تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی)، جلد ۳۷ شماره ۲، تابستان ۹۳

تغییرات فصلی مقادیر نشت الکترولیتی، کربوهیدرات های محلول و رشد مجدد قلمه های چهار رقم انگور، *(V.vinifera)* تحت تنش یخ زدگی

حسین عراقی[۱]، علی تهرانی فر[۲]، بهرام عابدی[۳] و محمود شور[۴]

۱*- **نویسنده مسوول:** دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(hoseinaraghi@ymail.com)
۲- دانشیار گروه علوم باغبانی ، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳و ۴- استادیاران علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۱/۹ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۱/۱۷

چکیده

انگورها یکی از میوه های مناطق معتدله است که اغلب در اثر یخ زدگی دچار خسارت می شود. در این پژوهش به منظور بررسی پاسخ چهار رقم انگور به تنش یخ زدگی در طول فصل رکود، آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه عامل زمان جمع آوری (اواخر پائیز ، اواسط زمستان ، اواخر زمستان)، دما (۱۰،۲۵ـ ۱۲ـ ۱٤ـ ۱٦ـ ۱۸ـ ۲۰ـ و۲۲ـ درجه سانتی گراد) و رقم (کلاهداری، کشمشی قرمز، یاقوتی و کشمشی سفید) با سه تکرار در آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشگاه فردوسی مشهد، سال ۱۳۸۹ انجام گرفت. نتایج آزمایش نشان داد در دمای ۲۲- درجه سانتی گراد رقم کلاهداری و یاقوتی به ترتیب در اواخر پائیز و اواخر زمستان با ٦۰ و ٦۲ درصد دارای بیشترین میزان و رقم کشمشی قرمز در اواسط زمستان با ۳۹ درصد دارای کمترین میزان نشت الکترولیتی بودند. رقم کلاهداری در اواخر پائیز و رقم یاقوتی در اواخر زمستان با ۲٤/۱۳ و ۲۷ میلی گرم در لیتر و رقم کشمشی قرمز در اواسط زمستان با ۳۷/۳۳ میلی گرم در لیتر به ترتیب دارای کمترین و بیشترین میزان کربوهیدرات بودند. کمترین و بیشترین رشد مجدد به ترتیب از رقم یاقوتی در اواخر زمستان (۱۲ درصد) و کشمشی قرمز در اواسط زمستان (٤٥ درصد) بدست آمد. بنابراین رقم کشمشی قرمز بدلیل کربوهیدرات بیشتر و نشت الکترولیتی کمتر به عنوان رقم مقاوم به یخ زدگی معرفی می شود.

کلیدواژه ها: انگور، رکود، عادت پذیری، کربوهیدرات، یخ زدگی

مقدمه

گیاهان چوبی در اواخر فصل رشد دستخوش یکسری تغییرات فیزیولوژیکی می شوند که آنها را برای تحمل درجه حرارت های پائین تر زمستان آماده می سازند. تعدادی از گیاهان بدلیل تغییراتی که در اثر اصلاح و انتخاب و یا شرایط جدید آب و هوایی، به علائم محیطی فوق از نظر فیزیولوژیکی واکنش نشان نداده و از این رو در بعضی مناطق بطور مطلوب تحمل نشان نمی دهند (رسول زادگان، ۱۳۷۵). یخ زدگی جوانه ها، پوست، چوب و حتی ریشه های درختان در طول زمستان از مهمترین عوامل مهم محدود کننده تولید میوه می باشد (جورج و بارک[1]، ۱۹۸۴). افت شدید و ناگهانی دما، حادثه ای است که متاسفانه در برخی سالها باعث بروز خسارات سنگین به باغات میوه کشور می گردد و باعث ضرر و زیان اقتصادی به بخش کشاورزی و منابع طبیعی می شود (شور و همکاران، ۱۳۸۸).

ارقام انگور اروپایی *V.vinifera* دارای دامنه مقاومتی ۱۸- تا ۲۵- درجه سانتیگراد می باشند. اگر دمای هوا در مناطق کشت به کمتر از حد تحمل برسد

1- George & Burk

بخش هوائی مورد آسیب قرار می گیرد. در حالات شدید تر قسمت های زیر زمینی هم آسیب می بینند، و امکان رویش مجدد در فصل رشد بعد کاهش می یابد (فنل[1]، ۲۰۰۴). سزالای و همکاران[2] (۱۹۷۷) بیان داشتند، دو روش برای ارزیابی مقاومت گیاهان به سرما وجود دارد، روش اول که به طور وسیعی پذیرفته شده است مشاهدات ظاهری بافت ها بعد از قرار گرفتن در دمای کم بوده و روش دوم اعمال سرمای مصنوعی برای محاسبه میزان مقاومت اندام گیاه در مقابل سرماهای کشنده است. مقاومت به یخ زدگی را می توان به عوامل مانند کمبود یا بیشتر بودن عناصر غذایی، بیماری ها و آفات، تراکم محصول سال قبل، آبیاری، قدرت درخت، نوع هرس، دمای محیط قبل از شروع فصل سرما جهت ذخیره کربوهیدراتهای محلول، تغییرات کوتاه مدت درجه حرارت و زمان رخداد یخبندان مربوط دانست (سزالای و همکارن، ۱۹۷۷).

تطابق به سرما (عادت پذیری) یکی از مکانیزم های شناخته شده در گیاهان برای مقاومت به دماهای کم می باشد، که این پدیده با کوتاه شدن طول روز، کاهش دما و یخبندان های مقطعی در درختان اتفاق می افتد (لؤیت[3]،۱۹۸۰). تغییر مقاومت به سرما در بافت های مختلف در هلو و گونه های دیگر در طول دوره رکود توسط (بیتن بندر و هاول[4]، ۱۹۷۴؛ کام[5]، ۱۹۷۴؛ پروبستینگ[6]، ۱۹۷۰؛ آشورت و همکاران[7]، ۱۹۸۳) مطالعه و گزارش شده است.

