مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

تاثیر پیش‌تیمار گلوتامات سدیم بر خصوصیات فیزیکی شیمیایی و ترکیبات زیست‌فعال گندم جوانه‌زده

روح الله پاشایی بهرام[۱]، افشین جوادی[۲*]، صمد بدبدک[۳]، سید مصطفی اعرج خدایی[٤]

۱- دانشجوی دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد ممقان، دانشگاه آزاد اسلامی، ممقان، ایران.

۲- استاد، گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، علوم پزشکی تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

۳- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

٤- استادیار، دانشکده طب سنتی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱ /۰۱/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۰٤

کلمات کلیدی:

گلوتامات سدیم،

گاما آمینوبوتریک اسید،

گندم جوانه‌زده،

جوانه‌زنی.

DOI: 10.22034/FSCT.19.128.83

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.17.2

* مسئول مکاتبات:

Javadi@iaut.ac.ir

چکیده

هدف این تحقیق بررسی تاثیر افزودن گلوتامات سدیم به‌عنوان سوبسترا بر میزان تولید گاما آمینوبوتیریک اسید در طی جوانه‌زنی دانه گندم بود. برای این منظور دانه‌های گندم رقم الوند با مقادیر مختلف گلوتامات سدیم (۱۵۰ $mg\ kg^{-1}$ و ۱۰۰، ۵۰، ۰) در طی ۷۲ h جوانه‌زنی تیمار شد. ویژگی‌های فیزیکی (مانند وزن دانه جوانه‌زده، تعداد دانه جوانه‌زده و طول جوانه) و نیز مقادیر ترکیبات زیست فعال (مانند گاما آمینوبوتیریک اسید، فلاونوئید کل، فنول کل و فعالیت روبشی رادیکال‌های آزاد DPPH در بازهای زمانی ۲٤h، ٤۸ و ۷۲ اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد با افزایش غلظت گلوتامات سدیم و زمان جوانه‌زنی، وزن دانه جوانه‌زده و تعداد دانه جوانه‌زده افزایش یافت. همچنین با گذشت زمان مقدار فلاونوئید کل در همه نمونه‌ها کاهش یافت و افزایش گلوتامیک اسید نیز تاثیر معنی‌داری بر مقدار آن نداشت. بیشترین مقدار فنول کل، گاما آمینوبوتیریک اسید و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در نمونه تیمار شده ۱۵۰ $mg\ kg^{-1}$ در روز اول جوانه‌زنی به ترتیب برابر با ٤۵۸۹ $\mu g\ GAE\ g^{-1}$، ۳۰۳$mg\ 100\ g^{-1}$ و ۵۷٪ مشاهده شد. در همه تیمارها در طی زمان جوانه‌زنی مقدار این ترکیبات تغییر معنی‌داری نداشت ($p>0/05$). در نهایت نتیجه‌گیری شد که زمان جوانه‌زنی ۲٤ h و مقدار ۱۵۰ $mg\ kg^{-1}$ گلوتامات سدیم مناسب‌ترین تیمار برای افزایش بیوسنتز گاماآمینوبوتریک اسید در دانه‌های گندم جوانه‌زده بود.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.17.2]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.83]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.17.2]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.83]

