دانشکده کشاورزی

گروه زراعت و اصلاح نباتات

عنوان:

بررسی اثرات شبه هورمون‌های جاسمونیک اسید و سالیسیلیک اسید بر عملکرد و کیفیت انباری غده در سیب‌زمینی

استاد راهنما:

دکتر مرتضی برمکی

نگارش:

امین دیلمی معزی

پاییز ۱۳۹۰

بررسی اثرات شبه هورمون‌های جاسمونیک اسید و سالیسیلیک اسید بر عملکرد و کیفیت انباری غده در سیب‌زمینی

توسط:

امین دیلمی معزی

پایان نامه برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته زراعت

از

دانشگاه محقق اردبیلی

ایران - اردبیل

ارزیابی و تصویب شده توسط کمیته پایان نامه با درجه: عالی

دکتر مرتضی برمکی (استاد راهنما و رئیس کمیته داوران) ..... استادیار

دکتر محمد صدقی (داور) ..... استادیار

دکتر رئوف سید شریفی (داور) ..... استادیار

پائیز ۱۳۹۰

به نام مادر

بوسه ای باید زد

دست هایی را

که می شویند غبار خستگی روزگار را

و سیراب می کنند روح تشنه را

به نام پدر

بوسه ای باید زد

دست هایی را

که می تابانند

نیرو را

و محکم می کنند

استواری پایه های زیستن را

به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگی

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش وجودشان که در این سردترین روزگاران بهترین پشتیبان است

به پاس قلب های بزرگشان که فریاد رس است و سرگردانی و ترس در پناهشان به شجاعت می گراید

و به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کند.

این مجموعه را به پدر و مادر عزیزم تقدیم می کنم.

لازم می دانم از زحمات استاد راهنمای ارجمند جناب آقای دکتر مرتضی برمکی و الطاف بی دریغ و راهنمایی های ارزنده سرکار خانوم دکتر سدابه جهانبخش که با راهنمایی های خود راهگشای اینجانب بوده اند کمال تشکر و سپاسگزاری را داشته باشم.

نام خانوادگی دانشجو: دیلمی معزی **نام:** امین

عنوان پایان نامه: بررسی اثرات شبه هورمون‌های جاسمونیک اسید و سالیسیلیک اسید بر عملکرد و کیفیت انباری غده در سیب‌زمینی

استاد راهنما: دکتر مرتضی برمکی

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته:** مهندسی کشاورزی **گرایش:** زراعت **دانشگاه:** محقق اردبیلی
دانشکده: کشاورزی **تاریخ فارغ التحصیلی:** ۱۳۹۰/۷/۱۶ **تعداد صفحه:** ۷۵

