

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گیلان

دانشکده صنایع غذایی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد (M. Sc.) در رشته

علوم و صنایع غذایی - تکنولوژی مواد غذایی

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی دسر لبنی حاوی آرد مالت جو بدون پوشینه

پژوهش و نگارش:

سعیده میانی سریزدی

اساتید راهنما:

دکتر مهران اعلمی

دکتر مهرناز امینی‌فر

اساتید مشاور:

دکتر یحیی مقصدلو

مهندس فرناز دستمالچی

زمستان ۱۳۹۳

تعهدنامه پژوهشی

نظر به اینکه انجام فعالیت‌های پایان‌نامه‌های تحصیلی با بهره‌گیری از حمایت‌های علمی، مالی و پشتیبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان صورت می‌پذیرد، به منظور رعایت حقوق دانشگاه، نسبت به رعایت موارد زیر متعهد می‌شوم:

۱. این گزارش حاصل فعالیت‌های علمی- پژوهشی و دانش و آگاهی نگارنده است مگر آنکه در متن به نویسنده یا پدید آورنده اثر ارجاع داده شده باشد.
۲. چاپ هر تعداد نسخه از پایان‌نامه با کسب اجازه کتبی از مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه خواهد بود.
۳. انتشار نتایج پایان‌نامه به هر شکل (از قبیل کتاب، مقاله و همایش) با اطلاع و کسب اجازه کتبی از استاد راهنما خواهد بود. نام کامل دانشگاه: **Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources** و به انگلیسی: **Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources** در بخش آدرس‌دهی درج خواهد شد.
۴. در انتشار نتایج پایان‌نامه در قالب اختراع، اکتشاف و موارد مشابه، نام کامل دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به عنوان عضو حقوقی در انتهای فهرست اسامی درج گردد.
۵. تعیین ترتیب اسامی نویسندگان در انتشار نتایج مستخرج از پایان‌نامه و هر گونه تفاوت احتمالی در آن با فهرست مصوب اسامی هیات راهبری پایان‌نامه با تایید استاد راهنمای اول خواهد بود.

اینجانب سعیده میانی سریزدی دانشجوی رشته **مهندسی کشاورزی (علوم و صنایع غذایی)**-**تکنولوژی مواد غذایی مقطع کارشناسی ارشد** تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام خانوادگی و امضاء سعیده میانی سریزدی

تقدیم به

ماحصل آموخته‌ایم را تقدیم می‌کنم به آنان که مهر آسمانی شان آرام بخش آلام زمینی ام است

به استوارترین تکیه‌گاهم، دستان پر مهر پدرم

به سبزترین نگاه زندگیم، چشمان سبز مادرم

که هرچه آموختم در مکتب عشق شما آموختم و هرچه بگو شتم قطره‌ای از دریای بی‌کران مهربانیتان را پاس نتوانم بگویم. امروز هستی

ام به امید شماست و فردا کلید باغ بهشت رضای شما. ره آوردی کران سنگ ترا این ارزان نداشتیم تا به خاک پیمانان نثار

کنم، باشد که حاصل تلاشتم نسیم کوزه غبار محسنتان را برزید. بوسه بردستان پر مهرتان

و تقدیم به همسرم به پاس قدردانی از قلبی آکنده از عشق و معرفت که محیطی سرشار از سلامت و امنیت و آرامش و آسایش

برای من فراهم آورده است.

و در آخرین پیمان نامه را تقدیم می‌کنم به برادر و خواهر مهربانم و تمام کسانی که در این پژوهش از کمک به من دریغ نکردند.

مشکر و قدردانی

سپاس خدای را که سخوران، در ستودن او مانند و شمارندگان، شردن نعمت های او مانند و کوشندگان، حق او را گزاردن نتوانند. بدون شک جایگاه و منزلت معلم، اجل از آن است که در مقام قدردانی از زحمات بی شائبه ی او، با زبان قاصر و دست ناتوان، چیزی بنگاریم. اما از آنجایی که تجلیل از معلم، سپاس از انسانی است که هدف و غایت آفرینش را تا این می کند و سلامت امانت بانی را که به دستش سپرده اند، تضمین؛ بر حسب وظیفه از اساتید با کالات و شایسته؛ جناب آقای دکتر مهران اعلی و سرکار خانم دکتر مهرانزایی فر که در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی، از پیچگی در این عرصه بر من دریغ نمودند و زحمت راهبانی این رساله را بر عهده گرفتند؛ از اساتید صبور و باتقوا، جناب آقای دکتر سجی مقصود و سرکار خانم مهندس فرزانه دستاچی که بی شک بهره مندی از مشاوره و مصاحبت علمی با شما فرصتی معتتم بود که موجب ارتقای دانش و کلام شد و همچنین از اساتید فرزانه و دلوز؛ جناب آقای دکتر امان محمد ضیائی فرو و جناب آقای دکتر سید مهدی جعفری که زحمت داوری این رساله را متقبل شدند؛ کمال مشکر و قدردانی را دارم. از آقایان صاحبی، امیری و خانم ها کرانیلی، اسلامی و محمدی که در مراحل انجام کار یاریم کردند، بسیار سپاسگزارم. همواره روزی بانی سرشار از موفقیت و سربلندی را برایشان آرزو مندم.