۱- مقدمه

گندم (*Triticumaestivum*) از قدیمی‌ترین و پرمصرف‌ترین گیاهان زراعی جهان می‌باشد. اهمیت گندم بیشتر مربوط به خواص فیزیکی شیمیایی و ترکیبات تشکیل دهنده آن است.پروتئین گندم از لحاظ تغذیه‌ای و تکنولوژیکی حائز اهمیت است. هم‌چنین سبوس گندم دارای پروتئین و ویتامین‌های مختلفی مانند A، B، C و E می‌باشد. گندم دارای سه بخش کلی آندوسپرم، پوسته و جوانهمی‌باشد.استفاده از جوانه‌زنی کنترل شده به عنوان روشی برای بهبود ارزش تغذیه‌ای و طعم محصولات غلات مورد توجه است.افزایش فعالیت آنزیمی در طی جوانه‌زنی تاثیر مخربی بر کیفیت نانوایی و آردسازی گندم دارد. فرآیند جوانه‌زنی بر کیفیت نانوایی آرد تاثیر دارد. اما باید جوانه‌زنی را به‌عنوان یک روش مناسب برای بهبود ارزش تغذیه‌ای گندم در نظر گرفت[۱]. این امر به دلیل افزایش قابلیت هضم نشاسته و افزایش زیست دسترسی آمینو اسیدها و تشکیل چندین ترکیب زیست فعال در طی جوانه‌زنی است. مطالعات افزایش در قندهای احیاء و آمینو اسیدهای آزاد، از جمله گاما آمینو بوتیریک اسید[۲] مواد معدنی قابل دسترسی زیستی[۳]، فیبرهای رژیمی محلول، ترکیبات فنولی و خاصیت آنتی‌اکسیدانی[٤] را در طی جوانه‌زدن دانه نشان می‌دهد. در بین ترکیبات افزایش یافته در طی جوانه‌زنی، GABA به‌عنوان یک ترکیب موثر در ارتقاء سلامت بیشتر مورد توجه است. GABA یک آمینو اسید ٤کربنه و غیرپروتیئنی است که جزء اصلی آمینو اسیدها آزاد در اکثر سلول‌های موجودات زنده پروکاریوت و یوکاریوت می‌باشد[٥]. GABA یکی از مهمترین نوروترانسمیترهای مهاری در سیستم عصبی مرکزی مهره‌داران است، از طرف دیگر دارای چندین عملکرد فیزیولوژیکی از جمله القاء کاهش فشارخون، اثرات ادرارآور و تسکین دهندگی، جلوگیری از تکثیر سلول‌های سرطانی، اثرات ضد استرس روی سلامت انسان می‌باشد و یک محرک قوی برای ترشح انسولین از پانکراس است. همچنین می‌تواند نقش یک تنظیم‌کننده تغذیه‌ای روی پانکراس را ایفاء کند و به طور موثری از شرایط دیابتیک جلوگیری کند. تحقیقات اخیر نشان داده است گاماآمینو بوتیریک اسید ممکن است غلظت هورمون های رشد پلاسما و سرعت سنتز پروتیئن در مغز را بهبود بخشد[٦]. یانگ و همکاران (۲۰۱٤)، تاثیر اولتراسوند را بر روی بهبود خواص خوراکی و تغذیه‌ای و همچنین کیفیت جوانه‌های دانه سویا مورد بررسی قرار دادند. آنها دانه‌های سویا را تحت توان‌های مختلف اولتراسوند (۰ تا ۳۰۰ وات) تیمار نمودند و دریافتند که تیمار اولتراسوند سرعت جوانه‌زنی و طول جوانه و میزان گامابوتیریک اسید را افزایش می‌دهد[۷]. ناگاوکا (۲۰۰۵)، تیمارهای مختلف جهت را جهت افزایش سطوح گامابوتیریک اسید و اسید فیتیک کاتالیز شده توسط آنزیم‌های درونی دانه گندم را مورد مطالعه قرار دادند. آنها دریافتند که سطوح ترکیبات زیست فعال گندم می‌تواند به طور چشمگیری با دستکاری شرایط جوانه زدن و استفاده از فعالیت‌آنزیم‌های درونی افزایش یابد. نتایج این محققان نشان داد که بازدهی گاما بوتیریک اسید از گندم جوانه‌زده در سطوح کنترل نشده اکسیژن محلول ۳±۱۸ بار بیشتر از گندم‌های بدون مکمل اکسیژن بود. همچنین غلظت گامابوتیریک اسید در ریشه گندم از سایر نقاط آن بیشتر بود[۸].

برانزلینلی و همکاران (۲۰۱۸)، تغیرات در فعالیت آنزیمی، کیفیت تکنولوژیکی و محتوای گاماآمینوبوتیریک اسید (GABA) در آرد گندم جوانه‌زده شده را مورد بررسی قرار دادند. آنها اثرات جوانه‌زنی گندم قبل از برداشت از مزرعه (PHS) و شرایط جوانه‌زنی القا شده در آزمایشگاه به مدت h ۲٤، ۸ و۷۲ را مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از این بود که جوانه‌زنی موجب کاهش قدرت گلوتن و تضعیف پروتئین می‌گردد ولی با این حال سبب افزایش حجم نان و میزان گامابوتیریک اسید شد[۹].

دینگ و همکاران (۲۰۱۸)، تاثیر جوانه‌زنی کنترل شده بر روی خصوصیات فیزیکی وشیمیایی و خواص کاربردی آرد گندم کامل و افزایش میزان گامابوتیریک اسید توسط اولتراسوند را مورد بررسی قرار دادند. آنها بیان کردند که بعد از ۱٥h جوانه‌زنی کنترل شده میزان فالینگ نامبر به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش داشته و میزان گلوکز ۲۲۷-۳٥۷ ٪ افزایش یافت. همچنین میزان شکست در خمیر حاصله از گندم کامل کاهش یافت که نشان دهنده کاهش قابل توجه رتروگراداسیون نشاسته در یک سیستم آبی است. بعد ازh ۷۲ جوانه‌زنی میزان GABA به میزان ۳۳۹٪ در مقایسه با نمونه جوانه نزده افزایش داشت. همچنین میزان GABA در نمونه حاصل از گندم نرم سفید که تحت تیمار اولتراسوند قرار گرفته بود به میزان ۳۰/۷ ٪ بیشتر از سایر نمونه‌ها بود[۲].