کلید واژه ها: اسید سالیسیلیک، انبارداری، سیب زمینی، متیل جاسمونات، مینی تیوبر

چکیده: به منظور بررسی تاثیر هورمون‌های متیل جاسمونات (MJA) و اسید سالیسیلیک (SA) بر صفات کمی و کیفی کلون های تولید کننده مینی‌تیوبر سیب زمینی رقم آگریا، آزمایش‌های گلخانه‌ای در سال ۱۳۸۹ اجرا شد. آزمایش اول در قالب فاکتوریل دو عاملی بر پایه طرح کاملا تصادفی در سه تکرار به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش شامل اعمال چهار سطح هورمون متیل جاسمونات (صفر، ۲، ۶ و۱۰ میلی‌لیتر در لیتر) و چهار سطح اسید سالیسیلیک (صفر، ۰/۲، ۰/۶ و ۱ میلی‌مول در لیتر) به صورت محلول پاشی بر روی شاخ و برگ بوته‌ها در چهار نوبت بود. لازم به ذکر است که گیاهچه‌های حاصل از کشت بافت در بستر پیت ماس در گلدان کشت و به صورت قطره‌ای با محلول غذایی هوگلند تغذیه و شدند. نتایج نشان داد که محلول پاشی ۶ میلی‌لیتر در لیتر متیل جاسمونات به همراه ۰/۲ میلی‌مول اسید سالیسیلیک با تولید متوسط ۱/۷۱ غده در بوته، بالاترین تعداد غده تولید شد. عملکرد تک بوته در شاهد تفاوتی با بوته های تیمار شده با سطح اول و دوم هورمون متیل جاسمونات نداشت ولی، کاربرد ۱۰ میلی‌لیتر در لیتر از این هورمون منجر به کاهش معنی دار عملکرد تک بوته شد. در آزمایش دوم، غده‌های حاصل از آزمایش اول به دو بخش تقسیم و نصف آن‌ها با همان ترکیبات تیماری آزمایش اول تیمار گردیدند. همچنین در کنار آن‌ها، غده‌هایی از بوته های مادری که تیمار نشده بودند، با همان ترکیبات تیماری ذکر شده تیمار شد و هر سه گروه غده‌ها به انباری با دمای ۷-۴ درجه ی سانتیگراد منتقل شده و به مدت چهار ماه نگهداری شدند. صفات کیفی اندازه گیری شده در این غده ها در یک طرح کاملا تصادفی به صورت فاکتوریل سه عاملی (۳ ×۴×۴) مورد تجزیه قرار گرفت. بالاترین درصد نشاسته در مینی تیوبرها پس از دوره انبارداری با کاربرد ۶ میلی‌لیتر در لیتر متیل جاسمونات به همراه غلظت‌های ۰/۶ میلی‌مول اسید سالیسیلیک و نیز ۱ میلی‌مول اسید سالیسیلیک، هنگامی به دست آمد که تیمار هورمونی هم بر روی بوته‌ها و هم غده انجام گرفته بود. بالاترین درصد پروتئین در مینی تیوبرها پس از دوره انبارداری نیز هنگامی حاصل شد که تنها بوته‌ها با غلظت‌های ۶ میلی‌لیتر در لیتر متیل جاسمونات به همراه ۰/۲ میلی‌مول اسید سالیسیلیک و غلظت‌های ۲ میلی‌لیتر در لیتر متیل جاسمونات به همراه ۰/۲ میلی‌مول اسید سالیسیلیک، تیمار شده بودند. پایین‌ترین و مطلوب‌ترین مقادیر قند احیاء کننده در مینی تیوبرهایی مشاهده شد که بوته‌های مادری آن‌ها با هیچ هورمونی تیمار نشده بودند، ولی خودشان با ترکیب هورمونی متیل جاسمونات با غلظت ۱۰ میلی‌لیتر در لیتر به همراه اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۲ میلی‌مول قبل از شروع دوره انبار داری تیمار شده بودند.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	۱
فصل اول: بررسی منابع	۴
۱-۱- سیب‌زمینی	۵
۱-۲- تاریخچه سیب‌زمینی	۵
۱-۳- سطح زیر کشت سیب‌زمینی در کشور	۵
۱-۴- ارزش غذایی و ترکیبات شیمیایی سیب‌زمینی	۶
۱-۵- اهمیت تولید مینی‌تیوبر	۷
۱-۶- شرایط انبارداری سیب‌زمینی	۸
۱-۷- تاثیر انبارداری در دماهای پایین بر ویژگی‌های کیفی غده سیب‌زمینی	۸
۱-۷-۱- درصد نشاسته غده	۸
۱-۷-۲- درصد پروتئین غده	۹
۱-۷-۳- میزان قند احیاء کننده در غده	۱۰
۱-۸- متیل جاسمونات	۱۱
۱-۸-۱- نقش جاسمونات‌ها در گیاهان زراعی	۱۱
۱-۸-۲- تاثیر جاسمونات‌ها بر ماندگاری محصولات کشاورزی طی انبار داری	۱۴
۱-۹- اسید سالیسیلیک	۱۷
۱-۹-۱- نقش اسید سالیسیلیک در گیاهان زراعی	۱۷
۱-۹-۲- تاثیر اسید سالیسیلیک بر ماندگاری محصولات کشاورزی طی انبارداری	۲۰
۱-۱۰ اهداف پژوهش	۲۱
فصل دوم: مواد و روش‌ها	۲۳
۲-۱- موقعیت جغرافیایی اجرای آزمایش	۲۴
۲-۲- نوع آزمایش	۲۴
۲-۳- ویژگی‌های رقم آگریا	۲۴
۲-۴- عملیات زراعی	۲۵
۲-۵- روش اندازه‌گیری صفات	۲۶
۲-۵-۱- اندازه‌گیری صفات کمی بوته و غده	۲۶

۲-۵-۲- اندازه‌گیری نشاسته غده	۲۶
۲-۵-۳- اندازه‌گیری پروتئین غده	۲۶
۲-۵-۴- اندازه‌گیری قندهای احیاء کننده غده	۳۲
۲-۶- تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها	۳۵
فصل سوم: نتایج و بحث	۳۶
۳-۱- صفات ریخت‌شناسی بوته و اجزای عملکرد	۳۷
۳-۱- تعداد غده	۳۷
۳-۱-۲- تعداد برگ	۳۸
۳-۱-۳- وزن خشک اندام هوایی	۳۹
۳-۱-۴- طول ساقه	۳۹
۳-۱-۵- عملکرد غده در بوته	۳۹
۳-۱-۶- متوسط وزن غده	۴۰
۳-۲- مقایسه میانگین اثر متقابل متیل جاسمونات و اسید سالیسیلیک بر روی ویژگی‌های بوته	۴۰
۳-۳- صفات کیفی اندازه‌گیری شده	۴۱
۳-۳-۱- درصد نشاسته غده	۴۲
۳-۳-۱- ۱- درصد نشاسته غده تحت تاثیر تیمار غده‌ها (D)	۴۲
۳-۳-۱-۲- درصد نشاسته غده تحت تاثیر تیمار بوته‌ها (A)	۴۳
۳-۳-۱-۳- درصد نشاسته غده تحت تاثیر تیمار بوته‌ها و غده‌ها (T)	۴۳
۳-۳-۱-۴- بررسی نتایج کاربرد غلظت‌های مختلف دو هورمون بر درصد نشاسته	۴۳
۳-۴- درصد پروتئین غده	۴۴
۳-۴-۱- درصد پروتئین غده تحت تاثیر تیمار غده‌ها (D)	۴۴
۳-۴-۲- درصد پروتئین غده تحت تاثیر تیمار بوته‌ها (A)	۴۴
۳-۴-۳- درصد پروتئین غده تحت تاثیر تیمار بوته‌ها وغده‌ها (T)	۴۴
۳-۴-۴- بررسی نتیجه کاربرد غلظت‌های مختلف دو هورمون بر درصد پروتئین غده	۴۴
۳-۵- درصد قند احیاء کننده غده	۴۵
۳-۵-۱- میزان قند احیاء کننده غده تحت تاثیر تیمار غده‌ها (D)	۴۵
۳-۵-۲- میزان قند احیاء کننده غده تحت تاثیر تیمار بوته‌ها (A)	۴۵
۳-۵-۳- میزان قند احیاء کننده تحت تاثیر تیمار بوته‌ها و غده‌ها (T)	۴۶

