف باشند. برگ‌های باز شده سنگین بعد از سپری کردن یک جریان هوای جداکننده به پایین جدا کننده ریخته می‌شود جایی که لوله‌های بادی این برگ‌ها را برای انجام عملیات دوباره به اول مسیر بر می‌گرداند و برگ‌های سبک و ریز را به بالا می‌کشد. برگ‌های باز شده از جدا کننده خارج شده و به داخل راهروهای صفحه‌ای که به طور همزمان برگ‌ها را تکان می‌دهند کشیده می‌شوند تا برگ‌ها غربال شده و ناخالصی‌ها خارج شود و برگ‌های با کیفیت بالا از این مرحله خارج شوند. کارگرهای زیادی به عنوان جمع‌کننده در دو طرف این مسیر تکان‌دهنده و لغزشی مستقر شده‌اند تا به صورت بصری مسیر را کنترل کنند و هر ماده خارجی و یا نخ و حتی برگ‌های معیوب را که در روی مسیر باشد را جدا کنند. ضایعات گرفته شده به وسیله لوله‌های بادی به اتاق ضایعات هدایت می‌شود تمیز و بسته‌بندی شده و به عنوان تولید ثانویه به فروش می‌رسند. خروجی این غربال‌ها در انتهای خط خرمن‌گیری برگ‌های توتون بسته به نوع و درجه توتون به صورت عدل‌های کوچک و به صورت تک درجه‌ای بسته‌بندی می‌شوند. برگ‌های بسته‌بندی شده به انبارهای خرمن‌گیری حمل شده تا مورداستفاده قرار گیرند سپس این توده توتون به طرف ماشین‌های بسته‌بندی اتوماتیک هدایت می‌شوند. این ماشین‌ها توتون‌ها را در یک فرمت و شکل یکسان توسط فشار هیدرولیکی تحت فشار قرار می‌دهد و این فشار باعث

بسته‌بندی توتون‌ها برای هر نوع واریته و توتون خاص در عدل‌هایی با وزن یکسان و در حجم یکسان می‌شود. عدل‌های بسته‌بندی شده از داخل فشار دهنده آزاد شده در زیر یک فشار متداوم قرار می‌گیرد تا عدل‌ها شکل کلی خود را حفظ کرده و سپس در روی میز بسته‌بندی قرار می‌گیرند.

انبارداری و فرمانتاسیون

یک عنصر کلیدی در بسته‌بندی و عملیات عمل‌آوری توتون شرقی که تولید این نوع توتون را از سایر توتون‌ها متفاوت می‌سازد فراوانی فرآیندهایی خشک کردن می‌باشد. کوشش‌های زیادی در سال‌های متمادی برای خشکاندن توتون به صورت مکانیکی انجام گرفته است ولی در هر مرحله از کار رطوبت زیادی از برگ توتون هدر رفته و باعث کاهش عطر و طعم خاص توتون شرقی شده است. بهترین و ایده‌آل‌ترین رطوبت بسته‌بندی توتون‌های شرقی مخصوصا زمانی که تجهیزات مدرن برای عملیات مانیپولاسیون استفاده می‌شود ۲۰ درصد می‌باشد زیرا این تجهیزات حفاظت زیادی برای نگهداری رطوبت توتون انجام می‌دهند تا فرمانتاسیون و عملیات تخمیر به صورت طبیعی انجام گردد. کارشناسان انبارهای توتون شرقی معمولا بهترین پرسنل را در شرکت تجاری خود انتخاب می‌کنند. آموزش ویژه و تحقیق خاص در مورد بهترین زمان و وضعیت برای فرمانتاسیون توتون‌های شرقی انجام گرفته است اما تجربه ناظران بهترین کلید و عنصر اصلی برای عملیات فرمانتاسیون می‌باشد. عملیات خشکانیدن و فرمانتاسیون توتون‌های شرقی و بسته‌بندی آنها وقت‌گیر و نیاز به کار فشرده‌ای دارد و جزو مراحل بحرانی برای تولید توتون‌های معطر و یا ویژگی‌های خاص می‌باشد. بهترین انبار برای توتون خشک، انبار بدون رطوبت با در و پنجره‌های مناسب برای تهویه هوا و محافظت شده در مقابل باد و بارندگی است. هنگامی‌که عدل‌ها از عملیات مانیپولاسیون به انبار نگهداری آورده شدند عدل‌ها به صورت ایستاده بر روی پالت‌های تخته‌ای نگه‌داری می‌شوند. بخش بالایی عدل‌ها که برگ‌ها متمایل به حالت عمودی می‌باشد باعث ورود جریان هوا به داخل عدل می‌شود. عدل‌ها و ردیف‌ها طوری قرار گرفته‌اند تا چرخش هوا به راحتی در آنها انجام شود. عدل‌ها در بیشتر روزهای تابستان به همین حالت عمودی باقی می‌ماند اما در فواصل زمانی مشخص جابجا و سر و ته می‌شوند. این عملیات مهم باعث می‌شود تا چرخش کافی هوا به همه عدل‌ها و تمامی‌برگ‌های داخل عدل‌ها فراهم شود. در اواخر تابستان هنگامی‌که ناظر انبار به‌این نتیجه رسید که عدل‌ها به مقدار کافی خشک شده‌اند (معمولا رطوبت بین ۱۴ تا ۱۶ درصد) عملیات مانیپولاسیون اجباری شروع می‌شود. تعیین زمان انجام این عملیات خیلی مهم و بحرانی می‌باشد زیرا اگر برگ‌ها به طور کاملا خشک نشده باشند امکان کپک زدن داخل عدل وجود دارد و عملیات فرمانتاسیون به صورت ناقص انجام می‌شود که باعث ایجاد عطر و طعم بدمزه و تند و ناخوشایند می‌شود. از

طرف دیگر اگر عدل‌ها خیلی خشک باشند عمل فرمانتاسیون به صورت کامل انجام نمی‌گیرد و عطر و طعم به طور کلی از بین می‌رود.

ردیف‌های پایین عدل‌ها توسط دو ردیف بالایی و یا پایین ترین عدل‌های دیگر فشرده می‌شوند. وزن و فشار وارده به عدل‌ها باعث افزایش دمای داخل عدل شده و این عمل باعث شکسته شدن نشاسته داخل برگ‌ها و تبدیل آنها به قند و اسیدها می‌شود که عنصر کلیدی برای فرآیند فرمانتاسیون می‌باشد. زمان لازم برای این عملیات از واریته‌ای به واریته دیگر و به تناسب کیفیت و بافت برگ، درجه رسیدگی و وضعیت آب و هوایی هنگام رسیدگی برگ متفاوت می‌باشد. در اینجا بار دیگر زمان‌بندی و مدت زمان لازم این مرحله (Istill) تا حد زیادی توسط تجربه و تشخیص ناظر و کارشناس انبار بستگی دارد. هنگامی‌که ردیف‌های پایین عدل آماده شدند نخ‌های عدل‌ها از کناره عدل‌ها بسته می‌شوند و این عدل با عدل بالایی جابجا شده و این عمل چند بار تکرار می‌شود. انجام فرآیند فرمانتاسیون با این روش مختص توتون شرقی است البته دلیل داشتن عطر و مزه خاص این نوع توتون نیز به واسطه همین فرآیند است. این فرآیند شامل تغییرات فراوان شیمیایی و فیزیولوژیکی است و وظیفه متخصصین این رشته است که این تغییرات را به صورت دقیق توضیح دهند. خرید و فروش و همچنین خرمن‌گیری از توتون شرقی وابسته به نتیجه نهایی فرآیندهای بیان شده در آماده‌سازی می‌باشد که بسیار با اهمیت هستند. پیشرفت در فرآیند فرمانتاسیون است که باعث بهبود ویژگی‌های خاص این تیپ توتون و داشتن رنگ و عطر و طعم خاص و بهتر وتوسعه خصوصیات متمایز کننده دود این توتون‌ها می‌باشد. با به اتمام رسیدن فرآیند فرمانتاسیون و مستقر شدن هوای سردتر، ردیف‌ها برداشته شده و عدل‌ها در قفسه‌ها به صورت خوابیده انبار می‌شوند. در این حالت باقی مانده رطوبت از دست می‌رود و رطوبت حدود ۱۲ تا ۱۳ درصد باقی می‌ماند. تا این زمان حدود ۲۰ ماه از کاشت محصول گذشته است و محصول نهایی آماده فروش و صادر کردن است. فصل فروش تقریبا از اواخر پاییز شروع می‌شود و صادر کردن محصول در اواخر سال انجام می‌گیرد. بعد از این که مذاکرات برای فروش و بازرسی محصول انجام گرفت عدل‌ها با پارچه کیسه‌ای پوشانده شده و به صورت مرتب برای صادر کردن و انتقال دوخته می‌شوند. سپس این محصول نهایی به سفارش خریدار مهر تجاری زده می‌شود و توزین شده و برای انتقال با کشتی به هر جایی از دنیا آماده می‌شود.

منبع:

Wolf, F.A. 1962. Aromatic or oriental tobacco.. Duke University Press, Durham, NC.

فصل ۵

عملیات تولید

د: توتون آتش خشک

Robert D. Miller and Donald J. Fowlkes

University of Tennessee

Knoxville, Tennessee

مترجمان:باقر صالحی، فریبا امامی‌و نیره آذرسینا

(کارشناسان شیمی مرکز تحقیقات توتون ارومیه)

مقدمه

توتون آتش خشک تیره در تنسی، کنتاکی و ویرجینیای آمریکا تولید می‌شود و موارد استفاده آن در جهت تهیه انفیه و بسته‌های توتون جویدنی است و مقادیر کمی در تولید انواع سیگارهای مخصوص استفاده می‌شود. عطر مطبوع آن ناشی از بوی دود چوب سخت در فضای باز موقع فرآیند خشکانیدن می‌باشد (chapline, et, 1976). تولید آن بر پایه جریب (۴۰۴۷ مترمربع) کنترل شده و زمین‌های تخصیص یافته در همان استان به صورت اجاره‌ای یا انتقالی می‌باشد، عملکرد محصول هر سال برای همان سال برآورد می‌شود (Hourigan, 1986) بنابراین انگیزه قوی برای حداکثر تولید محصول در مساحت (۴۰۴۷ مترمربع) می‌باشد، تقریبا واریته نوع ۲۱ توتون آتش خشک تیره در ۱۰ استان محلی در کوهپایه‌ها و بخشهای کوهستانی ویرجینیا تولید می‌شود (David reed, personal comim univation). انواع واریته‌های ۲۲ و ۲۳ توتون تیره را در ۱۲ استان در تنسی (Fowlkes ,et al, 1995) و ۱۶ استان در کنتاکی تولید می‌شود (shuffett, 1986) . واریته نوع ۲۲ توتون آتش خشک به منطقه شرقی اختصاص دارد و در شرق رودخانه تنسی در شمالی‌ترین قسمت میانی تنسی و جنوب غربی کنتاکی تولید می‌شود و کشت نوع ۲۳ مربوط به منطقه غربی بوده و تولید آن بین تنسی ، اوهایو و رودخانه (می‌سی سی پی) در غرب کنتاکی و شمال غربی تنسی رایج می‌باشد.

اگر چه توتون آتش خشک تیره، نسبتا در نواحی کوچکی کشت می‌شود ولی ارزش وصول نقدی ناشی از تولید محصول برای این مناطق خیلی مهم است. میانگین تولید سالانه واریته نوع ۲۳ توتون از ۱۹۹۱ تا ۱۹۹۵، بالای ۱۶۵۰۰ تن بوده است (Agricultural marketing service, 1996). در دو قسمت کنتاکی و تنسی تقریبا تولید مساوی بوده است. ارزش متوسط سالانه محصول این دوره، بیشتر از ۷۷/۴ میلیون دلار آمریکا می‌باشد. به دلیل این که منطقه جغرافیایی کوچکی در این منطقه توتون تیره تولید می‌کنند و تعداد کمی از شرکت‌ها این نوع توتون را خریداری می‌کنند، بیشتر محصول را مستقیما از محل انبارهای خشکانیدن می‌خرند. مذاکراتی در مورد قیمت محصول و این که محصول مستقیما به محل عمل‌آوری تحویل گردد یا نه، بین خریدار و فروشنده محصول صورت می‌گیرد. تقریبا از سال ۱۹۹۱ تا ۱۹۹۵، ۴۸ درصد توتون آتش خشک تیره در کنتاکی و تنسی، مستقیم از مزرعه خریداری شدند و بقیه با تخفیف بصورت حراج در انبار فروخته می‌شود (Agricultural marketing service, 1996). قیمت متوسط دریافتی از مزرعه ۴۹۳/۹۶ دلار برای ۱۰۰ کیلوگرم بوده که با ۴۴۶/۸۲ دلار فروش در انبار مقایسه می‌شود، و تفاوت قیمت پرداختی در حقیقت نشانه‌این است که درجات بهتر توتون اغلب در مزرعه و درجات کمتر مطلوب در انبار فروخته می‌شود.

تولید متوسط توتون واریته نوع ۲۱، در سال‌های ۱۹۹۱ تا ۱۹۹۵، کمتر از ۱۱۳۰ تن در سال بوده است (Agricultural marketing service, 196). فروش این توتون برای تولید کنندگان

توتون ویرجنیا، تقریبا ۴ میلیون دلار آمریکا در آمد داشته و متوسط قیمت برای ۱۰۰ کیلوگرم ۳۵۶/۹۲ دلار بوده است. قیمت واریته نوع ۲۱ که در انبار فروخته می‌شود از قیمت واریته‌های ۲۲ و ۲۳ کمتر است. زیرا در هنگام خشک کردن در معرض آتش کمتری قرار می‌گیرند.

تولید، بخصوص مرحله خشکانیدن توتون بیشتر بصورت تجربی است تا علم کشاورزی، و از ایالتی به‌ایالت دیگر و از منطقه‌ای به منطقه ی دیگر و حتی از همسایه‌ای به همسایه ی دیگر، بصورت معنی‌داری فرق می‌کند. این روشها نسل به نسل، دست به دست می‌شوند. بسیاری از کشاورزان بیشتر از روش‌های دانشگاهی و سفارشات گروه‌های ترویجی به روشهای سنتی و قدیمی‌اعتماد دارند. بیشتر عملیات پیشنهادی برای هر سه‌ایالتی که توتون تیره آتش خشک تولید می‌کنند شبیه هم می‌باشد ولی برخی از عملیات زراعی در بین ایالات مذکور از همدیگر متفاوت هستند. برای مثال اغلب کشاورزان کنتاکی از کود بیشتری نسبت به همسایه‌های خود به ویژه تنسی استفاده می‌کنند (Legg & miller, 1988). توتون تولیدی در ویرجینیا در مقایسه با کنتاکی و تنسی خیلی کمتر در مقابل آتش قرار داده می‌شود. تعداد گیاهان و واریته‌هایی که در سه‌ایالت کاشته می‌شود، بصورت قابل توجه متفاوت می‌باشد. با این حال عملیات تولیدی ذکر شده در اینجا، عملیاتی هستند که بصورت عمومی‌در ایالات متحده مورد پیشنهاد قرار می‌گیرند و توضیح تفاوت‌های موجود در تمام زمینه‌ها در تولید این محصول در این ایالات غیر ممکن می باشد.

انتخاب واریته

یکی از مهمترین مراحل تولید موفق توتون انتخاب واریته مناسب است. پژوهشهای انجام شده در مورد توتون گرمخانه‌ای و بارلی نتایجی داشته است که حاصل توسعه و تولید واریته‌های مطلوب در سالهای قبل است. تقریبا همه محصولات گرمخانه‌ای و بارلی تولید شده، طبق روشهای جدید، واریته‌هایی بوده است که نسبت به بیماری مقاومند. اما در مورد توسعه واریته‌های توتون تیره تحقیقات کمتری انجام شده است. اگر چه در سالهای اخیر، برنامه‌های اصلاحی توتون در دانشگاههای کنتاکی، تنسی، انستیتو پلی تکنیک ویرجینیا و دانشگاه‌ایالتی برای آزادسازی چندین واریته جدید صورت گرفته است ولی درتولید توتون آتش خشک تیره از واریته‌های قدیمی‌که توسط زارعین انتخاب شده‌اند و نسبت به بیماری‌ها هیچ مقاومتی ندارند استفاده می‌شود. معمولا این واریته‌های قدیمی‌به دلیل داشتن صفات ویژه برای عمل‌آوری، هنوز ترجیح داده می‌شوند. زیرا موقعیت روشهای مطلوب عمل‌آوری، اغلب بستگی به واریته خاص دارد. بیشتر زارعین تمایلی به استفاده از واریته‌های جدید که مقاوم به بیماری هستند، را ندارند.

به دلیل وجود تعداد زیادی از واریته‌های منفرد در بین واریته‌های انتخابشده توسط زارع، استاندارد سازی آنها غیر ممکن می‌باشد. هر چند که واریته‌هایی که در تنسی و کنتاکی بیشتر

مورد پسند عموم هستند شامل مادول و بلک ماموت است ولی چندین نوع منتخب از این واریته‌ها وجود دارد که با هم اختلاف دارند (legg & Miller, 1988). مثلا بیش از دوازده نژاد مادول در تنسی تولید و حتی چندین نژاد بیشتر در کنتاکی کشت می‌شود. در تنسی توتون آتش خشک تیره، اغلب به عنوان توتون مادول نسبت داده می‌شود. بعضی از نژادهای بیشتر رایج در تنسی شامل Vincent Harris، jennett's madole، Tom Rosson (TR)، certified ، elliot، jordan's و Hed's می‌باشند. از نژادهای بیشتر رایج در کنتاکی می‌توان به Narrow leaf madole (NL) ، Improved madole ، little wood ، Green wool اشاره نمود (smiley , et al 1986b ,). در ویرجینیا زارعین بیشتر واریته‌های قدیمی‌نظیر Lizard Tail Orinoco و Hasting or walker's Broad leaf را ترجیح می‌دهند (yones, 1990a).

گسترش بیماری ساق سیاه و پوسیدگی ریشه، در مناطق کشت توتون آتش خشک تیره، لزوم استفاده از واریته‌های مقاوم به بیماریها را برای تولید محصول مطلوب، هر چه بیشتر می‌نمایاند. تیپ‌های ۲۲ و ۲۳ که واریته‌های مقاوم به پوسیدگی ریشه هستند شامل ky 170, ky171 است که در دانشگاه کنتاکی توسعه یافته و DF911 نیز در دانشگاه تنسی تولید شده است (fowRes & miller, 1995 ; smiley, et al., 1986b). ky171 و DF911 مقاوم به آتشک و ویروس موزائیک توتون (TMV) نیز می‌باشد.

به طور متوسط Ky171 در بسیاری از مناطق کنتاکی کشت می‌شود. این واریته دارای رشد عمودی بیشتری از واریته‌های دیگر تیره می‌باشد. واریته ky171 در مقایسه با دیگر واریته‌ها دارای دو برگ بیشتر بوده و برگ‌ها در قسمت نوک برگ نسبتا پهن و گردتر هستند. واریته DF911 که عمدتا در تنسی تولید می‌شود نیز رشد عمودی دارد که در نتیجه آن گیاهانی با ارتفاع بلند رشد می‌کنند که عملکرد خوبی دارند. واریته DF911 نسبت به واریته‌های دیگر ساقه ضخیمی‌دارد که برای بسیاری از تولید کنندگان نامطلوب است.