GABA از دکربوکسیلاسیون L–گلوتامیک اسید توسط آنزیم گلوتامات دکربوکسیلاز در سلول‌های زیستی تولید می‌شود. فرآیند جوانه‌زنی و افزودن اسید گلوتامیک به صورت نمک گلوتامات سدیم به عنوان پیش‌ساز GABA می‌تواند مسیر متابولیکی تولید GABA را تحریک و سرعت تولید این ماده را افزایش دهد. هدف این تحقیق بررسی اثر زمان جوانه‌زنی و مقدار گلوتامات سدیم بر میزان GABA و سایر ترکیبات زیست فعال جوانه گندم بود.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد مورد استفاده

در این تحقیق گندم رقم الوند از سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان شرقی تهیه شد. مواد آزمایشگاهی با درجه آنالیزی از شرکت مرک و سیگما تهیه گردیدند.

۲-۲- روش جوانه‌زنی دانه‌های گندم تیمارشده با گلوتامات سدیم

برای این منظور ابتدا دانه‌های گندم تمیز شده و ناخالصی‌ها از آن جدا شد. سپس از ضدعفونی با محلول هیپوکلریت سدیم ۱٪ برای مدت min ۵ و آبکشی با آب مقطر، نمونه‌ها در آب خیسانده شده و به مدت h ۲٤ در دمای °C ۳۰ در داخل آب نگهداری شدند. سپس نمونه‌ها در یک ظرف شیشه‌ای پهن شده و پارچه سفید روی آن کشیده شد و محلول حاوی غلظت‌های مختلف گلوتامات سدیم ($mg\ kg^{-1}$ ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰) در آب به همراه نمونه شاهد (بدون افزودن گلوتامات سدیم) بر روی پارچه اسپری شد و نمونه‌های تیمارشده در دمای °C ۳۰ به مدت ۳ روز گرمخانه‌گذاری شدند. در روزهای اول، دوم و سوم نمونه‌برداری انجام شده و نمونه‌ها در دمای ٦۰°C در آون به مدت h ۳ خشک شدند و در ظروف دربسته در دمای °C ۱۸- نگهداری شدند. برای انجام آزمایشات مربوطه، نمونه‌ها با استفاده از آسیاب خانگی آسیاب شدند.

۲-۳- آزمایشات فیزیکی-شیمیایی دانه‌های گندم جوانه‌زده

۲-۳-۱-درصد جوانه زنی

درصد جوانه زنی از نسبت تعداد بذور جوانه‌زده به تعداد کل بذور بدست آمد.

۲-۳-۲-طول جوانه

طول جوانه با استفاده از خط کش اندازه‌گیری و بر حسب cm گزارش شد.

۲-۳-۳-وزن تر جوانه

برای اندازه‌گیری وزن تر جوانه ابتدا ریشه‌هاحذف و جوانه درون پاکت قرار گرفت و سپس با ترازوی دیجیتالی با دقت g ۰/۰۰۱ توزین شد.

