به نام خدا

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

دانشکده علوم و صنایع غذایی

پایان نامه کارشناسی ارشد (MSC) صنایع غذایی

عنوان:

اثر آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی بر کیفیت نان گندم حاوی آرد جو بدون پوشینه

پژوهش و نگارش:

کیانا پور محمدی

استاید راهنما:

دکتر مهران اعلمی- دکتر محمد شاهدی

استاد مشاور:

دکتر علیرضا صادقی ماهونک

بهمن ۸۹

فهرست مطالب

۱- مقدمه و کلیات ۹

۱-۱- نان ۹

۱-۱-۱- مصرف و ارزش غذایی نان در ایران و جهان ۹

۱-۱-۲- انواع نان ۱۰

۱-۱-۳- غنی‌سازی نان ۱۱

۱-۲- جو بدون پوشینه ۱۲

۱-۲-۱- ترکیب شیمیایی جو بدون پوشینه ۱۴

۱-۲-۱-۱- کربوهیدرات های جو بدون پوشینه ۱۵

۱-۲-۱-۲- توکوفرول و توکوتری انول (توکول ها) ۱۶

۱-۲-۲- استفاده‌های غذایی از جو بدون پوشینه ۱۸

۱-۳- آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی ۲۰

۱-۴ – فرضیه ها ۲۱

۱-۵- اهداف ۲۲

۲- بررسی منابع ۲۳

۲-۱- نان حاصل از اختلاط آردهای مختلف ۲۳

۲-۲- پژوهش‌های انجام شده در زمینه آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی (MTG) ۲۵

۳- مواد و روش‌ها ۳۱

۳-۱-دستگاه‌های مورد استفاده ۳۱

۳-۲- مواد و محلول‌های شیمیایی ۳۲

۳-۳- مواد اولیه ۳۳
۳-۴- آزمون‌های فیزیکی ۳۴
الف- ابعاد دانه ۳۴
ب- رنگ دانه ۳۵
ج- وزن هزار دانه ۳۵
د- وزن هکتولیتر ۳۵
ه- چگالی نسبی..... ۳۵
و- سختی دانه ۳۵
۳-۵- آزمون‌های شیمیایی ۳۶
۳-۵-۱- اندازه‌گیری رطوبت، خاکستر، فیبر خام و پروتئین ۳۶
۳-۵-۲- تعیین pH آرد ۳۶
۳-۵-۳- اندازه‌گیری گلوتن مرطوب و شاخص گلوتن ۳۶
۳-۶- آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی و نحوه استفاده از آن ۳۷
۳-۷- روش تهیه نمونه‌های مختلف نان ۳۷
۳-۸- الکتروفورز پروتئین ۳۸
۳-۸-۱- محلول‌های مورد نیاز ۳۸
۳-۸-۲- اجرای الکتروفورز ۳۸
۳-۸-۳- آماده‌سازی نمونه ۴۰
۳-۹- جزء به جزء کردن پروتئین ۴۰
۳-۱۰- حلالیت پروتئین ۴۱
۳-۱۱- آزمون‌های رئولوژیکی ۴۱

۳-۱۱-۱- آزمون فارینوگرافی خمیر ۴۱
۳-۱۱-۲- آزمون اکستنسوگرافی خمیر ۴۱
۳-۱۲- آزمون‌های نان ۴۳
۳-۱۲-۱- اندازه‌گیری رنگ ۴۳
۳-۱۲-۲- اندازه‌گیری حجم ۴۳
۳-۱۲-۳- ارزشیابی کیفیت نان ۴۳
۳-۱۲-۳-۱- روش ارزیابی حسی ۴۳
۳-۱۲-۳-۲- سنجش میزان سفتی نان (بیاتی) ۴۵
۳-۱۲-۴- بسته بندی نان ۴۶
۳-۱۳- روش آماری تحلیل داده‌ها ۴۶
۴- نتایج و بحث ۴۷
۴-۱- آزمون‌های فیزیکی ۴۹
۴-۱-۱- ابعاد دانه ۴۹
۴-۱-۲- وزن هزاردانه ۵۰
۴-۱-۳- وزن هکتولیتر ۵۰
۴-۱-۴- چگالی نسبی دانه ۵۱
۴-۱-۵- سختی دانه ۵۱
۴-۱-۶- رنگ دانه ۵۱
۴-۲- آزمون‌های شیمیایی ۵۲
۴-۲-۱- رطوبت ۵۲
۴-۲-۲- خاکستر ۵۲