۳-۵-۴- بررسی نتیجه کاربرد غلظت‌های مختلف دو هورمون بر میزان قند غده	**۴۷**
۳-۶- مقایسه میانگین اثرات متقابل متیل جاسمونات و اسید سالیسیلیک بر درصد نشاسته غده.	**۴۸**
۳-۶-۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل بر درصد نشاسته در گروه D	**۴۸**
۳-۶-۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل بر درصد نشاسته در گروه A	**۴۹**
۳-۶-۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل بر درصد نشاسته در گروه T	**۴۹**
۳-۶-۴- نتیجه گیری کلی در مورد اثرات متقابل متیل جاسمونات و اسید سالیسیلیک بر روی درصد نشاسته غده	**۵۰**
۳-۷- مقایسه میانگین اثرات متقابل متیل جاسمونات و اسید سالیسیلیک بردرصد پروتئین غده	**۵۰**
۳-۷-۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل بر درصد پروتئین غده در گروه D	**۵۰**
۳-۷-۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل بردرصد پروتئین غده در گروه A	**۵۱**
۳-۷-۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل بر درصد پروتئین غده در گروه T	**۵۲**
۳-۷-۴- نتیجه گیری کلی در مورد اثرات متقابل متیل جاسمونات و اسید سالیسیلیک بر روی درصد پروتئین غده	**۵۳**
۳-۸- مقایسه میانگین اثرات متقابل متیل جاسمونات و اسید سالیسیلیک درمورد مقدار قند احیاء کننده غده	**۵۳**
۳-۸-۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل بر مقدار قند احیاء کننده غده در گروه D	**۵۴**
۳-۸-۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل بر مقدار قند احیاء کننده غده در گروه A	**۵۴**
۳-۸-۳-نتیجه‌گیری کلی در مورد اثرات متقابل متیل جاسمونات و اسید سالیسیلیک بر روی درصد قند احیاء کننده غده	**۵۵**
۳-۹- همبستگی صفات مورد مطالعه	**۵۵**
۳-۱۰- نتیجه‌گیری	**۵۷**
پیشنهادها	**۶۲**
منابع مورد استفاده	**۶۳**
چکیده انگلیسی	**۷۵**

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۳-۱ -جدول تجزیه واریانس مربوط به صفات مورفولوژیکی بوته	۴۳
جدول ۳-۲- مقایسه میانگین اثر متقابل دو هورمون MJA×SA بر روی صفت تعداد غده در بوته	۴۷
جدول ۳-۳- جدول تجزیه واریانس گروه D (تیمار بر روی غده سیب‌زمینی)	۴۷
جدول ۳-۴- جدول تجزیه واریانس گروه A (تیمار بر روی بوته ها سیب‌زمینی)	۴۸
جدول ۳-۵- جدول تجزیه واریانس گروه T (تیمار بر بوته‌ها و بر غده‌های سیب‌زمینی)	۴۸
جدول ۳-۶- جدول همبستگی صفات برای گروهی که تنها غده‌ها تیمار شدند(D)	۶۱
جدول ۳-۷- جدول همبستگی صفات برای غده‌های گروه A (تیمار بوته‌ها)	۶۲
جدول ۳-۸ - جدول همبستگی صفات برای غده‌های گروه T (تیمار بوته ها و غده‌ها)	۶۳
جدول ۳-۹- جدول تجزیه واریانس صفات کیفی غده به صورت سه عاملی	۶۴