چکیده

جو دانه‌ای از غلات با قدمت طولانی است که در خوراک دام، مالت و غذای انسان کاربرد دارد. امروزه علاقه مردم به غذاهای حاوی جو به علت ارزش تغذیه‌ای آن در جهان افزایش پیدا کرده است. مالت‌سازی یک فرآیند بیوتکنولوژیکی پیچیده است که شامل مراحل خیساندن، جوانه‌زنی و خشک‌کردن تحت شرایط کنترل‌شده می‌باشد. برشته‌کردن یک روش فرآوری سریع است که از گرما طی زمان کوتاه استفاده می‌شود. اولین هدف این پژوهش بررسی تغییرات جو طی مالت‌سازی و برشته‌کردن بود. طی مالت‌سازی رطوبت، پروتئین، چربی و pH کاهش یافت درحالی‌که قند احیا افزایش یافت. طی فرآیند برشته‌کردن رطوبت، قند احیا و pH کاهش یافت و چربی افزایش یافت. بر طبق نتایج آزمون رنگ‌سنجی طی فرآیند مالت‌سازی و برشته‌کردن فاکتور a و b افزایش و فاکتور L کاهش یافت. دومین هدف این پژوهش بررسی توانایی آرد مالت جو بدون پوشینه و ژلاتین برای استفاده در دسر لبنی بود. نمونه‌های دسر برای ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، رنگ، ظرفیت نگهداری آب، pH، بافت و حسی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که دسرهای حاوی مالت بیشتر پروتئین، خاکستر و چربی بیشتر و دسرهای حاوی ژلاتین پروتئین، خاکستر و ماده خشک بیشتری داشتند. در اندازه‌گیری رنگ، افزودن مالت منجر به کاهش در فاکتور L و افزایش فاکتور a و b شد. نمونه‌های دسر حاوی غلظت بالای ژلاتین ظرفیت نگهداری آب بالاتری داشتند. در تمام نمونه‌ها طی ۳ هفته نگهداری pH افزایش یافت. همچنین pH با افزایش درصدهای مالت و ژلاتین، کاهش یافت. آنالیز پروفایل بافت نشان داد که با افزودن ژلاتین تمامی فاکتورهای بافتی (سفتی، چسبندگی، قوام، الاستیسیته و...) افزایش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: جو بدون پوشینه- مالت- برشته‌کردن- ژلاتین- دسرلبنی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول / مقدمه و کلیات
۱-۱-۱-۱	مقدمه
۲	۱-۱-۱-۱
۳	۲-۱-۱-۱ گیاه‌شناسی جو
۳	۲-۱-۱-۱
۴	۳-۱-۱-۱ طبقه‌بندی جو
۴	۳-۱-۱-۱
۴	۴-۱-۱-۱ جو بدون پوشینه
۴	۴-۱-۱-۱
۶	۵-۱-۱-۱ ترکیب شیمیایی جو
۶	۵-۱-۱-۱
۶	۶-۱-۱-۱ کاربردهای جو
۶	۶-۱-۱-۱
۷	۱-۶-۱-۱ کاربرد جو به عنوان علوفه
۷	۱-۶-۱-۱
۷	۲-۶-۱-۱ مصرف غذایی جو
۷	۲-۶-۱-۱
۸	۳-۶-۱-۱ کاربرد مالتی جو
۸	۳-۶-۱-۱
۹	۱-۳-۶-۱-۱ مراحل تولید مالت
۹	۱-۳-۶-۱-۱
۱۱	۲-۳-۶-۱-۱ تغییرات طی مالت‌سازی
۱۱	۲-۳-۶-۱-۱
۱۱	۳-۳-۶-۱-۱ انواع مالت
۱۱	۳-۳-۶-۱-۱
۱۳	۷-۱-۱-۱ دسر شیری
۱۳	۷-۱-۱-۱
۱۵	۱-۷-۱-۱ انواع دسرهای شیری از نظر بافت
۱۵	۱-۷-۱-۱
۱۶	۲-۷-۱-۱ انواع دسرهای شیری از نظر طعم
۱۶	۲-۷-۱-۱
۱۶	۳-۷-۱-۱ ویژگی‌های دسرهای شیری
۱۶	۳-۷-۱-۱
۱۶	۴-۷-۱-۱ ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی انواع دسرهای شیری
۱۶	۴-۷-۱-۱
۱۷	۸-۱-۱-۱ پایدارکننده‌ها
۱۷	۸-۱-۱-۱
۱۸	۹-۱-۱-۱ فرضیات
۱۸	۹-۱-۱-۱
۱۸	۱۰-۱-۱-۱ اهداف تحقیق
۱۸	۱۰-۱-۱-۱