۴-۲-۳- پروتئین ۵۳
۴-۲-۴- گلوتن مرطوب ۵۳
۴-۲-۵- شاخص گلوتن ۵۳
۴-۲-۶- عدد فالینگ ۵۴
۴-۳- اثر MTG بر ویژگی های بیوشیمیایی خمیر ۵۵
۴-۳-۱- حلالیت پروتئین ۵۵
۴-۳-۲- اثر MTG و SPI بر الگوی الکتروفورز پروتئین‌های خمیر ۵۸
۴-۳-۳- اثر MTG و SPI بر الگوی الکتروفورز آلبومین- گلوبولین، گلایدین و گلوتنین خمیر نان گندم ۶۰
۴-۴- جایگزینی آرد جو بدون پوشینه در خمیر و نان ۶۵
۴-۴-۱- آزمون فارینوگرافی ۶۵
۴-۴-۲- ویژگی‌های فیزیکی نان ۶۷
۴-۴-۲-۱- حجم نان ۶۷
۴-۴- ۲-۲- سنجش میزان سفتی نان (بیاتی)..... ۶۷
۴-۵- اثر MTG و SPI بر ویژگی‌های خمیر و نان ۶۹
۴-۵-۱- اثر MTG و SPI بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر..... ۷۰
۴-۵-۱-۱- اثر MTG و SPI بر ویژگی‌های اکستنسوگرافی خمیر..... ۷۰
۴-۵-۱-۲- اثر MTG و SPI بر ویژگی‌های فارینوگرافی خمیر ۷۴
۴-۵-۲- اثر MTG و SPI بر ویژگی‌های فیزیکی نان ۸۰
۴-۵-۲-۱- اثر MTG و SPI بر حجم و حجم ویژه نان..... ۸۱
۴-۵-۲-۲- اثر MTG و SPI بر ویژگی‌های رنگ سنجی ۸۵

۴-۵-۲-۳- اثر SPI و MTG بر میزان سفتی بافت نان (بیاتی) ۸۷
۴-۵-۲-۴- ارزیابی حسی نان‌ها ۹۰
۴-۶- نتیجه گیری کلی ۹۲
۴-۷- پیشنهادات ۹۳
۴-۷-۱- پیشنهادات پژوهشی ۹۳
۴-۷-۲- پیشنهادات اجرائی ۹۳

فهرست جداول

جدول ۳-۱- مواد مورد نیاز جهت تهیه ژل جدا کننده **۳۹**

r! Bookmark not defined.جدول ۳-۲- آماده‌سازی ژل متراکم کننده .....

جدول ۴-۱- مقایسه میانگین ویژگی‌های فیزیکی دانه‌های گندم و جو بدون پوشینه **۴۹**

جدول ۴-۲- مقایسه میانگین ویژگی‌های شیمیایی آرد گندم و جو بدون پوشینه **۵۲**

جدول ۴-۳- مقایسه میانگین نتایج آزمون فارینوگرافی آرد گندم و جو بدون پوشینه و اختلاط حاصل از آن‌ها **۶۶**

جدول ۴-۴- ویژگی‌های فیزیکی نان گندم و نان‌های حاصل از اختلاط گندم و جو بدون پوشینه**۶۷**

جدول ۴-۵- بیاتی نان‌های حاصل از اختلاط آرد گندم و جو بدون پوشینه **۶۹**

جدول ۴-۶- نتایج مقایسه میانگین ویژگی‌های اکستنسوگرافی خمیر **۷۲**

جدول ۴-۷- نتایج مقایسه میانگین ویژگی‌های فارینوگرافی خمیر ۸۷

جدول۴-۸- نتایج مقایسه میانگین حجم و حجم ویژه نان **۸۳**

جدول ۴-۹– نتایج مقایسه میانگین رنگ‌سنجی نان **۸۶**

جدول ۴-۱۰- مقایسه میانگین بیاتی نان‌ها **۸۹**

جدول ۴-۱۱ - مقایسه میانگین ارزیابی حسی نان **۹۱**

فهرست اشکال

شکل ۴-۱ - الگوی الکتروفورز پروتئین‌های خمیر W ۵۸
شکل ۴-۲- الگوی الکتروفورز پروتئین‌های خمیر WB35 ..... ۵۹
شکل ۴-۳- الگوی الکتروفورز فراکسیون‌های آلبومین-گلوبولین خمیر W ۶۱
شکل ۴-۵- الگوی الکتروفورز فراکسیون‌های گلوتنین خمیر W ۶۴
شکل ۴-۶- منحنی‌های اکستنسوگرافی خمیر نان ۷۴
شکل ۴-۷ – منحنی‌های فارینوگرافی خمیر ۷۷
شکل ۴-۸ – نمونه‌ای از نان‌های تهیه شده از آرد گندم و جو بدون پوشینه ۸۴

فهرست نمودارها

نمودار ۴-۱- اثر MTG بر حلالیت پروتئین‌های خمیر W ۵۶
نمودار۴-۲- اثر MTG بر حلالیت پروتئین‌های خمیر WB20 ..... ۵۶
نمودار ۴-۳- اثر MTG بر حلالیت پروتئین‌های خمیر WB35 ..... ۵۷
نمودار ۴-۴- اثر MTG بر حلالیت پروتئین‌های خمیر WB50 ..... ۵۷