به مدت طولانی واریته DF300 ، تنها توتون آتش خشک تیره بوده که نسبت به بیماری ساق سیاه مقاوم بوده، بطوریکه‌این واریته در سال ۱۹۶۸ با همکاری نزدیک ایستگاه آزمایشات کشاورزی تنسی و USDA آزاد گردید (Latham 1969). این واریته از تلاقی بین واریته سیگار Florid 301 که مقاوم به بیماری ساقه سیاه است و واریته آتش خشک تیره Broad leaf madol گسترش یافته است. اگر چه واریته DF300 مقاومت متوسطی به هر دو نژاد صفر و نژاد یک بیماری ساق سیاه دارد، ولی نسبت به بیماریهای پوسیدگی ریشه، ویروس موزائیک توتون (TMV) و آتشک حساس می‌باشد. بخاطر پتانسیل عملکرد پایین، رنگ نامطلوب و حساسیت به بیماری‌های مهم، واریته DF300 هرگز به طور گسترده توسط تولیدکنندگان توتون تیره کاشته نشد.

واریته DF485 که اولین واریته توتون آتش خشک تیره مقاوم به بیماری ساقه سیاه بود که به دو بیماری دیگر نیز مقاوم بود در سال ۱۹۸۵ توسط دانشگاه تنسی آزاد سازسی شد (۱۹۸۷ و

Miller & hunters). این واریته مقاومت متوسطی به نژاد صفر و نژاد یک بیماری ساق سیاه و مقاومت بالایی نسبت به پوسیدگی ریشه، آتشک و ویروس موزائیک توتون (TMV) دارد. اگرچه پتانسیل عملکردی واریته DF485 بالا است ولی بیشتر زارعین و خریداران توتون علاقه‌ای به‌این واریته ندارند. واریته D485 رشد عمودی کمتری دارد و در مقایسه با واریته‌های مادول رنگ برگ آن سبز تیره تر است. با در نظر گرفتن عمل‌آوری در شرایط یکسان، رنگ برگ عمل‌آوری شده‌این واریته نسبت به دیگر واریته‌های آتش خشک تیره، قهوه‌ای تیره تر است. در شرایط یکسان رشد، کیفیت برگ‌های خشک شده واریته DF485 با برگ‌های خشک شده انواع واریته‌های مادول، قدرت رقابت دارد. هرچند که در فصولی که رطوبت زیاد باشد، برگ‌های پایینی اغلب به رنگ مایل به سبز در می‌آیند که موجب کاهش قیمت فروش می‌شوند. واریته ky190 توسط ایستگاه تحقیقات کشاورزی کنتاکی در ۱۹۸۹ آزاد شده است (legg & tedford, 1989). واریته Ky190 نسبت به دو واریته DF485 و ky171 به هر دو نژاد بیماری ساق سیاه، پوسیدگی ریشه، آتشک و ویروس موزائیک توتون (TMV) مقاومت خوبی دارد. با وجود این که در بعضی مناطق کشت توتون در کنتاکی تولید می‌شود و نسبتا بیشتر ولی بین زارعین تنسی بخوبی مورد پذیرش واقع نشده است زیرا دارای عملکرد تولید و کیفیت نسبتا پایین دارند.

دو واریته توتون آتش خشک تیره توسط ایستگاه تحقیقات کشاورزی تنسی آزاد شده است. در سال ۱۹۹۴ ، واریته TND94 معرفی شد (Miller, et al ,1995) که به هر دو نژاد صفر و یک بیماری ساق سیاه، پوسیدگی ریشه، آتشک و ویروس موزائیک توتون مقاومت دارد. واریته TN94 از تلاقی سه گانه بین DF30،D4850 و madol به روش گزینش شجره‌ای توسعه یافته است. ویژگی‌های رشدی TND94، به نژادهای قدیمی‌توتون تیره مادول شبیه است. این واریته شبیه واریته مادول دارای برگ‌های با سطح صاف تری نسبت به واریته‌های DF485 و ky۱۹ که برگ چروکیده دارند دارد. این ویژگی در توتون آتش خشک تیره بطور قابل ملاحظه‌ای مطلوب می باشد زیرا موجب نرم و صاف تر ماندن برگ در حین فرآیند عمل‌آوری می‌شود. واریته TND950 در سال ۱۹۹۵ آزاد شده (miller, et al., 1998 a). این واریته مقاومت متوسطی نسبت به نژاد صفر و یک بیماری ساق سیاه دارد و دارای برگ‌های صاف، نظیر انواع توتون Madole می‌باشد. در کشت آزمایشی واریته، زارعین و خریداران در مورد کیفیت و پذیرش صنعتی واریته TND950 تا با واریته‌های قدیمی‌مقاوم به بیماری برابری داشته باشد. مقاومت نسبت به بیماری ساق سیاه واریته TND950 در آزمایشات مزرعه‌ای که در سه منطقه از تنسی انجام گرفت با واریته‌های DF45 ، DF300 ، TND94 و Madole تائید شده، مقایسه شد. مقاومت واریته TND950 نسبت به بیماری ساق سیاه، با واریته KY190 برابری می‌کرد و بهتر از واریته‌های DF485 و DF30 بود.

انستیتو پلی تکنیک ویرجینیا و دانشگاه‌ایالتی انواع مختلف نوع ۲۱ از واریته‌های توتون آتش خشک تیره را آزاد کرده اند (jones , 1990a). مقاومت واریته VA3090 نسبت به بیماری ساق

سیاه و پوسیدگی ریشه در حد متوسط بوده و همچنین واریته‌های VA310 و VA331 نیز مقاومت متوسطی نسبت به بیماری ساق سیاه داشتند. ولی مقاومت به پوسیدگی ریشه در سطح پایین قرار داشت. واریته VA312 مستعد به بیماری ساق سیاه بود ولی مقاومت بالایی به پوسیدگی ریشه و ویروس موزائیک توتون (TMV) داشت.

تولید نشاء

برای تولید توتون مطلوب، تولید نشاءهای قوی و سالم لازم است. می‌توان نشاءهای عالی را در بسترهای سنتی یا روشهای نوین هیدرپونیک تولید کرد. وقتی که نشاء در خزانه سنتی تولید می‌شود، زارعین بایستی به فاکتورهای کلیدی نظیر محل، ضد عفونی، حاصلخیزی، تاریخ و روش بذرکاری، مدیریت پوشش ، مدیریت آب و کنترل آفات و امراض توجه کنند، تا نشاءهای مطلوب و استوار تولید شود. فضایی کافی برای بستر کشت تهیه و آماده شود و نشاءهای مناسب برای نشاءکاری، در دو نوبت از زمین جدا شوند. برای توتون آتش خشک تیره فضای بستر ۴۱/۸ تا ۵۵/۸ مترمربع جهت تهیه نشاء برای نیم هکتار کافی است. (smiley et al , 1986 a; fowlkes , 1989)

بایستی به محل بستر کشت توجه شود. بهترین محل بسترهای کشت منبع آب مناسب و مفید، ترجیحا آب چاه یا لوله کشی است. خاک‌ها باید حاصلخیز، زهکشی خوب و مواد آلی بالایی داشته باشند. و دور از سایه باشد. دارای شیب ملایم، جنوب، یا جنوب شرقی و دارای بادشکن از طرف شمال یا شمال غربی باشد (fowlkes, 1989) و دور از زمین‌های نزدیک به سایت عمل‌آوری توتون، محل دفع آشغال توتون، ساختمانهای بلند، و زمین‌های درخت گیلاس یا چنار باشد، زیرا آنها ممکن است انبار بیماریهای توتون باشد (smiley, et al., 1986 a). همچنین باید از مناطق پوشیده از شبدر سفید یا کتان صحرایی دور باشند، زیرا این عفلهای هرز مشکلاتی برای کنترل بسترهای کشت ایجاد می‌کنند.

کنترل علف هرز، در زمان بحرانی با یک شیوه مناسب برای سلامتی نشاءها ضروری می‌باشد. برای کنترل علف‌های هرز از متیل بروماید قبل از بذرکاری استفاده شود. بسترها را می‌توان قبل از پاییز یا بهار ضدعفونی کرد. ولی ضدعفونی در ماه سپتامبر یا اکتبر پیشنهاد شده است، زیرا درجه حرارت بالا بوده و احتمال پیش آمدن هوای مرطوب کمتر است.. اغلب ضدعفونی کردن موقع بهار، با مشکلاتی از قبیل سردی و رطوبت خاک همراه است. خاک بایستی مرطوب و دمای بالای ۱۰ درجه باشد تا مواد ضدعفونی کننده موثر واقع شود. اگر برای ضدعفونی از بروماید استفاده شود خاک باید قبلا به طور کامل بهم زده شود. و در هر بار باید ۴۵۴ گرم بر ۹/۲ مترمربع استفاده شود (sliley et al, 1986a; fowleks', 1989) . می‌توان از مایع تحت فشار در قوطیهای فلزی ۴۵۴ گرمی‌استفاده کرد. وقتی ظرفها سوراخ می‌شوند گاز تشکیل می‌شود. در زیر پوشش نایلونی، گاز متصاعد شده با خاک تماس پیدا کرده و بذر علف‌های هرز از بین

می‌رود. گاز متیل بروماید در خاک نفوذ کرده و تا عمق بیش از ۱۰/۲ تا ۱۵/۲ سانتی‌متر خاک را از بذر علف هرز پاک می‌سازد. می‌توان متیل بروماید را با وسایل مکانیکی به درون خاک تزریق کرد، سپس یکباره پوشش نایلونی بر روی بستر کشیده شود. قبل از برداشته شدن پوشش نایلونی بایستی حداقل ۴۸ ساعت روی بستر کشیده شده باشد. وقتی بسترها در پاییز ضدعفونی شوند، پوششها را معمولا تا بهار جدا نمی‌کنند تا از رشد بذر علف هرز ممانعت شود.

همچنین خاک را با استفاده از واپام [metam] که یک ماده مایع است می‌توان ضدعفونی کرد. برای نتیجه بهتر در پاییز از آن استفاده می‌کنند (fowlkes, 1989) و استفاده از آن در بهار پیشنهاد نشده است. واپام به مقدار ۳/۷۹ تا ۷/۵۶ لیتر با حداقل ۱۵۱ لیتر آب برای ۸۳/۶ مترمربع بستر استفاده می‌شود. و می‌توان با یک آبپاش با اندازه‌گیری حجم دستی یا ابزاری به صورت یکنواخت بستر را سمپاشی کرد. بلافاصله بعد از عمل سپماشی ، بایستی با پوشش نایلونی سیاه، بستر پوشانده شود، و تا سپری شدن زمستان هم نباید جدا کرد. بذرکاری بسترها هر وقت که هوا اجازه دهد، معمولا تا بعد از فوریه و اوایل مارس بذرکاری نمیکنند. بعد از برداشتن پوشش نایلونی یک آنالیز کامل از حاصلخیزی خاک انجام شده سپس فرمول کودی مثل ۴-۱۶-۴ یا ۱۰-۱۰-۱۰ به خاک داده می‌شود. ۷/۸۱ تا ۲/۲۷ کیلو ازت برای ۸۳/۶ مترمربع بستر آماده کرده و به آرامی‌در شیارهای مشخصی که به عمق کمتر از ۵/۰۸ سانتی‌متر درخاک ایجاد گردیده ریخته می‌شود که هم به کود دهی و هم هوادهی خاک کمک می‌کند. با ۴/۷۲ گرم (دو قاشق چایخوری) بذر به ۸۳/۶ مترمربع از بستر بذرپاشی می‌شود. یک لایه نازک از مالچ کاه و کلش ضدعفونی شده بر روی بسترها کشیده می‌شود، تا بستر حفظ شده و بعد بستر با پوشش کتانی یا پلی پروپیلن و یا پوشش نایلونی پوشانده می‌شود. تقریبا پوشش بسترها یک هفته قبل از نشاءکاری وقتی که نشاءها سخت شده باشند جدا می‌کنند.

عدم وجود رطوبت در دوره جوانه‌زنی بذر مهم بوده و باعث مشکلاتی برای گیاه می‌شود. لذا بسترها فورا بعد از بذر پاشی و تمام دوره تولید نشاء آب داده می‌شوند. آبیاری یکنواخت ۴ تا ۵ روز بهتر از مقدار کم در هر روز یا دو روزه است (smiley et al., 1986a). مصرف ۲/۵۴ سانتی‌متر آب بر روی ۸۳/۶ مترمربع بستر، به حدود ۲۱۲۰ لیتر آب جهت آبیاری نیاز دارد. از آب چاه یا آب تمیز باید جهت آبیاری استفاده شود زیرا آب نهر یا حوض ممکن است دارای بیماری میکروبی باشد. آبیاری بسترها در ساعات اولیه صبح، نسبت به بعد از ظهر یا شب جهت کاهش شیوع بیماری بهتر است.

بسترها باید به خاطر شیوع بیماری و حضور حشرات آسیب رسان دقیق مورد بررسی قرار گیرند. بسترها باید هر ۷ تا ۱۰ روز با دیتان F_{11} (مانکوزب) و دیگر قارچ‌کشهای برچسب دار سمپاشی گردد تا از بروز بیماری قارچی نظیر سفید سطحی و آنتراکنوز ممانعت شود. همچنین با استفاده از استرپتوماسین، از توسعه بیماری لکه برگی جلوگیری شود. همچنین از حشره کشهای خاص برای کنترل آسیب حشرات بکار گرفته شود .

استفاده از نشاءهای توتون هیدروپونیک که منتسب به خزانه شناور است برای تولید سریع در بین توتون‌کاران رواج یافته است. در این سیستم نشاءها در سینی‌های (استروفوم) که خانه‌های سینی‌ها از خاک و پیت مخلوط شده پر می‌شود و در بستر آب و شن قرار می‌گیرند کاشته می‌شود. بستر شناور چندین مزیت نسبت به بستر سنتی دارد و این مزیت‌ها شامل

۱- حذف جدا کردن نشاء از زمین
۲- کاهش خطر از بین رفتن کیفیت بستر به دلیل کمبود آب یا کنترل کامل علف هرز
۳- آسانی مدیریت پرورش نشاء در فصول مرطوب نشاءکاری
۴- توانایی حفظ نشاءهای استفاده نشده، به دلایلی مانند وجود بارندگی و شناور کردن دوباره سینی‌ها در آب
۵- افزایش روزانه سرعت نشاءکاری، زیرا جدا کردن نشاء از خزانه حذف شده است و نشاءکاری در هر ساعت روز می‌تواند انجام گیرد
۶- زیست بهتر و رشد سریع تر نشاءها در بستر شناور در مقایسه با نشاءکاری سنتی

تولیدکنندگان پنج گزینه در استفاده از خزانه شناور را دارند

۱- خرید نشاءهای آماده از مجریان گلخانه‌های تجاری، برای نشاءکاری
۲- خرید نشاءهای جوانه زده از مجریان گلخانه‌ها و رشد تکمیلی در بسترهای شناور
۳- خرید بسته‌های جوانه و انتقال آنها به داخل سینی‌هایی که دارای خانه‌های بزرگتر جهت رشد تکمیلی در بسترهای شناور هستند
۴- شروع بذرکاری در سینی‌های پلاستیکی کوچک و سپس انتقال آنها به سینی‌های شناور.
۵- کاشت مستقیم بذر و رشد آنها تا مرحله تبدیل به نشاء (fowlkes , 1997) .

از سال ۱۹۸۰ استفاده از نشاءهای توتون هیدروپونیک شروع شد و هر ساله به سرعت افزایش یافته است. تخمین زده شده است که بیش از ۶۰ درصد محصول در سال ۱۹۹۶ با استفاده از نشاءهای هیدروپونیک تولید شده است (fowlkes , 1997). اگر چه بسیاری از زارعین ابتدا از بسته‌های بذر عمل‌آوری شده یا جوانه‌های آن استفاده کرده و بعد آنها را در بسترهای شناور خودشان به نشاء کامل تبدیل می‌کردند ولی بیشتر توتون‌کاران، نشاء آماده تهیه می‌کنند و یا با بذرکاری مستقیم خودشان آن را تولید می‌کنند.

در بذرکاری مستقیم نشاءهای پرورش یافته را در سینی‌های شناور وارد کرده و آنرا به نشاء کامل تبدیل می‌کنند. و نشاء سبز شده همان سینی را می‌کارند، در نتیجه کار جدا کردن نشاءهای منتقله از سینیهای اولیه به خانه‌های بزرگتر سینی‌ها حذف شده و آنرا برای کشت استفاده می‌کنند. این روش باعث کاهش مقدار کار مورد نیاز می‌شود زیرا بذرکاری مستقیم یک سینی خیلی سریعتر از انتقال جوانه‌ها به سینی دیگر است. ولی افزایش صرفه‌جویی در وقت به‌این روش، نیاز به مدیریت دارد و باید مراقبت بیشتری لحاظ نمود که شامل آماده‌سازی محیط

مساعد، برای جوانه‌زنی بذر و رشد سریع آنها می‌باشد. تولید کنندگان بزرگ دارای گلخانه‌هایی جهت تولید نشاءهای توتون شناور به روش مستقیم بذر کاری می‌باشند.

نگهداری یک محیط مساعد، برای تولید موفق نشاءهای هیدروپونیک مشکل است (Duncan & Anderson, 1997; fowlkes,1997; pearce & maksy mowicz, 1997) زیرا هر خانه در سینی-های استیروفوم، فقط یک بذر دریافت می‌کنند، چون اندازه، ارتفاع و یکسان بودن نسبت جوانه‌زنی ضروری است. بسیاری از زارعین برای تولید نشاء، گلخانه‌هایی که دارای محیط کنترل شده دارند را برای خرید انتخاب می‌کنند. انها به نوبت با سیستم‌های گرمایشی، هوا را تهویه و خارج می‌سازند. و با فن‌های گردش هوا، دما و رطوبت را تنظیم می‌کنند. شرایط مناسب جوانه‌زنی، نگهداری دمای هوا بین ۲۳/۹ و ۱۸/۳ درجه سانتیگراد می‌باشد. جوانه‌زنی در ۵ تا ۱۰ روز، وقتی دما در این محدوده نگهداری شود رخ می‌دهد. دمای زیاد برای جوانه‌زنی بیشتر از دمای کم به جوانه‌ها صدمه میرساند. دمای سرد، جوانه‌زنی را به تاخیر می‌اندازد، اما دمای بالای ۳۲/۲ درجه سانتیگراد آنزیمها را غیر فعال کرده و باعث کاهش جوانه‌زنی می‌شود. کنترل رطوبت جهت به حداقل رساندن بیماریها در رشد نشاءها نیز مهم می‌باشد (fowlkes, 1997 l miller, et al., 1998 b).

بهترین تهویه با استفاده از سیستمهای مکنده قوی و بزرگ به دست می‌آید(Duncan & Anderson, 1997; fowlkes, 1997). سیستم تهویه باید در هر دقیقه تمام هوای داخل گلخانه را تغییر دهد. معمولا فن‌های کوچکتر برای گردش هوا در داخل گلخانه نصب می‌شود تا به یکسان سازی دما و رطوبت در سرتاسر گلخانه کمک کند. همچنین بعضی از گلخانه‌ها جهت کمک به تسهیل تهویه، به پرده‌های کناری مجهز می‌شوند. این فن‌ها یا پرده‌ها بصورت دستی یا ترموستاتی کنترل می‌شوند.