گزارشات متعددی مبنی بر تغییر مقادیر پرولین و قندهای محلول (ویلسون[8]، ۱۹۹۶؛ فیشر و هول[9]، ۱۹۹۱) میزان نشت الکترولیتی (پیچ و آندرسون[10]، ۲۰۰۹) طی سازگار شدن به سرما وجود دارد، که باعث افزایش مقاومت به سرما می شوند. اندازه گیری میزان نشت نسبی تخمین خسارت بافت ها را امکان پذیر می کند که استفاده از این روش، اولین بار توسط (دکستر و همکاران[11]، ۱۹۳۲) برای بررسی مقاومت به سرما در گیاهان بکار برده شد. شواهدی هم بیانگر رابطه مستقیمی بین افزایش مقدار قند و مقاومت به سرما در گیاهان چوبی است (ویلسون، ۱۹۹۶). نمونه هائی از خسارتهای ریخت شناسی سرمازدگی در شاخه ها شامل تغییر رنگ بافت ها، قهوه ای شدن در اثر اکسیداسیون (فائوست[12]، ۱۹۹۷) و همچنین شاخص رشد مجدد، (بیگراس[13]، ۱۹۹۷) می باشد که در تعیین مقاومت به سرما مورد ارزیابی قرار گرفت.

در این آزمایش چهار رقم متفاوت از نظر زمان رسیدن محصول انتخاب گردید. رقم کلاهداری دیر رس، رقم کشمشی قرمز و کشمشی سفید متوسط رس و رقم یاقوتی زودرس می باشد. تعیین مقدار کربوهیدرات در انگور برای توضیح تغییرات متابولیکی در طول فصل خواب مهم است. در این پژوهش تغییر در مقاومت چهار رقم انگور در مقابل افت ناگهانی دما، در طی فصل خواب با اندازه گیری پارامترهائی نظیر نشت الکترولیتی، کربوهیدرات و رشد مجدد مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش ها

مواد گیاهی

در این پژوهش شاخه های یکساله چهار رقم انگور (۱۰ ساله) شامل کلاهداری، کشمشی قرمز، کشمشی سفید و یاقوتی در پائیز و زمستان ۱۳۸۹ در سه نوبت شامل: اواخر پائیز (اوایل فصل رکود)، اواسط زمستان (اواسط فصل رکود) و اواخر زمستان (اواخر فصل

1 - Fennell
2- Szalay *et al.*
3- Levitt
4- Bittenbender & Howell
5- Quamme
6- Proebesting
7- Ashworth *et al.*
8- Wilson
9- Fischer & Holl
10- Pietsch *et al.*
11- Dexter *et al.*
12- Faust
13- Bigras

رکود) از منطقه کشت و صنعت جوین واقع در ۷۵ کیلومتری شمال غربی سبزوار، جمع آوری شدند و طی انتقال برای جلوگیری از خشک شدن قلمه ها، آنها را در روزنامه مرطوب قرار داده و پس از پیچاندن در کیسه های پلاستیکی (آشورت و همکاران، ۱۹۸۳) سریعا به آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشگاه فردوسی مشهد منتقل شدند.

اعمال تنش یخ زدگی

طول قلمه ها بین ۳۰ تا ۴۰ سانتی متر در نظر گرفته شد (هر قلمه دارای ۴ جوانه) که پس از علامت گذاری و بسته بندی درون دستگاه فریزر ترموگرادیان[1] قرار داده شدند. محدوده دمائی برای اعمال تیمار یخ زدگی بین ۱۰- تا۲۲- درجه سانتی گراد با توالی کاهش ۲ درجه، به گونه ای که دما در هر ساعت ۱ درجه کاهش یافت و بعد از رسیدن به آستانه مورد نظر، برای نفوذ سرما به درون بافتها به مدت ۳ ساعت در همان دما نگهداری شدند. سپس قلمه های مربوط به هر تیمار از دستگاه خارج شده و جهت ارزیابی صفات در شرایط آزمایشگاه (۲۵ درجه سانتی گراد) و در مجاورت تیمار شاهد قرار گرفتند (یاموری و همکاران[2]، ۲۰۰۵).

ارزیابی صفات

نمونه های گیاهی پس از خروج از دستگاه فریزر جهت تعیین قابلیت بقاء و رشد مجدد به مدت ۳۰ روز تحت شرایط دمای آزمایشگاه (۲۵ سانتی گراد)، داخل آب مقطر نگهداری شدند و سپس از طریق رابطه زیر رشد مجدد (درصد بقاء) هر یک از شاخه ها محاسبه گردید (بیگراس[3]، ۱۹۹۷).

$$\text{رشد مجدد} = Ba/Bt \times 100$$

Ba بیانگر تعداد جوانه های فعال و Bt نشانگر تعداد کل جوانه های موجود روی هر شاخه بود.

برای اندازه گیری میزان قهوه ای شدن بافت ساقه اعدادی از ۱ تا ۴ در نظر گرفته شد، به گونه ای که عدد ۱ نشان دهنده وضعیت کاملا سالم و بدون عوارض یخ زدگی و عدد ۴ نشان دهنده حالت کاملاً قهوه ای و بافت مرده بود (مریج و کام[3]، ۱۹۸۰).

برای سنجش مقدار نشت الکترولیت قطعات ۱ سانتی متری از قسمتهای میانی قلمه ساقه را به منظور حذف آلودگی سطحی با آب دو بار تقطیر شده شستشو داده و به همراه ۲۵ میلی لیتر آب مقطر به داخل ویال ها انتقال داده شدند. نمونه ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای آزمایشگاه روی شیکر قرار گرفته و پس از۲۴ ساعت، هدایت الکتریکی اولیه (c_i) بوسیله هدایت سنج[4] دیجیتالی اندازه گیری شد. پس از آن ویال ها را به اتوکلاو (دمای ۱۲۱ درجه) به مدت ۱۵ دقیقه منتقل گردید و بعد از ۱۲ ساعت هدایت الکتریکی ماکزیمم (c_m) اندازه گیری شد و نشت الکترولیتی از طریق رابطه زیر محاسبه گردید (مارکوم[6]، ۱۹۹۸).

$$EL= C_i/C_m \times 100$$

برای اندازه گیری کربوهیدراتهای محلول، ۱ گرم نمونه ازچوب یکساله تهیه و توزین شد و سپس در هاون چینی له شده و ۵ میلی لیتر اتانول ۹۵٪ به آن اضافه شد. قسمت بالای محلول (روشناور) جدا گردید و با ۵ میلی لیتر اتانول ۷۰٪ درصد مجدداً استخراج عصاره بر روی رسوبات باقی مانده ادامه یافت. عصاره استخراج شده بمدت ۱۵ دقیقه در ۴۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. به ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره تهیه شد، ۳میلی لیتر معرف آنترون (۱۵۰میلی گرم آنترون خالص+۱۰۰میلی لیتر سولفوریک اسید ۷۲ درصد) اضافه گردید. سپس بمدت ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار داده و پس از خنک شدن نمونه ها، (۵ دقیقه در داخل آب سرد یا فریزر) جذب در طول موج ۶۲۵ نانومتر قرائت گردید و با استفاده از محلول استاندارد منحنی آنها رسم گردید.

