Archive of SID

تعیین درجه حرارت مجاز حداکثر برای خشک کردن دانه‌های آفتابگردان و کلزا

مهدی باقی [۱]

چکیده

در این پژوهش تأثیر درجه حرارت خشک‌کن بر اسیدهای چرب آزاد شده و قوه‌ی نامیه‌ی دانه‌های آفتابگردان و کلزا مورد بررسی قرار گرفت. برای خشک کردن دانه‌ها حرارت‌های ۳۵ ، ۴۰ ، ۴۵ ، ۵۰ ، ۵۵ ، ۶۰ و ۶۵ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد و دانه‌ها تا ۸٪ رطوبت (بر مبنای‌تر %Wb) خشک شدند. آزمایش‌هایی که پس از خشک کردن با درجه حرارت‌های مختلف روی دانه‌های آفتابگردان به عمل آمد نشان داد که تا گرمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد مقدار اسیدهای چرب آزاد شده (FFA) کم‌تر از ۲٪ است که این مقدار قابل قبول است ولی اسیدهای چرب آزاد شده برای درجه حرارت $65^{\circ}C$ خشک‌کن به ۲/۵٪ رسید. نتایج به‌دست آمده پس از خشک کردن دانه‌های کلزا نشان دادند که هر چه درجه حرارت خشک‌کن افزایش یابد مقدار اسیدهای چرب آزاد شده کاهش پیدا می‌کند. تأثیر درجه حرارت برای جوانه‌زنی آفتابگردان و کلزا به این صورت است که با افزایش درجه حرارت خشک‌کن جوانه‌زنی کاهش پیدا می‌کند (آفتابگردان تا ۴۱٪ و کلزا تا ۳۰٪ قوه‌ی نامیه‌ی خود را از دست می‌دهند). از نتایج به‌دست آمده می‌توان پی برد که از نظر جوانه‌زنی درجه حرارت خشک‌کن را بیش‌ترین $40^{\circ}C$ و از نظر تأثیر حرارت بر اسیدهای چرب آزاد شده دانه‌های آفتابگردان را می‌توان بیش‌ترین تا $60^{\circ}C$ و کلزا را می‌توان با درجه حرارت‌های بیش‌تری خشک کرد.

کلمه‌های کلیدی: آفتابگردان، کلزا ، قابلیت هدایت الکتریکی، جوانه‌زنی، اسیدهای چرب آزاد شده، خشک‌کن.

۱- عضو هیئت علمی- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن.

تاریخ دریافت: بهار ۱۳۸۷ تاریخ پذیرش: پاییز ۱۳۸۷

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

توسعه‌ی کشت دانه‌های روغنی و پروتیینی در سال‌های اخیر بـه علـت افـزایش مـصرف سـرانه روغـن نبـاتی و جلوگیری از واردات آن دارای اهمیت فراوانی است. روغن و چربی موادی پر انرژی می‌باشند که برای تغذیه انسان و دام مورد استفاده قرار می‌گیرند.

یکی از عواملی که پس از برداشت می‌تواند سبب کاهش کیفیت روغن شود خشک کردن دانه‌ها اسـت، بنـابراین باید سعی شود هنگام خشک‌کردن محصول خسارت وارده به کم‌ترین اندازه ممکن برسد.

برای خشک‌کردن دانه‌ها باید به اندازه‌ای رطوبت از آن‌ها خارج کـرد کـه بتواننـد بـرای مـدتی نگهـداری شـوند (Salunkhe & Desal 1986). در هنگام خشک‌کردن محصولات کشاورزی خواص مهم فیزیولوژیکی محتوای دانه نباید آسیب ببیند، بنابراین برای دانه‌های روغنی که مقدار روغن آن مورد نظر است نباید زیـان ببینـد و هـم‌چنـین اسیدهای چرب آزاد شده آن در هنگام خشک شدن نباید افزایش پیدا کند و برای بـذرهای آن جوانـه‌زنـی کـاهش نیابد (Schaefer & Altgruber, 1960).

برای آن‌که کیفیت دانه‌های روغنی پس از برداشت کاهش پیدا نکند، باید سعی‌شـود رطوبـت دانـه‌هـا را سـریع پایین آورد تا قابل نگهداری باشند، برای خشک‌کردن دانه‌ها محدودیت گرمـا وجـود دارد. هـدف ایـن پـژوهش بـه دست آوردن بیش‌ترین درجه حرارت برای خشک کردن دانه‌های آفتابگردان و کلزا است.

دانه‌ها و میکروارگانیسم‌های همراه آن‌ها دارای آنزیم‌هایی هستند که در مجاورت رطوبـت و گرمـا مـی‌تواننـد از تری‌گلیسرید، اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع آزاد کنند که این اسـیدها اکـسیده مـی‌شـوند و از محـیط خـارج می‌شوند (Lindeman & All, 1988).