تعداد سینی‌های مورد نیاز برای هر هکتار توتون بستگی به تعداد نشاءهای کاشته شده در هر هکتار، خانه‌های هر سینی و درصد قابل استفاده نشاءهای تولید شده در هر سینی دارد. اگر چه همه سینی‌های شناور توتون تقریبا در اندازه ۶۸/۶ ×۳۵/۶ سانتی‌متر هستند ولی تعداد خانه‌های هر سینی متغیر است. دانشگاهی در تنسی اختلاف معنی‌داری در رشد نشاء و درصد قابل استفاده نشاءها در سینی‌های نشاء با ۲۰۰ ،۲۴۲ ، ۲۵۳ ، ۲۸۸ ، ۳۳۸ و ۳۹۲ خانه پیدا نکرده است (Fowlkes, 1997). از آنجا که تعداد نشاءهای تولیدی در واحد سطح بطور معنی داری بر بهای تولید نشاء تاثیر دارد لذا سینی‌های ۲۸۸ و ۳۳۸ یا ۳۹۲ خانه‌ای جهت بالا بردن تولید تعداد نشا در هر متر مربع نسبت به بقیه سینی‌ها بیشتر مقبولیت دارند. درصد نشاءهای قابل استفاده بستگی به میزان دقت در مدیریت گیاهان دارد. در بذرکاری مستقیم شاخص تعداد نشاءهای قابل استفاده ۷۵ الی ۸۵ درصد بوده و وقتی که نشاءها ۲ الی ۳ دفعه سرزنی شوند، درصد نشاءهای قابل استفاده به ۸۵ الی ۹۰ درصد بهبود خواهد یافت. بسیاری از گلخانه‌ها خودشان ۴ تا شش بار سرزنی می‌کنند، تا شکل یکسان نشاءها را افزایش دهند. کهاین عمل

اغلب نشاء قابل استفاده را بیش از ۹۰ درصد افزایش می‌دهد. تعداد زیاد خانه‌های سینی، موجب تولید نشاء کوچکتری می‌شود بنابراین برای یکدست شدن نشاءها بویژه زمانی که ضخامت ساقه قابل توجه باشد باید تعداد دفعات سرزنی را افزایش داد. در سینی‌هایی با تراکم بالا چون تراکم باعث محدودیت گردش هوا می‌شود کنترل بیماری توجه زیادی لازم دارد. بنابراین با مدیریت مناسب این سینی‌ها می‌توان نشاءهای قابل قبول بیشتری تولید کرد.

نشاءهای هیدروپونیک با تراکم پایین به خصوص در روش شناور، در بستر بدون خاک که بطور ویژه برای توتون فرموله شده تولید می‌شود. سینی‌ها بطور یکنواخت و صاف شده پر می‌شود و بعد از حفره گذاری برای قرار دادن بذر آماده می‌شوند. با فشار وارد شده به سینی‌ها در وسط خاک هر خانه سوراخهایی ایجاد می‌شود، که به بذر هر خانه جهت ایجاد محیط مساعد جوانه‌زنی کمک می‌کند. صفحه‌های ایجاد کننده حفره شامل برجستگی‌هایی به شکل هرمی‌و گرد از جنس فلز یا چوب هستند که هر دو با دست فشار داده می‌شوند. در بیشتر گلخانه حفره‌ها با عمق کم مورد استفاده قرار می‌گیرند. عمق ۱/۳ سانتی‌متر یا بیشتر از آن در جایی که بسترها در فضای آزاد قرار می‌گیرند به جوانه‌زنی بذر کمک می‌کند (miller, et al., 1998b). بعد از حفره گذاری سینی‌ها آماده بذر گذاری هستند ولی به دلیل این که بذر توتون در حالت طبیعی بسیار ریز است و قابلیت کاشت مکانیزه را ندارد باید بذرها با خاک رس روکش دار شوند. بذر توتون‌هایی که بیشتر کاشت می‌شوند بصورت روکش دار پرایم شده و پرایم نشده در بازار موجود است. پرایم کردن به فرآیندای گفته می‌شود که بذری که شروع به جوانه‌زنی کرده قبل از روکش دار شدن ادامه جوانه‌زنی آن را متوقف می‌کنند. بذر پرایم شده در دمای پائین تر و با سرعت بیشتر نسبت به بذر پرایم نشده جوانه می‌زند(miller, et al., 1998b). بذرکارهای مکانیزه تعداد یک بذر را در هر خانه از سینی که قبلا حفره گذاری شده قرار می‌دهند. بذرکارها و حفره گذارهای صنعتی توسط بیشتر کشاورزان استفاده می‌شود. این بذرکارها با استفاده از سیستم مکش کار می‌کنند و قیمت آنها از چند صد دلار تا بیش از سه هزار دلار متغیر است. به عنوان یک جایگزین، برخی تولیدکنندگان اقدام به ساخت یا خرید حفره گذار و بذرکار دستی ارزان قیمت می‌نمایند(miller, et al., 1998b). بذرها بعد از جوانه‌زنی نباید پوشانده شوند. در هنگام حمل و نقل و جابجایی، سینی‌ها باید به آرامی‌برداشته شوند تا خاک بستر روی بذرهای جوانه زده را نپوشاند زیرا بذرهایی که پوشیده شوند جوانه‌زنی ضعیفی خواهند داشت یا اصلا جوانه نخواهند زد.

خاک بستر تقویت شده که به مرور زمان از خود کود آزاد می‌کند در دسترس می‌باشد، ولی تنظیم رشد گیاه با این مواد مشکل است زیرا با نزدیک شدن گیاهچه به اندازه یک نشا کامل، تخمین مقدار ماده مغذی باقیمانده در ماده بستر مشکل است. پس بهتر است از ماده بستر تقویت نشده استفاده شود و در صورت لزوم، مواد مغذی مورد نیاز، به همراه آبیاری به گیاهچه‌ها داده شود. معمولا برای بسترهای شناور کودهای قابل حل در آب مانند ۲۰-۱۰-۲۰ و ۲۰-۲۰-۲۰ استفاده می‌شود. کود مورد استفاده باید به جای کود اوره دارای نیتروژن نیتراتی باشد و

علاوه بر سه کود اصلی دارای ریزمغذی‌ها نیز باشد. نیتروژن بستر باید همیشه در حدود ۷۵ تا ۱۲۵ میکروگرم در هر گرم خاک بستر باشد تا گیاه بتواند به خوبی رشد و توسعه یابد (Fowlekes , 1997).برای رفع این نیاز نزدیک به ۲۲۷ تا ۱۴۲ گرم کود ۲۰-۱۰-۲۰ یا ۲۰-۲۰-۲۰ در ۳۷۹ لیتر آب به بستر خزانه شناور داده می‌شود.

یکی از مزایای بسترهای شناور این است که رشد نشاءها می‌تواند تا زمانی که به اندازه مناسب برای نشاءکاری می‌رسند تنظیم شود. مطالعات نشان داده است که رشد نشاءهای یکنواخت و ملایم می‌باشد و با نزدیک شدن به اندازه مناسب باید نشاءکاری انجام شود. زمانی به اندازه مناسب رشد رسیدند، معمولا بهترین زمان نشاءکاری می‌باشد (Fowlekes 1997) . هر چند که ممکن است گاهی به علت عدم وجود شرایط آب و هوای مساعد برای نشاءکاری، نشاءها بصورت موقتی در بستر نگهداری شوند. رشد نشاءها را می‌توان با جایگزین کردن آب بدون کود با آب حاوی کود موجود در بستر یا بوسیله سرزنی متوقف کرد. هرچند که گیاهان تا زمانی که همه موادغذایی در اطراف ریشه آنها تمام نشود به رشد ادامه می‌دهند. اگر سطح ازت قبل از این که آب بستر با آب بدون کود عوض شود در حدود ۷۵ تا ۱۲۵ میکروگرم/گرم باشد فرآیند خالی شدن خاک بستر از مواد مغذی ۵ تا ۸ روز به طول می‌انجامد. بدون تغیر دادن آب بستر، در صورت لزوم می‌توان گیاهان را ۳ تا ۵ هفته نگهداری کرد (miller , et al., 1998). هر چند که برای دستیابی به حداکثر عملکرد، باید در سریعترین زمان ممکن نشاءکاری را انجام داد. نشاءهای پیرتر زرد شده و به خواب می‌روند، بنابراین بعد از نشاءکاری رشد انها آرامترتر از نشاءهای بزرگی است که در سریعترین زمان ممکن نشاءکاری شده‌اند.

تحقیقات انجام گرفته در دانشگاه تنسی و ایستگاه تحقیقات کشاورزی نشان داده است که اگر از فرآیند مدیریتی مناسب پیروی شود، تولید نشاء با بذرکاری مستقیم در بسترهای شناور در فضای آزاد مطمئن ترین و قابل اتکاترین روش تولید نشا است (miller, et al., 1998b). هنوز بسیاری از توتون‌کاران کوچک بارلی و توتون آتش خشک تیره از این روش استفاده می‌کنند. در ساخت بسترهای شناور از قاب تخته‌ای (معمولا ۱۵/۲×۵/۱ سانتی‌متر یا ۲۰/۳×۵/۱ سانتی‌متر) و پلاستیک خط دار سیاه ۶ میل (۱۵ میکرون) استفاده می‌شود. محل بستر باید آماده شودو دارای سطحی صاف و نرم باشد.

شن یا مواد شبیه آن برای درست کردن خطوط بستر استفاده می‌شود. تیرک‌ها یا خاک در اطراف محیط بستر برای جلوگیری از خم شدن قالب به سمت بیرون در هنگام افزایش آب استفاده می‌شود. ظرفیت بستر را می‌توان برای هر تعداد سینی مورد نظر تنظیم کرد ولی اندازه ۶/۱ ×۱/۲ بیشتر پیشنهاد شده است. در بیشتر بسترهایشناور، پوششی به طول ۱۵/۲ متر برای پوشاندن دو بستر ۶/۱ متری بدون اتلاف مواد بکار می‌رود. ممانعت از خطر نشت آب و حفظ دمای مورد نظر برای بسترهای بزرگتر مشکل است پس به حداقل رساندن خسارت ناشی از بیماری و یا تراوشات آب را می‌توان با محدود کردن اندازه بستر کاهش داد. یک بستر ۶/۱×۲/۱

متری با ظرفیت ۵۱ سینی می‌تواند نشاء کافی تقریبا برای ۴/۹ هکتار توتون آتش خشک تیره تولید کند. زارعین که بذرکاری مستقیم را در بسترهای فضای باز انجام می‌دهند کمتر نگران تعداد نشاء در هر مترمربع هستند و بیشتر سینی‌هایی با تعداد خانه‌های ۲۰۰ ، ۲۴۲ ، ۲۵۳ یا ۲۸۸ را ترجیح می‌دهند.

محافظت در مقابل خطر آب بیرون بستر که می‌تواند ناشی از بارندگی سنگین و جمع شدن آب باشد مهم می‌باشد (fowlkes, 1997; Miller, et al., 1998b; pearce & maksymowicz, 1997)

به علت ورود قطرات آب به درون سینی‌های تازه کاشته شده ممکن است بذر درون خاک مدفون شده و جوانه نزند. بسترها شناور با مواد پروپیلنی ضخیم که مخصوص استفاده در فضای باز است پوشانده می‌شوند این پوشش‌ها از نفوذ آب باران جلوگیری می‌کنند مگر این که بارش بسیار سنگین باشد. و اگر بارندگی به شدت سنگین باشد، بسترها توسط میله‌های خمیده PVC به اندازه ۱/۹ سانتی‌متر از بالا نگهداری می‌شوند. اگر چه میله‌های نگهدارنده اغلب به صورت مستقیم به قالب بستر متصل می‌شوند اما ترجیح داده می‌شود که کلاهکی سبک وزن به اندازه ۱۰×۵ سانتی‌متر برای بسترهای بیرون داربست ساخته شود (miller, et al., 1998b). به طوری که کلاهک به آسانی برای بازدید نشاءها و قرار دادن مواد ضد آفات برداشته شود و در اواخر بهار زمانیکه هوا گرم می‌شود برای تنظیم دما استفاده شود. کمانهای خمیده PVC به آسانی با اتصال دو میله راست ۲۵ سانتی‌متری و یک میله ۲/۳۰ سانتی‌متری متقاطع و ۴۵ گیره اتصال ساخته می‌شوند. امیله‌های خم شده ممکن است به صورت طاق باشد. این مهم است که شکل اسکلت آنها بصورت اتصالاتی با ارتفاع مساوی باشد و شیب آن برای بارندگی مناسب باشد. ارتفاع میله-های خمیده ۵۰/۸ سانتی‌متر از بالای نشاءها برای بستری با پهنای ۲/۱ متر مناسب است. بسترهای پهن‌تر نیاز به کمانهای بلندتر با شیب مناسب دارند.

حفظ دمای مناسب در داخل بستر، برای تولید نشاءهای توتون ضروری است. مطالعات زیادی در دانشگاه تنسی و ایستگاه آزمایشی توتون برای تعیین اثر دما روی جوانه‌زنی بذر در بسترهای شناور فضای باز انجام شده است (miller et al., 1998b) و لازم است که از زمان بذرکاری تا نشاءکاری، ترموکوپل‌هایی در جاهای مختلف بستر برای تعیین میزان دمای هوا و آب در هر ۳۰ دقیقه، قرار گیرد. اگر چه دمای مناسب برای جوانه‌زنی تقریبا ۲۱/۱ درجه سانتیگراد است ولی داده‌هایی که از مطالعات دانشگاه تنسی بدست آمده ثابت می‌کند که بذر توتون بیشتر در دمای پایین‌تر جوانه می‌زند. با این وجود ارتباط مستقیم بین دما و میزان جوانه‌زنی و یکدستی جوانه‌زنی بذر وجود دارد. جهت جوانه‌زنی کامل بذرهای تیمار شده، در ۷ روز، دمای متوسط داخل بستر می‌بایست تقریبا ۱۸/۳ درجه سانتیگراد باشد. دماهای پایینتر، جوانه‌زنی را به تاخیر می‌اندازد. اگر دمای متوسط در داخل بسترها ۱۵ سانتیگراد باشد برای جوانه‌زنی بذر تیمار شده ۱۰ روز و برای دمای ۱۰ درجه ۱۴ روز زمان لازم است. بذر عمل‌آوری نشده ، علیرغم دمای

بالا در ۷ روز جوانه نمی‌زند و در دمای متوسط ۱۸/۳ درجه سانتیگراد در داخل بستر، برای جوانه زنی بذر عمل‌آوری نشده ۱۰ روز زمان لازم است. ضمنا اگر دما ۱۲/۸ درجه باشد جوانه‌زنی در ۱۴ روز اتفاق می‌افتد.

اگر بسترهای شناور فضای باز، در مناطق تولید توتون آتش خشک تیره از نیمه ماه مارس تا اوایل ماه آوریل بذر کاری شود، به علت عدم وجود گرمای هوای کافی، معمولا ایجاد گرمای کمکی در داخل بستر برای وضعیت مساعد جوانه‌زنی بذر نیاز است. مقدار گرمای کمکی ، در ۵ تا ۷ روز اول بذرکاری براساس میزان گرمای هوای بیرون باید تعین شود. مطالعات تحقیقاتی ایستگاه آزمایشی تنسی ثابت کرده که روش موثر برای ایجاد حرارت لازم در داخل بستر، بالا بردن دمای آب بستر بصورت ترموستاتیک بوسیله دو گرمکن قرار داده شده در داخل آب در بستری به ابعاد ۲/۱×۶/۱ متر تا دمای ۲۶/۷ درجه سلسیوس می‌باشد(miller et al., 1998b). گرمکن‌ها از جنس پلاستیکی بوده و به منظور گرم کردن آب بسترها به کار می‌رود. بستر با پوشش نایلون مشکی به ضخامت ۶ میلی‌متر (۱۵۱میکرون)پوشانیده می‌شود تا از هدرروی حرارت در دمای پایین تر از ۴/۴ درجه سلسیوس جلوگیری شود. برای پوشاندن بسترها نباید از پلاستیک‌های با رنگ روشن استفاده کرد زیرا دمای بستر هنگام تابش نور خورشید می‌تواند به سرعت به بیش از ۴۸/۹ درجه سلسیوس برسد که منجر به آسیب جدی گیاه و حتی از بین رفتن آن می‌گردد. دمای گرمکن‌ها را بعد از کامل شدن مرحله جوانه‌زنی بذرها می‌توان به ۱۵/۶ تا ۱۸/۳ درجه کاهش داد و با رفع خطر یخ زدگی می‌توان آنها را خاموش نمود. مطالعات نشان داده است که تامین گرمای در بسترآبی بستر شناور، نقش موثری در جلوگیری از سرمازدگی گیاهچه‌های جوان دارد. درسال ۱۹۹۸، Miller و همکاران در مطالعاتی که به منظور ارزیابی سیستم گرم کننده انجام دادند نشان دادند که متوسط دمای درون بسترآبی جهت جوانه‌زنی بهینه بذرها، ۱۸/۳ درجه سلسیوس است و این در حالی است که متوسط دمای بیرون برابر با ۱۰ درجه سلسیوس بود. با استفاده از پوشش نایلون مشکی به ضخامت ۶ میلی‌متر در کف بسترآبی، دمای آب داخل حوضچه به پایین تر از ۳/۳ درجه سلسیوس کاهش نیافت در حالی که، دمای بیرون ۱۰/۶- درجه سلسیوس بود. در دمای بسیار سرد بیرون (۱۴/۴-)، دمای آب حوضچه به ۱،۱- درجه سلسیوس کاهش یافت و به گیاهچه‌ها آسیب کمتری رسید. این امر نشان داد که خطر یخ زدگی درون بسترها با استفاده از این سیستم، به حداقل می‌رسد. تحقیقات ۳ ساله در ایستگاه تحقیقاتی تنسی نشان داد با آن که مدت زمان لازم برای جوانه‌زنی بذرها وتبدیل آنها به نشاء کامل در شرایط آب وهوایی مختلف تا حدودی متفاوت است، با این حال، نشاءهای بستر شناور ۵۲ تا ۶۰ روز بعد از بذرگذاری، آماده انتقال به مزرعه می‌شوند. علی رغم تاثیر زیاد تامین گرما در تهیه نشاء در بستر شناور، گیاهچه‌ها در شرایط دمای طبیعی می‌توانند رشد مطلوبی داشته باشند به شرطی که دما به ۱/۱- و۲/۲- درجه سلسیوس کاهش نیابد. برای کسب نتایج مطلوب، لازم است بذرگذاری زمانی صورت گیرد که دمای شبانه روزی به ۱۲/۸

درجه سلسیوس برسد. بدون تامین دمای لازم، جوانه‌زنی بذرها به تاخیر افتاده و مدت زمان لازم برای کامل شدن نشاء در بستر شناور، حدود۱۰ تا ۱۷روز بیشتر خواهد شد. جوانه‌زنی و نتیجه مطلوب را می‌توان در تهیه خزانه شناور درفصل گرم بهار داشت. درهرحال باید توجه نمود که تولید نشاء بدون تامین گرما در بسترها، امری پرخطر خواهد بود. بسیاری از تولید کنندگان نشاء سعی در عدم استفاده از حرارت تکمیلی دارند و در نتیجه بذر پاشی بستر را تا اواسط ماه آوریل به تعویق میاندازند در این صورت محافظت بسترها ازدمای بالا در روزهای گرم وآفتابی بسیار مشکل خواهد بود. طبق نتایج مطالعات Miller و همکاران در ایستگاه تحقیقاتی تنسی، درصد جوانه‌زنی در دمای بیش از ۳۲/۲ درجه سلسیوس کاهش می‌یابد این امر به خصوص درطی هفته اول بعد از بذر پاشی، قابل توجه است. وقتی دمای بیرون در روزهای آفتابی به بیش از ۲۱/۱ درجه سلسیوس برسد دمای بستر شناور ممکن است به بیش از۳۲/۲ دجه سلسیوس افزایش یابد این در حالی است که حد بالایی دامنه دمای مناسب برای بستر شناور ۲۶/۷ درجه سلسیوس می‌باشد. در صورت افزایش دما در بستر ، لازم است با بالا بردن پوشش‌های نایلونی به اندازه ۱۵/۲ تا ۲۵/۴ سانتی‌متر بستر تهویه شود این کار را می‌توان با استفاده ازکلاهک‌های نایلون جمع کن، انجام داد. می‌توان ازفضا سازها وبه کار بردن آنها در وسط بستر و کلاهک جهت تهویه بستر شناور استفاده نمود. با آن که سرزنی سربرگ‌های نشاء عملی استاندارد درشرایط بستر شناورگلخانه‌ای است ولی در خزانه شناور به روش بذر پاشی مستقیم این کار بستگی به خواست زارعین دارد. مطالعات Miller وهمکاران (۱۹۹۸) طی دوسال نشان داد که درصد نشاء قابل استفاده در نشاءهای سرزنی نشده حدود ۸۱ تا ۸۹ درصد و در نشاءهای سرزنی شده (دوبار سرزنی) حدود ۷۷ تا ۹۲ درصد بود. هم چنین، میزان متوسط نشاء قابل استفاده در نشاءهای سرزنی شده ۵ درصد افزایش یافت. هزینه تهیه نشاء در بسترهای شناور هوای آزاد در مقایسه با هزینه آن در گلخانه‌ها بیشتر است و بسیاری از تولید کنندگان نشاء در بستر شناور هوای آزاد، سرزنی سربرگ‌های نشاء را انجام نمی‌دهند. درهرحال، سرزنی سربرگ‌های نشاء جهت افزایش یکنواختی نشاء به خصوص در بسترهایی که در انها گرما تامین نمی‌شود وجوانه‌زنی آنها ممکن است بیش از چند روز به طول بیانجامد، ضروری است.