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل دوم / مروری بر منابع
۲۰	۱-۲- پژوهش‌های انجام شده در زمینه مراحل مالت‌سازی.....
۲۱	۲-۲- مروری بر منابع تغییرات طی مالت‌سازی.....
۲۲	۳-۲- مروری بر منابع دسرهای لبنی.....
	فصل سوم / مواد و روش‌ها
۲۸	۱-۳- مواد اولیه و دستگاه‌ها.....
۲۸	۱-۱-۳- مواد اولیه.....
۲۹	۲-۱-۳- مواد شیمیایی.....
۳۰	۳-۱-۳- دستگاه‌ها.....
۳۱	۲-۳- روش‌ها.....
۳۱	۱-۲-۳- تهیه مالت.....
۳۱	۲-۲-۳- آنالیزهای مقدماتی روی دانه جو اولیه.....
۳۲	۳-۲-۳- تعیین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و رنگ دانه جو، مالت روشن و برشته‌شده.....
۳۲	۴-۲-۳- آماده‌سازی دسر لبنی.....
۳۳	۵-۲-۳- آزمون‌های فیزیکوشیمیایی دسر.....
۳۳	۱-۵-۲-۳- اندازه‌گیری رطوبت.....
۳۳	۲-۵-۲-۳- اندازه‌گیری پروتئین.....
۳۴	۳-۵-۲-۳- اندازه‌گیری چربی.....
۳۴	۴-۵-۲-۳- اندازه‌گیری خاکستر.....
۳۵	۵-۵-۲-۳- اندازه‌گیری کربوهیدرات.....
۳۵	۶-۲-۳- اندازه‌گیری pH و تغییرات آن طی ۱۵ روز نگهداری.....
۳۵	۷-۲-۳- اندازه‌گیری اسیدیته و تغییرات آن طی ۱۵ روز نگهداری.....
۳۵	۸-۲-۳- اندازه‌گیری رنگ دسر لبنی.....
۳۶	۹-۲-۳- اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب دسر لبنی.....

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱۰-۲-۳- ارزیابی بافت دسر لبنی.....	۳۶
۱۱-۲-۳- ارزیابی حسی دسر لبنی.....	۳۷
۱۲-۲-۳- آنالیز آماری.....	۳۷
فصل چهارم / نتایج و بحث	
۱-۴- ارزیابی اولیه جو مصرفی جهت مالت‌سازی.....	۴۰
۲-۴- تغییرات مالت‌سازی و برشته‌شدن بر روی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی جو.....	۴۱
۳-۴- تغییرات مالت‌سازی و برشته‌شدن بر روی ویژگی‌های رنگی جو.....	۴۲
۴-۴- ارزیابی ویژگی فیزیکوشیمیایی دسر لبنی.....	۴۵
۵-۴- ارزیابی ویژگی‌های رنگی دسر لبنی.....	۴۸
۶-۴- ارزیابی ظرفیت نگهداری آب دسر لبنی.....	۵۰
۷-۴- تغییرات pH و اسیدیته دسر لبنی.....	۵۱
۸-۴- ارزیابی پروفایل بافت دسر تولیدی.....	۵۳
۹-۴- ارزیابی پذیرش حسی دسر لبنی.....	۵۸
فصل پنجم/ نتیجه‌گیری و پیشنهادات	
۱-۵- نتیجه‌گیری کلی.....	۶۴
۲-۵- پیشنهادات.....	۶۳
۱-۲-۵- پیشنهادات پژوهشی.....	۶۳
۲-۲-۵- پیشنهادات اجرایی.....	۶۳
منابع.....	۶۸

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۱-۱- ترکیب شیمیایی عمومی جو پوشینه‌دار و بدون پوشینه (درصد وزن خشک)، امان و نیومن (۱۹۸۶).....	۶
جدول ۱-۲- مراحل تولید مالت.....	۹
جدول ۱-۳- طبقه‌بندی انواع مالت.....	۱۲
جدول ۱-۴- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی انواع دسرهای شیری.....	۱۷
جدول ۳-۱- لیست مواد شیمیایی مورد استفاده.....	۲۹
جدول ۳-۲- لیست دستگاه‌های مورد استفاده.....	۳۰
جدول ۴-۱- ویژگی‌های رویشی و فیزیکی دانه جو.....	۴۰
جدول ۴-۲- تغییرات ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی دانه جو در اثر فرآیند مالت‌سازی و برشته‌شدن.....	۴۱
جدول ۴-۳- مقایسه میانگین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی دسر لبنی.....	۴۷
جدول ۴-۴- مقایسه میانگین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی دسر لبنی.....	۴۹
جدول ۴-۵- مقایسه میانگین چسبندگی دسر لبنی.....	۵۸
جدول ۴-۶- مقایسه میانگین ویژگی‌های رنگی دسر لبنی.....	۶۱