ضمائم

نمودار ۱- رنگ سنجی پوسته نان گندم ۱۰۱
نمودار ۲- رنگ سنجی سطح مقطع نان W ۱۰۱
نمودار ۳- رنگ سنجی پوسته نان WB20 ..... ۱۰۲
نمودار ۴- رنگ سنجی مقطع نان WB20 ..... ۱۰۲
نمودار ۵- رنگ سنجی پوسته نان WB35 ..... ۱۰۳
نمودار۶- رنگ سنجی سطح مقطع نان WB35 ..... ۱۰۳
نمودار ۷- رنگ سنجی پوسته نان WB50 ..... ۱۰۴
نمودار ۸- رنگ سنجی سطح مقطع نان WB50 ..... ۱۰۴
شکل ۱- (۱) نان WB35- (۲) نان WB35-1 ..... ۱۰۵
شکل ۲ - (۱) نان w-1- (۲) نان w-0 ..... ۱۰۵
شکل ۳- (۱) نان WB20-0.5- (۲) نان WB20-0 ..... ۱۰۵
شکل ۴- (۱) نان WB50-1.5 - (۲) نان WB50 ..... ۱۰۶

فصل اول

۱- مقدمه و کلیات

۱-۱- نان

نان به عنوان مهمترین غذای اکثر مردم به خصوص کشورهای در حال توسعه مطرح است (موسسی و کشاورز، ۱۳۷۳). از نظر سیر تکاملی، نان از سابقه بسیار طولانی برخوردار است به طوری که بشر با گذشت از مقاطع مختلف تکامل و گرایش از مرحله شکار به کشاورزی ابتدا غلات را به سیستم تغذیه‌ای خود وارد نمود. به طور معمول، نان از آرد گندم تهیه می‌شود ولی تهیه نان از جو و گاهی برنج و ارزن نیز مرسوم است. از نظر تغذیه‌ای نان، به عنوان رکن اصلی غذای روزانه در بین طبقات کم درآمد بیشتر از طبقات مرفه رایج است و به طور متوسط حدود ۶۵-۶۰ درصد کالری و پروتئین و ۳-۲ گرم از املاح معدنی مورد نیاز روزانه از طریق خوردن نان تامین می‌گردد (پایان، ۱۳۷۴).

۱-۱-۱- مصرف و ارزش غذایی نان در ایران و جهان

نان همواره یکی از ارزان‌ترین منابع انرژی و پروتئین مورد استفاده انسان بوده و هر چند با ارتقا سطح زندگی از مصرف آن، به ویژه در کشورهای پیشرفته کاسته شده، اما هنوز قسمت عمده ای از نیازهای غذایی مردم جهان را برآورده می‌سازد. مقدار انرژی نان در یک واحد وزنی (۱۰۰ گرم) از شیر

زیادتر و تقریبا برابر انرژی ماهیچه گاو است (نان ۲۷۴ کیلوکالری، ماهیچه گاو ۲۶۳ کیلوکالری و ۳۷۵ میلی‌لیتر شیر دارای ۵۷ کیلوکالری انرژی است) (پایان، ۱۳۷۴).

نان، سهم برجسته‌ای در تامین فیبرهای رژیمی، برخی املاح مانند آهن، کلسیم، ویتامین‌های گروه B به ویژه تیامین و همچنین ویتامین E دارد، ولی از نظر ویتامین‌های A,C,D فقیر است (پایان، ۱۳۸۰). بر اساس بررسی‌های سازمان خواروبار و کشاورزی جهان در سال ۱۹۷۷ مردم خاورمیانه و خاور نزدیک حدود ۷۰ درصد انرژی مورد نیاز خود را از نان و یا از غذاهایی با منشا آرد تهیه کرده‌اند (بهرامی،۱۳۸۱ ؛ پایان، ۱۳۸۵). در نواحی فقیرنشین پاکستان، کشورهای عربی و استرالیا، فراورده‌های تهیه شده از غلات به خصوص نان، به ترتیب ۹۰، ۷۰ و ۲۵ درصد از کل انرژی و پروتئین دریافتی مردم را تشکیل می‌دهند. در ایران نیز بیش از ۹۵ درصد انرژی مصرفی، از غذاهای گیاهی تامین می‌شود که سهم نان در این میان ۴۰ درصد در شهرها (مصرف سرانه ۱۴۹ کیلوگرم) و ۶۰ درصد (مصرف سرانه ۲۰۱ کیلوگرم) در روستاها می‌باشد. بررسی‌های انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور بر روی الگوی مصرف مواد غذایی در استان‌های مختلف ایران طی سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۵ نشان داد که نان عمده‌ترین ماده غذایی در تامین انرژی و پروتئین دریافتی روزانه مردم است (پایان، ۱۳۸۵؛ بهرامی، ۱۳۸۱).

۱-۱-۲- انواع نان

در نقاط مختلف جهان نان به اشکال گوناگون و با استفاده از آردهای مختلف تولید می‌گردد. نان‌ها بر حسب حجم ویژه، یعنی نسبت حجم به وزن به سه گروه عمده تقسیم می‌شوند (قارونی، ۱۳۷۸):

الف- نان حجیم: نانی است که دارای بافتی متخلخل، اسفنجی و یکنواخت بوده و ضخامت آن از ۳ سانتی‌متر بیشتر باشد.