از نظر تغییرهای کیفی می‌توان پارامترهایی مانند جوانه‌زنی، هدایت الکتریکـی، عـدد پراکـسید، رطوبـت دانـه و ارزش اسیدی را بیان کرد. بیش‌ترین رطوبت دانه برای نگهداری دانه آفتـابگردان ۹/۵ درصـد اسـت (Schuler & All, 1978).

در گزارشی (Robertson & All 1985 ,) آمده است که روغن آفتابگردان کیفیت خود را در طول ۶۰ هفتـه از دست نمی‌دهد در صورتی که دانه‌ها با رطوبت ۶/۷٪ و درجه حرارت ۲۰ درجه سانتی‌گراد و یا این‌که رطوبـت ۷/۵٪ و درجه حرارت ۱۰ درجه سانتی‌گراد انبار شده باشند. Salunkhe & Desal (۱۹۸۶) توصیه مـی‌کننـد کـه بـرای نگهداری دانه‌ها درجه حرارت از ۹/۵ درجه سانتی‌گراد افزایش پیدا نکند. در این گزارش آمده است کـه در رطوبـت

www.SID.ir

Archive of SID

بین ۱۲- ۱۱ درصد، دانه‌های آفتابگردان در انبار سریع گرم می‌شوند، سالانس و همکاران گزارش می‌دهند که قارچ‌ها در آفتابگردان با ۱۱٪ رطوبت شروع به رشد می‌کنند.

درجه حرارت زیاد خشک‌کن بر روی ویژگی‌های کمی و کیفی دانه‌ها تأثیرگذار می‌باشد هدف از این پژوهش تعیین درجه حرارت مناسب برای خشک کردن دانه‌های کلزا و آفتابگردان است، طوری که خسارت به دانه‌ها وارد نشود. برای مقیاس تغییرهای کمی و کیفی، پارامترهای قابلیت هدایت الکتریکی، جوانه‌زنی، مقدار روغن و درصد اسیدهای چرب آزاد شده اندازه‌گیری شدند.

مواد و روش‌ها

الف) زمان، مکان و طرح آزمایش

برای بررسی اثر درجه حرارت خشک‌کن بر کیفیت دانه‌های روغنی از جمله آفتابگردان و کلزا، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی در دانشکده کشاورزی دانشگاه وین انجام شد. برای این هدف پس از برداشت دانه‌های آفتابگردان با رطوبت ۱۳٪ و کلزا با رطوبت ۱۳/۶٪ اقدام به خشک کردن آن‌ها شد. برای خشک کردن دانه‌ها از سه خشک‌کن که هر کدام دارای نگهدارنده‌های مشبک برای خشک کردن دانه و هر نگهدارنده به وسیله‌ی یک سنسور با کامپیوتر در تماس بود و اطلاعات داخل خشک‌کن مانند رطوبت، سرعت هوا و درجه حرارت را ثبت می‌کرد. داخل هر نگهدارنده یک صفحه از دانه (Thin layer drying) با درجه‌های ۳۵ ، ۴۰ ، ۴۵ ، ۵۰ ، ۵۵ ، ۶۰ و ۶۵ درجه سانتی‌گراد و سرعت ثابت هوا (۰/۱ m/s) تا ۸٪ رطوبت داخل دانه خشک شد.

ب) صفات مورد ارزیابی

هدایت الکتریکی

به علت آن‌که بیش‌ترین واکنش‌های بیوشیمیایی سلول‌ها در دیواره‌های سلولی انجام می‌گیرد و خسارت احتمالی دیواره‌ی سلولی سبب کاهش علائم حیاتی در دانه می‌شود و در نتیجه دانه‌هایی که دیواره سلولی آن‌ها خسارت بیش‌تری دیده باشند، الکترولیت‌های بیش‌تری به محیط (آب مقطر) تراوش کرده و سبب بالا رفتن هدایت الکتریکی می‌شود، اندازه‌گیری هدایت الکتریکی به وسیله دستگاه HI8733 انجام گرفت. برای اندازه‌گیری EC ، ۵ گرم دانه خشک شده در سه تکرار همراه ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر ۲۵ درجه سانتی‌گراد داخل ظروف آزمایش ریخته و پس از ۷۲ ساعت اندازه‌گیری انجام شد.

www.SID.ir

Archive of SID

اندازه‌گیری روغن خام

عصاره‌گیری از دانه‌های مورد آزمایش پس از آسیاب شدن به وسیله‌ی دستگاه سوکسله‌ی مدل (Soxtec Ht6) انجام گرفت.

روش اندازه‌گیری

۵ گرم از دانه‌ها (که ۱۲ ساعت در اکسی‌کاتور برای از دست دادن رطوبت قرار گرفته بودند)، تا یک میلی‌گرم دقیق اندازه‌گیری شده و در داخل انگشتی‌های دستگاه قرار داده و سپس به وسیله‌ی پنبه روی آن پوشیده شد و پس از آماده شدن در داخل محفظه‌ی شیشه‌ای دستگاه برای تعیین مقدار روغن قرار گرفتند. دستگاه سوکسله شامل استخراج کننده، سرد کننده و ظرف جمع‌آوری کننده در پایین می‌باشد.