مقدمه

سیب‌زمینی یکی از مهمترین محصولات کشاورزی است که نیاز غذایی در حدود یک میلیارد نفر را تامین می‌کند (شاطریان و حاجیلویی، ۱۳۸۸). در ایران نیز با توجه به رشد جمعیت در کشور، تامین غذای ۷۰ میلیون نفر در حال حاضر و ۱۲۰ میلیون نفر در دو دهه آینده باید مورد توجه کامل قرار بگیرد (نقل از ایمانی و رسولی، ۱۳۸۵). تولید سیب‌زمینی در دنیا، طبق گزارش فائو در سال ۲۰۰۷، با سطح زیر کشت ۲۰ میلیون هکتار، حدود ۳۲۵ میلیون تن است (بی‌نام، ۲۰۰۷). ایران با تولید ۵/۲۴ میلیون تن سیب‌زمینی، سطح زیر کشت ۲۱۰ هزار هکتار و متوسط عملکرد ۲۵ تن در هکتار در مقام سوم آسیا قرار دارد. سیب‌زمینی علاوه بر نشاسته فراوان، پروتئینی با کیفیت بالا دارد (لومن و استرویک، ۱۹۹۵) و علاوه بر پروتئین، دارای مواد معدنی نظیر کلسیم، فسفر، آهن و ویتامین‌های B1, B2, B6 و C است. افزایش جمعیت و در پی آن افزایش میزان تقاضا، افزایش میزان تولید در واحد سطح و زمان را طلب می‌کند. تولید سیب‌زمینی از چند نظر دارای مزیت است. اول این که، سیب‌زمینی قادر است تا انرژی، پروتئین و نشاسته بیشتری نسبت به سایر محصولات کشاورزی در واحد سطح تولید کند. دوم، منافع مالی حاصل از تجارت سیب‌زمینی موجب رونق کشت سیب زمینی می‌گردد. و در نهایت، پیشرفت‌های تکنولوژیکی سریع، بهبود روش‌های کشت، روش‌های حفاظت از گیاه، روش‌های انبارداری و فرآوری همگی موجب توسعه کشت و کار سیب زمینی شده-است (بادونی و چاهانی، ۲۰۰۷). در کشورهای پیشرفته مصارف سیب‌زمینی به مواردی مثل تغذیه انسان و دام، تولید مواد خام، نشاسته، الکل اختصاص دارد و درکشورهای در حال توسعه به مصرف تغذیه انسان می-رسد، به طوری که سهم تولید جهانی کشورهای در حال توسعه از ۱۵/۱ درصد در سال ۱۹۶۱ به ۵۱ درصد در سال ۲۰۰۵ رسید (پراکاش و کاریهالو، ۲۰۰۷). در ایران به طور سنتی برای کشت و تکثیر سیب زمینی از غده های بذری استفاده می‌شود. هر چند که این روش می‌تواند موجب یکنواختی محصول از نظر میزان رشد و عملکرد شود ولی از طرفی موجب کاهش سرعت رشد و بازدهی اندک بر اثر آلودگی شدید ویروسی غده‌ها

می‌گردد (سلیمی و همکاران، ۱۳۸۹). کشت مداوم غده ها پس از سه یا چهار فصل، منجر به کاهش عملکرد می‌شود (بادونی و چاهانی، ۲۰۰۷). همچنین دراین روش قسمتی از اراضی زیر کشت تلف می‌شود چرا که در سیستم سنتی در حدود ۱۵ درصد از سطح اراضی زیر کشت جهت تولید بذر سال آینده به کار می‌رود (سلیمی و همکاران، ۱۳۸۹). کیفیت بذر نقش مهمی در میزان عملکرد سیب‌زمینی دارد. در تکثیر رویشی، گیاه به راحتی مورد هجوم باکتری، قارچ و به‌ویژه ویروس قرار می‌گیرد که موجب کاهش ویگور و قدرت تولید مثل در گیاه می‌گردد (بادونی و چاهانی، ۲۰۰۷). بیماری‌های ویروسی عامل اصلی محدود کننده تولید سیب‌زمینی شناخته شده‌اند. امروزه بیش از ۲۵ نوع ویروس عامل آلودگی در سیب‌زمینی مورد شناسایی قرار گرفته‌اند (بوستان و دمیرچی، ۲۰۰۴). برخی از ویروس‌ها به طور انفرادی قادرند تا ۴۰ درصد و به صورت گروهی تا ۹۰ درصد موجب کاهش عملکرد نهایی شوند (رودبار شجاعی و همکاران، ۲۰۰۹). بنابراین، جلوگیری از بروز انواع آلودگی‌ها در غده‌هایی که به عنوان بذر جهت تکثیر استفاده می‌شوند اهمیت به‌سزایی در تولید نهایی این محصول استراتژیک دارد. در سال‌های اخیر روش‌های جدیدی برای تکثیر غده‌های بذری استفاده می‌شود. یکی از این روش‌ها، ریز ازدیادی است. این روش بسیار انعطاف پذیر است و منجر به تولید مقدار زیادی ریز غده‌های سیب‌زمینی عاری از انواع بیماری‌ها در هر مرحله می‌گردد. در عین حال فضای کمی احتیاج دارد (سلیمی و همکاران، ۱۳۸۹). محققان کشورمان نیز همگام با سایر کشورهای دنیا، تحقیقات گسترده‌ای را در زمینه تولید گیاهچه‌های عاری از ویروس از طریق کشت بافت و تولید ریز غده‌های گلخانه‌ای عاری از عوامل بیماری‌زای ویروسی با هدف دستیابی به یک تکنولوژی قابل دسترس و سازگار با نیازها و امکانات داخلی پی‌ریزی و اجرا کرده (ایمانی و رسولی، ۱۳۸۵). در حال حاضر در ایران سالانه ۵ میلیون عدد ریز غده سیب‌زمینی تولید می‌گردد که نیاز کشور به واردات این محصول را رفع می‌کند (سلیمی و همکاران، ۱۳۸۹). جاسمونات‌ها[۱] (اسید جاسمونیک ، متیل استر آن و متیل جاسمونات) گروه جدیدی از هورمون‌های

۱- Jasmonates

گیاهی محسوب می‌شوند. جاسمونات‌ها، ترکیبات غیراشباع مشتق شده از سیکلوپنتان لینولنیک می‌باشند که در بسیاری از مراحل فیزیولوژیکی گیاه شرکت می‌کنند و نقشی دفاعی را برعهده دارند. داموئل و همکاران (۱۹۶۲) اولین کسانی بودند که متیل استر اسید جاسمونیک را به عنوان یک ماده معطر از اسانس یاسمن[۱] و چند گونه دیگر جدا کردند (حسیبی و همکاران، ۱۳۸۷).