ب- نان نیمه حجیم: نانی است که دارای بافتی متخلخل، اسفنجی و یکنواخت بوده و ضخامت آن بین ۲ تا ۳ سانتی‌متر باشد.

ج- نان کم حجم(مسطح): نان نازک و تردی است که ضخامت آن حدود ۳ میلی‌متر باشد.

نان‌هایی که در ایران پخته می‌شوند، به دو گروه تقسیم می‌شوند: نان‌های اروپایی یا به اصطلاح نان فانتزی که در گروه نان‌های حجیم قرار می‌گیرند و نان‌های مسطح و نازک. سابقه نان‌های مسطح و نازک سنتی که در ایران پخته می‌شوند به دو- سه هزار سال قبل بر می‌گردد به طوری که نشانه‌هایی از وجود چند نوع از آن‌ها در زمان هخامنشیان به دست آمده است (صالحی فر، ۱۳۸۳؛ فروزان تبار، ۱۳۸۴). مثلا وجود گندم‌های دارای گلوتن ضعیف در نقاط مرکزی ایران منجر به پیدایش نان تافتون یا تنوری و وجود گندم حاوی گلوتن مرغوب در قسمت‌های غربی و شمال غربی کشور منجر به تولید نان لواش (نیاز به آرد مرغوب با کشش زیاد دارد) شده است (صالحی فر، ۱۳۸۳؛ قارونی، ۱۳۷۸؛ بهرامی، ۱۳۸۱). پر مصرف‌ترین نان‌ها در ایران شامل سنگک، تافتون، بربری و لواش می باشند که همگی از دسته نان‌های مسطح و یک لایه‌ای به شمار می‌آیند.

۱-۱-۳- غنی‌سازی نان

هدف از غنی‌سازی مواد غذایی، جبران مواد مغذی از بین رفته در حین فرآیند با اضافه نمودن به ماده غذایی در مراحل عمل‌آوری و پخت (مک ریچی، ۱۹۹۲)، افزودن مواد مغذی به علت کافی نبودن آن‌ها در مواد غذایی(ویور و همکاران، ۱۹۸۱)، قراردادن مواد مغذی در دسترس اکثر مردم با توجه به کمبودها و نارسایی‌های موجود (دادخواهی و همکاران، ۱۳۶۴؛ رجب زاده، ۱۳۸۰) می‌باشد. در شرایط فعلی، نان کشور ما به دلیل جداسازی سبوس از گندم، مشکل کمبود فیبر، ویتامین‌ها و مواد معدنی را دارد و از طرف دیگر آردهای سبوس دار به علت داشتن اسید فیتیک بالا شرایط نا مناسبی از نظر جذب عناصری چون آهن، روی و کلسیم ایجاد می‌کنند. این موضوع می‌تواند زمینه بسیاری از بیماری‌ها را فراهم کند. افزودن ترکیبات مفید به آرد و تولید نان از آن ها موجب تقویت کیفیت تغذیه‌ای نان و اثر گسترده بر جامعه می‌شود. یکی از راه‌های تقویت نان استفاده از آرد غلات دیگر همراه با آرد گندم است (شاهدی و فضیلتی، ۱۳۸۸). با توجه به مصرف روز افزون نان در جهان و با در نظر گرفتن این که در بسیاری از کشورها نان، غذای اصلی کشور را تشکیل می‌دهد، غنی‌سازی آن برای جوامع کم درآمد امری ضروری و لازم

به نظر می‌رسد. منظور از غنی‌سازی نان، بالا بردن ارزش تغذیه‌ای و همچنین بهبود ویژگی‌های کیفی و ارگانولپتیکی آن است. ذکر این نکته ضروری است که نان غنی شده اولا باید از نظر مصرف کننده مورد پسند باشد و ثانیا افزایش قیمت آن چندان محسوس نباشد (کریشنان و همکاران، ۱۹۸۷).

۱-۲- جو بدون پوشینه

جو از خانواده گرامینه با نام علمی ***Hordeum vulgar*** از نظر تولید جهانی مقام چهارم را دارد. اخیرا ارقام بدون پوشینه جو و یولاف در حال گسترش است. ویژگی‌های پوشینه دار و بدون پوشینه بودن در طول گسترش و رسیدگی دانه ایجاد، و به وسیله یک ژن نهفته واحد کنترل می‌شود (بتی، ۱۹۹۹).