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- ساختمان دانه جو	۳
شکل ۱-۴- ارزیابی پارامترهای رنگی سه نمونه آرد.....	۴۴
شکل ۲-۴- ظرفیت نگهداری آب دسر لبنی.....	۵۱
شکل ۳-۴- تغییرات اسیدیته دسر لبنی با افزایش مالت، ژلاتین و زمان.....	۵۳
شکل ۴-۴- تغییرات pH دسر لبنی با افزایش مالت، ژلاتین و زمان.....	۵۳
شکل ۵-۴- آنالیز پروفایل بافت دسر لبنی (سختی، قوام و الاستیسیته).....	۵۶
شکل ۶-۴- آنالیز پروفایل بافت دسر لبنی (پیوستگی، خاصیت آدامسی و خاصیت صمغی).....	۵۷
شکل ۷-۴- نمودار پروفایل بافت نمونه حاوی ۱۰۰ درصد مالت و ۱/۵ درصد ژلاتین	۵۹

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

جو با نام علمی هورده‌نوم وولگار^۱ از جمله محصولات زراعی استراتژیک و مورد حمایت سیاست‌های نوین کشاورزی و جزو نباتات علوفه‌ای کشور می‌باشد. محققین و مراکز تحقیقات بین‌المللی علاوه بر کیفیت علوفه‌ای به کیفیت مالت تولیدی از ارقام جو نیز توجه خاصی دارند (فیضی‌پور و حسینی قابوس، ۱۳۸۹).

همچنین جو یک غله ارزنده با قدمت طولانی در فرآوری بخصوص در صنایع غذایی و دامی می‌باشد و از غلات عمده‌ای است که در سراسر دنیا و در شرایط مختلف آب و هوایی قادر به رشد بوده است (فیضی‌پور و حسینی قابوس، ۱۳۸۹). علاقه به مصرف جو در رژیم غذایی به علت ارزانی، آسانی دسترسی و سالم‌بودن در حال افزایش است (موسوی، ۱۳۹۲).

جو در جهان پنجمین غله تولیدی از نظر تولید بعد از ذرت، گندم، برنج و سویا قرار دارد. خاستگاه واقعی جو هنوز ناشناخته است، اما بسیاری از محققین خاستگاه این گیاه را کوه‌های زاگرس در غرب ایران، آناتولی جنوبی و فلسطین می‌دانند. در جهان جو با سطح زیر کشت ۵۶ میلیون هکتار و تولید سالیانه ۱۵۴ میلیون تن از جمله محصولات زراعی مهم به شمار می‌رود. سطح زیر کشت آن در ایران ۱/۳ میلیون هکتار با عملکرد ۱/۵۴ تن در هکتار و تولید سالیانه ۲ میلیون تن می‌باشد (USDA، ۲۰۱۰).

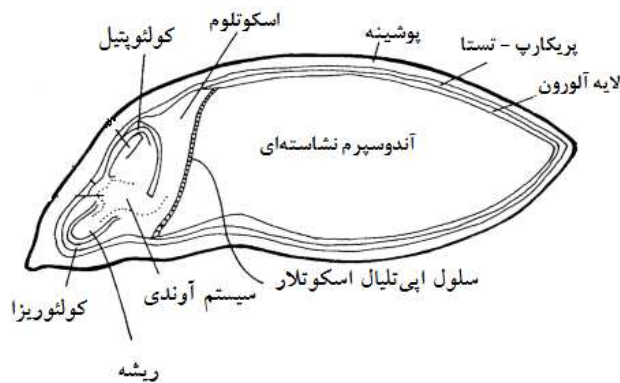
دانه جو یک منبع مهم فیبرهای رژیمی محلول و غیرمحلول و دیگر ترکیبات زیست فعال مثل ویتامین E و ب-کمپلکس، مواد معدنی و ترکیبات فنولی است. بتاگلوکان مهم‌ترین فیبر موجود در دانه جو می‌باشد (کابالر و همکاران، ۲۰۰۵؛ ژورک و همکاران، ۲۰۰۰). در سال‌های اخیر جو به‌عنوان جزئی از غذا جذابیت زیادی پیدا کرده است که این به دلیل محتوای بالای فیبر رژیمی محلول و بتاگلوکان آن در مقایسه با سایر غلات است (نیومن، ۲۰۰۸). تحقیقات نشان داده است که بتاگلوکان غلات از جمله جو باعث کاهش کلسترول بد خون شده و در کنترل میزان قند خون و پاسخ انسولین موثر است که همین امر باعث کاهش بیماری‌های قلبی-عروقی و دیابت نوع دوم می‌شود (امیری، ۱۳۹۱). در همین راستا سازمان غذا و داروی امریکا اجازه داد به فرآورده‌های حاوی جو و یولاف، کاهنده خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی اطلاق شود (برنان و کلیری، ۲۰۰۵). بتاگلوکان به‌عنوان مقلد چربی در تولید

1- *Hordeum Vulgare L.*

فرآورده‌های کم‌چرب استفاده می‌شود. از لحاظ تکنولوژیکی هم دارای خواص بسیاری می‌باشد. در نان باعث افزایش حجم نان، ویسکوزیته و افزایش نگهداری آب می‌شود. در پاستا و نودل باعث افزایش خواص حسی و کیفیت پخت می‌گردد (برنان و کلیری، ۲۰۰۵).