اسید سالیسیلیک[۲]، ترکیبی درون‌زا و کلیدی در مقاومت نسبت به بیماری‌های موضعی و همه‌گیر در گیاهان محسوب می‌شود (مجد، ۱۳۸۸)، که به عنوان یک آنتی اکسیدانت (پوپوآ و همکاران، ۲۰۰۳) با ویژگی‌های شبه هورمونی مطرح است (مجد، ۱۳۸۸). اسید سالیسیلیک یک ملکول علامتی مهم در واکنش‌های گیاهان در برابر تنش‌های محیطی محسوب می‌گرد که با ایجاد کمپلکس‌های پایدار با غشا موجب محافظت از غشاهای سلولی می‌گردد (مظاهری تیرانی و منوچهری کلانتری، ۱۳۸۶). این بررسی به منظور بالا بردن عملکرد از طریق افزایش تعداد غده و یا اندازه غده‌ها و بررسی صفات و تغییرات کیفی غده‌ها پس از دوره انبارداری مینی‌تیوبرها اجرا شد.

۱- *Jasmonium grandiflorum*

۲-Salicylic acid

فصل اول: بررسی منابع

۱-۱- سیب‌زمینی

سیب‌زمینی زراعی با نام علمی *Solanum tuberosum* L. اتوتتراپلویید و هتروزیگوس است. از آن جا که عملکرد در واحد سطح آن بسیار بالا می‌باشد از لحاظ گسترش پس از ذرت در جایگاه دوم قرار دارد و دومین منبع غذایی ساده پس از تخم مرغ می‌باشد (اسعدی و امیدی، ۱۳۸۵). سیب زمینی محصولی است که از نظر تولید انرژی و پروتئین در هکتار و در واحد زمان بسیار پراهمیت می‌باشد و در رژیم غذایی برخی از کشورها نقش عمده‌ای دارد. این محصول در بسیاری از کشورهای جهان سوم خوراک اصلی مردم را تشکیل می‌دهد (محمدی ستوده، ۱۳۸۸). سیب‌زمینی از مهمترین گیاهان دو لپه و مهمترین گیاه زراعی غده‌ای می‌باشد (اسلم و اقبال، ۲۰۱۰). در حال حاضر هر ساله در حدود ۳۲۵ میلیون تن سیب زمینی در سراسر جهان تولید می‌شود (محمدی ستوده، ۱۳۸۸).

۱-۲- تاریخچه سیب‌زمینی

دانشمندان آمریکایی دریافته‌اند که منشأ کلیه انواع سیب‌زمینی‌های امروزی یک گیاه واحد است که بیش از هفت هزار سال قبل در پرو کشت می‌شد. سیب زمینی در حوالی سال ۱۵۷۰ توسط کاشفان اسپانیایی از آمریکای جنوبی به اسپانیا منتقل شد و کشت آن در سراسر اروپا رواج یافت. سیب زمینی بعدها توسط مستعمره نشین‌های بریتانیایی به آمریکای شمالی منتقل شد. سیب‌زمینی احتمالا نخستین بار توسط میرزا ملکُم خان در اواسط پادشاهی فتحعلی‌شاه قاجار به ایران آورده شد. برای همین در ابتدا به آن " آلو ملکُم " می‌گفتند (محمدی ستوده، ۱۳۸۸).

۱-۳- سطح زیر کشت سیب‌زمینی در کشور

ایران از لحاظ تولید سیب‌زمینی در جایگاه دوازدهم دنیا و با سطح زیر کشت ۲۱۰ هزار هکتار و میزان تولید ۵/۲۴ میلیون تن در سال در جایگاه سوم آسیا پس از چین و هند قرار دارد. چین و هند به ترتیب دارای متوسط عملکرد ۱۴/۴ و ۱۶/۴ هستند، در حالی‌که ایران دارای متوسط عملکرد ۲۵ تن در هکتار می‌باشد. سیب‌زمینی یکی از محصولات کشاورزی صادراتی ایران است، به‌طوری که حجم صادرات آن در سال ۲۰۰۵ به میزان ۱۶۶ هزار تن رسید (بی‌نام، ۲۰۰۷).