جو بدون پوشینه، گیاهی است دارای سنبله، که هر سنبله دارای دو غلاف گلدهی به نام‌های کلاهک و مادگی می باشد که می‌تواند داسه دار یا بدون داسه باشد. این سنبله‌ها دانه‌های در حال رشد را به طور کامل احاطه می‌کنند. در جو پوشینه دار سنبله‌های گلدهی به صورت بسیار محکم توسط ماده‌ای سیمانی که به وسیله گیاه، ده روز قبل از گلدهی ترشح می‌شود به دانه چسبیده است. مطالعات اخیر نشان داده که ماده سیمانی به وسیله لایه پریکارپ دو روز بعد از گلدهی ترشح می‌شود. ترکیب شیمیایی ماده سیمانی هنوز دقیقا مشخص نشده‌است. جو بدون پوشینه نسبت به نوع پوشینه دار به مدت ۲ هفته زودتر به بلوغ می‌رسد. در جو بدون پوشینه، غلاف یا پوسته به صورت شل و رها وجود دارد که در طی خرمن‌کوبی به راحتی جدا می‌شود (بتی، ۱۹۹۹).

جو بدون پوشینه به وضوح از جو پوشینه دار قابل تشخیص و تفکیک می‌باشد ولی هر دو نوع می‌توانند به صورت دو ردیفه و شش ردیفه، آبی، زرد، ارغوانی یا گاهی به دلیل رنگدانه‌های ملانینی موجود در پریکارپ، به رنگ تیره دیده شوند. رنگ‌های آبی و ارغوانی به دلیل وجود رنگدانه های آنتوسیانینی است که به صورت قرمز یا ارغوانی در پریکارپ، و آبی در آلورون ظاهر می‌شوند. تغییر در رنگ، ناشی از تغییر pH بافت می‌باشد، بطوری‌که بافت آلورون قلیایی، و بافت پریکارپ اسیدی است (بتی، ۱۹۹۹).

پوسته (سبوس)، ۱۳-۱۰٪ وزن خشک دانه را تشکیل می‌دهد. پوسته به آسانی به وسیله پوست‌گیری مکانیکی، جدا می‌شود. این عمل می‌تواند به وسیله روش‌های شیمیایی و به وسیله جوشاندن دانه جو در ۵۰٪ اسید سولفوریک یا سدیم هیپوکلریت قلیایی نیز انجام شود. پوسته جو حاوی سلولز، همی سلولز، لیگنین و مقدار کمی پروتئین است. پوسته، عمده ترین منبع فیبر خام موجود در جو می‌باشد (بتی، ۱۹۹۹).

جو بدون پوشینه در سال ۱۹۷۰ در غرب کانادا و در دانشگاه ساسکاچوان در طول انجام تحقیقات در مورد کیفیت تغذیه‌ای جوانه جو کشف شد. در کانادا تلاش بر این است که استفاده از جو بدون پوشینه را در فراورده‌های غذایی و صنعت از جمله آبجوسازی و مالت‌سازی افزایش دهند (بتی، ۱۹۹۹ ؛ اسکربیک و همکاران، ۲۰۰۹).

کانادا بیشترین تولید جو بدون پوشینه را در دنیا دارد. این میزان در سال ۱۹۹۸ حدود ۸۰۰۰۰۰ تن بوده‌است. آمریکا، استرالیا و ژاپن از نظر سطح زیر کشت بعد از کانادا قرار می‌گیرند. در ژاپن در سال ۱۹۹۷ تولید، حدود ۱۷۰۰۰ تن بوده‌است. آمریکا در همان سال ۵۰۰۰ تن تولید داشته‌است. بنابراین در کل، کانادا بیشترین سطح زیر کشت جو بدون پوشینه را در دنیا دارد (بتی، ۱۹۹۹). جو بدون پوشینه در سطح تجاری در ایران کشت نمی‌شود و تا کنون هیچ‌گونه توجهی به استفاده از این محصول با ارزش در فرمولاسیون‌های غذایی معطوف نشده‌است.

به دلیل توانایی‌های بالقوه و کاربردهای جدید و متنوع جو بدون پوشینه، مطالعات زیادی در این زمینه صورت گرفته است. دانه کامل می‌تواند خرد، پرک، بخاردهی، جوشانده، پخته، اکسترود، برشته و آسیاب شود و در فراورده‌های مختلف مورد استفاده قرار گیرد. کاربردهای این غله در ژاپن به صورت چای جو، آبجوهای الکلی سوشو، میسو و جو پرک شده می‌باشد. در کشورهای هند، چین و آسیای غربی و آفریقای شمالی این نوع از جو در غذاهای مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد (گراندو، ۲۰۰۲). علاوه بر خود دانه می‌توان از سبوس و آرد جو بدون پوشینه نیز در کاربردهای غذایی، استخراج و غنی‌سازی با بتاگلوکان، تولید اتانول، تولید نشاسته‌های طبیعی و اصلاح‌شده، تولید غذا، مالت و آبجو و در فراورده‌هایی که به روش‌های شیمیایی افزایش حجم پیدا کردند مانند شیرینی و کلوچه، کیک