1- Thermo gradient freezer
2- Yamori *et al.*
3- Bigras

3- Marriage & Quamme
4- EC meter
6-Marcum

برای تهیه محلول استاندارد از گلوکز خالص استفاده شد (مک ردی و همکاران[1]، ۱۹۵۰).

تجزیه آماری

این تحقیق بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه عامل زمان جمع آوری (اواخر پائیز، اواسط زمستان، اواخر زمستان)، دما (۲۵ ،۱۰ـ، ۱۲ـ، ۱۴ـ ، ۱۶ـ، ۱۸ـ، ۲۰ـ، ۲۲ـ درجه سانتی گراد) و ارقام انگور (کلاهداری، کشمشی قرمز، یاقوتی و کشمشی سفید) در سه تکرار، (۴ مشاهده در هر تکرار) در سال ۱۳۸۹ انجام گرفت. تجزیه داده ها و تعیین حداقل اختلاف معنی داری با نرم افزار آماریJMP و Mstatc، رسم نمودار ها با نرم افزار Exel صورت پذیرفت.

نتایج وبحث

نتایج نشان داد که اثر متقابل تیمار سرمادهی، رقم و زمان قلمه گیری بر صفات رشد مجدد و نشت الکترولیتی در سطح ۱٪ معنی دار بود (جدول ۱).

همان طور که در شکل ۱ مشخص شده است قلمه های تهیه شده از ارقام مختلف در اواخر پاییز پس از تیمار دماهای زیر صفر درجه سانتی گراد دارای مقدار رشد مجدد متفاوتی بودند. بیشترین مقدار رشد مجدد مربوط به قلمه های رقم کشمشی قرمز (۴۰٪) در اواسط زمستان بود (شکل ۲) وکمترین مربوط به قلمه های رقم یاقوتی در اواخر زمستان بود (شکل ۳). با توجه به اشکال ذیل رشد مجدد رقم یاقوتی نسبت به بقیه ارقام بعد از اعمال تیمار یخ زدگی درکمترین مقدار بود. این تفاوت بین رقم یاقوتی و دیگر ارقام از دمای ۱۸- تا ۲۲- درجه سانتی گراد بطور محسوس قابل مشاهده بود. میزان رشد مجدد پس از برطرف شدن سرما در شاخه های کیوی فروت توسط (چات[2]، ۱۹۹۵) در انگور، (شور و همکاران، ۱۳۸۸) مورد ارزیابی قرار گرفته است.

روش تعیین رشد مجدد نمونه ها پس از اعمال یخ زدگی هر چند در زمان طولانی تری نسبت به سایر روش ها انجام می گردد ولی به صورتی که در شکل های شماره ۲،۱ و۳ نشان داده شده است به درستی می توان با استفاده از این روش، آستانه دمایی مربوط به نابودی کامل نمونه ها در اثر تیمارهای یخ زدگی را در صورتی که میزان مرگ ۵۰ ٪ جوانه ها به عنوان معیار مقایسه و تعیین کننده حد صدمه اقتصادی در نظر گرفته شود تعیین کرد (بیگراس، ۱۹۹۷).

از مهمترین دلایل کاهش درصد بقا تحت تنش یخ زدگی را می توان به تخریب یاخته های پارانشیمی، (مالون و آشورت[3]، ۱۹۹۱)، نشت الکترولیت ها، (پیچ و آندرسون، ۲۰۰۹) و افزایش رادیکال های آزاد اکسیژن، (اینز و همکاران[4] ، ۲۰۰۲) نسبت داد.

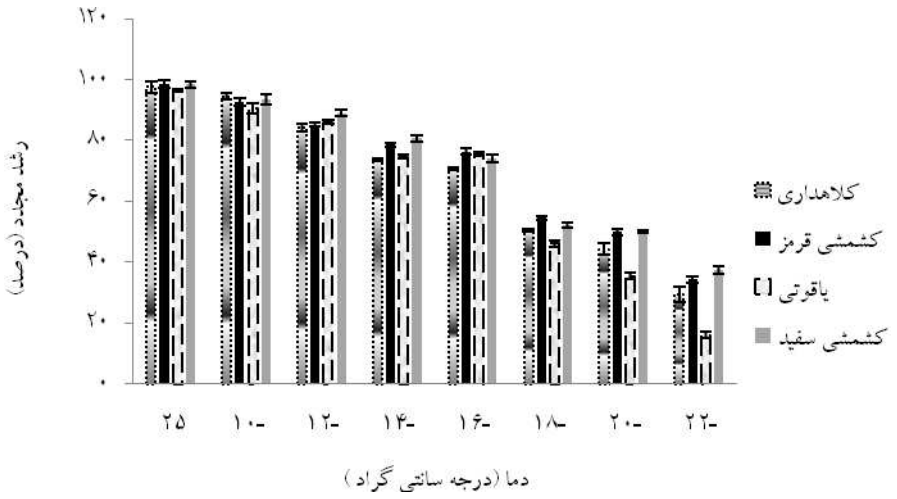
نشت الکترولیت همواره به عنوان یکی از بهترین شاخص های میزان زیوایی و بقای بافت های زنده گیاهی در اثر تنش های محیطی مطرح است (بارکا و آدران[5]، ۱۹۷۷). همچنین در این پژوهش به خوبی مشخص گردید که با کاهش دما مقادیر نشت الکترولیتی افزایش یافت. بر اساس نتایج این پژوهش و با توجه به شکل های شماره ۴، ۵ و ۶ می توان گفت تا دمای ۱۸- نشت الکترولیتی پایین بوده ولی این مقادیر پس از قرار گرفتن قلمه ها در دمای زیر ۱۸- بشدت افزایش نشان می دهند. در دمای زیر ۱۸ درجه سانتی گراد کمترین مقدار نشت الکترولیتی در اواسط زمستان و مربوط به رقم کشمشی قرمز و بیشترین مقدار در اواخر زمستان و مربوط به رقم یاقوتی بود. نشت الکترولیتی یاخته ها که در اثر تخریب غشای یاخته ای و مختل شدن انتقال مواد در آن اتفاق می افتد (بیتن بندر و هاول، ۱۹۷۴)، در اثر تیمار های یخ زدگی اعمال شده افزایش یافت در طول فصل رکود با مواجه شدن با دماهای پایین مقادیر بدست آمده از نشت