۲-۱- گیاه‌شناسی جو

جو مانند گندم یکی از گیاهان مهم تیره غلات گرامینه (گندمیان) از جنس هوردنوم و گونه وولگار یا ساتیوم می‌باشد و دارای انواع زراعی و وحشی می‌باشد. شکل ۱-۱ قسمت‌های دانه جو را نشان می‌دهد. دانه کامل جو توسط دو محافظ پوشینه و پریکارپ پوشیده شده است. پوشش خارجی از لپا و پالنا تشکیل شده که محکم به دانه چسبیده‌اند. پوشش داخلی شامل پریکارپ (اپی کارپ، مزوکارپ و سلول‌های متقاطع) و تستا (کوتیکول داخلی و خارجی) است. تستا مانعی موثر در برابر عبور مواد-شیمیایی بین بیرون و درون دانه و عامل رنگ دانه می‌باشد. جوانه شامل محور جنینی و اسکوتلوم است (موسوی، ۱۳۹۲). آندوسپرم هم قسمت اصلی دانه جو می‌باشد که ترکیب شیمیایی آن به طور مستقیم با کیفیت مالت در ارتباط است (فکس، ۲۰۱۰).



شکل ۱-۱ ساختمان دانه جو (جدهیو و همکاران، ۱۹۹۸)

۳-۱- طبقه‌بندی جو

از نظر طبقه‌بندی جو می‌توان گفت که مهم‌ترین شاخص طبقه‌بندی جو براساس شکل فرارگرفتن دانه‌های جو بر روی سنبله است که به دو دسته‌ی دو و شش ردیفه تقسیم می‌شود (مقصودلو و همکاران، ۱۳۸۹). جو دو ردیفه دارای پوسته نازک‌تر، تقارن بیشتر و یکنواخت است و به همین جهت، جوانه‌زدن آن‌ها طی مراحل تولید مالت یکنواخت‌تر می‌باشد و برای تولید مالت و عصاره مالت مناسب‌تر است. جو شش ردیفه دارای پوسته ضخیم بوده و دانه‌های آن غیریکنواخت است و به همین جهت بیشتر برای تغذیه دام مناسب است (فیضی‌پور و حسینی قابوس، ۱۳۸۹).

در طبقه‌بندی دیگر جو را به دو دسته‌ی پوشینه‌دار و بدون پوشینه تقسیم‌بندی می‌کنند (مقصودلو و همکاران، ۱۳۸۹). پوشینه یکی از فاکتورهای مهم کیفی دانه جو می‌باشد. ویژگی پوشینه‌دار و بدون پوشینه بودن در طول گسترش و رسیدگی دانه ایجاد و به‌وسیله یک ژن نهفته واحد کنترل می‌شود که چسبندگی یا عدم چسبندگی پوسته به مغز دانه را کنترل می‌کند (باتی، ۱۹۹۹). پوشینه ۱۳-۱۰ درصد وزن خشک دانه را شامل می‌شود. پوشینه به‌آسانی می‌تواند به‌وسیله پوست‌گیری مکانیکی یا پوست‌گیر یولاف یا دستگاه پرک جو، جدا شود. این عمل می‌تواند به‌وسیله روش‌های شیمیایی و به‌وسیله جوشاندن دانه جو در اسید سولفوریک ۵۰ درصد یا سدیم هیپوکلریت قلیایی انجام شود. پوشینه جو حاوی سلولز، همی سلولز، لیگنین و مقدار کمی پروتئین است. همچنین عمده‌ترین منبع فیبرخام موجود در جو می‌باشد (باتی، ۱۹۹۹).

۴-۱- جو بدون پوشینه

در جو پوشینه‌دار لما و پالنا در هنگام خرمن‌کوبی دانه به کاربوپسیس متصل باقی می‌ماند درحالی‌که در جو بدون پوشینه کاربوپسیس آزادانه خرمن‌کوبی می‌شود. در جو بدون پوشینه برخلاف پوشینه‌دار، پوشینه هنگام درو جدا می‌شود که اگر به طور کامل برداشته شود خسارات قابل ملاحظه‌ای به دانه وارد می‌شود و ممکن است دانه شکسته یا جوانه برداشته شود. توجه زیاد به جو بدون پوشینه برای غذا به علت محتوای بتاگلوکان بالای آن است. جو یک ماده عالی برای تولید غلات پرفیبر آماده به مصرف می‌باشد (جدهیو و همکاران، ۱۹۹۸).