۲-۳-٤-مقدار GABA

مقدار GABA توسط روش لیو و همکاران (۲۰۱۳) اندازه‌گیری شد[۱۰]. برای این منظور g ۰/۵ پودر دانه جوانه‌زده شده خشک شده با mL ۵ محلول ۱۰٪ تری‌کلرواستیک اسید مخلوط و به مدت min ۱ همزده شده و سپس به مدت h۲ در °C ٤۰ جهت استخراج GABA نگهداری شد و با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ با rpm ۱۰۰۰۰ به مدت min ۱۵ سانتریفیوژ شد و فاز مایع بالایی با استفاده از فیلتر mμ ۰/٤۵ صاف شد.غلظت GABA در عصاره‌های استخراج شده توسط دستگاه HPLC (شیمادزو، ژاپن) و بعد مشتق‌سازی با اُفتال دی آلدئید آنالیز شد. فاز متحرک از دو بافر A (استات سدیم M ۰/۰۲ ، pH تنظیم شده روی ۷/۳ با اسید استیک، Lμ ۲۰۰ تری اتیل آمین در هر mL ۱۰۰۰ محلول) و بافر B (اسیتونیتریل با درجه کروماتوگرافی) تشکیل شده بود. ۸۰Lμ عصاره نمونه‌ها با Lμ ٤۰۰ از محلول M ۰/٤ بافر نمک بورات (pH تنظیم شده روی ۱۰/٤ با استفاده از محلول هیدروکسیدسدیم ٤۰٪) و Lμ ۸۰ واکنشگر مشتق‌سازی (با حل کردن mg ۱۰ اُفتال دی آلدئید در ۲۰Lμ از ۲-مرکاپتواتانول در mL ۲/۵ اسیتونیتریل) در دمای اتاق به مدت min ۵ جهت انجام واکنش مخلوط شد. Lμ ۲۰ از محلول مشتق‌سازی شده به ستون MP RP-18 دستگاهHPLC تزریق شد و با فاز محترک حاوی بافر A و B (به نسبت۸۰:۲۰v/v) با سرعت جریان $mL\ min^{-1}$ ۰/۸ در °C ٤۰ عبور داده شد. مقدار GABA با استفاده از آشکارساز فرا بنفش در طول nm ۳۳۸ تعیین شد.

۲-۳-۵-فعالیت روبشی رادیکال‌های آزاد DPPH

برای اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی از روش مهار رادیکال ۲،۲-دی فنیل-۱-پیکریل هیدرازیل (DPPH) استفاده شد. برای این منظور در مرحله اول، محلول DPPH در متانول (۰/۲ mM) تهیه و در یک بطری شیشه ای قهوه ای بسته

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-15]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.17.2]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.83]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-15]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.17.2]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.83]

بندی شده در کاغذ آلومینیوم، تا زمانی که استفاده در ٤°C ذخیره شد. به ۱ میلی‌لیتر از عصاره نمونه‌های تیمار شده mL ۵ محلول DPPH اضافه شد. نمونه بلانک حاوی mL ۱ متانول فاقد عصاره در mL ۵ محلول DPPH تهیه شد. به نمونه‌ها در دمای اتاق ۲۵°C در تاریکی به مدت min ۳۰ استراحت داده شد. جذب نمونه در طول موج nm ۵۱۷ با استفاده از اسپکتروفتومتر اندازه گیری شد[۱۱]. فعالیت مهارکنندگی رادیکال DPPH با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

فعالیت مهارکنندگی رادیکال DPPH (٪) =

$(1 - (A_{sample}/A_{control})) \times 100$

که در آن A_{sample} جذب نمونه فیلم‌های تولیدی و $A_{control}$ جذب نمونه کنترل است.

۲-۳-٦-استخراج و اندازه‌گیری مقدار فنول کل

ابتدا مقدار g ۰/۵ پودر دانه گندم جوانه‌زده با محلول ۸۰٪ متانول در آب مخلوط و به مدت h ۱ همزده شد و سپس با استفاده از کاغذ صافی واتمن ۱ صاف شد و حجم آن با استفاده از محلول متانول ۸۰٪ در آب به mL ۱۰ رسانده شد. سپس mL ۰/۵ از عصاره متانولی تا خشک شدن کامل در داخل آون ۵۰°C خشک شد. اندازه گیری میزان فنول کل با روش فولین -سیوکالچو انجام گرفت. برای این منظور باقیمانده عصاره خشک در mL ٦/۵ آب حل شد. سپس به آن mL ۰/۵ فولین ۱۰٪ اضافه شد و نمونه کاملاً همزده شد. پس از min ۵ مقدار mL ۱ محلول کربنات سدیم اشباع (۷/۵%) افزوده شد. پس از h ۱/۵ نگهداری در دمای اتاق با دستگاه اسپکتروفتومتر میزان جذب نمونه در طول موج nm ۷٦۰ قرائت شد و به صورت gμ معادل اسید گالیک بر g نمونه بیان شد[۱۲].

۲-۳-۷-اندازه‌گیری مقدار فلاونوئید کل

مقدار فلاونوئید کل (TFC) با دستگاه اسپکتروفتومترو روش کلرید آلومینیوم بر اساس تشکیل کمپلکس فلاونوئید-آلومینیوم تعیین شد. برای این کار mL ۰/۳ عصاره خشک شد و باقیمانده آن در mL ۱۰ محلول متانولی کلرید آلومینیوم ($AlCl_3$) (۲٪ وزنی/حجمی) مخلوط شده، پس از قرارگیری در دمای اتاق به مدت min ۱۵، جذب مخلوط واکنش داده در nm ٤۲۰ اندازه گیری شد. محتویات فلاونوئید کل از منحنی کالیبراسیون بر مبنای gμ معادل کوئرستین بر g نمونه محاسبه شد[۱۲].