1- McCread *et al.*
2- Chat
3- Malone & Ashworth
4- Inze *et al.*
5- Barka & Audran

جدول ۱- تجزیه واریانس حاصل از میانگین مربعات برای صفات مورد بررسی در ارقام مورد مطالعه

منابع تغییر	درجه آزادی	نشت الکترولیت	میزان قهوه ای شدن	رشد مجدد	کربوهیدرات
رقم	۳	۱۷۳/۵۳**	۲/۵**	۷۹۹/۷۴**	۵۱۷/۳۱**
تیمار سرمادهی	۷	۱۱۵۷۷/۹۶**	۱۴/۶**	۲۰۶۹۲/۰۸**	۲/۶۶ ns
زمان قلمه گیری	۲	۱۶۹/۵**	۰/۶۲**	۲۹/۶۶**	۳۲۶۹/۷**
رقم× تیمار سرمادهی	۲۱	۲۵/۸۱**	۰/۲۳**	۲۱۲/۱۱**	۴/۲ ns
رقم× زمان قلمه گیری	۶	۳۵/۵۱**	۰/۰۸ns	۲۹/۳۹**	۸۲/۶۲**
تیمار سرمادهی× زمان قلمه گیری	۱۴	۱۰۰/۵۲**	۰/۰۷ ns	۳۲/۱۱**	۲/۸۷ ns
رقم× تیمار سرمادهی× زمان قلمه گیری	۴۲	۱۱/۰۷**	۰/۰۵ ns	۱۳/۷۱**	۳/۲۳ ns
خطای آزمایش	۱۹۲	۰/۵۲	۰/۰۷	۱/۰۵	۰/۹۷

** تفاوت معنی دار در سطح ۱٪ و ns عدم تفاوت معنی دار

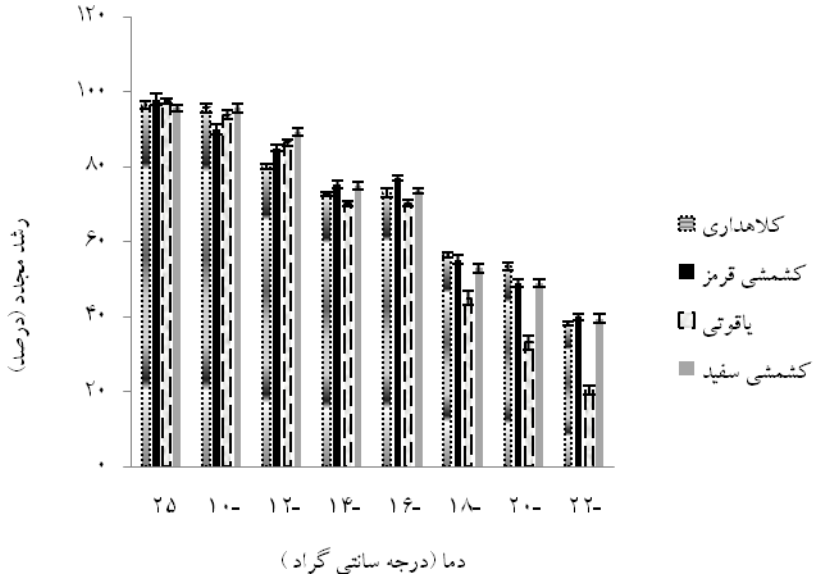


شکل ۱- میزان رشد مجدد جوانه ها در قلمه های چهار رقم انگور بعد از اعمال تیمار یخ زدگی در اواخر پاییز (میانگین ± خطای استاندارد)

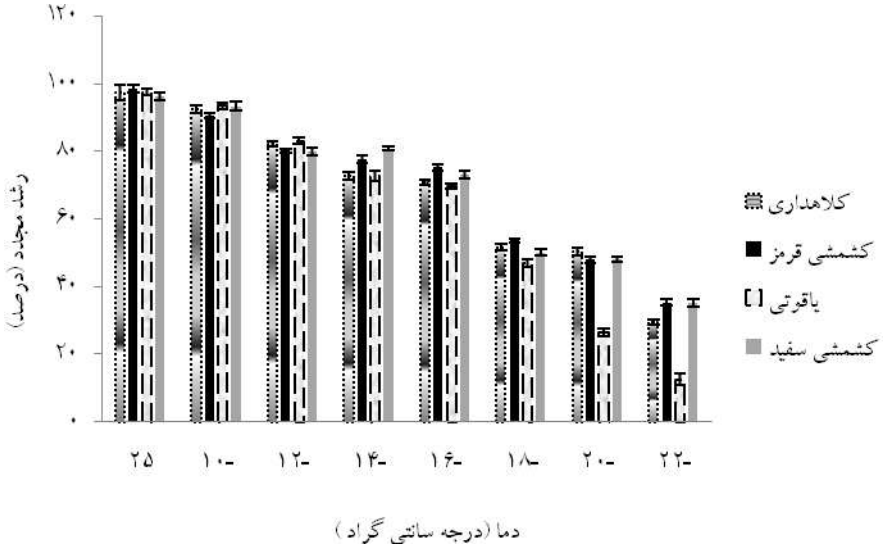
الکترولیتی در حین آزمایش کاهش یافت. نتایج بیان گر وقوع پدیده عادت پذیری[1] در گیاهان است که با مواجه شدن تدریجی گیاهان با سرما پدیدار می شود. ارزیابی مقاومت به سرما بوسیله اندازه گیری نشت الکترولیت ها در بسیاری از گونه های چوبی دیگر نیز گزارش شده است، (گومز دل کمپو و بارانکو[2]، ۲۰۰۵)، (یوسفی و همکاران، ۱۳۸۷). از آن جا که تنش ثانویه یخ زدگی باعث پسابیدگی سریع در یاخته می شود (چانگ و رد[3]، ۲۰۰۱) گونه ها ی مقاوم این استعداد را دارند که در برابر یخ زدگی پتانسیل اسمزی خود را نیز تحت چنین شرایط دمایی در حد بهینه حفظ کنند (جو و همکاران[4]، ۲۰۰۰). و بر این اساس به نظر می رسد با کاهش دما رقم