انتخاب محل کشت ونحوه کوددهی

انتخاب محل تولید توتون تیره آتش خشک دارای اهمیت بسیاری است. این امر موجب محدود شدن میزان بیماری‌های گیاه خواهد شد که می‌تواند موجب آسیب رسانی به گیاه گردد. خاک‌هایی با زهکشی مناسب ومواد آلی فراوان جهت کشت بسیار مناسب هستند. به طور کلی می‌توان گفت که زمین‌های حاصلخیز جهت تولید این گونه توتون‌ها مناسب هستند (۱۹۹۰، Jones ; ۱۹۸۰، Rhodes : ۱۹۵۸، Everette). شیوع بیماری ساق سیاه و بیماری پوسیدگی

سیاه ریشه در مناطق مختلف تولید واریته‌های توتون تیره مشاهده شده است. عملیات تناوب کشت درکاهش این امر موثر است. در انتخاب زمین جهت تولید توتون، توجه به مشکل علف هرز امری مهم وضروری است. استفاده از علف‌کش آترازین که در محصولات تناوبی نظیر ذرت کاربرد دارد در توتون نیز که به آن حساس است باید مورد توجه قرار گیرد. رعایت تناوب کشت ۳ ساله در توتون با کشت گیاهان علفی نظیر غلات دانه ریز، فستوکا، علف باغ همواره توصیه می‌شود (Jones، ۱۹۹۰ ; Maksy، ۱۹۹۴ ; Fowlker، ۱۹۹۵).

کشت سبزیجات نقش مهمی‌درتناوب کشت توتون‌های بارلی و گرمخانه‌ای دارد اما در مورد توتون‌های تیره به طور وسیع به کار نمی‌رود چرا که در کشت واریته‌های غیرمقاوم می‌توانند زمینه ساز بسیاری از بیماری‌ها نظیر ساق سیاه باشند (Fowlker et al، ۱۹۹۵).

کشت شبدر قرمز درتناوب کشت می‌تواند مفید باشد ولی فقط واریته‌های مقاوم در برابر بیماری پوسیدگی سیاه ریشه را می‌توان کاشت (Johnson، ۱۹۹۰ a). همچنین کشت گیاهان پوششی حداقل سه هفته قبل از کشت توتون، می‌تواند درتسهیل آماده‌سازی خاک موثر باشد. نگهداری PH خاک در حد مناسب برای تولید توتون با کیفیت بالا موثر است. با آن که میزان pH در تولید توتون بارلی وگرمخانه‌ای بین ۵/۶ تا ۶/۵ می‌باشد، مقادیر کمتر از آن نیز در تولید توتون تیره مشاهده شده است (Everette، ۱۹۵۸ : Rhodes، ۱۹۸۰ ; Jones ،۱۹۹۰).

درصورتی که PH خاک از۶ بالاتر رود در صورت کشت واریته‌های غیر مقاوم، بیماری پوسیدگی ریشه شیوع خواهد یافت. مطالعات انجام شده در ایستگاه تحقیقات تنسی درسال ۱۹۶۰ در ایالت تنسی نشان داد میزان PH مناسب جهت تولیدتوتون‌های تیره در محدوده ۵/۴ تا ۵/۸ مناسب تر است (Parks & Safley، ۱۹۶۷). مطالعات جدیدتر نشان داده است که محدوده PH ۵/۵ تا ۶ برای توتون‌های تیره مطلوب است (Jones، ۱۹۹۰ ; Fowlker، ۱۹۹۵).

سمیت ناشی از غلظت بالای منگنز خاک یکی از مهم ترین و شایع ترین مشکلات درتولید توتون تیره است. هرگاه PH خاک به میزان کمتر از ۵/۶ برسد مقادیری منگنز درخاک آزاد می‌گردد (Fowlker et al، ۱۹۹۵). سمیت منگنز در اوایل فصل رشد موجب به تعویق افتادن رسیدگی گیاه به مدت ۱ تا ۳ هفته می‌گردد. بین رگبرگ‌های بوته‌های کوچک توتون به رنگ سبز کمرنگ مایل به زرد تغییر یافته و علائم ابتدا در نوک برگ‌های پایینی بوته ظاهر می‌شود. درحالت حاد ، نقاط مرده درسطح برگ افزایش می‌یابد و گیاه به طور جدی از رشد باز می‌ماند و در نتیجه میزان محصول وکیفیت توتون عمل‌آوری شده کاهش می‌یابد. بهترین راه جلوگیری از سمیت منگنز آهک دهی جهت حفظ PH خاک در محدوده مناسب می‌باشد.

توتون‌های آتش خشک تیره نیاز به مقادیر زیادی کود داشته تا محصولی با عملکرد بالا و کیفیت مناسب تولید گردد. نیتروژن، فسفر و پتاسیم از مهم ترین عناصر و مواد غذایی در تولید توتون به شمار می‌رود. آزمون سالانه خاک به منظور اطمینان از مقادیر مواد غذایی در حالت مطلوب در تولید توتون امری ضروری به شمار می‌رود. میزان نیتروژن توصیه شده توتون تیره

آتش خشک در سه‌ایالت مورد کشت این توتون متفاوت است. در ایالت تنسی Fowlkes وهمکاران درسال ۱۹۹۵توصیه کردند که میزان نیتروژن کل مصرفی نباید بیش از ۲۲۵ کیلوگرم درهکتار باشد درحالی که Pearce در سال ۱۹۹۷ در ایالت کنتاکی کاربرد کود نیتروژن به میزان ۳۳۸ کیلوگرم در هکتار را توصیه نموده است. کمترین میزان نیتروژن توصیه شده درتوتون تیپ ۲۱ و توتون ویرجینیا می‌باشد که به میزان۱۴۱-۱۶۹ کیلوگرم درهکتار است. نیتروژن بیش از مقدار مورد نیاز رشد، در به تعویق انداختن مرحله رسیدگی وکاهش کیفیت توتون موثر بوده و همچنین باکاهش PH خاک موجب افزایش علف‌های هرز می‌گردد (Fowlker et al، ۱۹۹۵). کود نیتروژن را می‌توان به طور یکجا و قبل ار نشاءکاری همراه با فسفر و پتاسیم به خاک اضافه نمود و قبل از نشاءکاری با دیسک زدن در خاک مدفون نمود یا حتی می‌توان مقداری از آن را ۲ تا ۳ هفته بعد از نشاءکاری استعمال نمود(Fowlker et al، ۱۹۹۵ ; Jones , ۱۹۹۰). اگر PH خاک در حد مناسب باقی بماند تمامی‌نیتروژن می‌تواند به طور مطلوبی درخاک مصرف شود. در هر حال، استفاده ازمنابع نیتروژن غیراسیدزا نظیر سدیم نیترات و کلسیم نیترات می‌تواند از آسیب ناشی از کاهش PH خاک جلوگیری نماید.

زیر و رو کردن خاک در هنگام آماده‌سازی زمین می‌تواند نیاز به کودهای معدنی را کاهش دهد (Fowlker et al، ۱۹۹۵ ; Jones , ۱۹۹۰). این عملیات در تولید واریته‌های مقاوم به پوسیدگی سیاه ریشه و یا در کشت با رعایت تناوب مناسب به کار می‌رود. توتون تیره نیاز به مقادیر کافی فسفر جهت رشد اولیه و رسیدگی مطلوب دارد (Fowlker et al، ۱۹۹۵ ; Jones , ۱۹۹۰). بسیاری از مزارع کشت توتون تیره دارای میزان فسفات نسبتا بالایی هستند که ناشی از استفاده از این کود طی چندین سال می‌باشد. میران فسفات اضافه شده به خاک می‌تواند از ۶۷/۵ کیلوگرم درهکتار درخاک‌های با میزان فسفر بالا تا ۱۶۹ کیلوگرم درهکتار برای خاک‌های بامیزان فسفات کمتر، متغیر باشد.

میزان پتاسیم مورد نیاز این توتون‌ها نسبتا بالا است. مقادیر پتاسیم بالا جهت عمل‌آوری بهتر این توتون‌ها ضروری است. به گزارش Jones در سال ۱۹۹۰، میزان کود پتاسیم توصیه شده از ۱۴۵کیلوگرم درهکتار تا ۳۳۸ کیلوگرم درهکتار بسته به میزان پتاسیم موجود در خاک خواهد بود. از آنجایی که مقادیر بالای یون کلراید می‌تواند درکیفیت و عمل‌آوری توتون نقش نامطلوبی ایجاد نماید مصرف کود سولفات پتاسیم توصیه می‌شود.

کنترل علف هرز

تولیدکنندگان توتون باید به موضوع مربوط به علف هرز توجه اساسی داشته باشند. Rhodes و Fowlkes گزارش کردند که بسیاری از علف‌های هرز نظیر داتوره، عروسک پشت پرده پنجه مرغی، تاج ریزی خاردار، سوروف، سورگوم توسط علف‌کش‌ها بطور مناسب کنترل نمی‌شوند.

کاربرد ترکیب علف‌کش‌ها همراه با زمان مناسب کاربرد می‌تواند کنترل مناسبی در بسیاری از شرایط بر رشد علف هرز داشته باشد. علف‌کش‌های توصیه شده در توتون‌های تیره شامل بنفلورالین، ناپروپامید، پندیمتالین، پبیولات و سولفنترازول می‌باشد. کاربرد صحیح و مناسب علف‌کشها و ترکیب آنها و نیز رطوبت مناسب خاک جهت کنترل موثر از موارد اساسی در استفاده از علف‌کشها به شمار می‌روند.

بسته به نوع علف‌کش، کاربرد آن ممکن است قبل از نشاءکاری، بعد از نشاءکاری و یا در مرحله سکون باشد. علف‌کش‌های مذکور که برای توتون برچسب زده شده‌اند به غیر از علف‌کش سولفنترازول، ممکن است جهت استفاده قبل از نشاءکاری به کاررروند. البته علف‌کش سولفنترازول ممکن است قبل از نشاءکاری به کار رود ولی به صورت ترکیبی در خاک استعمال نمی‌شود. ازمزایای استفاده علف‌کش قبل از نشاءکاری می‌توان به قابلیت مخلوط شدن آن با سایر علف‌کش‌ها وکاهش هزینه و نیز کاهش نیاز به بارش یا آبیاری جهت فعالسازی علف‌کش و افزایش مقاومت در برابر علف‌های هرز اشاره نمود. از معایب استعمال علف‌کش قبل از نشاءکاری می‌توان به آسیب ریشه در اوایل فصل رشد اشاره نمود که موجب به تعویق افتادن رشد اولیه توتون می‌گردد. با جلوگیری از کاربرد بیش از اندازه علف‌کش (بیش از میزان توصیه شده) و نیز ترکیب مناسب علف‌کش با خاک می‌توان از این امر جلوگیری نمود. اسپری کننده‌ها باید به طور دقیق کالیبره شوند و از اسپری نمودن بیش از حد علف‌کش باید خودداری نمود. سموم شیمیایی باید از فاصله ۲/۵-۵ سانتی‌متری خاک بر روی آن اسپری گردند. ترکیب غلیظ تر موجب آسیب رسانی به ریشه نشاء خواهد گردید. علف‌کش‌ها را می‌توان توسط دیسک به طور مناسب در عمق ۱۰-۱۵ خاک استفاده کرد این امر موجب می‌گردد که سموم در فاصله ۵ سانتی‌متری سطح خاک قرار گیرند. خاک را باید دو بار دیسک نمود وترجیحا بهتر است دیسک دوم را عمود بر دیسک اول زد. علف‌کش Devrinol 50DF تنها علف‌کشی است که درحال حاضر بر روی نشاء استفاده می‌شود این علف‌کش باید هفت رو ز بعد از نشاءکاری استفاده شود (Fowlker ، ۱۹۹۵ et al ; ۱۹۹۰ , Rhodes). در صورت هجوم کم علف‌های هرز بومی‌کاربرد این روش دارای مزایای متعددی است ازجمله می‌تواند در مزرعه ذخیره گردد و در مواقع فصل مرطوب و کاهش عملکرد مزرعه می‌تواند مفید باشد. علف‌کش‌ها باید به فاصله ۴۰-۷۰ سانتی‌متری ردیف‌ها استعمال شوند که در ایند صورت مواد کمتری مصرف شده و احتمال آسیب ریشه در اوایل فصل رشد به حداقل می‌رسد. در هرحال فعالیت مناسب علف‌کش‌ها بستگی به ترکیب ۲/۵۴ سانتی‌متری آنها با خاک و آبیاری ۲-۳ روز بعد از استفاده دارد. کنترل نامناسب علف‌کش اغلب دراثر ناکافی بودن رطوبت خاک خصوصا در مزارع با هجوم زیاد علف هرز دیده می‌شود.

علف‌کش‌هایDevrinol 50DF و Prowl 4E درحالت نشاء به صورت lay-by مورد استفاده قرار می‌گیرند (Johnson ,۱۹۹۰ ; Rhodes , ۱۹۹۰ ; Fowlker et al، ۱۹۹۵). علف‌کش‌ها درمراحل آخر فصل رشد به میان ردیف‌های کشت کشیده می‌شوند تا موجب کنترل گسترده

علف هرز در طول فصل کشت گردد. درصورتی که از Prowl استفاده می‌گردد باید دقت نمود که از تماس آن با گیاه خودداری شود. استفاده از این علف‌کش‌ها خصوصا زمانی مفید است که کنترل ناکافی علف هرز قبل از کشت صورت گرفته باشد و یا بذر علف هرز درخاک‌هایی که در آنها عملیات زراعی انجام نگرفته است با شخم عمیق به سطح خاک آورده شود و یا از علف‌کش‌هایی که اثرات کمی‌دارند قبل از نشاءکاری استفاده شود. بارش باران و یا آبیاری با عمق ۲/۵۴سانتی‌متری خاک به صورت ۲-۳ روز بعد ازنشاءکاری مورد نیاز می‌باشد تا از فعال سازی علف‌کش اطمینان حاصل شود.

نشاءکاری و فاصله بین بوته‌ای

نشاءکاری توتون تیره در هر زمانی که نشاء آماده انتقال به زمین باشد و شرایط آب وهوایی مناسب وجود داشته باشد میسر است. این شرایط در آمریکا در سال‌های متمادی از دهم ماه مه تا اوایل ماه ژوئن می‌باشد. در این زمان خطر یخ زدگی رفع گردیده و هوا به اندازه‌ای گرم نیست که مشکلی در پایداری نشاء ایجاد نماید. مشکلات ناشی از آب و هوای خشک و گرما در نشاء تازه انتقال یافته معمولا بعد از اواسط ماه ژوئن ایجاد می‌شود. از آنجایی که نشاءهای تهیه شده به طریق خزانه شناور نسبت به خزانه‌های سنتی دارای سیستم گسترده ریشه می‌باشد، این نشاءها شوک کمتری را متحمل گردیده و انتقال نشاء در شرایط نامطلوب کشت نیز ، به خوبی صورت می‌گیرد(Fowlker et al، ۱۹۹۵). شوک‌های ناشی از انتقال نشاءهای خزانه سنتی را می توان با آبیاری خزانه قبل از کندن نشاء از خزانه، به حداقل رسانید. استفاده از نشاء سالم و قوی و حفظ رطوبت ریشه (از زمان کندن آن از خزانه تا زمان نشاءکاری) با استقرار آن در محل سایه، می‌تواند موجب بهبود رشد نشاء گردد.

هرگاه نشاء قبل از کشت به طور موقت نگهداری می‌شود لازم است محل نگهداری نشاء خنک بوده و برگ‌های آن خشک باشند. میزان آب لازم در هنگام نشاءکاری برای هرهکتار حداقل ۱۸۷۰ لیتر و ترجیحا ۲۸۰۵-۲۷۴۰ لیتر می‌باشد. زمان نشاءکاری باید در زمانهای خنک بعد از ظهر و اوایل عصر بوده تا نشاءها از آسیب ناشی از آفتاب وگرمای روزهای آفتابی درامان باشند. زمانی که دما در روز به بیش از ۳۰ درجه سلسیوس برسد باید از نشاءکاری خودداری نمود. مطالعات Fowlkes و همکاران در سال‌های ۱۹۹۵-۱۹۹۷ نشان داد که نشاءهای خزانه شناور در مقایسه با نشاءهای خزانه سنتی بعد از نشاءکاری سریع تر شروع به رشد می‌کنند. نشاءهای خزانه شناور به محض رشد درون سلول‌های سینی و زمانی که بزرگی نشاء با ندازه‌ای شد که در انگشتان دست جای گرفت می‌توانند به زمین انتقال یابند. نشاءهای کوچک تر بهتر از نشاءهای بزرگتر می‌باشند هم چنین این نشاءها رامی‌توان درطول روز بدون ایجاد هیچ گونه شوکی مگر به دلیل تغذیه مازاد، کشت نمود. این نشاءها بسیار باطراوت وشاداب می‌باشند. نشاءها

باید به طور مناسبی درزمین کشت شوند وتمامی‌ریشه درخاک قرار گیرد این امر موجب پایداری بوته خواهد گردید.