داخل ظرف توزین آلومینیومی (جمع‌آوری کننده) دستگاه ۴۰ میلی‌لیتر دی‌اتیل‌اتر وارد کرده و در محل خود داخل دستگاه قرار می‌گیرند و سپس گرم کننده دستگاه را روشن می‌کنیم تا درجه حرارت به ۶۰ درجه سانتی‌گراد برسد (نقطه‌ی جوش حلال). در اثر حرارت، دی‌اتیل‌اتر تبخیر شده و بخار حاصل از آن از لوله‌های دستگاه عبور و در ناحیه‌ی سرد کننده تقطیر شده و وارد انگشتی‌های محتوی دانه می‌شود. پس از آن‌که این عمل چندین بار تکرار شد روغن از دانه‌ها جدا می‌شود. ابتدا محتوای نمونه به مدت ۱/۵ ساعت داخل ظرف آلومینیومی (boiling) و سپس به مدت ۳ ساعت در بالای ظرف آلومینیومی (rinsing) قرار می‌گیرند. ظرف آلومینیومی محتوای روغن استخراج شده از دانه‌ها و حلال به مدت ۵ ساعت داخل دستگاه خشک‌کن با حرارت ۴۰ درجه سانتی‌گراد، برای از دست دادن نهایی حلال، قرار داده می‌شوند. مقدار روغن داخل ظرف اندازه‌گیری و بر وزن اولیه دانه تقسیم و نتیجه به‌دست آمده را در عدد ۱۰۰ ضرب می‌کنیم تا درصد روغن به دست آید.

اندازه‌گیری اسیدهای چرب آزاد شده

برای تعیین اسیدهای چرب آزاد شده که نشان دهنده‌ی کاهش کیفیت روغن می‌باشد مقدار مشخصی از روغن استخراج شده را دریک بالن وارد کرده و با ۶۰ میلی‌لیتر اتانول و دی‌اتیل‌اتر به مقدار مساوی حل می‌کنیم. محلول حاصل را با هیدرواکسیدپتاسیم‌اتانولی ۰/۱ نرمال در مقابل شناسانگر فنل‌فتالئین حجم سنجی (تیتر) می‌کنیم تا رنگ صورتی که چند ثانیه دوام داشته باشد پدیدار شود. درصد اسید چرب آزاد شده از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{درصد اسید چرب آزاد شده} = \frac{\text{حجم محلول استفاده شده هیدرو اکسید پتاسیم} \times \text{غلظت محلول} \times ۰/۲۸۲ \times ۱۰۰}{\text{وزن روغن در ابتدای آزمایش}}$$

www.SID.ir

Archive of SID

جوانه‌زنی

جوانه‌زنی مهم‌ترین خاصیت کیفی بذر می‌باشد که در آزمایشگاه با دستگاه (Germinator) مشخص شد. برای تعیین جوانه‌زنی از هر تیمار ۴ تکرار (۲۵ × ۱۶) انجام گرفت، در این روش دانه‌ها روی کاغذ خشک‌کن با ابعاد ۷۰ × ۱۵ سانتی‌متری (به وسیله‌ی یک شاب‌لن) با فاصله‌های مساوی از هم قرار گرفتن و به صورت لوله در آمدند. چهار لوله‌ی کاغذی نمایان‌گر یک نمونه ۱۰۰ دانه‌ای می‌باشد.

ج) تجزیه و تحلیل داده‌ها

در نهایت بعد از جمع‌آوری و ثبت داده‌ها در مزرعه و آزمایشگاه برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار MSTATC استفاده به عمل آمد و مقایسه‌های میانگین با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۱٪ انجام شد. هم‌چنین برای ارزیابی دقیق‌تر روند تغییرها بین دو متغیر از نرم‌افزار SAS برای تجزیه رگرسیون و تفکیک مجموع مربع‌ها استفاده شد و نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم‌افزارMINITAB رسم شد.

نتایج

قابلیت هدایت الکتریکی

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف درجه‌ی حرارت بر مقدار هدایت الکتریکی دانه‌های آفتابگردان و کلزا نشان داد که بین درجه حرارت‌های مختلف از نظر این صفت اختلاف بسیار معنی‌دار (در سطح ۱٪) وجود دارد (جدول ۴).

مقایسه‌های میانگین مشخص کرد که درجه حرارت زیاد باعث افزایش هدایت الکتریکی در دانه‌های کلزا و آفتابگردان می‌شود. اندازه‌گیری هدایت الکتریکی بیش‌تر برای تعیین جوانه‌زنی مورد بحث قرار می‌گیرد (جدول ۱).