و بیسکویت استفاده نمود. به دلیل فقدان شبکه گلوتنی نمی‌توان از آن در تولید نان‌های تخمیری استفاده نمود، ولی جایگزینی تنها ۱۰-۵٪ آرد گندم توسط آرد جو تاثیر محسوسی بر حجم و ظاهر نان ندارد، به این معنا که تنها با درصد کمی از آرد جو می‌توان به نان مطلوب دست یافت (بتی، ۱۹۹۹)

مزیت جو بدون پوشینه در مقایسه با نوع پوشینه دار آن عدم نیاز به پوست‌گیری می‌باشد که باعث می‌شود قسمت خارجی آندوسپرم، یعنی آلورون که حاوی پروتئین‌های با اسیدهای آمینه ضروری، ویتامین‌ها و سایر ترکیبات فعال زیستی است سالم بماند. مزیت دیگر آن این است که به دلیل عدم وجود پوشش، در آسیاب نمودن آن مشکلی ایجاد نمی‌شود و می‌توان آن را با آسیاب های سنتی با بازده ۷۳٪ آسیاب نمود. بازده استخراج می‌تواند بسته به واریته‌های مختلف متفاوت باشد. جو، منبع بسیار مناسبی از فیبرهای رژیمی محلول و نامحلول با ویژگی‌های سلامتی بخش مطلوب می‌باشد. بتاگلوکان مهمترین فیبر موجود در دانه جو می‌باشد که باعث کاهش کلسترول پلاسما، شاخص گلایسمیک، سرطان روده و بیماری‌های قلبی-عروقی می‌شود (کاوالرو و همکاران، ۲۰۰۵؛ ژورک و همکاران، ۲۰۰۰).

۱-۲-۱- ترکیب شیمیایی جو بدون پوشینه

جو بدون پوشینه دارای فیبرهای رژیمی شامل لیگنین، سلولز، نشاسته، اسید اورونیک و پنتوزان می‌باشد. ترکیبات موجود در جو بدون پوشینه بسیار متغیر است و به وسیله شرایط محیطی و پوسته‌های چسبنده تحت تاثیر قرار می‌گیرد. به طور ایده آل جو بدون پوشینه باید دارای کمتر از ۵٪ پوسته چسبنده باشد. پروتئین دانه جو بدون پوشینه می‌تواند بسته به نوع منطقه از ۱۷-۱۳٪ ، متغیر باشد. جو ها در سختی دانه، رنگ، ترکیبات شیمیایی، فیبرهای رژیمی و فیبرهای محلول با هم تفاوت دارند. ترکیبات شیمیایی موجود در جو بدون پوشینه به قرار زیر است (بتی، ۱۹۹۹ ؛ گراندو، ۲۰۰۲):

پروتئین: ۱۸-۱۳٪، نشاسته: ۷۴-۶۰٪، بتاگلوکان: ۸-۴٪، فیبرهای رژیمی کل: ۱۷-۱۲٪، فیبرهای محلول: ۶-۳٪

۱-۲-۱-۱- کربوهیدرات های جو بدون پوشینه

کربوهیدرات‌های جو بدون پوشینه، شامل نشاسته، پلی ساکاریدهای دیواره سلولی، بتاگلوکان[1] (۴ــ ۱) و (۳ــ ۱) ، بتا گلوکان (۳ ــ ۱)، آرابینوزایلان[2] (پنتوزان)، سلولز و تعدادی قندها و الیگوساکاریدهای دیگر می‌باشند. غلظت، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، ساختار و عملکرد این ترکیبات در جو بسیار زیاد مورد توجه قرار گرفته‌است. نشاسته و بتا گلوکان نقش بیشتری در سلامتی بخشی فراورده‌های غذایی حاصل از جو بدون پوشینه دارند (بتی، ۱۹۹۹؛ گراندو، ۲۰۰۲).

نشاسته از مهمترین ترکیبات موجود در جو بدون پوشینه می‌باشد که ۷۵-۶۰ ٪ (بر پایه وزن خشک) دانه را تشکیل می‌دهد. نشاسته معمولی جو بدون پوشینه دارای ۳۰-۲۵٪ آمیلوز و ۷۵-۷۰٪ آمیلوپکتین می‌باشد. انواع مومی آن، حاوی ۵-۰٪ آمیلوز و ۱۰۰- ۹۵٪ آمیلوپکتین می‌باشند. نشاسته مومی حاوی مخلوطی از گرانول‌های عدسی شکل بزرگ با قطر ۲۶-۱۲ میکرون و گرانول‌های کوچک با قطر ۱۰-۲ میکرون می‌باشد. اندازه گرانول‌ها در نشاسته مومی جو بدون پوشینه از ۲ تا ۳۰ میکرون متغیر است. نشاسته جو بدون پوشینه همانند سایر غلات از نوع A می‌باشد و ساختمانی نیمه کریستالی دارد که بوسیله تفرق اشعه X قابل مشاهده است (بتی، ۱۹۹۹ ؛ گراندو، ۲۰۰۲)