درایالت کنتاکی و تنسی تراکم نشاءها از۹۸۸۴-۱۲۸۴۹ بوته در هر هکتار متغیر است (۱۹۹۵ ،Fowlker et al ; ۱۹۹۴, JMaksymowicz). نشاءهای توتون تیره به طور نرمال به فاصله بین ردیفی ۱۰۲-۱۱۲ سانتی‌متر کشت می‌شوند و فاصله بین بوته‌ها ۷۶-۹۱ سانتی‌متر است. در ایالت ویرجینیا میزان تراکم بوته ۱۲۳۵۵تا ۱۳۲۲۰ در هکتار توصیه می‌گردد و فاصله بین ردیف‌ها ۱۰۷ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها در هر ردیف ۷۱- ۷۶ سانتی‌متر است (۱۹۹۰, Jones).

در ایالت تنسی فاصله بین ردیفی ۱۰۷ سانتی‌متری و فاصله بین بوته‌ای۹۱ سانتی‌متر مرسوم می‌باشد. تولید کنندگان سعی درتولید توتون با کیفیت بالا با برگ‌های بزرگ و درجه پوشش دهندگی بالا را دارند. بارعایت این فاصله‌ها میزان تراکم بوته درهکتار برابر ۱۰۲۲۵ خواهد گردید. Fowlkes وهمکاران درسال‌های ۱۹۹۰تا ۱۹۹۸ در موسسه تحقیقاتی Highland Rim Experiment Station in Spingfield ایالت تنسی اثرات فاصله بین ردیفی و فاصله بین بوته‌ای روی هر ردیف رادر سه واریته توتون تیره گرمخانه‌ای مورد بررسی قرار دادند. در این بررسی تاثیر فواصل ردیفی ۹۶/۵-۱۰۶/۷ و فواصل بین بوته‌ای۷۰، ۷۶ و ۹۱/۴ سانتی‌متریروی هر ردیف مورد ارزیابی قرار گرفتند. نزدیک کردن فاصله ردیف‌ها از ۱۰۶/۷ به ۹۶/۵ موجب کاهش عملکرد و پایین آمدن کیفیت توتون گردید و این امر بدون توجه به فاصله بوته در ردیف انجام گرفت. به نظر می‌رسد که‌این امر در اثر آسیب فیزیکی برگ‌ها دراثرکشت مکانیزه و اسپری سموم برروی انها بوده است، هرچند کاهش نفوذ نور درمیان بوته‌ها را نباید غیر محتمل شمرد. کشت متراکم بوته‌ها در ردیف‌ها منجر به افزایش عملکرد محصول می‌شود. فاصله بین بوته‌ای ۷۰ سانتی‌متری درردیف در مقایسه با فاصله بین بوته‌ای ۹۱/۴ سانتی‌متری به طور متوسط افزایش عملکردی معادل ۵۳۴ کیلوگرم درهکتار داشت. بالاترین میزان محصول در کشت با فاصله بین بوته‌ای۷۰ سانتی‌متری با فاصله بین ردیف ۱۰۶/۷ سانتی‌متری بدست آمد. درسال ۱۹۹۰ Miller و Leggدر بررسی‌های خود به‌این نتیجه رسیدند که فاصله ردیف‌ها اثری بر روی کیفیت توتون عمل‌آوری شده ندارد. در هر حال کاهش فاصله میان بوته‌ها منجر به‌ایجاد برگ‌های کوچکتر گردید. کشت بوته‌ها با تراکم بالا منجر به‌ایجاد برگ‌هایی باریک گردیده و درصد پوشش برگ توتون تیره را کاهش خواهد داد. باوجودی که سه واریته کشت شده دراین بررسی تفاوت‌هایی از نظر اندازه برگ وخصوصیات رشد داشتند اما تغییرات قابل ملاحظه‌ای در اثرات متقابل فواصل بوته‌ها مشاهده نشد.

کنترل بیماری‌ها

بیماری‌ها می‌توانند عملکرد محصول توتون را به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش دهند. از آنجایی که تعداد واریته‌های مقاوم در مقابل بیماری‌ها در توتون تیره محدود می‌باشد لذا کنترل بیماری‌ها امری ضروری به شمار می‌رود. مدیریت مطلوب درکنترل بیماری‌ها نیازمند ترکیب عملیات زراعی وکنترلی می‌باشد. مواردی نظیر تناوب کشت مناسب، به کار بردن واریته‌های مقاوم در برابر بیماری‌ها و استفاده مناسب از علف‌کش‌ها همه می‌توانند تولید مطلوب توتون تیره را تضمین نمایند. دو بیماری عمده در توتون تیره عبارت از بیماری ساق سیاه و بیماری پوسیدگی سیاه ریشه می‌باشند (Fowlkes et al ،۱۹۹۵). بیماری سیاهی ساقه توسط قارچ خاکزی فیتوفورا پارازیتیکا ایجاد می‌گردد (Lucas ،۱۹۷۵). درمناطق تولید توتون در آمریکا دو نژاد صفر و نژاد ۱ شیوع دارند. تحقیقات Hunter و همکارانش در۱۹۸۱ درایالت تنسی نشان داد که هر دو نژاد در این ایالت وجود دارند. بیماری ساق سیاه بر روی سیستم آوندی گیاه تاثیر دارد و موجب پژمردگی گیاه و زردشدن آن و در نهایت مرگ گیاه می‌گردد. ساقه بوته در مجاورت زمین به رنگ سیاه درآمده و سیستم ریشه پوسیده می‌شود. محتوی درون ساقه به صورت ورقه‌هایی بشقاب مانند در می‌آید. از آنجایی که قارچ مولد بیماری از گیاه آلوده انتقال می‌یابد باید از بوته سالم استفاده نمود. همچنین قارچ مولد بیماری می‌تواند با ابزار و وسایل مورد استفاده درخاک منتقل گردد لذا ابزار مورد استفاده باید کاملا تمیز و ضد عفونی گردد. برای این منظور می‌توان از محلول ۱ در ۲۵ فرمالدئید تجارتی در آب استفاده نمود (Fowlkes et al ،۱۹۹۵). هم چنین قارچ مولد بیماری از طریق آب نیز منتشر می‌شود. لذا بستر کشت در مزارع باید در محلی به دور از زه آب مزارع آلوده باشد. باید توجه داشت که قارچ مولد بیماری درخاک را می‌توان کاهش داد اما نمی‌توان آن را از بین برد (Lucas ,۱۹۷۵ ; Fowlker et al، ۱۹۹۵). حتی در مزارعی که به مدت ۷-۱۰ سال کشت توتون در آنها صورت نگرفته است می‌توان بروز این بیماری را با کشت واریته‌های حساس به‌این بیماری انتظار داشت. این بیماری را می‌توان به راحتی با ترکیب عملیات تناوب کشت، استفاده از واریته‌های مقاوم و نیز استفاده از سم متالاکسیل (ریدومیل) کنترل نمود.

واریته‌های مقاوم شامل DF 300 ,DF485 ,TN D94 ,TN D950 ,KY190,VA331,VA310, VA309 می‌باشد (Smiley et al ,۱۹۸۶ ; Miller & Fowlker ، ۱۹۹۵). هر چند که‌این واریته‌ها مقاومت متوسطی در مقابل نژاد صفر و ۱ این بیماری دارند. این واریته‌ها میزان محصول بالایی در حضور این بیماری‌ها داشته اما درصورتی که میران بیماری شدت یابد از ابتلا به بیماری مصون نبوده و دچار بیماری می‌گردند. موثرترین مقاومت این واریته‌ها زمانی است که از سم متالاکسیل درخاک استفاده شود. درهر حال استفاده از متالاکسیل همراه با کشت واریته‌های غیر مقاوم در پیشگیری وکنترل بیماری ساق سیاه نسبتا غیر موثر است.

در برخی سال‌ها بیماری پوسیدگی سیاه ریشه نسبت به سایر بیماری‌ها ممکن است موجب کاهش بیشتر عملکرد محصول توتون تیره گردد. این بیماری توسط قارچ خاکزی تیلا ویوپسیس باسیکولا ایجاد می‌شود (Lucas ،۱۹۷۵). در طی فصول رشد سرد و مرطوب، گسترش وسیعی دارد و ازآنجایی که علایم ظاهری ایجاد شده توسط آن در مقایسه با بیماری ساق سیاه قابل مشاهده نیست از این رو می‌تواند بسیار مخرب تر باشد. تولید کنندگان توتون معمولا از وجود بیماری مطلع نمی‌شوند. بروز بیماری اغلب با کاهش رشد بوته و یا رشد غیر معمول آن همراه است. با وجودی که زردشدن برگ‌ها اتفاق می‌افتد، اما علامت تیپیک آن به تعویق افتادن رشد گیاه وکوتاهی بوته است. گیاه مبتلا به بیماری دچار کمبود ریشه‌های تغذیه کننده خواهد شد و ریشه به رنگ سیاه و پوسیده درخواهد آمد. با پیشرفت فصل رشد و بالا رفتن دمای خاک ممکن است به نظر برسد که گیاه رشد خود را آغاز کرده است. بیماری پوسیدگی سیاه ریشه را می‌توان با استفاده ازکشت واریته‌های مقاوم به خوبی کنترل نمود. واریته‌هایی نظیر KY195 ,TND950 ,TND94 ,DF911 ,DF485 ,KY171, مقاومت بالایی درمقابل این بیماری دارند (Miller & Fowlker ، ۱۹۹۵). همچنین در سال ۱۹۹۰ Johnson گزارش داد که واریته‌های VA309 و VA312 مقاومت متوسطی درمقابل این بیماری داشته و درکشت این واریته‌ها باید تناوب کشت سه ساله و کشت غلات دانه ریز و ذرت انجام گیرد. (Johnson ,۱۹۹۰). درصورتی که واریته‌های حساس کشت شوند برخی عملیات کنترلی در جلوگیری ازکاهش عملکرد کشت به دلیل این بیماری می‌تواند موثر واقع شود. توتون تیره درخاک‌های با PH برابر ۵/۵ تا ۶ به خوبی رشد می‌کند. از آنجایی که قارچ مولد بیماری در PH بالاتر از ۶ پیشرفت می‌کند توتونکارانی که واریته‌های غیرمقاوم را کشت می‌کنند باید سعی درنگهداری PH خاک در محدوده ۵/۵ یا بیشتر را بنمایند. جهت اصلاح اسیدیته خاک در محدوده متناسب، مقداری آهک با در نظر گرفتن نتایج آزمون خاک استفاده می‌شود (Johnson et al ,۱۹۹۰). در عین حال سایر مشکلات نظیر سمیت منگنز در PH پایین را می‌توان با کاشت محصولات پوششی و بازگرداندن آنها به خاک حداقل سه هفته قبل از نشاءکاری رفع نمود. خرد کردن باقیمانده محصولات اغلب موجب تحریک رشد قارچ بیماریزا میگرد. درصورتی که توتون بلافاصله پس از کشت گیاهان پوششی کشت شود ممکن است بیماری پوسیدگی سیاه ریشه افزایش یابد. بکارگیری مقادیر مازاد کود و نیز کشت زود هنگام در خاک سرد نیز موجب پیشرفت بیماری خواهد شد. از دیگر بیماری‌هایی که می‌تواند موجب کاهش میزان محصول در توتون تیره گردد می‌توان به ویروس موزاییک توتون TMV اشاره نمود. این ویروس موجب ایجاد علایم وسمپتوم‌هایی نظیر پریدگی رنگ برگ توتون، بدشکلی برگ‌ها و سوختگی سطح وسیعی از برگ‌ها می‌گردد. ابتلا گیاه به‌این ویروس در اوایل فصل رشد می‌تواند به طور وسیعی ازمیزان وکیفیت محصول بکاهد. هر وسیله‌ای که موجب انتقال ویروس از مواد آلوده به گیاه گردد می‌تواند موجب انتقال بیماری شود. مشاهده شده است که‌این ویروس می‌تواند در گیاه عمل‌آوری شده تا ۵۰ سال باقی بماند (۱۹۹۵،

Fowlkes et al). از آنجایی که پایداری این ویروس در توتون آشکار گردیده است باید در استفاده از این مواد در هنگام وجین کردن خزانه نشاء یا دستکاری نشاء و یا سرزنی آن خودداری شود. این ویروس همچنین درطی فصل کشت انتقال می‌یابد. توتون آلوده باید قبل ازکشت از مزرعه جمع‌آوری گردد. هم چنین این ویروس می‌تواند از طریق بقایای گیاهی یا باقی مانده محصولات فصل قبل منتقل شود. طبق گزارشات Smiley در سال ۱۹۸۶و Johnson Miller & Fowlkes در سال ۱۹۹۵ کشت واریته‌های مقاوم نظیر TND 950 ,TND94 ,DF911 ,DF485 ,VA312 KY195 ,KY171, درمزارعی که از قبل به ویروس موزاییک توتون آلوده بوده اند می‌تواند از آلودگی توتون به‌این ویروس جلوگیری نماید. درهرحال هرگاه واریته مقاوم توتون از طریق ساقه یا رگبرگ اصلی به ویروس آلوده شود توتون از بین خواهد رفت و درجایی که واریته‌های مقاوم و حساس به ویروس هر دو دریک مزرعه کشت شوند نباید واریته حساس را ابتدا سرزنی نمود. آسیب ناشی از سفیدک داخلی توتون در توتون تیره به اندازه واریته‌های دیگرگسترده نیست اما برخی آسیب‌های اقتصادی ناشی از آن گزارش شده است. قارچ عامل این بیماری پرونسپورا تاباسینا به طور نرمال در مناطق کشت توتون تیره بعد از زمستان وجود نخواهد داشت اما ممکن است اسپورها به وسیله باد از مناطق آلوده توتونکاری به سوی مناطق شمالی انتقال یابد. وجود نقاط زردرنگ در سطح برگ‌های آلوده وسیع تر شده و درنهایت به نقاط مرده تبدیل می‌شوند این نقاط با کپک سبز- آبی پوشانیده می‌شود. این بیماری در مزرعه با سرما، بارش و آب و هوای مرطوب شدت می‌یابد. مزارع محافظت نشده در برابر اسپورهای خاک و در شرایط آب و هوایی مرطوب غالب ممکن است از این بیماری آسیب ببینند.

قبل از سال۱۹۹۵ بیماری سفیدک داخلی توتون با استفاده از سم متالاکسیل قبل ازنشاءکاری درخاک مهار شد درسال‌های اخیر ازدیاد قارچ باعث شده است که بیماری به سختی کنترل گردد. سم اکروبات MZ (دی متومورف – مانکوزب) قارچ‌کشی است که حاوی دی متومورف و کاربامات بوده و کنترل قابل قبولی را در ابتدا ایجاد می‌کند و باید قبل از بروز علایم بیماری به کار رود و به صورت اسپری بر روی برگ‌ها به فاصله ۷ تا۱۰ روز علیه بیماری استفاده شود.

در سال ۱۹۹۰ ، Johnson گزارش کرد هرچند که مشکلی از جانب نماتدها درتوتون تیره آتش خشک در ایالت‌های تنسی وکنتاکی مشاهده نشده است اما این آفت موجب کاهش میزان محصول در توتون ویرجینیا گردیده است.

میزان آسیب رسانی نماتدهای cyst , root knot وlesion به موقعیت جغرافیایی منطقه بستگی خواهد داشت در صورت وجود نماتد، تشخیص و پیش بینی نماتدها باید در مزرعه صورت گیرد. عملیاتی نظیر تناوب کشت و از بین بردن به هنگام ریشه باید انجام شود تا بتوان جمعیت نماتدها را درحداقل ممکن نگهداری نمود. انتخاب نوع کشت مورد استفاده در تناوب مهم است. دراین مورد باید ازکشت دانه سویا که حساس به نماتدهای rootknot و lesion است و نیز از کشت گیاهانی نظیر گوجه فرنگی، بادمجان و فلفل که به نماتدهای cyst حساس هستند باید پرهیز

نمود (Johnson et al ,۱۹۹۰). در صورت هجوم زیاد نماتدها لازم است از نماتد کش‌ها جهت کنترل نماتد در مزارع استفاده نمود. وجود نقاط لکه برگی زاویه دار درسطح برگ که توسط باکتری ایجاد می‌شود موجب پیدایش لکه‌های قهوه‌ای رنگ روی سطح برگ می‌گردد. به گزارش Fowlkes و همکاران او در۱۹۹۵ این امر در شرایط آب وهوایی بارانی ایجاد شده و در سال‌های اخیر افزایش یافته است. نقاط قهوه‌ای رنگ سطح برگ که توسط آلترناریا آلترناتا ایجاد می‌شود (Lucas ،۱۹۷۵)، می‌تواند درکاهش میزان محصول و کیفیت آن در برخی زمانهای کشت موثر باشد. از آنجایی که قارچها معمولا موجب آسیب به برگ‌های مسن تر می‌شوند پیدایش نقاط قهوه‌ای در ابتدا وجود نداشته و مشکل پایان فصل رشد و مربوط به برگ‌های رسیده بیش از حد است. قارچ‌کشی برای این بیماری در دسترس نیست لیکن با عملیات تناوب کشت و انتخاب کشت مناسب و برداشت توتون قبل از رسیدگی بیش از حد می‌توان اثرات آ نها را به حداقل رساند (Johnson،۱۹۹۰).

سایر بیماری‌ها نظیر لکه ویروسی پژمردگی کوجه فرنگی با ایجاد نقاط پژمرده و توخالی شدن ساقه آسیب ناچیزی در توتون تیرهآتش خشک ایجاد می‌کنند (Fowlkes et al ،۱۹۹۵). در صورتی که در مورد این بیماری‌ها، قارچ‌کش‌های مناسب و یا واریته مقاوم در دسترس نباشند ، لازم است عملیاتی نظیر تناوب کشت و پاک سازی مزرعه از بقایای محصول پس از برداشت انجام گیرد تا از کاهش میزان محصول جلوگیری شود. جمع‌آوری بقایای مزرعه در فصل پاییز می‌تواند در کاهش میزان بیماری‌های مربوط به توتون تیره موثر باشد. پاکسازی پاییزه شامل دیسک زدن گیاهان بلافاصله پس از جمع‌آوری محصول و برگرداندن آنها به خاک ۲-۳ هفته بعد از بذر پاشی مزرعه با غلات دانه ریز و گیاهان پوششی می‌باشد.

کنترل حشرات

کنترل حشرات از جمله موارد ضروری برای تولید محصول مطلوب می‌باشد. سه روش عمده درکنترل حشرات وجود دارد. بسیاری از توتونکاران فقط روش سم پاشی را به کار می‌برند و این سموم را بفاصله هر ۱۰ تا ۱۴ روز بر روی محصول سم پاشی می‌کنند. درسال‌های ۱۹۹۰ و ۱۹۹۵ به ترتیب Sluntner و Fowlkes روش مدیریت تلفیقی کنترل را توصیه نمودند. برمبنای این روش کنترل حشرات شامل کنترل طبیعی، زراعی و شیمیایی است که در به حداقل رسانیدن جمعیت حشره در حد پایین تر از شرایط خسارت اقتصادی و در عین حال به حداقل رساندن اثرات زیان آور سموم بر روی حشرات مفید و محیط زیست موثراست. بااعمال مدیریت تلفیقی کنترل حشرات زیان آور و استفاده صحیح از سموم می‌توان آسیب اقتصادی ناشی از حشرات را به حداقل رسانید.