1- Acclimation
2 - Gomezdel Campo & Barranco
3- Chang & Reed
4- Jouve *et al.*

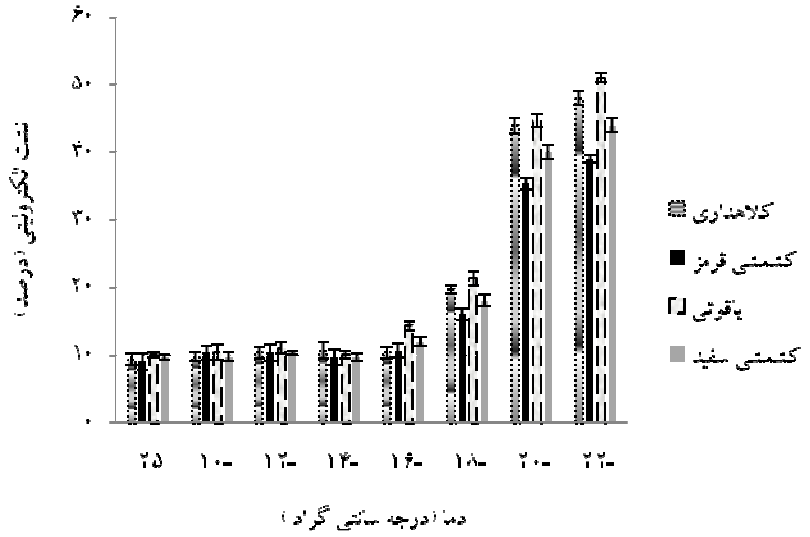
کشمشی قرمز می تواند پتانسیل آب بافت را به شکل موثرتری حفظ نموده و از تخریب یاخته ای جلوگیری کند.



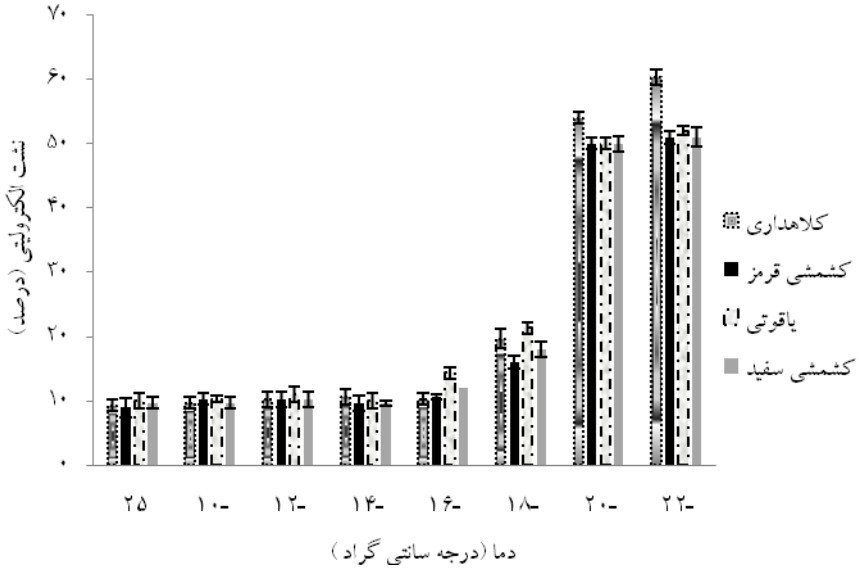
شکل ۲- میزان رشد مجدد جوانه ها در قلمه های چهار رقم انگور بعد از اعمال تیمار یخ زدگی در اواسط زمستان (میانگین ± خطای استاندارد)



شکل ۳- میزان رشد مجدد جوانه ها در قلمه های چهار رقم انگور بعد از اعمال تیمار یخ زدگی در اواخر زمستان (میانگین ± خطای استاندارد)

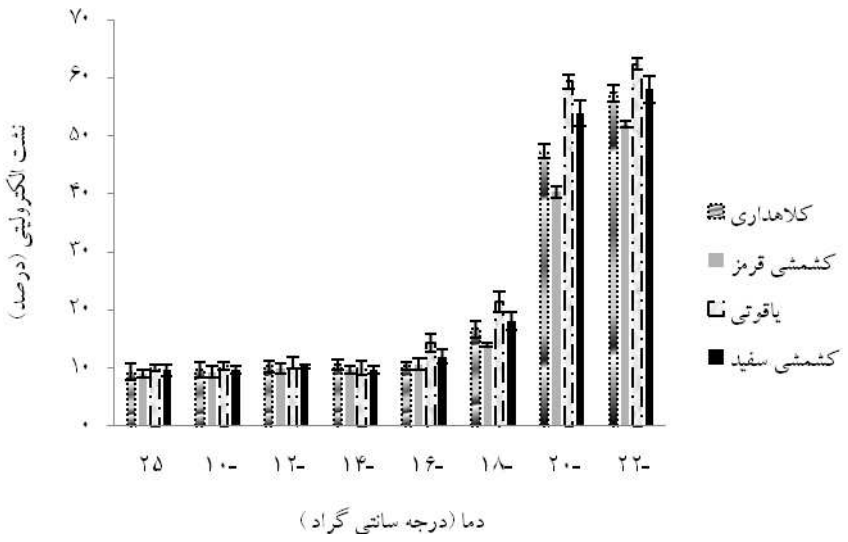


شکل ٤- اثر دما بر نشت الکترولیتی بافت قلمه چهار رقم انگور بعد از اعمال تیمار یخ زدگی در اواخر پاییز (میانگین ± خطای استاندارد)