هم‌چنین درجه حرارت ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب با ۳۹۲/۷ و ۳۹۳/۳ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر در آفتابگردان نسبت به سایرین برتر بودند. البته بین این دو تیمار و تیمارهای 45^{o} C و 55^{o} C اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. در حرارت ۵۵ درجه سانتی‌گراد هدایت الکتریکی تا حدودی پایین آمده و سپس افزایش می‌یابد. برای توضیح این مطلب می‌توان به این صورت بیان کرد که در هنگام خشک‌کردن دانه مدت زمان هم تأثیرگذار می‌باشد به طوری که در حرارت ۵۵ درجه سانتی‌گراد زمان کوتاه‌تری برای خشک‌کردن لازم است و در نتیجه مقدار هدایت الکتریکی کاهش نشان می‌دهد ولی با افزایش درجه حرارت بیش‌تر از ۵۵ درجه سانتی‌گراد دوباره این

www.SID.ir

Archive of SID

مقدار با سیر صعودی افزایش نشان می‌دهد. تیمار 65^{o} C نیز با ۵۰۶/۱ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر بدترین تیمار شناخته شد.

در خصوص کلزا نیز همان‌گونه که از جدول ۱ پیدا است درجه حرارت 65^{o} C با ۵۴۲ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر بالاترین میزان را به خود اختصاص داده است. بین تیمارهای 40^{o} C تا 60^{o} C تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

تجزیه رگرسیون و رسم نمودارها

در مواردی که سطوح تیمارها کمی هستند، مانند دما اگر تعداد سطوح کافی باشد، استفاده از تجزیه رگرسیون بسیار مناسب خواهد بود. همان طور که از جدول ۶ پیداست، بین درجه حرارت و هدایت الکتریکی کلزا رابطه‌ی خطی، درجه دوم و درجه سوم معنی‌دار شده است. دلیل این امر این است که هنگامی که مدل درجه سوم معنی‌دار می‌شود، بین دو متغیر در دامنه‌ی محدودتر روابط درجه اول و دوم نیز وجود دارد. برای نمونه در این آزمایش ابتدا با افزایش درجه حرارت تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد، هدایت الکتریکی افزایش یافته و سپس تا محدوده‌ی ۵۵ درجه سانتی‌گراد کاهش می‌یابد (رابطه‌ی درجه دوم) و بعد از ۵۵ درجه سانتی‌گراد، با افزایش درجه حرارت، هدایت الکتریکی به‌طور خطی افزایش می‌یابد (رابطه‌ی خطی) پس در مجموع بین درجه حرارت و هدایت الکتریکی کلزا رابطه درجه سوم وجود دارد (شکل۱).

در آفتابگردان ابتدا با افزایش درجه حرارت تا ۴۵ درجه سانتی‌گراد هدایت الکتریکی کاهش یافته و سپس با افزایش درجه حرارت تا ۶۵ درجه سانتی‌گراد، هدایت الکتریکی افزایش نشان می‌دهد (شکل ۱). این امر وجود رابطه‌ی درجه دوم بین دو متغیر را توجیه می‌کند (جدول ۶).

جوانه‌زنی

ارزیابی نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس نیز بیانگر وجود اختلاف بسیار معنی‌دار در سطح یک درصد بین درجه حرارت‌های مختلف از نظر تأثیر بر جوانه‌زنی دانه‌های آفتابگردان و کلزا بود (جدول ۵).

علاوه بر تغییرهای شیمیایی که بر اثر افزایش درجه حرارت بر روی دانه ایجاد می‌شود، درجه حرارت زیاد سبب تغییر ساختمان دانه نیز می‌شود. با افزایش درجه حرارت خشک‌کن، دانه‌ها چروکیده و موجب ایجاد ترک بین جنین و آندوسپرم می‌شود، در نتیجه ارتباط بین این دو قسمت قطع می‌شود و جوانه‌زنی کاهش پیدا می‌کند. با افزایش درجه حرارت از ۳۵ به ۶۵ درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی دانه‌های آفتابگردان از ۸۵٪ به ۵۰٪ کاهش پیدا

www.SID.ir

Archive of SID

می‌کند که معادل ۴۱ ٪ جوانه‌زنی است. تیمار 35^{o} C بیش‌ترین میزان جوانه‌زنی (۸۴/۷۵ ٪) و تیمار 65^{o} C کم‌ترین میزان جوانه‌زنی (۵۰٪) را به خود اختصاص دادند.

با همین روش دانه‌های کلزا با ۱۳/۶٪ رطوبت خشک شد که جوانه‌زنی آن ۳۰٪ کاهش پیدا کرد (جدول ۲).

به مانند آفتابگردان افزایش درجه حرارت نیز باعث کاهش جوانه‌زنی در دانه‌های کلزا شد. بیش‌ترین میزان جوانه‌زنی در درجه حرارت 35^{o} C و کم‌ترین میزان جوانه‌زنی در درجه حرارت 65^{o} C دیده شد.

تجزیه رگرسیون و رسم نمودارها

با افزایش درجه حرارت، جوانه‌زنی آفتابگردان کاهش می‌یابد به طوری‌که این رابطه توسط یک منحنی درجه سوم قابل توجیه است (جدول ۷ و شکل۲).