مزارع توتون باید نسبت به آسیب ناشی از حشرات حداقل یک بار درهفته بررسی شوند. کنترل مناسب باید شامل مشاهده پنج گیاه از هر ۲۵ نقطه مزرعه‌ای به وسعت یک هکتار باشد(۱۹۹۷ ،Pearce & Maksymowicz ; ۱۹۹۵ ،Fowlkes et al). باوجودی که حشرات متعدد به توتون تیره آسیب می‌رسانند با این حال فقط برخی از آنها مشکلات جدی بر روی آن ایجاد می‌کنند. کرم‌های خوشه خوار وشاخه خوار از آفات حشره‌ای اصلی توتون به شمار می‌روند که معمولا از برگ‌های توتون تغذیه می‌کنند و گاهی اوقات موجب آسیب جدی نشاءهای تازه کشت شده می گردند خصوصا هنگامی‌که کشت توتون در مزرعه بعد از کشت محصولات چمنی صورت گیرد. کرم مفتولی در مرحله لاروی در خاک زندگی کرده و با ایجاد تونل درآن خود را به ریشه نشا کشت شده می‌رساند (Semtner،۱۹۹۰). آسیب ناشی از این آفت می‌تواند موجب به تعویق افتادن رشد نشا گردیده و نیز موجب کاهش پایداری بوته شود. جهت جلوگیری از بروز این آسیب توصیه می‌گردد که کشت نشا درخاک‌هایی که قبلا در آنها از حشره کش استفاده شده انجام گیرد (۱۹۹۶، Fowlkes et al ; ۱۹۹۶ ،Burgess & Hadden ; ۱۹۹۰ ،Semtner). تیمار خاک باید حداقل دو هفته قبل کاشت نشا انجام شده باشد.

کرم طوقه بر بیشترین خسارت را به نشاءهای تازه کشت شده می‌رساند. اگروتیس یا کرم طوقه بر به نشاء آسیب می‌رساند این آفت از برگ‌های توتون تغذیه کرده و بوته را از سطح بالای خاک جدا می‌کند. در حالت آسیب جدی، نشاءکاری باید دوباره انجام گیرد. این آفت را می‌توان با سم پاشی حشره کش به خاک قبل از نشاءکاری از بین برد (Burgess & Hadden، ۱۹۹۶).

سوسک‌ها ی توتون، شته‌ها و کرم‌های خوشه خوار وکرم شاخه خوار از آفات اصلی توتون به شمار می‌روند که معمولا از برگ‌های توتون تغذیه می‌کنند. تغذیه بیش از حد سوسک‌های توتون در برگ‌های نشا تازه کشت شده، باعث ایجاد سوراخ‌های در سطح برگ گردیده و موجب کوتاهی قد در بوته می‌شود. بهترین روش کنترل این سوسک‌ها اضافه نمودن حشره کش‌های ذکر شده به آب آبیاری نشا می‌باشد. استفاده ازحشره کش برگ مانند برروی نشا کشت شده زمانی میسر است که در هرگیاه به تعداد ۴ سوسک مشاهده شود. در توتون‌های بزرگتر استفاده از حشره کش زمانی لازم است که تعداد ۲۰ سوسک درهر بوته وجود داشته باشد.

در سال ۱۹۹۰، Semtner گزارش کرد که شته‌ها که از آفات پایدار درتوتون می‌باشند و در مزرعه از طریق نشا آلوده منتقل می‌شوند. شته‌های بالدار منبع مهم آلودگی بشمار می‌روند. بیشترین آسیب جدی آنها در فصول گرم و خشک تابستان ایجاد می‌گردد. شته‌ها اغلب درمناطق سایه دار مزارع به طور جدی مشاهده می‌شوند و در سطح برگ توتون تیره ماده‌ای شیره مانند و چسبنده برجای می‌گذارند.

این امر منجر به کاهش کیفیت توتون می‌شود. شته‌ها باعث ایجاد بافت‌های مرده در برگ‌های پایینی ساقه شده و باعث کاهش محصول می‌شود. یک گیاهچه اولیه در مواجه با حشره‌کش‌هایی که در خاک استفاده می‌شوند گاهی باعث ایجاد کنترل شته‌ها به مدت ۲ تا ۳ ماه بعد از نشاءکاری

می‌شود. تحقیقات انجام شده با حشره‌کش ایمیدوپراید که در سال ۱۹۹۷ تولید شده بسیار مطلوب بوده که نشان می‌دهد گاهی کنترل شته در طول فصل با این حشره‌کش‌ها قابل اجرا بوده است (چارلزهادن، مصاحبه شخصی). اگر در مرحله قبل از کاشت حشره کش مورد مصرف قرار نگیرد، توتون باید بصورت منظم مورد آزمایش و بررسی قرار گیرند. سطح آستانه اقتصادی برای شته‌های توتون زمانی بدست می‌آید که ۱۰ درصد از گیاهان دارای حداقل ۵۰ شته در روی هر برگ بالایی بوته باشد. سطح آستانه بعد از سرزنی بوته به ۲۰ درصد می‌رسد (۱۹۹۵، Fowlkes et al ; ۱۹۹۶، Burgess & Hadden ; ۱۹۹۰، Semtner). با توجه به پوشش گیاهی بخصوص سطح زیرین برگ‌ها سم پاشی با یک حشره‌کش برگ مانند برای بدست آوردن کنترل صحیح لازم می‌باشد.

کرم جوانه‌خوار ماده توتون، تخم‌های خود را زیر جوانه و یا سطح زیرین برگ‌ها قرار می‌دهد. لاروها از جوانه گیاهان توتون جوان‌تر تغذیه کرده و حفره‌هایی را در برگ‌های توسعه یافته‌ایجاد می‌کنند با توجه به افزایش ابعاد برگ‌ها، اندازه سوراخ‌های ایجاد شده توسط لاروها نیز افزایش می‌یابد و به برگ‌ها ظاهری غربالی می‌دهند. لاروها احتمالا به صورت مهاجم بعد از نشاءکاری به گیاه حمله می‌کنند. کنترل کرم جوانه خوار توتون باید موقع مشاهده حداقل ۵ عدد کرم در هر ۵۰ گیاه قبل و از رشد پایه‌ای شروع شود (۱۹۹۵، Fowlkes et al ; ۱۹۹۰، Semtner). استفاده از سمومی‌که بر روی بوته سمپاشی می‌شوند، باید در ۴/۱ بار (bar) با استفاده از سمپاش‌هایی حاوی نازل‌های مخروطی ۱ تا ۳ مخروط در هر ردیف انجام شود. به علت این که اثر حشره‌کش‌هایی که روی بوته مصرف می‌شوند در برگ‌های کوچکتر و جایی که کرم‌ها از آنها تغذیه می‌کنند کمتر است کنترل بهتر اغلب با استفاده از سموم گرانوله در جوانه گیاه حاصل می‌شود (۱۹۹۶، Burgess & Hadden ; ۱۹۹۰، Semtner).

طول کرم‌های شاخدار توتون و گوجه‌فرنگی ۲/۵ تا ۱۰/۰ سانتی‌متر بوده و قسمتهای زیادی از برگ‌های توتون را مصرف می‌کنند. هجوم در هر زمانی در طول رشد فصلی ممکن است اتفاق بیافتد ولی بدترین مشکلات معمولا از اواسط تا اواخر تابستان اتفاق می‌افتد (۱۹۹۰، Semtner). چندین روش برای کنترل این نوع کرم‌ها وجود دارد. دشمنان طبیعی و پارازیت‌های بسیاری این کرم‌های کوچک را از بین می‌برد. در مزارع کوچک برداشتن کرم‌ها با دست نیز کاربردی می باشد. حشره‌کش‌ها به هنگام مشاهده حداقل ۵ کرم با حداقل طول ۲/۵۴ سانتی‌متر در هر بوته در ۵۰ بوته گیاه در مکانهای مختلف مزرعه لازم است مصرف شوند (۱۹۹۵، Fowlkes et al ; ۱۹۹۰، Semtner). کرم‌های پارازیتی شده که پیله‌های سفید تخم‌مرغی شکل در سطح‌شان دارند در شمارش نباید به حساب آیند. این کرم‌ها کمتر از نوع سالم‌شان تغذیه می‌کنند و یک منبع از پارازیت‌ها را فراهم می‌کنند که به کاهش نسل بعدی کرم‌ها کمک می‌کنند (۱۹۹۰ ،Semtner). برای کنترل بهتر کرم‌های شاخدار سمپاشی باید به طور مستقیم بر روی یک سوم بالای بوته انجام شود.

سرزنی و کنترل جوانه‌های جانبی

توتون‌های آتش خشک تیره باید در مرحله غنچه‌دهی تا مرحله رشد غنچه‌ها سرزنی شوند (Jones، ۱۹۹۰ ; Maksymowicz ,۱۹۹۴ ; Fowlker et al، ۱۹۹۵). اگرچه برخی از توتون‌کاران جوانه انتهایی را قطع می‌کنند ولی ترجیحا بهتر است سر گیاهان با یک چاقوی تیز بریده شود تا احتمال افزایش بیماری در گیاه سرزنی شده کاهش یابد. تفاوت‌های قابل توجهی در سرزنی و کنترل جوانه‌های جانبی در بین توتون‌کاران وجود دارد. بیشتر توتون‌کاران از یک برنامه متوالی سرزنی استفاده می‌کنند. آنها فقط عملیات سرزنی را در توتون‌هایی که در مرحله گل‌دهی بوده و یا گل‌دهی آنها طولانی شده است انجام می‌دهند. سایر توتون‌کاران هنگامی‌که تقریبا ۵۰ درصد گیاهان در مراحل اولیه گل‌دهی هستند تمامی‌مزرعه را سرزنی می‌کنند.

در تحقیقات انجام شده در دانشگاه کنتاکی سرزنی توتون‌هایی که طول رشد غنچه‌ها ۳۰ درصد شکوفه کامل بوده با غنچه‌هایی که بصورت شکوفه کامل بوده مقایسه شدند(۱۹۹۴, Maksymowicz). بازده و کیفیت در زمانی که سرزنی به تاخیر انداخته شد کاهش یافت. بیشترین تاثیر معنی‌دار توزیع برگ در درجات توتون بود. هنگامی‌که بوته‌ها در مرحله رشد غنچه‌ها سرزنی شوند ۶۸ درصد توتون‌ها در درجه برگ‌های مطلوب قرار گرفتند. درحالی که وقتی بوته‌ها در گل‌دهی کامل سرزنی شدند ۶۵ درصد توتون‌ها در درجه مطلوب قرار داشتند. ارزش هکتاری براساس متوسط قیمت فروش در سال ۱۹۹۱ مبلغ ۱۴۱۰۰ دلار آمریکا برای مرحله رشد جوانه و برای وقتی که ۳۰ درصد گل‌دهی انجام شده مبلغ ۱۲۹۴۳ دلار آمریکا و برای سرزنی در مرحله گل‌دهی مبلغ ۱۰۳۲۶دلار آمریکا بوده است.

گیاهان معمولا در حدود ۱۲ تا ۱۶ برگ سرزنی می‌شوند. توتون‌کاران در کنتاکی تعداد برگ‌های بیشتری را نسبت به‌ایالت تنسی و ویرجینیا سرزنی می‌کنند (Jones، ۱۹۹۰ ; Maksymowicz ,۱۹۹۴ ; Fowlker et al، ۱۹۹۵). سرزنی بیشتر ممکن است موجب کاهش کیفیت شود. اگر ردیف‌ها خیلی نزدیک به هم باشد و گیاهان در فضای خیلی فشرده و نزدیک قرار گیرند در طول فصل رشد، آب کافی در دسترس‌شان قرار نمی‌گیرد. مطالعات انجام یافته در ویرجینیا نشا ن می‌دهد که تقریبا سرزنی زیاد، محصول زیادی تولید نمی‌کند و موجب از بین رفتن کیفیت برگ می‌شود (Jones، ۱۹۹۰a). نتایج تحقیقات در ایالت تنسی نشان داد که در طول فصل‌هایی با رطوبت کافی خاک سرزنی ۱۶ برگ موجب بازده بالاتری نسبت به سرزنی مرسوم ۱۴ برگ می‌شود. سرزنی در ۱۲ برگ کاهش معنی‌دار محصول را نشان می‌دهد (Miller،۱۹۹۰ اطلاعات منتشر نشده). کیفیت و مقدار برگ‌های عمل‌آوری شده تحت تاثیر ارتفاع سرزنی قرار نمی‌گیرد. هرچندکه برگ‌های بالایی گیاه که از سطح ۱۶ برگی سرزنی شده‌اند در طی فصول بسیار خشک از خود رشدی نداشتند که‌این امر منجر به کوتاهی طول بوته می‌گردد.

ترکیبات کنترل‌کننده جوانه‌های جانبی ممکن است قبل از سرزنی مصرف شوند ولی آنها به طور نرمال بلافاصله بعد از تکمیل سرزنی مورد استفاده قرار می‌گیرند. سه نوع از کنترل‌کننده‌های شیمیایی جوانه‌های جانبی برای استفاده در توتون تیره در دسترس می‌باشند (Fowlker، ۱۹۹۵ et al). ترکیبات تماسی (الکل‌های چرب)، جوانه‌های جانبی را با سوزاندن سریع آنها از بین می‌برند و می‌باید در طول ساقه سرازیر شوند تا در تماس با هر یک از جوانه‌های جانبی قرار گیرند. جوانه‌های جانبی حدود یک ساعت بعد از مصرف الکل چرب از بین می‌روند و بدین ترتیب خطر از بین رفتن اثر کنترل‌کننده در اثر بارش باران به مقدار زیادی کاهش خواهد یافت. مالئیک هیدرازید یک ترکیب سیستمیک کنترل‌کننده جوانه‌های جانبی بوده که به درون برگ‌ها جذب شده و در سراسر گیاه حرکت می‌کند. هنگامی‌موثر خواهد بود که بر روی برگ‌ها پاشیده شود و نیازی به سرازیر شدن آن در ساقه نیست. این ترکیب رشد فعالانه جوانه‌های جانبی و برگ‌های کوچک در حال رشد را از طریق جلوگیری از تقسیم سلولی گیاه مهار می‌کند. تنها رشد ایجاد شده بعد از مصرف مالئیک هیدرازید توسعه حجم یا رشد سلول‌هایی است که در گیاه وجود داشتند. ترکیبات کنترل‌کننده جوانه‌های جانبی سیستمیک متمرکز مثل پرایم‌پلاس و بوترالین، همچنین مانعی بر سر راه تقسیم سلولی بوده اما در سراسر گیاه حرکت نمی‌کنند. فعالیت سیستمیک آنها در محل‌هایی مشخص در محور برگ متمرکز شده و می‌بایستی نظیر ترکیبات تماسی در طول ساقه سرازیر شود تا موثر واقع شوند. جوانه‌های جانبی تیره نمی‌شوند اما ظاهری زرد رنگ و تغییر شکل یافته به خود می‌گیرند. در صورت سمپاشی صحیح ترکیب سیستمیک متمرکز، یک کنترل کامل جوانه‌های جانبی را در طول فصل به دست خواهد داد.

زمان صحیح استفاده از ترکیبات تماسی کنترل‌کننده جوانه‌های جانبی در توتون تیره از مرحله شروع رشد تا طویل شدن غنچه می‌باشد (Fowlker et al، ۱۹۹۵). جوانه‌های جانبی بلندتر از ۲/۵ سانتی‌متر باید در مرحله سرزنی حذف شوند. جهت کنترل جوانه‌های جانبی توتون‌کاران، یا بوته‌های خاصی را انتخاب می‌کنند تا به مرحله گل‌دهی برسد و یا هنگامی‌که ۵۰ درصد گیاهان مزرعه به مرحله بزرگ شدن جوانه‌ها رسیدند، به کنترل جوانه‌های جانبی می‌پردازند. دومین مرحله مصرف ترکیبات تماسی در صورت نیاز، معمولا ۳ تا ۷ روز بعد از اولین مصرف می باشد. ترکیبات تماسی می‌تواند در هر موقع از روز تا زمانی که بوته‌ها آبدار و سطح آنها خشک باشد استفاده می‌شود. آنها می‌توانند با استفاده از سمپاشهای پشتی و یا تجهیزات سمپاشی قوی مورد استفاده قرار گیرند. کاربرد دستی زمان‌بر بوده اما معمولا کنترل بهتری نسبت به سمپاش‌های پرقدرت نشان می‌دهند. میزان ترکیبات شیمیایی بین ۶۴۴ تا ۸۵۹ گرم در هر لیتر آب و ۹/۴۵ تا ۱۹ گرم بر هر بوته سمپاشی می‌باشد. مخلوط کنترل‌کننده‌ها به صورت یک واحد سمپاشی استفاده می‌شود، از این رو در طول ساقه سرازیر می‌شوند. برای تجهیزات سمپاشی قدرتمند، محلول ۴ درصد (۱۸/۷ لیتر ماده شیمیایی با ۴۶۸ لیتر آب) استفاده می‌شود. تقریبا ۴۶۸ لیتر از مخلوط در فشار ۱/۴ بار (bar) در هر هکتار استفاده می‌شود. سه نازل مخروطی در

هر ردیف پیشنهاد می‌شود تا سمپاشی به طور صحیح انجام گیرد. دو نازل TG-3 در قسمت‌های بیرونی ردیف‌ها باید استفاده شود. و یک نازل TG-5 برای ردیف‌های مرکزی استفاده می‌شود (Fowlker et al، ۱۹۹۵). نازل‌های بیرونی باید به فاصله ۲۳ سانتی‌متر از نازل‌های مرکزی با زاویه ۴۵ درجه قرار گیرد. هر ۳ نازل‌ها باید در جهت مرکز ردیف‌ها و در فاصله ۳۰/۵ تا ۴۰/۶ سانتی‌متر در بالای بوته‌ها مورد استفاده قرار گیرند. مصرف بیش از حد کنترل‌کننده‌های تماسی، سیستمیک و سیستمیک متمرکز مورد نیاز است تا از رشد جوانه‌های جانبی در اواخر فصل رشد جلوگیری می‌کند.

بیشتر توتون‌کاران و تولیدکنندگان توتون‌های تیره ترجیح می‌دهند که از کنترل‌کننده‌های محلی استفاده کنند چرا که در طول فصل رشد اثر آنها باقی می‌ماند، زیرا این ترکیبات شیمیایی در سراسر گیاه جابجا نمی‌شوند، کنترلی در طول فصل برای جوانه‌های جانبی می‌دهند و می-بایستی در یک حالت مشابه با ترکیبات تماسی به کار برده شوند (Fowlker et al، ۱۹۹۵). توتون‌هایی که در مرحله طویل شدن جوانه‌ها و غنچه‌ها قرار دارند باید سرزنی شوند و جوانه‌های جانبی بزرگتر از ۲/۵۴ سانتی‌متری را جدا می‌کنند. کل مزرعه احتمالا به یک باره سرزنی شده و یا احتمالا بوته‌ها به تنهایی در طول این مدت ۲ یا ۳ بار سرزنی شوند. به هرحال نباید کنترل‌کننده سیستمیک متمرکز بیش از یک بار به کار برده شود زیرا کاربرد این کنترل‌کننده جوانه‌های جانبی سیستمیک متمرکز در گیاهانی که به مرحله طویل شدن گل نرسیده‌اند احتمالا موجب از بین رفتن برگ‌های نارس می‌شود. بیشتر توتون‌کاران این ترکیبات شیمیایی را به دنبال استفاده از کنترل‌کننده تماسی جوانه‌های جانبی و یا به صورت مخلوط با مالئیک هیدرازید استفاده می‌کنند. زمانی که از ترکیب سیستمیک متمرکز به تنهایی استفاده شود محلول ۲ درصد آن تهیه می‌شود (Fowlker et al، ۱۹۹۵). به کارگیری آنها می‌تواند به صورت دستی یا تجهیزات سمپاشی قوی همان طور که در مورد ترکیبات تماسی توضیح داده شد سمپاشی کرد. در هر صورت، برای جلوگیری از آسیب دیدن گیاهان پوششی دانه ریز مقدار کمی‌از این ترکیبات برای هر بوته باید مورد استفاده قرار گیرد. به هنگام کاربرد دستی، ۹/۵ تا ۱۴/۲ گرم از محلول در هر گیاه استفاده می‌شود و با تجهیزات سمپاشی قوی ۲۸۱ لیتر در هر هکتار به کار برده می‌شود. در هنگام استفاده از کنترل‌کننده باید تمامی‌جوانه‌های جانبی را با آن پوشش داد در غیر این صورت، جوانه‌های جانبی به شدت رشد خواهند کرد. در صورت بارش باران حدود دو ساعت بعد از سمپاشی به طور قابل توجهی تاثیر آن کاهش می‌یابد.