۲-٤- آنالیز آماری

در این مطالعه اثر فاکتورهای زمان (سه سطح)، غلظت گلوتامات سدیم (۳سطح) بر شاخص‌های جوانه‌زنی، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات زیست‌فعال دانه گندم جوانه‌زده در قالب طرح کاملاً تصادفی به روش آزمایشات فاکتوریل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.همه تیمارها در سه تکرار انجام شد. اثرات اصلی و متقابل فاکتورهای اعمال شده با روش آنالیز واریانس (ANOVA) و مقایسه میانگین تیمارها با روش حداقل میانگین مربعات در سطح احتمال ($P <$ ۰/۰۵) انجام گرفت. آنالیزهای آماری با نرم‌افزارهای SAS نسخه ۹/۱ و نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- تاثیر زمان جوانه‌زنی و غلظت گلوتامات سدیم بر وزن تر

همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود زمان و غلظت گلوتامات سدیم تاثیر معنی‌داری بر وزن دانه گندم جوانه‌زده داشت ($p \leq$ ۰/۰۵) و با افزایش غلظت گلوتامات سدیم و زمان جوانه‌زنی وزن دانه گندم جوانه‌زده افزایش یافت. به طوری‌که وزن گندم از g ۱۳۵ در نمونه شاهد به g ۱۵۵ گرم در نمونه تیمار شده $mg\ kg^{-1}$ ۱۵۰ گلوتامات سدیم در روز اول رسید.

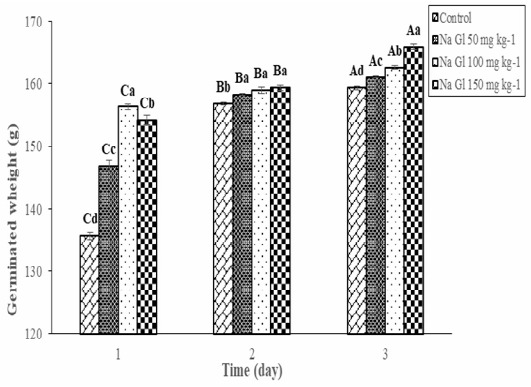

Fig 1 Time course of germinated weight in wheat seeds soaked at different concentration of sodium glutamate solutions.
*Different capital letters represent significant differences between different germination times in specific treatment ($P < 0.05$).
*Different lower-case letters represent significant differences between different treatments at specific germination times ($P < 0.05$).

همچنین این مقادیر در روز دوم و سوم آزمایش هم در نمونه شاهد و هم در نمونه های تیمار افزایش داشته است. نتایج بدست آمده از این تحقیق با نتایج برانزلینی و همکاران (۲۰۱۸) و ناگوکا (۲۰۰۵) مطابقت داشت[۸ و ۹].

کووانچای و همکاران (۲۰۱٤) اظهار کردند که افزودن گلوتامات سدیم باعث افزایش مقدار GABA و هم‌چنین سنتز سریع‌تر پروتئین‌های مورد نیاز دانه در هنگام جوانه‌زنی شده و می‌تواند با سنتز پیش‌سازهای چرخه اسید سیتریک به رشد سریع‌تر دانه کمک کند[۱۳].

۳-۱-۱-تاثیر زمان جوانه‌زنی و غلظت گلوتامات سدیم بر تعداد دانه

همانطورکه در شکل ۲ مشاهده می‌گردد اثر زمان جوانه‌زنی و غلظت گلوتامات سدیم بر تعداد دانه جوانه‌زدهمعنی‌داری بود ($P<0.05$). به طوریکه تعداد جوانه از ۵۰ ٪ در نمونه شاهد در روز اول به ٦۰ ٪ در روز سوم رسید که ناشی از تاثیر معنی‌داری زمان می‌باشد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که تیمار با غلظت‌های ۵۰mg kg^{-1} و ۱۰۰ گلوتامات سدیم تاثیر معنی‌داری بر تعداد دانه جوانه‌زده در مقایسه با نمونه شاهد نداشته ولی افزایش غلظت باعث افزایش تحریک جوانه‌زنی و افزایش تعداد دانه جوانه‌زده شد.