بتاگلوکان ترکیب اصلی در دیواره سلولی غلاتی نظیر جو و یولاف است. این ترکیب در دیواره سلول‌های آندوسپرم و لایه آلورون جو، یولاف، گندم، سورگوم و سایر غلات وجود دارد (کاوالرو و همکاران، ۲۰۰۲). دانه کامل جو دارای ۴ – ۵ درصد بتاگلوکان می‌باشد، ولی جو بدون پوشینه حاوی ۶ درصد بتاگلوکان است. در میان دانه های غلات، یولاف و جو دارای بالاترین میزان بتاگلوکان می‌باشند. دیواره سلول‌های آندوسپرم جو دارای حدود ۷۰ درصد بتا

1-β- glucan
2- Arabinoxylan

گلوکان و ۲۰ درصد آرابینوزایلان می‌باشد، در حالی‌که دیواره سلول‌های آلورون جو دارای ۲۶ درصد بتاگلوکان و ۶۷ درصد آرابینوزایلان است. بتاگلوکان در ردیف فیبرهای رژیمی محلول درآب طبقه‌بندی می‌شود. بتا گلوکان حتی در غلظت‌های پایین باعث ایجاد ویسکوزیته در محلول‌ها می شود. بنابراین این ترکیب را می‌توان به عنوان یک عامل قوام‌دهنده در محلول‌ها به عنوان مثال در آشامیدنی‌ها، سس‌ها و بستنی به کار برد. به عنوان مثال استفاده از غلظت بیش از ۰/۵ درصد بتاگلوکان جو در یک فراورده ویسکوزیته بیشتری نسبت به پکتین با همان نسبت ایجاد می‌کند (بتی، ۱۹۹۹؛ کاوالرو و همکاران، ۲۰۰۲).

علاوه بر ویژگی های تکنولوژیکی بتاگلوکان ، تحقیقات نشان می‌دهد که این فیبر رژیمی دارای فواید زیادی برای سلامتی انسان است. اثراتی که بتاگلوکان جو در کاهش کلسترول و میزان گلوکز خون دارد، در تحقیقات مختلف به اثبات رسیده، و در مقالات متعددی چاپ شده است (اسکربیک و همکاران، ۲۰۰۹).

در خصوص کاربرد بتاگلوکان به عنوان جایگزین چربی و عامل قوام دهنده، در فرمولاسیون برخی موادغذایی، نظیر پنیر، ماست، بیسکویت، سوپ‌های آماده و غیره پژوهش‌هایی صورت گرفته‌است. متخصصان مصرف بین ۲۰ تا ۴۰ گرم فیبر، بسته به سن و جنس، را به طور روزانه توصیه می‌کنند. استفاده از رژیم‌های غذایی پر فیبر می‌تواند باعث کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی، سرطان روده و اختلالات دستگاه گوارشی گردد. غلات، بخصوص اگر به همراه سبوس مصرف شوند، منابع عمده فیبر، کربوهیدرات‌های کمپلکس، انواع ویتامین‌های "ب "و مواد معدنی می‌باشند. میوه و سبزیجات تازه بهترین منبع برای تامین فیبر، انواع ویتامین‌های محلول در آب همچون ویتامین ث و مواد معدنی هستند. جو بدون پوشینه همانند یولاف حاوی مقادیر زیادی بتاگلوکان، فیبرهای رژیمی کل و فیبرهای رژیمی محلول می باشد. بتاگلوکان، ۲۲ و ۳۸٪ کل فیبرهای رژیمی و فیبرهای محلول سبوس را تشکیل می‌دهد (اسکربیک و همکاران، ۲۰۰۹).

۱-۲-۱-۲- توکوفرول[3] و توکوتری انول[4] (توکول ها)

3- Tocopherol

جو شامل آلفا، بتا، گاما و امگا توکوتری‌انول ها (ایزومرهای توکوفرول‌ها) می‌باشد که خواص آنتی اکسیدانی دارند. این ترکیبات باعث کاهش کلسترول کل(۴۴٪)، لیپوپروتئین‌های با دانسیته کم، آپولیپوپروتئین‌های B[5] (۲۶٪) و ترومبوگزان B2 [6] (۴۱٪) می‌شوند. توکوفرول‌های موجود در جو باعث جلوگیری از فعالیت آنزیم ۳ هیدروکسی ۳ متیل گلوتاریل کوآنزیم **A** ردوکتاز[7] (HMG-COA) می شود و سنتز کلسترول را کنترل می‌کنند.

آلفاتوکوفرول ایزومر غالب، و بتا و گاما توکوتری انول در مقادیر قابل توجهی وجود دارند. خروج پوسته، جوانه و آلورون بوسیله عمل پرک کردن باعث کاهش توکول‌ها می‌شود، در حالی که مالت‌سازی اثری بر ترکیبات توکول ندارد. مقدار آلفا و گاما توکوتری‌انول در جو به میزان ۲۴ و ۱۷ بار بیشتر از ذرت می‌باشد (بتی، ۱۹۹۹).