با وجود این که ترکیب مالئیک هیدرازید برای استفاده در توتون تیره می‌باشد معمولا به تنهایی به عنوان کنترل‌کننده به کار نمی‌رود (Fowlker et al، ۱۹۹۵). در هنگام استفاده از ترکیب مالئیک هیدرازید احتمال بی‌رنگ شدن برگ‌های بالایی بوته و کاهش کیفیت آنها وجود دارد و برگ‌هایی که طول آنها کمتر از ۲۰ سانتی‌متر است احتمالا از رشد باز می‌مانند. اگر مالئیک هیدرازید در توتون تیره استفاده شود نوعا به دنبال استفاده از یک کنترل‌کننده تماسی،

سیستمیک متمرکز و یا به صورت مخلوطی با کنترل‌کننده سیستمیک متمرکز استفاده می‌شود. زمانی که به تنهایی یا به دنبال یک کنترل‌کننده استفاده می‌شود، مقدار مالئیک هیدرازید ۱۴ تا ۱۹ لیتر بر هکتار با ۱۵۱ تا ۱۸۹ لیتر آب به کار برده می‌شود. به خاطر این که مالئیک هیدرازید در سراسر گیاه توتون جذب شده و انتقال می‌یابد برای تاثیر گذاری نیازی به تماس با هر یک از جوانه‌های جانبی نیست. کاربرد آن به صورت مه پاشی از بالای یک سوم تا نصف بوته با فشار ۲/۸ تا ۳/۵ بار (bar) می‌باشد.

تاثیرگذاری سمپاشی گیاهان توسط مالئیک هیدرازید زمانی بهتر انجام می‌گیرد که منافذ برگ باز باشد و در صورت امکان، سمپاشی می‌بایستی در یک روز ابری یا صبح زود بعد از خشک شدن شبنم انجام شود. کاربرد مالئیک هیدرازید در طول اواسط روز گرم، باعث کاهش جذب مواد شیمیایی شده و موجب افزایش خطر سوختگی برگ می‌شود. گیاهان که تحت تنش خشکی هستند سریعا مالئیک هیدرازید را جذب و جابجا نمی‌کنند این امر موجب کاهش اثرات کنترل کنندگی جوانه‌های جانبی در فصول خشک می‌شود. بارش باران در طول ۶ ساعت بعد از استفاده از مالئیک هیدرازید، احتمالا اثرات آن را کاهش می‌دهد و نیاز به سمپاشی دوباره خواهد بود. اگر بارش تا ۳ ساعت بعد از سمپاشی اتفاق بیافتد به همان مقدار مالئیک هیدرازید را باید دوباره سمپاشی کرد (Fowlker et al، ۱۹۹۵). در بارش باران ۳ تا ۶ ساعت بعد از مصرف، فقط به مقدار نصف آن در سمپاشی مجدد مورد نیاز می‌باشد.

یکی از موثرترین برنامه‌های کنترل‌کننده جوانه‌های جانبی ترکیبی از مصرف ترکیبات تماسی در سرزنی و به دنبال آن ۵ تا ۷ روز بعد از به کارگیری سمپاشی مخلوط مخزنی با سموم کنترل‌کننده سیستمیک متمرکز و مالئیک هیدرازید می‌باشد (Fowlker et al، ۱۹۹۵). این مخلوط مانع بازماندن رشد برگ‌هایی که در سرزنی نارس بوده می‌شود و کنترل بلند مدت در طول فصل را برای جوانه‌های جانبی فراهم می‌کند. محتوی مخزن شامل نیمی‌پرایم‌پلاس یا بوترالین مخلوط با مقدار کامل مالئیک هیدرازید می‌باشد. به کارگیری محتویات مخزن با تجهیزات سمپاشی پرفشار همان طوری که در مورد سمپاش‌های مکانیکی سموم ترکیبات کنترل‌کننده تماسی جوانه‌های جانبی توضیح داده شد می‌باشد.

برداشت و عمل‌آوری

تولید محصول خوب از توتون آتش خشک تیره در مزرعه به طور خودبخود دلیلی بر ایجاد کیفیت توتون مورد مطلوب در بازار نمی‌شود. بیشتر محصولات عالی در طول فرآیند برداشت و عمل‌آوری از بین می‌رود. روش‌های برداشت و عمل‌آوری محصول به طور قابل توجهی در میان توتون‌کاران و مناطق مختلف همجوار متفاوت است. تکنیک‌هایی که برای یک محصول یا در طول یک دوره عمل‌آوری خاص به کار برده می‌شود احتمالا برای محصول یا فصل دیگر مناسب نمی‌باشد. به

هرحال چندین روش اصلی و مهم در ارتباط با برداشت و عمل‌آوری توتون آتش خشک تیره وجود دارد.

برداشت توتون تیره در مرحله رسیدگی کامل، برای تولید محصول با کیفیت ضروری می‌باشد (Everette، ۱۹۶۸ ; Rhodes et al، ۱۹۸۰ ; Jones، ۱۹۹۰ b). توتون رسیده عمل‌آوری شده معمولا رنگ بهتری نسبت به توتون‌های نارس و یا رسیده بیش از حد دارد. توتونی که سبز باشد به درستی عمل‌آوری نخواهد شد و در صورتی که توتون بیش از حد رسیده ساختار و کیفیت مطلوب خود را از دست می‌دهد (Everette، ۱۹۵۸). توتون تیره به طور معمول در ۳ تا ۴ هفته بعد از سرزنی می‌رسد. برگ‌های رسیده پژمرده شده و معمولا ضخیم و روغنی می‌باشند. توتون‌های تیره هنگامی‌که برگ‌ها شروع به از دست دادن رنگ سبز تیره‌شان شده و متمایل به کمی‌زرد شدن می‌شوند، آماده برداشت می‌باشند. بیشتر توتون‌کاران برگ‌های رسیده را با تا کردن یک برگ ارزیابی می‌کنند. با این کار برگ‌های رسیده وقتی بین انگشتان مچاله شوند، به راحتی می‌شکنند.

توتون آتش خشک تیره از قسمت ساقه برداشت می‌شود. نتایج تحقیق در دانشگاه کنتاکی در اواخر دهه ۱۹۶۰ برداشت ساقه‌ای محصول با برداشت برگ‌چینی را مقایسه کردند (۱۹۵۸ ،Everette). نشان داده شد که توتون‌های برگ‌چینی شده به اندازه توتون‌های ساقه‌بر به خوبی عمل‌آوری می‌شوند. توتون‌های عمل‌آوری شده که به روش برگ‌چینی برداشت شده بودند کیفیتی معادل یا بهتری از نظر الاستیسیته نسبت به برگ‌های عمل‌آوری شده به صورت سنتی داشتند. اما پیکره‌ای نازکتر داشته و دارای کاستی‌هایی در تجارت توتون می‌باشند. به طور سنتی، تولیدکنندگان توتون آتش خشک تیره در ویرجینیا ۲ تا ۳ مرحله برگ‌چینی قبل از برداشت بصورت ساقه‌بر کردن بوته‌ها انجام می‌دهند. به هرحال مطالعات بررسی اثرات حاصل از برگ چینی در مرکز جنوب پیدمونت در سال ۱۹۷۹ (Jones،۱۹۹۰ b)و دانشگاه کنتاکی در سالهای ۱۹۷۹ تا ۱۹۸۰ (Miller & Everette، ۱۹۷۹ داده‌های منتشر نشده) نشان داد که برگ چینی توتون تیره از نظر اقتصادی منطقی نمی‌باشد.

متداولترین روش برداشت توتون آتش خشک تیره برش ساقه از ۵ تا ۱۵ سانتی‌متر بالای سطح زمین انجام می‌باشد (Everette، ۱۹۵۸ ; Fowlkes et al، ۱۹۹۵ ; Jones، ۱۹۹۰ b). برخی توتون‌کاران ساقه را تا حدود ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متری زمین قبل از بریدن آن شکاف می‌دهند. با این وجود شکاف در ساقه موجب افزایش سرعت از دست دادن رطوبت و ارتقا سرعت عمل‌آوری می‌شود اما موجب افزایش خطر زیاد شکستگی برگ می‌شود مگر این که توتون‌کاران در این مورد مهارت کافی داشته باشند (Everette، ۱۹۵۸). بدون در نظر گرفتن این موضوع که‌ایا ساقه شکافته شود یا نه، مهم این است که توسط این کار توتون به اندازه‌ای پژمرده شود که شکستگی برگ به حداقل برسد و بهتر عمل‌آوری شود. به هر حال مراقبت زیادی باید انجام گیرد تا مانع از سوختگی توتون حین پژمردگی شود. در برخی مناطق تولید، بوته‌های کف‌بر شده به

طور وارونه قرار داده می‌شود این کار امکان می‌دهد تا بوته‌ها قبل از قرار گرفتن روی چوب پژمرده شوند. زمان مناسب جهت پژمرده شدن به آب و هوای محیط بستگی دارد. معمولا در شرایط آب و هوای گرم مدت ۱ تا ۳ ساعت کافی خواهد بود. زمانی که توتون پژمرده شد ۵ تا ۷ بوته را بسته به اندازه آن می‌توان روی یک چوب قرار داد.

در آب و هوای گرم، پژمرده کردن توتون در این حالت بدون ایجاد سوختگی زیاد برگ، مشکل می‌باشد. در نتیجه بیشتر توتون‌کاران هنگام بریدن بوته‌ها آنها را مستقیما بر روی چوب داربست قرار می‌دهند. در هر دو روش برش توتون لازم است به مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت در مزرعه نگه داشته شود تا پژمرده شوند (Everette، ۱۹۵۸ ; Fowlkes et al، ۱۹۹۵). این امر با قرار دادن توتون‌ها در روی داربست به بهترین شکل انجام می‌گیرد. احتمال سوختگی در توتون با قرار دادن توتون در روی داربست به مقدار قابل توجهی کاهش می‌یابد خصوصا اگر توتون‌ها با پارچه کیسه‌ای پوشانیده شود آسیب ناشی از باران را به حداقل می‌رساند. داربست‌های میله‌ای یا چوبی ثابت شده هر دو برای این کار مناسب‌اند. داربست میله‌ای کاراتر بوده اما هزینه بالای آن گاهی منجر به استفاده کمتر از آن می‌شود. زمانی که داربست‌های چوبی به کار برده شود توتون به واگن‌هایی منتقل شده و یا از داربست‌های میله‌ای برای انتقال آن به انبار استفاده می‌شود.

بعد از این که توتون‌ها به طور مناسبی در مزرعه پژمرده گردیدند آماده انتقال به انبارهای عمل‌آوری می‌باشند. محل و طراحی انبار تاثیر قابل ملاحظه‌ای در عمل‌آوری مطلوب توتون آتش خشک تیره خواهد داشت (Everette، ۱۹۵۸). اغلب محل‌هایی حفاظدار ساخته می‌شوند تا نوسانات دمایی و رطوبتی هنگام عمل‌آوری به حداقل برسد. این انبارها طوری ساخته می‌شوند که عملا هوا غیر قابل نفوذ بوده و با تهویه کننده‌ای که نزدیک آنها در پایین و بالای انبار تعبیه شده‌اند رطوبت کنترل می‌گردد. یک انبار غیر قابل نفوذ گرما و رطوبت به صورت مطلوب انبار را از خطر آتش گرفتن مصون می‌دارد.

آتش گرفتن انبار و در نتیجه از بین رفتن محصول و انبار یکی از مشکلات جدی تولیدکنندگان توتون تیره می‌باشد. بیشتر انبارها دارای فونداسیونی سیمانی می‌باشد که به اندازه ۰/۹ تا ۱/۲ متر بالا کشیده شده‌اند تا خطر آتش گرفتن انبار را به حداقل برساند و دریچه‌های تهویه پایین انبار که به طور صلیبی در طول انبار تعبیه شده‌اند طوری قرار گرفته‌اند که به طور مستقیم هوا را به بالای آتش هدایت می‌کند و موجب کاهش احتمال جرقه خوردن برگ‌های خشک می‌گردد. علارغم این احتیاط‌ها، احتمال آتش‌گیری انبارها در طی فصل عمل‌آوری توتون وجود دارد.

مهم است که انبارها را به طور کامل به سرعت ممکن پر کرده تا به طور یکنواخت عمل‌آوری شوند (Everette، ۱۹۵۸). بوته‌های کف‌بر به طور نرمال فضایی به اندازه ۲۰ تا ۳۵ سانتی‌متر فاصله از هم به تناسب اندازه توتون و زمان فصل برداشت، اشغال می‌کنند. توتون‌هایی که اول برداشت شده‌اند نیاز به فضای بیشتری نسبت به توتون‌های برداشت شده در اواخر فصل دارند. باید دقت نمود که برگ‌های پایینی بوته‌هایی که در ردیف بالا قرار دارند بر روی بوته‌های کف‌بر

شده در ردیف پایین قرار نگیرند. بوته‌های خیلی بزرگ احتمالا نیاز به بستن متناوب و یک در میان دارند. ساقه‌های قرار گرفته بر روی چوب‌ها باید با فاصله قرار گیرند تا عبور هوا و دود از میان آنها در طی عمل‌آوری تسهیل گردد. این عملیات مشکلات انبارهای خانگی را کاهش داده و از بروز حوادث نامطلوب در عمل‌آوری توتون جلوگیری می‌نماید.

مشکل ترین موضوع تولید توتون تیره، خشکانیدن یا عمل‌آوری برگ‌ها می‌باشد. این فرآیند شامل دسته‌بندی، رطوبت، دما و دود می‌باشد. (Everette، ۱۹۶۸ ; Rhodes et al، ۱۹۸۰).

بیشتر تغییرات شیمیایی در طول مدت فرآیند عمل‌آوری اتفاق می‌افتد. این تغییرات بسیار وابسته به دما می‌باشد. اگر دما به کمتر از ۱۵/۶ درجه سلسیوس پایین بیاید توتون به خشک شدن ادامه می‌دهد ولی به درستی عمل‌آوری نخواهد شد (Everette، ۱۹۵۸). دمای بالای ۳۷/۸ درجه سلسیوس احتمالا موجب افزایش رنگ نامطلوب برگ‌ها می‌شود. با وجود این که تحقیقات علمی‌قابل توجه در عمل‌آوری توتون انجام گرفته اما فرآیند، بیشتر هنری و خلاقانه بوده تا علمی، همراه با تکنیک‌های خاص که نوعا در بین توتون‌کاران متفاوت می‌باشد.

عمل‌آوری توتون تیره عمدتا وابسته به آب و هوا، واریته توتون و اندازه و کیفیت محصول کشت شده دارد. هیچ دو فصل عمل‌آوری دقیقا شبیه هم نبوده است. این امر باعث می‌شود که تجربه تولیدکنندگان توتون تیره به طور جداگانه به عنوان یک فرآیند ترکیبی عمل‌آوری مطرح شود. به هرحال مراحل بحرانی در تولید محصولات وجود دارد تا بتوان محصولی با کیفیت بدست آورد. این مراحل عموما به صورت زیر توصیف می‌شود

- زرد شدن برگ‌ها
- تثبیت رنگ برگ
- خشک شدن ساقه‌ها و برگ‌ها
- اعمال مرحله نهایی عمل‌آوری برگ‌ها (Everette، ۱۹۵۸ ; Rhodes et al، ۱۹۸۰ ; Jones، ۱۹۹۰ b).

درجه زرد شدگی بدست آمده قبل از خشکانیدن با آتش، دارای اثر قابل توجهی بر روی رنگ برگ و مطلوبیت آن است. به طور ایده‌آل زرد شدگی برگ باید بدون استفاده از آتش و با تهویه کامل بدست آمده باشد (Everette، ۱۹۵۸). زرد شدن مناسب معمولا در ۵ تا ۸ روز اتفاق می‌افتد. به هر حال، استفاده از مقادیر بالای نیتروژن، محدودیت فضای انبار و شرایط آب و هوایی اغلب باعث می‌شود که استفاده از آتش در هنگام زرد شدگی در مرحله عمل‌آوری ضرورت یابد. اگرچه آتش به طور نرمال تا قبل از ایجاد لکه‌های زرد بر روی برگ استفاده نمی‌شود. در صورتی که کاهش دما به زیر ۲۱ درجه سلسیوس برسد احتمالا آتش با شعله کم برای ایجاد زرد شدگی لازم است. در طول هوای گرم و مرطوب ایجاد آتش خشک احتمالا برای جلوگیری از سوختن انبار لازم است.

زمانی که زرد شدن کامل شد توتون آماده خشکانیدن با آتش می‌باشد. همه تهویه‌ها بجز آنهایی که در بالای انبار قرار دارد خاموش شده و آتش روشن می‌شود. دو روش عمومی‌برای ایجاد آتش بسته به نواحی تولید در حال حاضر وجود دارد (Everette، ۱۹۵۸ ; Rhodes et al، ۱۹۸۰). در اولین روش از چوب سخت استفاده می‌شود که ۰/۹ تا ۱/۲ متر طول و ۱۰ تا ۲۵ قطر داشته باشد. در تمامی‌انبار و کف آن چندین توده به ابعاد ۱/۸ تا ۲/۴ متر قرار داده و با خاک اره می‌پوشانند. سوراخ کوچکی برای شروع آتش زدن قرار می‌دهند. روش دیگر ایجاد آتش با قطعه-های چوب سخت که در کنار هم قرار داده و ردیفی از چوب‌ها در فاصله ۱/۸ تا ۲/۴ متری قرار می‌گیرند که با خاک اره پوشیده می‌شود و فضاهایی بدون پوشش در قسمت‌های متفاوت برای شروع آتش می‌باشد و از نفت چراغ و نظایر آن برای ایجاد آتش استفاده می‌کنند. مقدار خاک اره که در مرحله اولیه آتش زدن استفاده می‌شود بستگی به مقدار درصد رطوبت موجود در توتون، رطوبت نسبی و دمای محیط دارد. به طور نرمال آتش با شعله نسبتا کم برای افزایش دما تقریبا تا ۲۷ تا ۳۲ درجه سلسیوس استفاده می‌شود. در صورت وجود درصد رطوبت زیاد در محصول، آتش بیشتری مورد نیاز خواهد بود. به هر حال دما نباید بیش از ۳۸ درجه سلسیوس بالا رود زیرا مانع ایجاد رنگ مطلوب در برگ عمل‌آوری شده می‌شود. رطوبت نسبی باید تقریبا بین ۸۵ تا ۹۰ درصد نگه داشته شود. بعد از شروع آتش‌زنی باید فرآیند آتش‌زنی تا ایجاد رنگ مطلوب که موجب ارتقاء کیفیت برگ‌ها می‌شود ادامه پیدا کند. این فرآیند به طور معمول تقریبا ۶ تا ۸ ساعت طول خواهد کشید اما بیشتر توجه‌ها تحت شرایط متفاوت آتش‌زنی می‌تواند تغییر یابد. زمانی که رنگ برگ‌ها به درستی تنظیم شدند دمار برگ هنوز سبز رنگ خواهد بود اما پهنک برگ به طور یکنواختی قهوه‌ای خواهد شد.