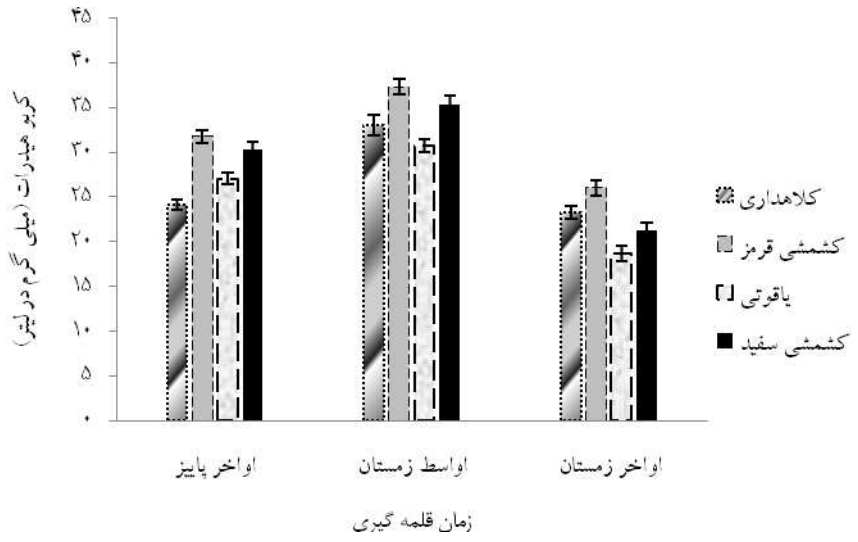


شکل ٥- اثر دما بر نشت الکترولیتی بافت قلمه چهار رقم انگور بعد از اعمال تیمار یخ زدگی در اواسط زمستان (میانگین ± خطای استاندارد)

همان طور که در شکل ۷ نشان داده شده است مقادیر کربوهیدراتهای محلول در طول فصل رکود تغییر پیدا می کند و این تغییرات بسته به رقم متفاوت می باشد به گونه ای که رقم کلاهداری نسبت به بقیه ارقام دارای نوسانات بیشتری بوده است. رقم کلاهداری در اواخر فصل پاییز و رقم یاقوتی در اواخر زمستان کمترین مقدار کربوهیدرات را داشتند. رابطه مستقیمی بین افزایش کربوهیدراتهای محلول و مقاومت به سرما در گیاهان چوبی و علفی مشاهده شده است، افزایش مقدار قند در اواسط زمستان به غلیظ شدن شیره سلولی می انجامد، در



شکل ٦- اثر دما بر نشت الکترولیتی بافت قلمه چهار رقم انگور بعد از اعمال تیمار یخ زدگی در اواخر زمستان (میانگین ± خطای استاندارد)



شکل ۷- مقدار کربو هیدرات محلول در بافت ساقه چهار رقم انگور در سه زمان قلمه گیری (میانگین ± خطای استاندارد)

اواخر پائیز با تبدیل کربوهیدرات ساختاری به ذخیره ای و در اواخر زمستان با تبدیل کربوهیدرات ذخیره ای به ساختاری این پدیده اتفاق می افتد (آیسل[1]، ۲۰۰۶). افزایش کربوهیدرات سلول، نقطه انجماد شیره سلولی را پایین تر آورده که همین امر باعث افزایش مقاومت به سرما می شود. افزایش در غلظت کربوهیدرات و پرولین و کاهش مقدار آب در طی ساز گار شدن به سرما در برگ های پرتقال عموماً با افزایش در تحمل به سرما همراه بوده است (ویلسون، ۱۹۹۶). افزایش در غلظت کربوهیدرات و پرولین و کاهش مقدار آب در طی سازگار شدن به سرما در برگ های پرتقال عموماً با

1- Aysel.

افزایش در تحمل به سرما همراه بوده است (ویلسون، ۱۹۹۶). هر چند مکانیزم های تطابق به سرما در بیشتر گیاهان چوبی با طول عمر بالا نامشخص و مبهم است، ولی گزارش های هم وجود دارد که نشان می دهند محتوای پروتئین، پرولین و کربوهیدراتهای محلول بعد مواجه شدن با سرما در گیاهان افزایش می یابند (بارکا و آدران، ۱۹۷۷).

نقطه قابل توجه بالا بودن میزان کربوهیدرات قلمه های رقم کلاهداری در اواخر پائیز بود شکل ۷ که علت آن را می توان به دیر رس بودن محصول و دیر شروع شدن فرایند تبدیل کربوهیدرات ساختاری به ذخیره ای ربط داد، و در نتیجه ذخیره کربوهیدراتهای محلول در پائیز با کمی تاخیر صورت پذیرفته است.

با توجه به نتایج فوق رابطه مشخصی بین کربوهیدرات های محلول و نشت الکترولیتی وجود دارد. نتایج مشابهی توسط (آیسل، ۲۰۰۶) در مورد ارقام مختلف سیب گزارش شده است. بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل رقم در تیمار سرمادهی روی صفت قهوه ای شدن در سطح ۱٪ معنی دار بود (جدول۱). براساس شکل ۸ میزان قهوه ای شدن ارقام تا دمای ۱۸- درجه سانتی گراد تفاوت معنی داری نشان نمی دهد ولی با کاهش دما به ۲۲- درجه سانتی گراد تفاوت در بین ارقام محسوس می شود و رقم یاقوتی دارای بیشترین مقدار قهوه ای شدن در بافت های خود می باشد که نسبت به دمای ۱۸- درجه سانتی گراد تقریبا ۲ برابر و نسبت به شاهد افزایش ۳/۵ برابری را نشان می دهد، کمترین خسارت مربوط به رقم کشمشی قرمز با ۱/۵ برابر افزایش مشاهده شده است (شکل۸). میزان قهوه ای شدن بافت که در اثر تجمع مواد فنلی در گیاهان رخ می دهد با افزایش شدت یخ زدگی وکاهش دما افزایش می یابد (آنیسکو و لیندس تورم[1]، ۱۹۹۵). به نظر می رسد رقم یاقوتی در مقایسه با سایر ارقام در دمای بالاتری، شروع به قهوه ای شدن می کند. این در حالی است که سایر ارقام هنگامی که در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد در شرایط یخ زدگی قرار گرفتند، فرایند قهوه ای شدن در آنها کند تر صورت پذیرفت (شکل۸).