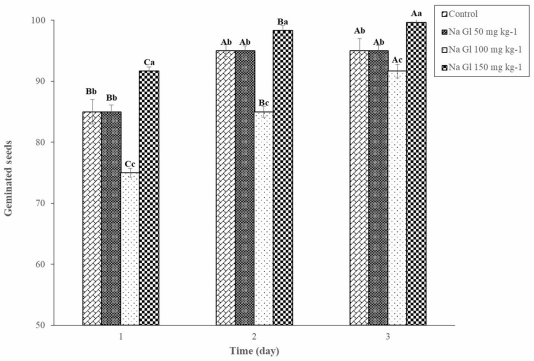

Fig 2 Time course of germinated seed numbersin wheat seeds soaked at different concentration of sodium glutamate solutions.
*Different capital letters represent significant differences between different germination times in specific treatment ($P < 0.05$).
*Different lower-case letters represent significant differences between different treatments at specific germination times ($P < 0.05$).

بطوری‌که بیشترین درصد جوانه‌زنی (۹۹٪) مربوط به نمونه تیمار شده با۱۵۰mg kg^{-1} گلوتامات سدیم در روز سوم جوانه‌زنی بود. اینوتامی و همکاران (۱۹۷۱) اظهار داشتند که افزایش مقدار گلوتامیک اسید در آب خیساندن دانه جو باعث افزایش سرعت جوانه زنی می‌شود[۱٤].

۳-۱-۲-تاثیر زمان جوانه‌زنی و غلظت گلوتامات سدیمبر طول جوانه

همانطور که در شکل۳ مشاهده می گردد اثر زمان جوانه‌زنی و غلظت گلوتامات سدیم بر طول جوانه معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۵). در روز اول اختلاف معنی‌دار بین نمونه شاهد و سایر نمونه‌ها از نظر طول جوانه وجود نداشت ($p>$۰/۰۵)، ولی در روز سوم این اختلاف مشهود بوده و با افزایش غلظت گلوتامات سدیم طول جوانه نیز بطور معنی‌دار افزایش یافت. بیشترین طول جوانه (۱۱mm) مربوط به نمونه به تیمار۱۵۰ mg kg^{-1} گلوتامات سدیم و روز سوم بود.نتیجه بدست آمده از این پژوهش مطابق با نتایج رنو و همکاران (۲۰۱۰) بود[۱۵].

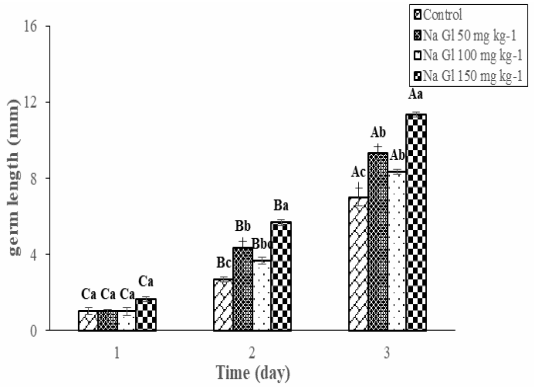

Fig 3 Time course of germ length in wheat seeds soaked at different concentration of sodium glutamate solutions.
*Different capital letters represent significant differences between different germination times in specific treatment ($P < 0.05$).
*Different lower-case letters represent significant differences between different treatments at specific germination times ($P < 0.05$).

۳-۱-۳-تاثیر زمان جوانه‌زنی و غلظت گلوتامات سدیم بر محتوی فلاونوئید کل

همان‌طور که در شکل ٤ مشاهده‌می‌شود تاثیر زمان جوانه زنی و مقدار گلوتامات سدیم بر محتوی فلاونوئید کل نمونه‌ها معنی‌دار بود($p\leq$۰/۰۵).بیشترین مقدار فلاونوئید کل در روز اول جوانه‌زنی مشاهد شد و با گذشت زمان مقدار آن بطور معنی‌دار کاهش یافت. همچنین در همه زمان‌ها بیشترین مقدار فلاونوئید کل مربوط به تیمار با گلوتامات سدیم mg kg^{-1} ۱۰۰ بود. فلاونوئید کل در طول مدت جوانه‌زنی روند کاهشی داشته و از ٤۷ µg CE g^{-1} به ۳۸ در نمونه شاهد و از µg

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-15]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.17.2]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.83]

$^{-1}$ CE g ٤٦ به ٣٠ در نمونه تیمار با $^{-1}$ mg kg ١٥٠ گلوتامات سدیم رسید.کاهش در مقدار فلاونوئید کل را می‌توان به مهار رادیکال‌های آزاد تولید شده در اثر متابولیسم میتوکندری بیان کرد. نتیجه بدست آمده از این پژوهش با نتایج رنو و همکاران (٢٠١٠) و برانزلینلی و همکاران (٢٠١٨) مطابقت داشت [٨ و ٩].