زمانی که رنگ تثبیت شد خشک شدن برگ‌ها و ساقه‌ها شروع می‌شود (Jones، ۱۹۹۰ b ; Everette، ۱۹۵۸ ; Rhodes et al، ۱۹۸۰). اگر تهویه خوب ایجاد و میزان گرما افزایش داده شود، رطوبت نسبی باید به حدود ۷۵ تا ۸۰ درصد کاهش یابد. فرآیند خشکانیدن تا وقتی که برگ خشک شود و پهنک برگ به هنگام دست زدن شکسته شوند ادامه می‌یابد.

معمولا عمل‌آوری در مدت ۷ تا ۱۴ روز به تناسب شرایط تهویه اتفاق می‌افتد. زمانی که محصول به اندازه کافی خشک شد نیمه پایین رگبرگ میانی به طور نرمال به رنگ قهوه‌ای تغییر خواهد یافت. در این حالت انبار تهویه شده و عمل‌آوری برگ‌ها نتیجه مطلوب می‌دهد (Jones، ۱۹۹۰ b ; Everette، ۱۹۵۸ ; Rhodes et al، ۱۹۸۰). به شرطی که برگ‌ها به اندازه کافی رطوبت از هوا جذب کنند و نرم و انعطاف‌پذیر شوند. این یک مرحله مهم بوده زیرا موجب یکنواختی بیشتری در رنگ می‌شود. این فرآیند متوالی آتش زدن توتون به دنبال یکسان شدن رنگ آنها احتمالا نیاز به تکرار چندین دفعه برای دستیابی به رنگ مطلوب برگ‌ها می‌باشد. رنگ ساقه و رگبرگ‌ها نیز در طول این فرآیند تیره می‌شوند.

رسیدن به رنگ پذیری رضایت بخش در طول برخی از فصول عمل‌آوری خیلی راحتر از سایر عمل‌ها است. مهارت توتون کار در طی فصول عمل‌آوری نامطلوب به اندازه زیادی در تولید کیفیت محصول مهم می‌باشد. در فصول خشک احتمالا خیس کردن زمین یا کف انبار یا مرطوب کردن خاک اره برای تسریع عمل‌آوری ضروری می‌باشد. در دوره عمل‌آوری مرطوب، انبارهای خانگی مشکل جدی می‌باشند که اغلب مربوط به تبخیر یا تعریق می‌باشد (Jones، ۱۹۹۰ b ; Everette، ۱۹۵۸ ; Rhodes et al، ۱۹۸۰). در نواحی از برگ که رطوبت جذب شده باشد موجب سیاهی رنگ آن می‌شود. زمانی که برگ عمل‌آوری شده کشیده شود این نواحی اغلب پاره می‌شود. در موارد جدی تعریق احتمالا برگ‌ها پوسیده و از قسمت ساقه کنده می‌شود. تعریق اغلب در طول ساعات اولیه روز و روشن کردن آتش هنگامی‌که رطوبت بالاست، اتفاق می‌افتد ولی توسط افزایش حرارت و افزایش تهویه درون انبار می‌توان آن را اصلاح کرد.

مرحله آخر فرآیند خشکانیدن اعمال مرحله نهایی می‌باشد. مرحله نهایی مربوط به نشست دود روی برگ بوده که عطر و درخشندگی خوب و مقداری هم چسبندگی بافتی به آن می‌دهد (Jones، ۱۹۹۰ b ; Everette، ۱۹۵۸). که با استفاده از آتش با شعله کم همراه با مقدار زیادی خاک اره و حداقل تهویه حاصل می‌شود. این عمل به منظور افزایش حداکثر دود در انبار و در عین حال حداقل دما می‌باشد. اعمال مرحله نهایی به محصول در آب و هوای مرطوب راحت تر می‌باشد. بیشتر توتون‌کاران به طور متناوب آتش را خاموش می‌کنند تا این که توتون به نتیجه مطلوب برسد. سایر تولیدکنندگان به طور مداوم آتش روشن می‌کنند اما کف انبار را مرطوب کرده و بوسیله خاک اره موجب افزایش رطوبت در انبار می‌شوند. مدت زمان و تعداد آتش مورد نیاز در مرحله نهایی محصول در میان توتون‌کاران و از فصلی به فصل دیگر متفاوت خواهد بود.

آماده‌سازی جهت فروش

زمانی که محصول عمل‌آوری شد و مرحله نهایی به پایان رسید توتون‌ها را از روی ریل‌ها برداشته و بر روی هم انباشته می‌کنند. این امر در صورتی که توتون در وضعیت خوبی باشد بعد از آخرین مرحله آتش برای جلوگیری از بین رفتن بو و عطر به سرعت انجام می‌گیرد. توتون بر روی سکوی آماده شده با پهن کردن روی ردیفی از صفحات محافظت شده با بلوک‌هایی حداقل با فاصله ۷ تا ۱۰ سانتی‌متری عدل از قسمت پایین قرار می‌گیرند. عدل‌بندی با در آوردن ساقه‌های توتون از روی چوب‌ها به صورت یک در میان در اطراف دیواره عدل انجام می‌گیرد به طوری که ساقه‌ها در انتهای سوراخ‌ها و پهنک به سمت بیرون قرار گیرد (Everette، ۱۹۵۸). عدل‌های آماده شده با پلاستیک یا پارچه عایق آب (تارپولین) پوشانده می‌شوند. به طور ایده‌آل، توتون در عدل‌ها به همین صورت حداقل ۲ تا ۴ هفته قبل از خارج ساختن آنها از عدل باقی می‌ماند تا رنگ و بوی آنها در این مدت بهتر شود.

برخلاف بیشتر انواع دیگر توتون، بخش اصلی توتون آتش خشک تیره هر ساله در انبار فروخته می‌شود و به طور مستقیم به خریدار تحویل داده می‌شود. در این شرایط روشی که توتون از عدل‌ها خارج می‌شود به توتون‌کار و خریدار بستگی خواهد داشت. به هر حال این که محصول مستقیما در مزرعه یا انبار فروخته شود مهم نیست مهم این است که تولیدکننده، توتون تیره را به درستی به بازار تحویل دهد.

بیشتر توتون‌کاران، درجه توتون تیره را به ۳ گروه طبقه‌بندی می‌کنند. در سال‌های اخیر توتون تیره با درجات نامعین و سبز معمولا فقط از یک قیمت برخوردار بوده اند. به‌این دلیل در بیشتر موارد تولید درجات ضایعات پابرگی و برگ‌های دور ریختنی مفیدتر خواهد بود. درجات مناسب مزرعه جهت محصول عمل‌آوری شده خوب توتون تیره که از ۱۴ تا ۱۶ برگ سرزنی شده‌اند معمولا شامل پابرگ، برگ‌های درجه دو و برگ‌های دور ریختنی می‌شود (Fowlkes ، ۱۹۹۵ et al). پابرگ معمولا شامل ۳ تا ۵ برگ پایین بوته می‌باشد. این برگ‌ها بافتی ضعیف داشته و آسیب دیده و پاره و کثیف می‌باشند. این درجه می‌تواند به چند قسمت تقسیم شود که شامل پابرگ خوب و پابرگ ضایعاتی می‌باشد. دومین درجه معمولا شامل ۳ تا ۵ برگ بوته می‌باشد. این درجه معمولا بر اساس پیکره برگ تفکیک می‌شوند. رنگ و مرحله نهایی احتمالا مشابه برگ درجه کمربرگ می‌باشد. کمربرگ معمولا از ۴ تا ۶ برگ روی ساقه را تشکیل می‌دهد. آنها مطلوبترین بوده و پیکره خوب، الاستیسیته و مرحله نهایی مطلوب خواهند داشت. در برخی مناطق تولید توتون، توتونی با درجه پوششی خوب ایجاد می‌کنند به طوری که دارای کیفیت بالا بوده و در کارخانجات خاص سیگارتسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. آخرین درجه برگ‌ها، برگ‌های ضایعاتی هستند. این دسته خارج از درجه یا رده‌بندی نهایی هستند زیرا دارای نواحی سبز رنگ بوده و کیفیت نامطلوب دارند.

زمانی که توتون عدل‌بندی می‌شود، در دسته‌های ۸ تا ۱۲ برگی دسته‌بندی می‌شوند (b ۱۹۹۰ ، Jones ; ۱۹۸۰ ، Rhodes et al ; ۱۹۵۸ ، Everette). بعد از دسته‌بندی ۸ تا ۱۲ تایی، چندین دسته آنها را در دسته‌های ۳ تا ۴ تایی بسته‌بندی می‌کنند. روش‌های بسته‌بندی که به کار می رود بستگی به چگونگی فروش توتون خواهد داشت. اگر توتون در انبار خانگی فروخته شود باید به طور مستقیم با درجات خاصی در داخل بسته‌ها قرار گیرند یا در سبدهای چوبی قرار داده شوند بعد در عدل‌های چوبی بسته‌بندی شده و در سبدهای چوبی در انبارها گذاشته شوند. هر کدام از سبدهای توتون بر پایه یک درجه استاندارد رسمی‌توسط USDA بر اساس کیفیت، گروه، رنگ، بلندی برگ و دیگر ویژگی‌های آن درجه‌بندی می‌شود. این نوع توتون از طریق یک سیستم مزایده‌ای فروخته می‌شود که شبیه توتون بارلی و هواخشک است. تولید توتون آتش خشک تیره کار پیچیده و مشکلی بوده که از کامل شدن محصول به موقع تا زمان شروع فصل بعدی ادامه میابد.

improved by splitting it into good lugs and trash lugs, based on the amount of dirt and injury present. The seconds grade usually consists of the next three to five leaves on the stalk. This grade is separated primarily according to the body of the leaf. Color and finish may be about the same as that of the leaf grade. The leaf grade is usually made up of the top four to six leaves on the stalk. These leaves are the most desirable and will have good body, elasticity and plenty of finish. In some production areas, growers also make a 'wrapper' grade, which is very high quality leaf used in the manufacture of specialty cigars. The final grade should be the out leaf. This throw-out grade is used for leaves from the seconds and leaf positions which have green areas in them or are otherwise undesirable.

As the tobacco is stripped, it is tied in small, neat hands comprising about 8 to 12 leaves (Everette, 1958; Rhodes, *et al.*, 1980; Fowlkes, *et al.*, 1995). After several hands have been tied, they are bulked three to four hands at a time. Several methods of bulking are used, depending upon how the tobacco will be marketed. If the tobacco is marketed at a warehouse, individual grades may be bulked directly onto marketing baskets at the barn, or bulked in wooden frames and then re-bulked onto baskets at the warehouse. Each basket of tobacco will be given an official standard grade by USDA graders based on quality, group, color and length of leaf and assigned the appropriate support price. The tobacco is sold through an auction system similar to that used for burley and flue-cured tobacco. The dark fire-cured tobacco producers' long, laborious task is then completed just in time to begin the next season's crop.

The reader is referred to Chapter 14 for additional comments on dark air-cured tobaccos.

REFERENCES

Agricultural Marketing Service (1996) *Tobacco Market Review: Fire-Cured and Dark Air-Cured, 1995 Crop.* USDA, US Government Printing Office, Washington, DC.

Burgess, E. & Hadden, C. (1996) Tobacco pest control. *Agric. Ext. Serv. Pub. SP 91.* University of Tennessee, Knoxville.

Chaplin, J.F., Baumhover, A.H., Bortner, C.E., *et al.* (1976) Fire-cured tobacco. In: *Tobacco Production. USDA-ARS Agric. Info. Bull. No 245.* Washington, DC.

Duncan, G. & Anderson, B. (1997) Protecting greenhouse plants. In: *Burley and Dark Tobacco Production Guide 1997.* Rural Press USA, Raleigh, NC.

Everette, G. (1958) Harvesting, curing and preparing dark fired tobacco for market. *Agric. Ext. Serv. Circ. 555.* University of Kentucky, Lexington.

Everette, G. (1968) Evaluation of primed versus stalk cured leaf of dark fire-cured tobacco. *Tob. Abstr.*, 12, No 11, abstr. 2593, 825.

Fowlkes, D.J. (1989) Producing tobacco transplants. *Agric. Ext. Serv. Pub. PB 1385.* University of Tennessee, Knoxville.

Fowlkes, D.J. (1997) The float system for producing tobacco transplants. *Agric. Ext. Serv. Pub. 167.* University of Tennessee, Knoxville.

Fowlkes, D.J. & Miller, R.D. (1995) Dark tobacco variety information – 1995 Tennessee recommendations. *Agric. Ext. Serv. P & SS Info. No 215.* University of Tennessee, Knoxville.

Fowlkes, D.J., Miller, R.D., Jared, J.R., *et al.* (1995) Dark tobacco production in Tennessee. *Agric. Ext. Serv. Pub. 899.* University of Tennessee, Knoxville.

Hourigan, W.W. (1986) Federal programs: burley and dark leaf controls. In: *Tobacco in Kentucky. Kent. Ext. Serv. Pub. ID-73.* University of Kentucky, Lexington.

Hunter, P.P., Jones, P. & Hiltz, J.W. (1981) The occurrence and distribution of races of *Phytophthora parasitica* var. *Nicotianae* in dark tobacco in Tennessee. *Tob. Sci.*, 25, 20–21.

Johnson, C.S. (1990a) Disease control for dark-fired tobacco. In: *1990 Dark Fire-Cured Tobacco Production Guide. Va Coop. Ext. Serv. Pub. 436-048.* Virginia Poly. Inst. and State Univ., Blacksburg.

Johnson, C.S. (1990b) Weed control for dark fired tobacco. In: *1990 Dark Fire-Cured Tobacco Production Guide. Va Coop. Ext. Serv. Pub. 436-048.* Virginia Poly. Inst. and State Univ., Blacksburg.

Jones, J.L. (1990a) Agronomic information. In: *1990 Dark Fire-Cured Tobacco Production Guide. Va Coop. Ext. Serv. Pub. 436-048.* Virginia Poly. Inst. and State Univ., Blacksburg.

Jones, J.L. (1990b) Harvesting and curing. In: *1990 Dark Fire-Cured Tobacco Production Guide. Va Coop. Ext. Serv. Pub. 436-048.* Virginia Poly. Inst. and State Univ., Blacksburg.

Latham, D.H. (1969) DF 300: a black shank resistant dark fire-cured tobacco and observations on tobacco black shank in Tennessee. *Agric. Exp. Sta. Bull. 453.* University of Tennessee Knoxville.

Legg, P.D. & Miller, R.D. (1988) Cultivar differences and genotype × year interactions in dark tobacco under two topping systems. *Tob. Sci.*, 32, 29–32.

Legg, P.D. & Tedford, E. (1989) Registration of 'KY 19(Tobacco. *Crop Sci.*, 29, 1093.

Lucas, G.B. (1975) *Diseases of Tobacco.* Harold E. Parker & Son Fuquay-Varina, NC.

Maksymowiez, B. (1994) Dark tobacco production guidelines. In *Burley and Dark Tobacco Production Guide 1994.* Rural Pre USA, Raleigh, NC.

Miller, R.D., Eggett, B.C. & Hensley, R.A. (1995) Registration ('TN 1094' dark fire-cured tobacco. *Crop Sci.*, 35, 1712.

Miller, R.D., Eggett, B.C. & Hensley, R.A. (1998a) Registratic of 'TN D950' dark fire-cured tobacco. *Crop Sci.* (in press).

Miller, R.D., Fowlkes, D.F. & Buschermohle, M.J. (1998 Producing tobacco float plants by direct seeding in outdo water beds. *Agric. Expt. Sta. Res. Rept.* University of Te nessee, Knoxville (in press).

Miller, R.D., Hensley, R.A. & Wilhoit, U.D. (1994) Instructio

for building poor-boy tobacco seeders. *Agric. Expt. Sta. Res. Rep. 94-04*. University of Tennessee, Knoxville.

Miller, R.D. & Hunter, P.P. (1987) Registration of 'DF 485' dark fire-cured tobacco. *Crop. Sci.*, 27, 1313–14.

Miller, R.D. & Legg, P.D. (1990) A grade index for type 22 and type 23 fire-cured tobacco. *Tob. Sci.*, 34, 102–104.

Parks, W.L. & Safley, L. (1967) Effect of soil pH and potash on the yield and quality of dark tobacco. *Agric. Expt. Sta. Bull. 414*. University of Tennessee, Knoxville.

Pearce, B. (1997) A closer look at plant nutrients. In: *Burley and Dark Tobacco Production Guide 1997*. Rural Press USA, Raleigh, NC.

Pearce, B. & Maksymowicz, B. (1997) Careful management needed with float plants. In: *Burley and Dark Tobacco Production Guide 1997*. Rural Press USA, Raleigh, NC.

Rhodes, G.N. & Fowlkes, D.J. (1995) Control weeds in burley and dark tobacco. *Agric. Ext. Serv. Pub. PB 1071*. University of Tennessee, Knoxville.

Rhodes, G.N., Hunter, P.P. & Burgess, E.E. (1980) Dark tobacco production in Tennessee. *Agric. Ext. Serv. Pub. 899*. University of Tennessee, Knoxville.

Semtner, P.J. (1998) Insects on tobacco. In: *1998 Dark Fire-Cured Tobacco Production Guide. Va Coop. Ext. Serv. Pub. 436-048*. Virginia Poly. Inst. and State Univ., Blacksburg.

Shuffett, D.M. (1986) Tobacco's economic impact in Kentucky. In: *Tobacco in Kentucky. Kent. Ext. Serv. Pub. ID-73*. University of Kentucky, Lexington.

Smiley, J.H., Nielsen, M.T. & Palmer, G. (1986b) Variety selections very important. In: *Tobacco in Kentucky. Kent. Ext. Serv. Pub. ID-73*. University of Kentucky, Lexington.

Smiley, J.H., Palmer, G. & Calvert, J.R. (1986a) The seed bed. In: *Tobacco in Kentucky. Kent. Ext. Serv. Pub. ID-73*. University of Kentucky, Lexington.

Iranian Tobacco Company
Orumieh Tobacco Research Center

Tobacco

Production, Chemistry and Technology

Production Practices

A **Flue- cured Tobacco**
G.F. Peedin

B **Light Air- cured Tobacco**
G.K. Palmer and R.C. Pearce

C **Oriental Tobacco**
S.N. Gilchrist

D **Dark Fire-cured Tobacco**
R.D. Miller and D.J. Fowlkes

Edited by:
D. Layten Davis and *Mark T. Nielsen*

Translated by:

R. Ranjbar, and F. Emami, E. Namvar Rezaei, N. Azarsina, P. Godarzi Mokri , M. Hasani and B. Salehi

۲۰۱۸