لاوس و همکاران[2] ، (۱۹۹۵) اثر دمای یخ زدگی را بر جوانه ها و قلمه ساقه کیوی فروت را مورد بررسی قرار دادند. آن ها تشریح کردند که در بسیاری از ارقام کیوی فروت در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد میزان نشت الکترولیتی و قهوه ای شدن پوست به بیشترین مقدار خود رسید. نتایج بدست آمده از مقادیر کربوهیدرات، نشت الکترولیتی، مشاهدات ظاهری (چشمی) هم جهت می باشد، و نشان دهنده ی رابطه ای مشخص بین کربوهیدرات های محلول، میزان نشت الکترولیتی و میزان قهوه ای شدن قلمه ها می باشد. نتایج بدست امده با نتایج (رایت و آنگ[3]، ۱۹۷۵) مطابقت دارد. اندازه گیری های به عمل آمده (شکل ۹) نشان دهنده میانگین دماهایی است که باعث مرگ ۵۰ ٪ جوانه ها در چهار رقم انگور در سه نوبت قلمه گیری می شود.

نتیجه گیری و پیشنهادات

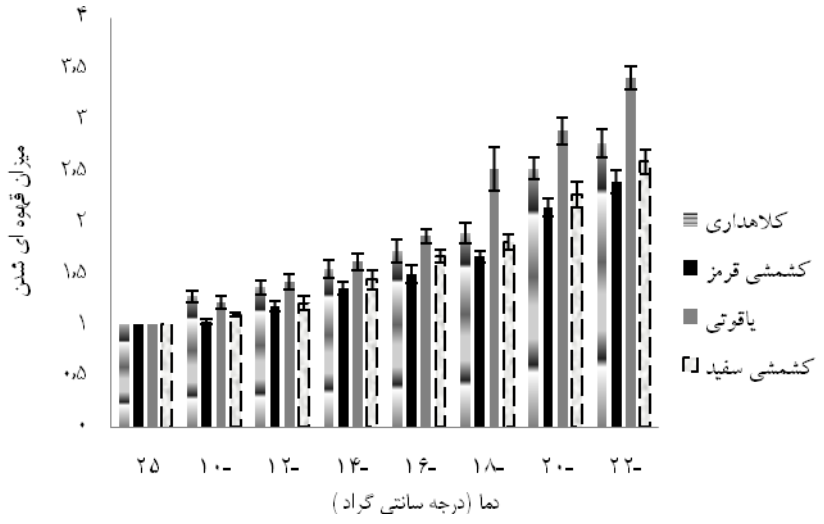
نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان داد که رقم کلاهداری در مقایسه با دیگر ارقام در اواخر فصل پائیز دارای کمترین مقدار کربوهیدراتهای محلول بوده و همچنین دارای بیشترین میزان نشت الکترولیتی می باشد. با توجه به نتایج چنین استنباط می شود که رقم کلاهداری در اواخر پائیز دارای مقاومت کمتری به یخ زدگی نسبت به دیگر ارقام می باشد و در نتیجه در مناطقی که سرمای زودرس پائیزه دارند نسبت به دیگر ارقام آسیب پذیر تر خواهد بود و باید در این مناطق از یخ زدگی حفظ شود. و با گذشت زمان مقاومت آن بتدریج افزایش پیدا می کند. از طرف دیگر رقم یاقوتی در اواخر فصل زمستان با دارا بودن کمترین میزان کربوهیدراتهای محلول و بیشترین مقدار نشت الکترولیتی

1- Anisko & Lindstrom.

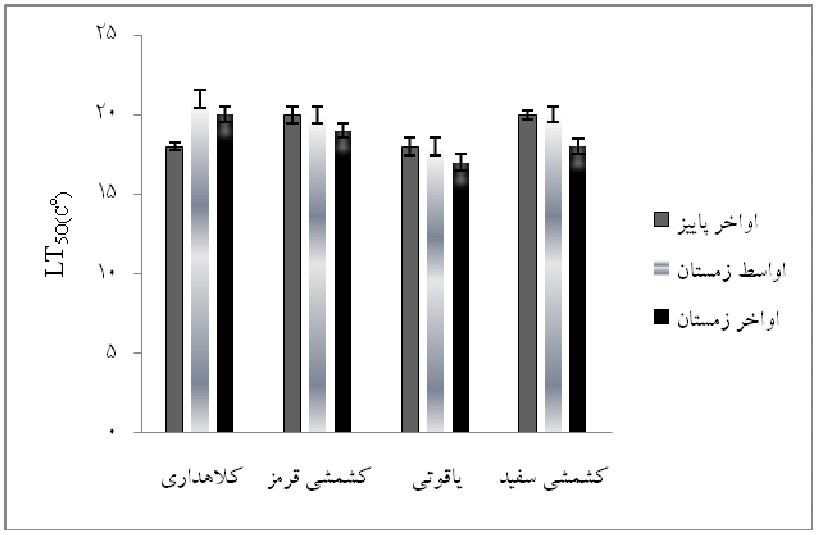
2- Lawes *et al.*

3- Wright & Aung

حساس ترین رقم به سرمازدگی بهاره می باشد. بنابراین رقم یاقوتی در مناطقی با نوسانات دمائی مخصوصا در اواخر زمستان توصیه نمی شود. اما رقم کشمشی قرمز دارای حداقل نوسانات مقاومتی نسبت به یخ زدگی در طی فصل رکود می باشد و این رقم را می توان به عنوان رقم مقاوم به نوسانات دمائی در طی فصل رکود معرفی کرد.



شکل ۸- اثر دما بر میزان قهوه ای شدن بافت قلمه چهار رقم انگور مورد مطالعه (میانگین ± خطای استاندارد)



شکل ۹- میانگین دماهایی که باعث مرگ ۵۰ ٪ جوانه ها ی قلمه چهار رقم انگور در سه نوبت قلمه گیری گردید (میانگین ± خطای استاندارد)

سپاس گزاری

از همکاری بخش تحقیقات کشت و صنعت جوین سبزوار بخاطرهمکاری در تهیه نمونه های مورد نظرکمال تشکر را داریم. همچنین از دانشگاه فردوسی مشهد بخاطر تامین بخش از هزینه های تحقیق سپاسگزاریم.