سابقه کشت جو بدون پوشینه در ایران به بیش از ۳۰ سال می‌رسد. میزان تولید جو بدون پوشینه در ایران در سال ۱۳۸۰ حدود ۱۴۸۲ تن و در سال ۱۳۸۱ حدود ۴۰۰۰ تن بوده است (ساری، ۱۳۹۰). کانادا بیش‌ترین میزان تولید جو بدون پوشینه (۸۰۰ هزار تن در سال ۱۹۹۸) را به خود اختصاص داده است (باتی، ۱۹۹۹).

جو بدون پوشینه غله‌ای است که سرشار از پلی‌ساکاریدهای مفید تغذیه‌ای می‌باشد و در دنیا به‌عنوان منبع مناسبی از فیبر شناخته می‌شود (اسمیت، ۲۰۱۰). همچنین میزان اسیدفیتیک که یک ماده ضد-تغذیه‌ای به‌شمار می‌رود، در این غله نسبت به گندم کمتر است. اختلاط جو بدون پوشینه با آرد گندم می‌تواند سهم به‌سزایی در کاهش اسیدفیتیک داشته باشد (اسکوربیک و همکاران، ۲۰۰۹). این جایگزینی علاوه بر کاهش چشمگیر اسیدفیتیک و آهن باندشده با اسیدفیتیک، باعث افزایش فیبر، آهن در دسترس، بتاگلوکان، قند کاهشی، پروتئین و کلا افزایش ارزش تغذیه‌ای نان‌های بربری شد و از نظر ویژگی‌های حسی نیز امتیاز بالاتری به خود اختصاص داد (فهمید ادیب اصل و همکاران، ۱۳۸۹).

یکی از مزیت‌های جو بدون پوشینه در مقایسه با نوع پوشینه‌دار عدم نیاز به پوست‌گیری آن است که باعث می‌شود قسمت خارجی آندوسپرم که حاوی آمینواسیدهای ضروری، ویتامین‌ها و سایر ترکیبات زیست‌فعال است، سالم بماند (باتی، ۱۹۹۹). همچنین تولید مالت از جو بدون پوشینه سریع‌تر از جو پوشینه‌دار است که این باعث کاهش مصرف انرژی و آب می‌شود (آگو و همکاران، ۲۰۰۹؛ باتی، ۱۹۹۶). گونه‌های بدون پوشینه دارای ارزش تغذیه‌ای بیشتری نسبت به پوشینه‌دار می‌باشند. بنابراین برای مصارف غذایی بخصوص در هند از جو بدون پوشینه استفاده می‌شود که شامل پروتئین، نشاسته و لیپید بیشتری است (اندرسون و همکاران، ۱۹۹۹). در کنار این مزایای تغذیه‌ای، جو بدون پوشینه باعث آلودگی بیشتر محیط زیست می‌شود. عملکرد جو بدون پوشینه نیز در مقایسه با جو پوشینه‌دار کم‌تر است ولی جهت مصارف غذایی دارای قابلیت هضم بیشتری در مقایسه با انواع پوشینه‌دار خواهد بود به همین علت مالت جو بدون پوشینه را مالت غذایی می‌نامند (ادنی و لانگرل، ۲۰۰۴).

۱-۵- ترکیب شیمیایی جو

ترکیب شیمیایی دانه جو به عوامل متعددی همچون رقم و نوع گیاه و شرایط محیطی بستگی دارد و به طور کلی شامل قند، پروتئین، چربی و خاکستر می‌باشد (شریفی جهان، ۱۳۸۵). اختلاف زیادی در ترکیب شیمیایی در انواع مختلف جو وجود دارد. مقایسه ترکیب شیمیایی جو پوشینه‌دار و بدون پوشینه در جدول ۱-۱ بیان شده است.

جدول ۱-۱- ترکیب شیمیایی عمومی جو پوشینه‌دار و بدون پوشینه (درصد وزن خشک)، امان و نیومن (۱۹۸۶)

جو پوشینه‌دار		جو بدون پوشینه		
میانگین	دامنه	میانگین	دامنه	
۱۳/۷	۱۲/۵-۱۵/۴	۱۴/۱	۱۲/۱-۱۶/۶	پروتئین
۵۸/۲	۵۷/۱-۵۹/۵	۶۳/۴	۶۰/۵-۶۵/۲	نشاسته
۳/۰	۲/۸-۳/۳	۲/۹	۲-۴/۲	قند
۲/۲	۱/۹-۲/۴	۳/۱	۲/۷-۳/۹	چربی
۲۰/۲	۱۸/۸-۲۲/۶	۱۳/۸	۱۲/۶-۱۵/۶	فیبر
۲/۷	۲/۳-۳/۰	۲/۸	۲/۳-۳/۵	خاکستر

۱-۶- کاربردهای جو

در حدود دوسوم از محصولات جو برای خوراک دام، یک‌سوم در مالت‌سازی و در حدود دو درصد برای تهیه مواد غذایی به طور مستقیم بکار می‌رود. با وجود این‌که جو در مقایسه با سایر غلات مانند گندم، یولاف و چاودار اهمیت کمی در رژیم غذایی امروز پیدا کرده است، ولی ویژگی‌های تغذیه‌ای بسیار خوب آن، باعث توجه بیشتر به غذاهای جدید حاوی این غله شده است (گران‌دو، ۲۰۰۲؛ اسکورییک و همکاران، ۲۰۰۹).