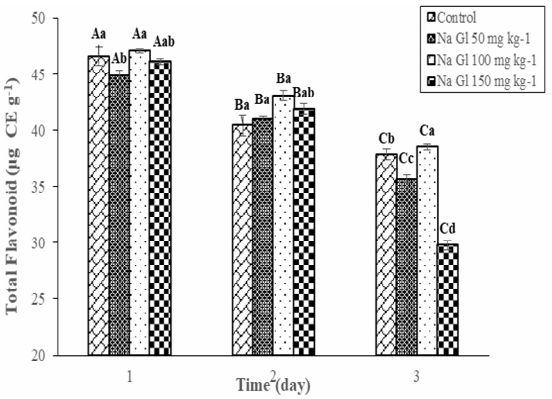

Fig 4 Time course of total flavonoid contentin wheat seeds soaked at different concentrations of sodium glutamate.
*Different capital letters represent significant differences between different germination times in specific treatment ($P < 0.05$).
*Different lower-case letters represent significant differences between different treatments at specific germination times ($P < 0.05$).

٣-١-٤-تاثیر زمان جوانه‌زنی و غلظت گلوتامات سدیم بر فنول کل

شکل ٥ نشان می‌دهد که فقط غلظت گلوتامات سدیم بر میزان فنول کل تاثیر معنی‌داری داشت (p≤٠/٠٥).

به طوری‌که فنول کل با افزایش مقدار گلوتامات سدیم اضافه شده روند افزایشی داشته و از $^{-1}$ GAEg ٢٤٣٢µg در نمونه شاهد به $^{-1}$ GAEg ٤٥٨٩µg در نمونه تیمارشده با $^{-1}$ mg kg ١٥٠ گلوتامات سدیم رسید. افزایش مقدار ترکیبات فنولی در طی جوانه‌زدن دانه گندم را می‌توان به افزایش بیوسنتز و تجزیه لیگنین و سایر پلیمرهای دیواره سلولی نسبت داد[١٦].

هم‌چنین فرآیند جوانه‌زنی ممکن است بیوسنتز ترکیبات فنولی را افزایش دهد که این افزایش از طریق فعال شدن آنزیم‌های فنیل‌آلانین آمینولیاز و گلوتاتیون اس ترانسفراز مربوط است[١٧].

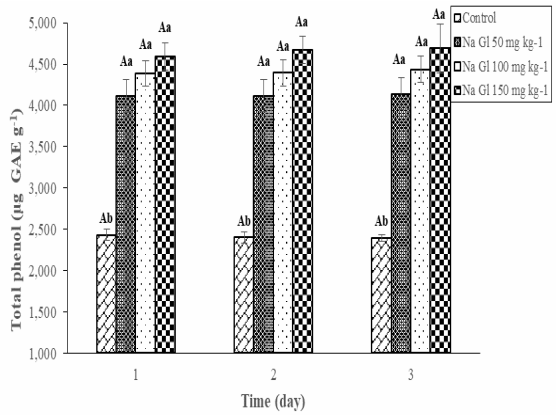

Fig 5 Time course of total phenol contentin wheat seeds soaked at different concentrations of sodium glutamate.
*Different capital letters represent significant differences between different germination times in specific treatment ($P < 0.05$).
*Different lower-case letters represent significant differences between different treatments at specific germination times ($P < 0.05$).

٣-١-٥- تاثیر زمان جوانه‌زنی و غلظت گلوتامات سدیم بر مقدار GABA

شکل ٦ نشان می‌دهد که فقط تاثیر مقدار گلوتامات سدیم بر مقدار GABA معنی‌دار بوده(p≤٠/٠٥) و اثر زمان جوانه‌زنی غیرمعنی‌دار بود.

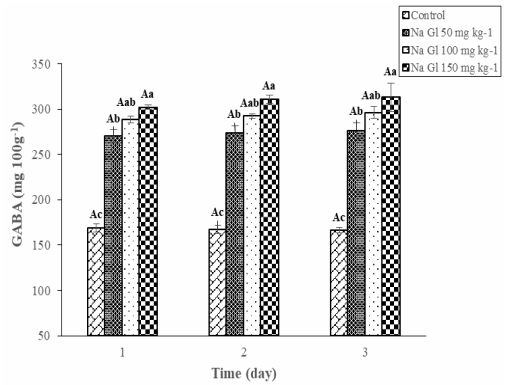

Fig 6 Time course of GABA contentin wheat seeds soaked at different concentrations of sodium glutamate.
*Different Capital letters represent significant differences between different germination times in specific treatment ($P < 0.05$).
*Different lower-case letters represent significant differences between different treatments at specific germination times ($P < 0.05$).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-15]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.17.2]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.83]