۱-۴- ارزش غذایی و ترکیبات شیمیایی سیب‌زمینی

سیب‌زمینی یکی از مهمترین محصولات زراعی است که از لحاظ حجم مصرف و سطح زیر کشت در رتبه چهارم در سطح دنیا قرار دارد. علاوه بر تامین انرژی و کیفیت خوب پروتئین، به عنوان منبع ویتامین ث و مواد معدنی نیز مطرح می‌باشد (بورگاس و همکاران، ۲۰۰۹). ولی نکته بسیار مهم این است که در اثر ماندن در انبار و پخت نامناسب مقدار زیادی از ویتامین ث آن به هدر می‌رود (محمدی ستوده، ۱۳۸۸). سیب‌زمینی سرشار از بتاکاروتن (پیش ساز ویتامین آ) است که وقتی پخته می‌شود به آسانی قابل جذب می‌گردد. ساقه و برگ‌های سیب‌زمینی حاوی سمی بنام سولانین[۱] است، بنابراین نباید آن را مصرف کرد، ولی در طب سنتی، جوشانده رقیق شده همین برگ‌ها را به عنوان ماده خواب‌آور و آرامش دهنده اعصاب استفاده می‌کنند. مهم-ترین ماده اصلی موجود در غده سیب‌زمینی نشاسته است که ۹ تا ۲۵ درصد آن را تشکیل می‌دهد، از این رو برای تامین انرژی، ماده مفیدی است. سیب‌زمینی تقویت کننده قلب، محکم کننده لثه، مسکن درد و تسکین دهنده زخم معده است. یک‌صد و پنجاه گرم سیب‌زمینی می‌تواند ۴۵ درصد ویتامین ث، ۱۰ درصد ویتامین ب۶ ، ۸ درصد نیاسین[۲] و ۶ درصد فولات[۳] مورد نیاز روزانه انسان را تامین کند (ساتل، ۲۰۰۸). یک فنجان سیب‌زمینی پخته ۲۱ درصد ویتامین ب۶ مورد نیاز روزانه شما را تامین می‌کند. سیب‌زمینی اگر برای مدتی طولانی انبار شود و یا برای مصرف پوست کنده شده باشد تا حدودی خواص غذایی خود را از دست می‌دهد. سیب زمینی مهم‌تر از هر چیز منبع نشاسته (کربوهیدرات) و همچنین، مقداری مواد معدنی مانند پتاسیم و کلسیم است. با توجه به اهمیت این محصول، به منظور تولید محصولی سالم، افزایش عملکرد در واحد سطح و جلوگیری از ضایعات در طول دوره انبارداری نیاز به بررسی و تحقیق بیشتری می‌باشد. ادعا می‌شود که سالانه بالغ بر سی درصد از عملکرد این محصول در مراحل حمل و نقل و انبارداری غیراصولی در انبارهای سنتی فاسد و از مصرف خارج می‌شود (محمدی ستوده، ۱۳۸۸) .

۱- Solanine

۲- Niacin

۳- Folate

۱-۵- اهمیت تولید مینی‌تیوبر

شیوه اصلی و سنتی تولید و تکثیر سیب‌زمینی، روش رویشی می‌باشد که همین امر اغلب موجب می‌شود تا غده‌ها مورد حمله پاتوژن‌هایی نظیر قارچ، باکتری و ویروس‌ها قرار بگیرند. این آلودگی منجر به کاهش کیفیت و عملکرد محصول نهایی می‌شود (اسلم و اقبال، ۲۰۱۰) و به علت گسترش شیوع آفات و بیماری‌های سیب‌زمینی تهدیدی خطرناک برای تولید جهانی آن محسوب می‌گردد. اولین گام در ریز غده‌زایی و تولید غده بذری عاری از بیماری، تهیه بافت سالم اولیه می‌باشد. جهت تهیه بافت سالم و عاری از هرگونه بیماری، حتی گاهی بافت مورد نظر چندین بار پیاپی به صورت رویشی کشت می‌گردد و سپس آزمایش‌های دقیقی بر روی بافت مورد نظر انجام می‌گیرد (بی‌نام، ۲۰۱۰). پس از تهیه بافت سالم که از طریق کشت بافت به صورت درون شیشه‌ای[۱] انجام می‌گیرد، ساقه ی گیاه حاصل تکه تکه می‌گردد و در محیط کشت جهت رشد قرار داده شده و ریشه دار می‌گردد. گیاهچه‌های تولید شده برای تولید مینی‌تیوبر به بستر کشت در گلخانه منتقل می‌گردد (فاران و مینگو کاسل، ۲۰۰۶). از مینی‌تیوبر های به دست آمده برای تولید غده‌های بذری بیشتر استفاده می شود.

در سال‌های اخیر روش دیگری نیز برای تولید غده‌های بذری به کار گرفته می‌شود. در این روش گیاهچه‌هایی که از تقسیم گره‌های گیاه حاصل از کشت بافت ایجاد شده، به گلخانه منتقل نمی‌شوند و دوباره در آزمایشگاه جهت تولید میکروتیوبر کشت می‌گردند (آلتیندال و کارادوقان، ۲۰۱۰، ازتورک و ایلدریم،۲۰۱۰) مینی‌تیوبرهایی به کوچکی ۲-۱ گرم قادرند جوانه بزنند و گیاهی کامل ایجاد کنند (ریکباست و چارلتون، ۲۰۰۴). بنابر دلایلی نظیر هزینه تولید پایین‌تر، تکثیر و تولید سریع تر، قابلیت زیست و رشد بالاتر و سهولت عملیات کشت در خاک نسبت به کشت بافت، تولید مینی‌تیوبر به مراتب برتر از میکروتیوبر تشخیص داده شده است (فاضلی سبزواری و همکاران، ۲۰۰۷).