در امریکا و چین اغلب جو (بیش از ۷۰ درصد) برای تولید مالت استفاده می‌شود، در حالی‌که بیش از ۸۵ درصد جو در کانادا به عنوان خوراک دام استفاده می‌شود. کشورهای اروپایی مصرف‌کننده‌های اصلی جو هستند. بیش از یک‌سوم کل جو در کشورهای اروپایی مصرف می‌شود. روسیه دیگر

مصرف‌کننده اصلی جو است که حدود ۲۰ درصد جو را مصرف می‌کند. مصرف‌کننده‌های عمده دیگر شامل کانادا، ترکیه، چین، امریکا، ایران، استرالیا و هند هستند (ژوو و همکاران، ۲۰۱۰). در بعضی کشورها از جو برای تولید گلوکز، شربت مالتوز و بتا‌آمیلاز استفاده می‌شود. همچنین بتا‌گلوکان موجود در جو می‌تواند استخراج شود و به‌عنوان عامل غلیظ‌کننده در غذاها استفاده شود (باتی، ۱۹۹۳).

۱-۶-۱- کاربرد جو به عنوان علوفه

بزرگ‌ترین استفاده جو به عنوان خوراک دام می‌باشد. دانه ممکن است به عنوان یک منبع مهم انرژی، پروتئین و فیبر برای نشخوارکننده‌ها استفاده شود (ژوو و همکاران، ۲۰۱۰).

۱-۶-۲- مصرف غذایی جو

جو هنوز به عنوان یک غذای اصلی در بسیاری از نقاط جهان مثل آسیا در کشورهای نظیر ایران، ژاپن، هند، چین و کره و در آفریقای شمالی در کشورهای موروکو و اتیوپی و همچنین در اروپای شمالی و شرقی در کشورهای نظیر فنلاند، انگلستان، آلمان، دانمارک، روسیه و لهستان می‌باشد (نیومن، ۲۰۰۶). طبق آمار فائو^۱ در سال ۲۰۰۵ چین بزرگ‌ترین مصرف‌کننده جو به عنوان غذا (۴ میلیون تن) می‌باشد. در چین بیشتر جو در تبت وجود دارد که ۵۶ درصد تولید کل غذا است که ۲/۱ میلیون نفر جو را مصرف می‌کنند (ژوو و همکاران، ۲۰۱۰).

محصول اصلی جو بدون پوشینه یک آرد جو برشته‌شده به نام سانگپا^۲ است. جو همچنین در بسیاری کشورها در غذاهای سنتی مثل کاشا^۳ در روسیه و هلند، میزو^۴ در ژاپن، ساتو^۵ در هند استفاده می‌شود. در کره دومین محصول غذایی بعد از برنج، جو می‌باشد. در کشورهای غربی مقدار کمی از جو در

1- FAO
2- Tsongpa
3- Kasha
4- Miso
5- Sattu

غلات صبحانه، سوپ، فرنی، مخلوط‌های نانویی و غذای کودک استفاده می‌شود (ژوو و همکاران، ۲۰۱۰).

۱-۶-۳- کاربرد مالتی جو

تاریخچه آشنایی بشر با مالت‌سازی و عصاره حاصل از آن به زمان آشنایی انسان با فن تخمیر باز می‌گردد. مصریان و یونانیان اولین کسانی بودند که با این صنعت آشنا شدند (موسوی، ۱۳۹۲). مالت‌سازی از قدیمی‌ترین عملیات بیوتکنولوژی است و منظور از آن فرآیند جوانه‌زنی محدود و کنترل‌شده غلات است که پس از خشک‌کردن، محصولی دارای خواص تغذیه‌ای مناسب تولید می‌کند. مالت منبع مناسبی از کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌های تجزیه‌شده، انواع ویتامین‌های گروه ب، املاح معدنی و همچنین مقدار قابل توجهی آنزیم‌های تجزیه‌کننده نشاسته است (موریس و برایس، ۲۰۰۰).

پودر مالت جو پودری است که از دانه‌های مالت بدست می‌آید. پودر مالت در اکثر کشورهای جهان که اهمیت زیادی برای مواد مغذی خود قائل هستند، به طور گسترده در صنایع غذایی مانند نوشابه‌سازی، محصولات نانویی، غذای کودک، سرکه مالت، غلات صبحانه، عصاره مالت، بیسکوئیت‌سازی و همچنین به عنوان افزودنی (شیرین‌کننده، طعم‌دهنده، رنگ‌دهنده) مورد استفاده قرار می‌گیرد (بریج، ۱۹۹۸).