در خصوص‌کلزا نتایج به دست آمده از جدول ۷ نشان می‌دهد که رابطه درجه اول و دوم معنی‌دار شده است. رابطه درجه اول ۹۱/۶ درصد از تغییرها و رابطه درجه دوم ۴/۳۴ درصد از تغییرهای منحنی را توجیه می‌کند. باقیمانده تغییرهای سهم انحراف از درجه دو و خطا می‌باشد، بنابراین با افزایش درجه حرارت جوانه‌زنی کلزا به طور تقریباً خطی کاهش پیدا می‌کند (شکل ۲).

اسیدهای چرب آزاد شده (Free Fatty Acid)

الف) تجزیه واریانس و مقایسه‌های میانگین

هنگام خشک‌کردن دانه‌های روغنی باید سعی شود درجه حرارتی تعیین شود که مقدار معینی رطوبت در زمان مشخصی از دانه خارج شود، بدون آن‌که تأثیر منفی بر کیفیت دانه‌ها داشته باشد. در این آزمایش اسیدهای چرب آزاد شده را به عنوان عامل منفی تأثیر درجه حرارت بر روی دانه‌ها در نظر گرفته شده است (جدول ۳).

با افزایش درجه حرارت میزان اسیدهای چرب آزاد شده در آفتابگردان افزایش معنی‌داری را نشان می‌دهد و بیش‌ترین میزان در درجه حرارت 65^{o} C با میزان ۲/۵۲٪ دیده شده است. کم‌ترین میزان اسیدهای چرب آزاد شده نیز در درجه حرارت 35^{o} C با میزان ۰/۸۰٪ دیده شد، به طوری‌که در جدول ۳ مشاهده می‌شود درجه حرارت‌های ۳۵ تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد مقدار اسیدهای چرب آزاد شده کم‌تر از ۲٪ می‌باشد (از نظر تجاری تا ۲٪ FFA قابل قبول است).

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود میزان اسیدهای چرب آزاد شده در کلزا با افزایش درجه حرارت کاهش معنی‌داری داشته است و کم‌ترین میزان در درجه حرارت 55^{o} C مشاهده شد که البته بین این تیمار و تیمارهای

www.SID.ir

Archive of SID

۴۵ ، ۵۰ ، ۶۰ و ۶۵ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. کاهش مقدار اسیدهای چرب آزاد شده با افزایش درجه حرارت در کلزا، می‌تواند بر اثر تغییر شکل پیدا کردن آنزیم‌های لیپوئیدی باشد که بر اثر افزایش درجه حرارت تولید شده است. نتایج تجزیه واریانس برای مقدار اسیدهای چرب آزاد شده در روغن کلزا که با درجه‌های مختلف خشک شده‌اند نشان می‌دهد که افزایش درجه حرارت برای خشک کردن کلزا تأثیر منفی بر کیفیت روغن دانه ندارد.

ب) تجزیه رگرسیون و رسم نمودارها

معنی‌دار شدن روابط درجه یک، دو و سه، گویای این مطلب است که با افزایش درجه حرارت تا ۶۵ درجه سانتی‌گراد، اسید چرب اشباع شده در آفتابگردان افزایش همراه با نوسان را نشان می‌دهد (جدول ۸ و شکل۳).

همان‌طور که از جدول ۸ پیداست برای کلزا فقط رابطه‌ی خطی معنی‌دار شده است و از آن‌جا که شیب خط منفی می‌باشد با افزایش هر درجه سانتی‌گراد درجه حرارت مقدار ۰/۰۰۲۵۷ درصد اسید چرب آزاد شده در کلزا کاهش می‌یابد (شکل۳).

بحث

با توجه به نتایج به‌دست آمده از آزمایش‌های انجام گرفته مشخص شد که برای نگهداری کیفیت دانه‌های روغنی می‌توان پیشنهاد کرد که از نظر تأثیر درجه حرارت بر جوانه‌زنی، کوتاه کردن زمان خشک کردن با افزایش درجه حرارت خشک کن توصیه نمی‌شود و این نظر با نتایج تحقیقات (Bekassow & All, 1955) و (Mcknigt & Moysey, 1973) یکسان می‌باشد. در نتیجه برای خشک‌کردن بذرهای آفتابگردان و کلزا درجه حرارت خشک‌کن از ۴۰ درجه سانتی‌گراد نباید تجاوز کند. از نظر اسیدهای چرب آزاد شده برای آفتابگردان تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد توصیه می‌شود که با نتایج تحقیقات Zimmerman (۱۹۷۲) و Hofmann (۱۹۸۵) یکسان می‌باشد و برای کلزا محدودیتی از نظر درجه حرارت دیده نمی‌شود و با درجه حرارت‌های زیاد هم می‌توانند خشک شوند.

www.SID.ir

Archive of SID

داده‌های زیر یک بار به‌طور کلی مهم‌ترین نتایج کار را نشان می‌دهد.