از فراورده‌های جو بدون پوشینه می‌توان به سبوس و آرد آن اشاره نمود. آرد حاصل از جو بدون پوشینه تیره تر از آرد گندم می‌باشد ولی پروتئین، بتا گلوکان و آهن بیشتری نسبت به گندم دارد. از واریته‌های مختلف جو بدون پوشینه می‌توان آرد، با ویژگی‌های تغذیه‌ای و فیزیکوشیمیایی منحصر به فرد تهیه نمود. جذب آب بالای این آرد، آن را به عنوان قوام‌دهنده انواع غذاها و افزودنی به فراورده‌های گوشتی بسیار مناسب می‌سازد و باعث افزایش ظرفیت نگه‌داری آب در این فراورده‌ها می‌گردد. این ویژگی، به دلیل وجود بتا گلوکان و نشاسته موجود در جو می‌باشد. از آرد حاصل از جو بدون پوشینه در فراورده‌های نانوایی و اسنک‌های اکسترود شده بسیار زیاد استفاده می‌شود ولی برای نان‌های تخمیر یافته با مخمر مناسب نمی‌باشد به دلیل این که این آرد توانایی گسترش خمیر ضعیفی دارد (بتی، ۱۹۹۹).

سبوس حاصل از جو بدون پوشینه نیز حاوی مقادیر زیادی بتاگلوکان، فیبرهای محلول و عوامل کاهنده کلسترول می‌باشد و برای فراورده‌های آماده مصرف، محصولات نانوایی و به منظور استخراج بتاگلوکان به میزان زیادی مورد استفاده قرار می‌گیرد (بتی، ۱۹۹۹؛ گراندو، ۲۰۰۲).

4- Tocotrienol
5- Apolipoprotein B
6- Tromboxane- B_2
7- 3- Hydroxy-3-Methylglutaryl Coenzyme A

۱-۲-۲- استفاده‌های غذایی از جو بدون پوشینه

در طول جنگ جهانی دوم، آرد جو بدون پوشینه به منظور قوام بهتر آرد گندم و به عنوان مکمل غذاهای تهیه شده با برنج در کره و ژاپن استفاده شد. در کشورهای غربی مقادیر کمی از جو بدون پوشینه در غلات صبحانه، قوام دهنده‌های سوپ، پرک‌های مالتی و رژیم‌های غذایی کودکان استفاده می‌شود. فراورده‌هایی که از جو بدست می‌آیند شامل جو پرک شده (بلغور)، مالت و آرد مالت می‌باشند. آرد این جو در غذاهایی چون بیسکویت و کلوچه، نان‌های غیر حجیم، نودل[8] و سایر فراورده‌های نانوایی و غیر نانوایی به میزان زیاد استفاده می‌گردد.

اگر چه جو دارای ویژگی‌های تغذیه‌ای بسیار مناسبی است اما پروتئین این غله به دلیل عدم توانایی در تشکیل شبکه پروتئینی قوی در خمیر، نمی‌تواند نانی مطلوب معادل نان گندم تولید کند ولی در فراورده‌هایی مانند انواع کیک‌ها، به دلیل عدم نیاز به وجود شبکه گلوتنی قوی، آرد جو می‌تواند جایگزین آرد گندم شود و فراورده‌ای با کیفیت و ارزش تغذیه‌ای بالا تولید کند. ارزش تغذیه‌ای فراورده‌های غذایی حاوی جو به سطح غنی‌سازی با این غله، نوع بافت فراورده غذایی و نحوه آسیاب کردن دانه جو مورد استفاده بستگی دارد. توزیع ترکیبات تغذیه‌ای و عملکردی جو، همگن و یکنواخت نمی‌باشد، بنابراین بافت‌ها و اجزای مختلف که از جز به جز کردن فیزیکی دانه بدست می‌آیند، دارای ترکیبات مختلفی می‌باشند. به عنوان مثال فراورده‌های جانبی جو پرک شده حاوی منابعی از ترکیبات فعال زیستی مانند فیتات، ویتامین E (توکوتری انول)، ترکیبات فنولی و فیبرهای رژیمی نامحلول می‌باشند. افزودن فیبرهای رژیمی به غذاها معمولا به دلیل بهبود ویژگی‌های تغذیه‌ای آن‌ها است، در حالی که افزودن این ترکیبات، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و تکنولوژیکی مانند بافت، رنگ، عطر و طعم را نیز تغییر می‌دهند و این تغییرات به ساختار و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی فیبر رژیمی افزوده شده بستگی دارد. به علاوه، ویژگی های عملکردی فیبرهای رژیمی در طول آماده‌سازی این فیبرها و فرآیند کردن غذا تغییر می‌کند. علاوه بر ترکیبات شیمیایی فیبرهای رژیمی، ویژگی‌های تغذیه‌ای و فیزیکی آن‌ها مانند اندازه ذرات، حجم، ویژگی‌های سطحی، ویژگی‌های هیدراسیون و رئولوژیکی، جذب و به دام انداختن مواد معدنی و مولکول‌های آلی نیز در کیفیت

8- Noodle