در مالت‌سازی از غلات مختلفی مانند جو، گندم، سورگوم، ارزن و تریتیکاله استفاده می‌گردد ولی به دلیل وجود ترکیبات شیمیایی خاص، تغییرات مطلوب طی جوانه‌زنی و وجود پوسته که نقش حفاظت از جوانه طی حمل و نقل را دارد، جو از امتیاز بالاتری نسبت به سایر غلات برخوردار است (سلیوز و همکاران، ۲۰۰۶).

دلیل کاربرد جو در صنایع مالت‌سازی، تولید محصولی بهتر با کیفیت بالاتر است زیرا دانه‌های جو اغلب به صورت یک‌اندازه و یکنواخت بوده و جوانه‌زدن آنها تقریباً با هم انجام می‌شود. در ضمن در هنگام خیس‌شدن، دانه‌های جو کمتر از سایر غلات دچار نرمی می‌شود، جوانه جو در زیر پوست رشد می‌کند، بنابراین در زیر پوست محافظت می‌شود. همچنین قیمت جو غالباً از گندم ارزان‌تر است (فیضی‌پور و حسینی قابوس، ۱۳۸۹). از علل دیگر مناسب‌بودن جو برای مالت‌سازی وجود سلول‌های ضخیم لایه آلورون است که موجب فعالیت آمیلولیتیک بالای آن می‌گردد (لوئی و همکاران، ۲۰۰۴).

اهداف اصلی مالت‌سازی توسعه آنزیم‌های دانه برای تجزیه ترکیبات مولکولی سنگین وزن در دیواره سلولی و آندوسپرم و دستیابی به رنگ و عطر و طعم مطلوب و حذف ترکیبات آرومای نامطلوب (اس-متیل متیونین و دی‌متیل سولفوکسید) می‌باشد (موسوی، ۱۳۹۲). در گذشته از مالت در درمان امراض لوله گوارش، تسکین شکم درد و به عنوان ضد سوءهاضمه استفاده شده است. همچنین در درمان آسکوربوت، تب‌های صفراوی، نقرس، سنگ مثانه، سینه درد و درد معده استفاده می‌شود. مالت غلات پایین‌آورنده قندخون، ضدامراض روده‌ای، تحریک‌کننده ترشح غدد شیری، ضد اسهال، رفع-کننده ورم ملتحمه چشم، تقویت‌کننده موی سر و جلوگیری‌کننده از سفیدشدن آن است (ختارپول و همکاران، ۲۰۰۵). استفاده‌های غذایی مالت بسیار زیاد می‌باشد و برای رنگ، طعم، شیرینی، ارزش تغذیه‌ای و آنزیم آن در بسیاری محصولات غذایی استفاده می‌شود (جدهیو و همکاران، ۱۹۹۸).

۱-۳-۶-۱- مراحل تولید مالت

مراحل تولید مالت در جدول ۱-۲ به صورت خلاصه آورده شده است.

جدول ۱-۲- مراحل تولید مالت

مراحل تولید مالت	توضیحات
دریافت و انتخاب دانه جو	پارامترهایی نظیر اندازه دانه، ژنوتیپ، رنگ، سالم‌بودن، درخشندگی، ظرفیت جوانه‌زنی بالای ۹۶ درصد، پروتئین کمتر از ۱۲ درصد و عدم خسارات ناشی از گرما، حشرات و میکروب‌ها مهم می‌باشد (نیومن و همکاران، ۲۰۰۸).
خیساندن	مناسب‌ترین دما ۱۴-۱۲ درجه سانتی‌گراد و مدت زمان ۵۲-۴۸ ساعت است. هدف از انجام آن افزایش رطوبت دانه تا ۴۶-۴۲ درصد، تحریک تنفس جوانه و آب‌گیری نشاسته موجود در آندوسپرم است (بریجز، ۱۹۹۸).
جوانه‌زنی	مهم‌ترین هدف: سنتز آنزیم‌های هیدرولیتیک و تجزیه دیواره سلولی، پروتئین‌ها و نشاسته (سلیوس و همکاران، ۲۰۰۶)
خشک‌کردن	شرایط بهینه: دمای پایین (۱۷-۱۶ درجه سانتی‌گراد) و هوای اشباع از رطوبت (بریجز، ۲۰۰۲). هدف: توقف رشد بیولوژیکی دانه، حذف آب جهت افزایش عمر انبارداری، حفظ و نگهداری فعالیت آنزیمی و تشکیل عطر و طعم و ترکیبات رنگی (بریجز، ۱۹۹۸)
	در خشک‌کردن رطوبت دانه از ۴۸-۴۲ درصد به ۶-۲ درصد کاهش می‌یابد (موسوی، ۱۳۹۲).