تیمار	درجه حرارت مجاز
آفتابگردان	
جوانه‌زنی.....	کم‌تر از ۴۰ درجه سانتی‌گراد
اسیدهای چرب آزاد.....	۶۰ درجه سانتی‌گراد
کلزا	
جوانه‌زنی.....	کم‌تر از ۴۰ درجه سانتی‌گراد
اسیدهای چرب آزاد.....	بیش‌تر از ۶۵ درجه سانتی‌گراد

جدول ۱ – مقایسه‌ی میانگین تأثیر درجه حرارت بر هدایت الکتریکی(EC) دانه‌های آفتابگردان (سمت راست) و کلزا (سمت چپ) به روش LSD در سطح ۱٪

هدایت الکتریکی دانه‌های کلزا	تیمارهای حرارت (درجه سانتی‌گراد)	هدایت الکتریکی دانه‌های آفتابگردان	تیمارهای حرارت (درجه سانتی‌گراد)
۴۸۰/۳b	۳۵	۳۹۲/۷d	۳۵
۴۸۶/۷b	۴۰	۳۹۳/۳d	۴۰
۴۷۲/۳b	۴۵	۳۹۵/۶cd	۴۵
۴۷۱/۰b	۵۰	۴۲۷/۳c	۵۰
۴۷۹/۷b	۵۵	۴۰۲/۴cd	۵۵
۴۸۰/۳b	۶۰	۴۶۵/۰b	۶۰
۵۴۲/۰a	۶۵	۵۰۶/۱a	۶۵

حروف مشابه در هر ستون به معنی عدم وجود اختلاف معنی‌دار می باشد.

جدول ۲- مقایسه میانگین تأثیر درجه حرارت بر جوانه‌زنی دانه‌های آفتابگردان (سمت راست) و کلزا (سمت چپ) به‌روش LSD در سطح ۱٪

هدایت الکتریکی دانه‌های کلزا	تیمارهای حرارت (درجه سانتی‌گراد)	هدایت الکتریکی دانه‌های آفتابگردان	تیمارهای حرارت (درجه سانتی‌گراد)
۹۰/۲۵a	۳۵	۸۴/۷۵a	۳۵
۹۰/۰۰a	۴۰	۸۲/۰۰ab	۴۰
۸۵/۵۰ab	۴۵	۷۷/۰۰bc	۴۵
۸۲/۰۰bc	۵۰	۷۷/۰۰bc	۵۰
۷۷/۰۰c	۵۵	۷۵/۰۰cd	۵۵
۷۶/۲۵c	۶۰	۷۰/۷۵d	۶۰
۶۴/۲۵d	۶۵	۵۰/۰۰e	۶۵

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۳ - مقایسه میانگین تأثیر درجه حرارت بر اسیدهای چرب آزاد شده در دانه آفتابگردان (سمت راست) و کلزا (سمت چپ) به روش LSD در سطح ۱٪

تیمارهای حرارت (درجه سانتی‌گراد)	هدایت الکتریکی دانه‌های آفتابگردان	تیمارهای حرارت (درجه سانتی‌گراد)	هدایت الکتریکی دانه‌های کلزا
۳۵	۰/۸۰d	۳۵	۰/۶۱b
۴۰	۰/۷۸d	۴۰	۰/۵۹ab
۴۵	۱/۰۰c	۴۵	۰/۵۸abc
۵۰	۱/۴۴b	۵۰	۰/۵۶abc
۵۵	۱/۴۹b	۵۵	۰/۵۳c
۶۰	۱/۵۴b	۶۰	۰/۵۴bc
۶۵	۲/۵۲a	۶۵	۰/۵۴bc

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف حرارتی بر میزان هدایت الکتریکی (EC) و اسیدهای چرب آزاد شده دانه‌های آفتابگردان و کلزا

منابع تغییرات	میانگین مربعات				
	درجه آزادی	هدایت الکتریکی کلزا	هدایت الکتریکی آفتابگردان	FFA کلزا	FFA آفتابگردان
تیمار	۶	۵۸۰۱/۹۲۱**	۱۸۱۸/۶۵۱**	۰/۰۰۳*	۱/۰۹*
خطا	۱۴	۱۷۳/۸۵	۱۷۹/۵۲۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵
کل	۲۰				
ضریب تغییرات (CV)		۲/۸۷	۲/۷۵	۴/۳۱	۴/۹۰

FFA: اسید چرب آزاد شده

جدول ۵- تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف حرارتی بر جوانه زنی دانه‌های آفتابگردان و کلزا

منابع تغییرات	میانگین مربعات		
	درجه آزادی	جوانه‌زنی کلزا	جوانه‌زنی آفتابگردان
تیمار	۶	۵۲۳/۲۰۲**	۳۳۷/۶۶۷**
خطا	۲۱	۷/۱۱۹	۱۰/۹۱۷
کل	۲۷		
ضریب تغییرات (CV)		۳/۶۲	۴/۰۹

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۶ - تجزیه رگرسیون و تفکیک مجموع مربعات هدایت الکتریکی کلزا (سمت راست) و آفتابگردان(سمت چپ) در تیمارهای مختلف درجه حرارت