منابع

۱. آرین پویا، ز.، داوری نژاد، غ. و شادی، ع. ۱۳۸۶. بررسی حساسیت برخی ارقام هلو و شلیل به سرمای زمستان. مجله علوم باغبانی، ۲۳ (۱): ۷۸-۸۷.

۲. شور، م.، تهرانی فر، ع.، نعمتی، ح.، سلاح ورزی، ی.، مختاریان، علی. و رحمتی م. ۱۳۸۸. بررسی و تعیین مقاومت به سرما و یخ زدگی برخی ارقام تجاری انگور در منطقه خراسان. مجله تنش های محیطی در علوم کشاورزی، ۲ (۲): ۱۵۹-۱۶۹.

۳. رسول زادگان، ی. ۱۳۷۵. میوه کاری در مناطق معتدله. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، ۷۶۰ ص.

۴. یوسفی، م. ۱۳۸۷ . اثر یخ زدگی روی نشت الکترولیتی ۱۰ رقم بادام زراعی و یک گونه بادام وحشی در استان اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۴۵: ۱-۹.

5. Anisko, T., and Lindstrom, O.M. 1995. Applying the Richards function in freezing tolerance determination with electrolyte and phenolic leakage techniques. Plant Physiology, 95:281-287.

6. Ashworth, E.N., Rowse, D.J., and Billmyer, L.A. 1983. The freezing of water in tissues of apricot and peach and the relationship to freezing injury. Journal of American Sociaty Horticultural Science, 108(2): 299-303.

7. Aysel, S. 2006. Seasonal changes of total carbohydrate contents in three varieties of apple (Malus sylvestris Miller) stem cuttings. Scientia Horticulturae, 109: 234-237.

8. Barka, E.A., and Audran. J.C. 1977. Response of champenoise grapevine to low temperature: change of shoot and bud proline concentration in response to low temperature and correlation with freezing tolerance. Horticultural Science,72: 557-582.

9. Bigras, F.J. 1997. Root cold tolerance of black spruce seedlings: viability tests in relation to survival and regrowth. Tree Physiology, 17: 311-318.

10. Bittenbender, H.C., and Howell, G.S. 1974. Adaptation of Spearman-Karber method for estimating the T50 of cold stressed plants. Journal American Horticultural Science, 99(2): 187-190.

11. Chang, Y., and Reed B. M. 2001. Preculture conditions influence cold hardiness and regrowth of *Pyrus cordata* shoot tips after cryopreservation. HortScience, 36: 1329-1333.

12. Chat, J. 1995. Cold hardiness within the genus *Actinidia*. HortScience, 30: 329-332.

13. Dexter, S.T., Tottingham W.E., and Graber, L.F. 1932. Investigations of the hardiness of plants by measurement of electrical conductivity. Plant Physiological, 7: 63-78.

14. Faust, M., 1997. Physiology of temperate zone fruit trees. Academic Publishers, 338 p.

15. Fennell, A. 2004 Freezing tolerance and injury in grapevines. Journal of Crop Improvement, (10)1: 201-235.

16. Fischer, C., and Holl, W. 1991. Food reserves of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) I. Seasonal changes in the carbohydrate and fat reserves of pine needles. Trees, 5: 187-195.

17. George, M.F., and Burk, M.J. 1984. supercooling of tissue water to extreme low temperature in over wintering plants. Trend in Biochemistry Science, 9: 211-214.

18. Gomezdel Campo, M., and Barranco, D. 2005. Field evaluation of frost tolerance in 10 olive cultivars. Plant Genetic, Research, 3:385-390.

19. Inze, D., and Van Montagu, M. 2002. Oxidative Stress in Plants. Taylor & Francis. London. Inc, 74 p.

20. Jouve, L., Frank, T., Gaspar, T., Cattivelli, L., and Hausman, J.F. 2000. Poplar acclimation to cold during *in vitro* conservation at low non-freezing temperature: metabolic and proteic changes. Plant Physiological, 157: 117-123.

21. Lawes, G.S., Cheong, T., and Alvarez, H.V. 1995. The effect of freezing temperatures on buds and stem cuttings of Actinidia species. Horticultural Science, 16:1-12.

22. Levitt, j. 1980. Responses of plant to environment streses. Vol. 1: chilling freezing and high temperature stresse. Acade mic press, New York (NY), 497 pp.

23. Malone, S.R., and Ashworth, E.N. 1991. Freezing stress response in woody tissues observed using low-temperature scanning electron microscopy and freeze substitution techniques. Plant Physiology, 95: 871-881.

24. Marcum, K.B. 1998. Cell membrance theromotability and whole-plant heat tolerance of kentuky bluegrass. Crop Science, 38: 1214-1218.

25. Marriage, P.B., and Quamme, H.A. 1980. Effect of weed control on the winter hardiness of the bark and wood of young peach trees. HortScience, 15: 290-291.

26. McCread, M.R., Guggolz, J., Silviera, V., and Owens, S.H. 1950. Determination of starch and amylose in vegetables. Anal Chemichal, 22: 1156-1158.

27. Pietsch, G.M., Anderson, N.O., and Li, P.H. 2009. Cold tolerance and short day acclimation in perennial Gaura coccinea and G. drummondii. Horticultural Science, 120: 418-425.

28. Proebsting, E.L. 1970. Relation of fall and winter temperatures to flower bud behavior and wood hardiness of deciduous fruit trees (a review). Horticultural Science, 5: 422-424.

29. Quamme, H.A. 1974. An exothermic process involved in the freezing injury flower buds several *prunus* species. Journal American Horticultural Science, 99(4): 315-318.

30. Szalay, L., Pedryc, A., and Szabo, Z. 1997 Dormancy and cold hardiness of flower buds of some Hungarian apricot varieties. Horticultural Science, 29(1-2): 39-42.

31. Yamori, W., H. Kogami., and Masuzawa, T. 2005. Freezing tolerance in alpine plants as assessed by the FDA-staining method. Polar Biosci, 18: 73-81.

32. Wilson, J.M. 1996. The mechanism of chill and drought hardiness. New Physiologist, 97: 257-270.

33. Wright, R.D., and Aung, L.H. 1975. Carbohydrates in two Rhododendron cultivars. Horticultural Science, 100: 527-529.