تولید ریزغده عاری از بیماری به روش کشت درون شیشه‌ای و به صورت انبوه که جهت سالم‌سازی و افزایش تولید انبوه این محصول صورت می‌گیرد یکی از اهداف مهم در تولید بذر سیب زمینی در بسیاری از کشورهاست. در ایران نیز از روش تولید ریز غده عاری از بیماری‌ها در شرایط درون شیشه‌ای جهت کاهش آلودگی و خسارات ناشی از غده‌های بذری آلوده، استفاده شده است (اسعدی و امیدی، ۱۳۸۵).

۱- *in vitro*

۱-۶- شرایط انبارداری سیب‌زمینی

نگهداری سیب‌زمینی برای طولانی مدت و در عین حال حفظ کیفیت غده‌ها بسیار دشوار است. انبارداری سیب زمینی در دمای پایین موجب تجمع مقادیر بالای قندهای احیاء کننده (فروکتوز و گلوکز) و ساکاروز و انبارداری در دماهای بالا منجر به کاهش وزن شدید در غده‌ها می‌گردد. تغییرات بیوشیمیایی طی غده‌بندی و انبارداری نظیر تبدیل نشاسته به قند و قند به نشاسته به صورت خود به خودی علت این کاهش وزن می‌باشد. به این تجمع قندهای احیاء کننده در غده سیب‌زمینی در اثر دماهای پایین، شیرین شدن دمای پایین[۱] اطلاق می‌گردد. این تجمع قند منجر به افزایش نفوذپذیری غشا، تجزیه نشاسته و تبدیل آن به گلوکز ۱- فسفات در حضور نشاسته سنتیاز می‌گردد (کایول و همکاران، ۲۰۱۰). غده‌ها در تمام طول مدت پس از برداشت زنده‌اند و تنفس و تعرق در آن‌ها ادامه دارد. همین پدیده موجب ایجاد تغییرات فیزیولوژیکی و از دست رفتن آب غده‌ها می‌گردد (سولومون و جیندال، ۲۰۰۷). غالب کشورها تنها می‌توانند یک بار سیب‌زمینی در سال کشت کنند، سیب‌زمینی تازه تنها در بخش محدودی از سال در دسترس است بنابراین جهت فراهم بودن سیب‌زمینی در طول سال، انبارداری سیب زمینی اهمیت بسیاری پیدا می‌کند. یک انبارداری خوب و مناسب موجب حفظ شرایط مطلوب غده‌ها و اجتناب از کاهش وزن، فساد بر اثر پاتوژن‌ها، جوانه‌زنی در انبار و کاهش کیفیت می‌گردد. شرایط انبار به هدف انبارداری بستگی دارد. به‌عنوان مثال سیب-زمینی بذری در دمای پایین، در حدود چهار درجه سانتی‌گراد نگهداری می‌شوند در حالی که دمای نگهداری سیب‌زمینی‌هایی که برای فرآوری به‌کار می‌روند در حدود هشت درجه سانتی‌گراد است. شرایط انبارداری اثر مستقیم بر ترکیبات غده و بافت می‌گذارد (کایور و همکاران، ۲۰۰۹).

۱-۷- تاثیر انبارداری در دماهای پایین بر ویژگی‌های کیفی غده سیب‌زمینی

۱-۷-۱- درصد نشاسته غده

نشاسته ترکیبی از گلوکان[۲] و نامحلول است که از دو نوع پلیمر گلوکزی به نام، آمیلوز و آمیلوپکتین تشکیل شده است. در گیاهان عالی نشاسته در پلاستیدهای سلول‌های فتوسنتزی و غیرفتوسنتزی ساخته

۱- Low temperature sweetening (LTS)

۲-Glucan

می‌شود. نشاسته در گیاه به عنوان منبع اصلی کربوهیدرات شناخته شده است کـه نقـش‌هـای حیـاتی طـی چرخه زندگی گیاه را بر عهده دارد. شاید مهمترین نقش نشاسته در گیاه تامین کربن جهت فرآیندهای رشد گیاه می‌باشد. ترکیبات قندی ساخته شده طـی فتوسـنتز در بـرگ، بـه صـورت سـاکارز بـه انـدام‌هـای غیـر فتوسنتزی مثل ساقه، غده، ریشه و بذر منتقل و به‌شکل نشاسته ذخیره می‌گردد. حضور ذخایر نشاسته برای تامین انرژی مراحل مختلف رشد رویشی و زایشی گیاه نظیر جوانه‌زنی بذر، رشد و اسـتقرار گیاهچـه پـس از جوانه‌زنی، ضروری است (زیمان و همکاران، ۲۰۱۰). ذخایر نشاسته غده سیب‌زمینی طـی دوره انبـارداری در دماهای پایین در اثر فعالیت آنزیم‌های آمیلولتیک به قند تبدیل شده و کاهش می‌یابد. به طوری که پس از ۲ تا ۳ ماه انبارداری در دماهای پایین، ۳۰ درصد از مقدار اولیه ذخایر نشاسته غده‌ها کاسته می‌شـود (اسـمیت، ۱۹۷۷). میزان ذخایر نشاسته در بذر، با قدرت جوانه زنی بذر ارتباط دارد.