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
تیمار	۶	۵۸۰۱/۹۲**
رگرسیون خطی	۱	۲۵۷۶۸/۴۱**
رگرسیون درجه دوم	۱	۵۴۶۶/۳۶**
انحراف از درجه دوم	۴	۸۹۴/۱۸
خطا	۱۴	۱۷۳/۸۵
کل	۲۰	

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
تیمار	۶	۱۸۱۸/۶۵**
رگرسیون خطی	۱	۳۴۵۸/۵۸**
رگرسیون درجه دوم	۱	۴۹۳۳/۴۳**
رگرسیون درجه سوم	۱	۱۸۴۰/۲۲**
انحراف از درجه سوم	۳	۲۲۶/۵۵
خطا	۱۴	۱۷۹/۵۲
کل	۲۰	

جدول۷ - تجزیه رگرسیون و تفکیک مجموع مربعات جوانه‌زنی کلزا (سمت راست) و آفتابگردان (سمت چپ) در تیمارهای مختلف درجه حرارت

منابع تغییرات	درجه‌آزادی	میانگین مربعات
تیمار	۶	۳۳۷/۶۶**
رگرسیون خطی	۱	۱۸۵۶/۵۷**
رگرسیون درجه دوم	۱	۸۸/۰۴**
انحراف از درجه دوم	۴	۲۰/۳۴
خطا	۲۱	۱۰/۹۱
کل	۲۷	

منابع تغییرات	درجه‌آزادی	میانگین مربعات
تیمار	۶	۵۲۳/۲**
رگرسیون خطی	۱	۲۳۶۸/۰۸**
رگرسیون درجه دوم	۱	۳۸۷/۸۶**
رگرسیون درجه سوم	۱	۳۰۸/۱۶**
انحراف از درجه سوم	۳	۲۵/۰۳
خطا	۲۱	۷/۱۱
کل	۲۷	

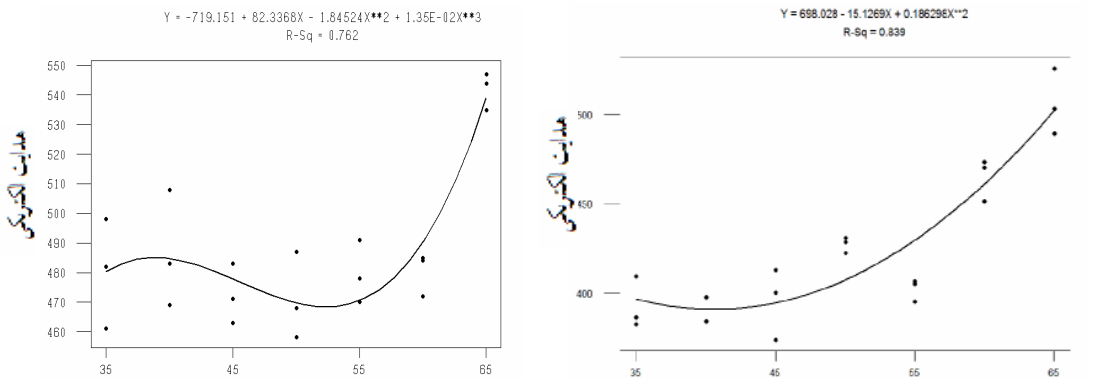
جدول۸ - تجزیه رگرسیون و تفکیک مجموع مربعات اسید چرب آزاد شده در کلزا (سمت راست) آفتابگردان (سمت چپ) در تیمارهای مختلف درجه حرارت

منابع تغییرات	درجه‌آزادی	میانگین مربعات
تیمار	۶	۰/۰۰۲۵*
رگرسیون خطی	۱	۰/۰۱۳۸**
انحراف از خطی	۵	۰/۰۰۰۲
خطا	۱۴	۰/۰۰۰۵۹
کل	۲۰	

منابع تغییرات	درجه‌آزادی	میانگین مربعات
تیمار	۶	۱/۰۸۹**
رگرسیون خطی	۱	۵/۴۹**
رگرسیون درجه دوم	۱	۰/۴۱۲**
رگرسیون درجه سوم	۱	۰/۱۰۸**
انحراف از درجه سوم	۴	۰/۰۱۷۵
خطا	۱۴	۰/۰۴۵
کل	۲۰	

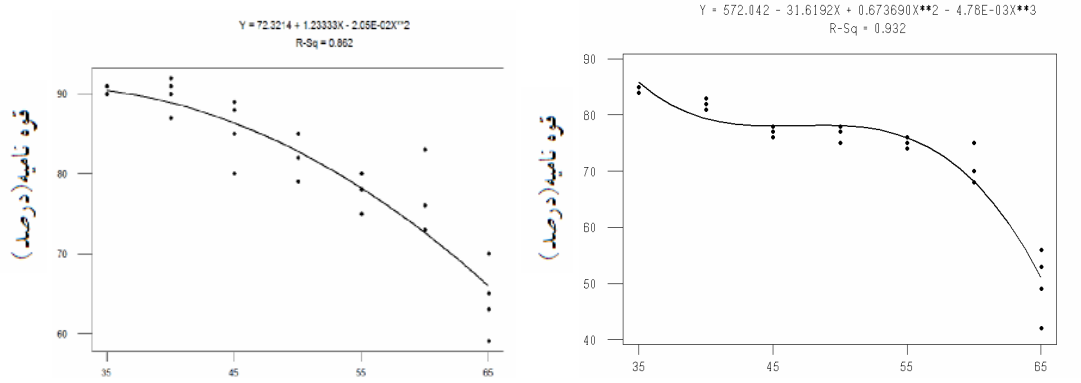
www.SID.ir

Archive of SID



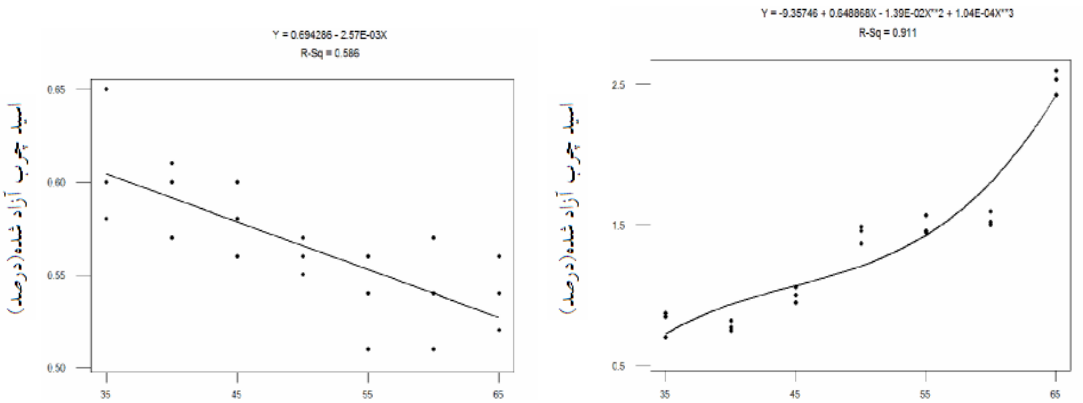
درجه حرارت (سانتی‌گراد) درجه حرارت (سانتی‌گراد)

شکل ۱- منحنی پاسخ هدایت الکتریکی آفتابگردان (سمت راست) و کلزا (سمت چپ) در درجه حرارت‌های مختلف



درجه حرارت(سانتی‌گراد) درجه حرارت(سانتی‌گراد)

شکل ۲ - منحنی پاسخ جوانه‌زنی آفتابگردان (سمت راست) کلزا (سمت چپ) در درجه حرارت‌های مختلف



درجه حرارت(سانتی گراد) درجه حرارت(سانتی گراد)

شکل۳- منحنی پاسخ اسید چرب آزاد شده در آفتابگردان (سمت راست) و کلزا (سمت چپ) در درجه حرارت‌های مختلف

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

Bekassow , A.G. , DENISSOW , N.J. 1955 : Handbuch der Trocknung Verlag Technik, Berlin.

Kollmann, H. 1991 : Qualitative und quantitative Veraenderung von 00-Oelraps waerend dessen lagerung . Wien , Univ. F. Bodenkultur , Dissertation .

Krischer ,O. 1978 : Die wissenschaftlichen Grundlage der Trocknunsdtecchnik Dritte neuebearbeitete Auflage von W.Klast Springer Verlag Berlin/Heidelberg.

Lindeman , K ., Hunger A. und Weickel, J. 1988 : Sonnenblumen : Anbau , Verfahrenstechnik, Wirtschaftlichkeit. Darmstadt : (KTBL – Schrift ; 325) Springer Verlag Berlin/Heidelberg.

Mcknight,K.E. , Mosysey E.B. 1973 : The effect of temperature and air flow rate on the quality of dried rapeseed. Transaction of the ASAE S.814-816.

Roberson, J.A. , Roberts, R,G. and Chaoman, G. W. 1985 : changes in oil-type sunflowerseed stored at 20 ^{0C} at three moisture levels Transaction of the ASAE 62(9) ,1335-1339.

Salunkhe, K.D. and Desal,B.B. 1986 postharvest biotechnology of oilseeds Boca Raton, Fla. : CRC press.

Schaefer,W. und Altgruber, L. 1960 : Getreidekonditionierung Getreidetrocknung Ver. Moritzschaefer .

Schuler, R. T. , Hiring, H. J. , Hofman, V. L. and Lundstrom, D. R. 1978 Harvesting, Handling and Storege of seed in sunflower science and technologie (Ed. CASTER, J.F.) : 145-167.

Zimmerman, D. C. 1972 : effect of drying on sunflower seed oil quantity and quality ASAE Paper No. 72-815 . American Society of Agricultural Engineers , St.joseh,MI.

www.SID.ir