۱-۷-۲- درصد پروتئین غده

پروتئین ذخیره‌ای به پروتئین‌هایی اتلاق می‌گردد که به‌عنوان منابع نیتروژن، گوگرد و کربن، نیازهای گیاه را تامین می‌کنند. این ذخایر پروتئینی، گیاه را قادر می‌سازند تا در شرایط سخت اقلیمی، تنش‌ها و یا بین دو فصل رویشی زنده بمانند و انرژی و ترکیبات لازم برای جوانه‌زنی بذور را فراهم آورند. پروتئین‌ها به صورت اجسام و توده‌های جدا از هم در داخل سلول‌ها پراکنده‌اند (شوری، ۲۰۰۳). غده‌های سیب‌زمینی بلافاصله پس از برداشت، دارای بالاترین میزان پروتئین هستند ولی طی دوره انبارداری، پروتئین‌های غده بر اثر هیدرولیز کاهش می‌یابند (اسمیت، ۱۹۷۷). ذخایر پروتئین در بذر گیاهان، از جمله در مینی‌تیوبر سیب‌زمینی، منابع مورد نیاز جنین، از جمله ترکیباتی مانند اسیدهای آمینه و نیتروژن را تامین می‌کنند که برای فرآیند جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه گیاهچه ضروری هستند (اسپنسر، ۱۹۸۴). انبارداری در دمای پایین یکی از دلایل پیر و فرسوده شدن بذور است. این فرسودگی تاثیر به سزایی بر روی سنتز پروتئین‌های ضروری غده می‌گذارد و همزمان موجب افزایش فعالیت پروتئولیزها و تشدید تخریب و کاهش پروتئین‌های غده می‌گردد (ویدا و همکاران، ۲۰۱۱). نتایج آزمایشی نشان داد که انبار کردن غده‌های ۱۲ رقم سیب‌زمینی، به مدت ۶ ماه در دمای ۳ درجه سانتی‌گراد به طور متوسط کاهشی ۳ درصدی در میزان پروتئین غده‌ها را موجب شد. انبار کردن غده‌ها در دمای ۲ تا ۳ درجه سانتی‌گراد موجب افزایش فعالیت‌های هیدرولیتیک در غده‌ها می‌گردد (پینتو و همکاران، ۱۹۹۳).

از دلایلی که طی انبارداری، موجب کاهش پروتئین غده‌های سیب‌زمینی می‌گردد، می‌توان به فرآیندهای زیر اشاره کرد:

۱) افزایش سهولت دسترسی پروتئین‌ها برای پروتئینازها

۲)تغییرات ملکولی پلی‌پپتیدها به‌واسطه افزایش پروتئولیز

۳)افزایش فعالیت پروتئینازها

انبارداری و فرسودگی تدریجی غده‌ها موجب کاهش تولید و سنتز آنزیم‌های ممانعت کننده از فعالیت پروتئینازها شده و در نتیجه میزان تجزیه پروتئین افزایش می‌یابد. از مهمترین این ممانعت کننده‌ها در سیب زمینی می‌توان به پروتئین پاتاتین اشاره کرد. افزایش پرکسیداسیون لپیدهای غشای سلولی، تخریب غشا، افزایش تنش‌های اکسیداتیو و کاهش قدرت جوانه‌زنی را می‌توان اثرات ناشی از عدم سنتز و کاهش میزان پاتاتین در غده سیب‌زمینی دانست (موهان کومار و همکاران، ۱۹۹۰). پاتاتین نه تنها بخشی از پروتئین ذخیره‌ای غده است، بلکه می‌تواند به عنوان بخشی از مکانیزم دفاعی غده نیز عمل کند (بارتا و بارتووا، ۲۰۰۸). بنابراین حفظ ذخایر پروتئینی، نه تنها می‌تواند با حفظ بنیه و قدرت جوانه‌زنی بذور، حتی پس از انبارداری طولانی مدت، از فرسودگی بذور سیب‌زمینی جلوگیری کند، همچنین می‌تواند موجب حفظ توان مقابله غده طی انبارداری و پس از انبارداری در برابر آفات و بیماری‌ها گردد.

۱-۷-۳- میزان قند احیاء کننده در غده

غده سیب‌زمینی دارای قندهایی نظیر ساکارز، گلوکز، فروکتوز، گلوکز ۶-فسفات، فروکتوز ۶ فسفات و گلوکز ۱-فسفات می‌باشد. سیب‌زمینی تازه برداشت شده دارای کمترین میزان قندهای احیا کننده در بافت خود می‌باشد. طی انبارداری در دماهای پایین بر اثر تبدیل نشاسته به قند، غلظت قند غده افزایش می‌یابد. با آزمایشی که بر روی انبارداری غده‌های۵۴ رقم سیب زمینی انجام شد، مشاهده گردید که با کاهش دمای انبار، میزان تجمع قند در غده‌ها افزایش یافت. انبارداری در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد تنها در عرض ۳ روز موجب افزایش قندهای احیاء کننده از ۰/۲ درصد به ۱ درصد شد. قندهای احیاء کننده، به‌طور عمده ای عاملی نامطلوب برای غده‌های سیب زمینی در صنایع غذایی به حساب می‌آیند (اسمیت، ۱۹۷۷). اما ثابت