به طوری که مقدار GABA در روز اول از ۱۶۹ mg $100g^{-1}$ به ۳۰۲ در نمونه تیمارشده با ۱۵۰ mg kg^{-1} گلوتامات سدیم رسید. افزایش میزان گاما آمینو بوتیریک اسید با افزایش غلظت گلوتامات سدیم در آب خیساندن را به دکربوکسیلاسیون اسید گلوتامیک توسط آنزیم گلوتامات دکربوکسیلاز در طی جوانه-زنی نسبت داد. پس از مراحل اولیه جوانه‌زنی گاما آمینو بوتیریک اسید توسط یک حامل به داخل میتوکندری منتقل شده و به سوکسینیک سمی آلدئید تبدیل و پس از تبدیل آن به سوکسینات وارد چرخه اسید سیتریک می‌شود و در نهایت می‌تواند مجدداً به گلوتامیک اسید تبدیل شود ولذا مقدار گاما آمینو بوتیریک اسید در طی زمان جوانه‌زنی ثابت باقی ماند[۱۸].

۳-۱-٦-تاثیر زمان جوانه زنی و غلظت گلوتامات سدیم بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

نتایج آنالیز واریانس و مقایسه میانگین نشان می‌دهد که اثر مقدار غلظت گلوتامات سدیم بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۵) و زمان جوانه‌زنی تاثیر معنی‌داری بر آن نداشت ($p>$۰/۰۵).

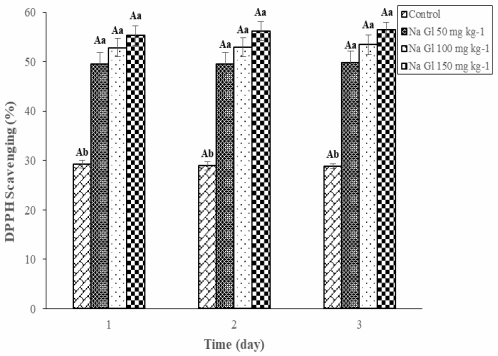

Fig 7 Time course of DPPH scavenging wheat seeds soaked at different concentrations of sodium glutamate
*Different Capital letters represent significant differences between different germination times in specific treatment ($P < 0.05$).
*Different lower-case letters represent significant differences between different treatments at specific germination times ($P < 0.05$).

افزایش غلظت گلوتامات سدیم باعث افزایش فعالیت روبشی رادیکال‌های آزاد DPPH شده است. به طوری‌که کم‌ترین فعالیت روبشی رادیکال‌ها آزاد DPPH مربوط به نمونه شاهد (۲۹ ٪) و بیشترین مقدار مربوط به نمونه تیمارشده با mg ۱۵۰ kg^{-1} گلوتامات سدیم (۵۷٪)بود. افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به دلیل افزایش میزان ترکیبات فنولی در دانه جوانه‌زده و نرم شدن مغز دانه در اثر جذب آب دانه و آزاد شدن ترکیبات فنولی محصور در دانه نسبت داد [۱۹و۲۰]. علاوه بر این پس از تبدیل گلوتامیک اسید به گاما آمینو بوتیریک اسید در داخل سلول، گاما آمینو بوتیریک اسید به متابولیت‌های واسط دیگری تبدیل ووارد چرخه اسید سیتریک می‌شود که در نهایت می‌تواند باعث افزایش سنتز ترکیبات فنولی شود و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را افزایش دهد[۱۸].

٤- نتیجه‌گیری

جوانه‌زنی دانه‌های غلات باعث سنتز ترکیبات باارزش تغذیه‌ای و زیست فعال می‌شوداین تحقیق با هدف بررسی تاثیر زمان جوانه‌زنی و مقدار گلوتامات سدیم بر میزان ترکیبات زیست فعال و مقدار گاماآمینوبوتریک انجام گرفت. مقدار گاما آمینوبوتریک اسید در دانه گندم جوانه‌زده وابسته به مقدار گلوتامات سدیم است و طولانی‌تر شدن زمان جوانه‌زنی بیش از ۲٤h تاثیری بر مقدار آن ندارد. علاوه براین نتایج نشان داد که افزایش غلظت گلوتامات سدیم در محیط جوانه‌زنی باعث افزایش مقدار ترکیبات فنولی شد که می‌تواند بدلیل فعال شدن مسیرهای متابولیکی و سنتز متابولیت‌های پیش‌ساز این ترکیبات باشد. کاهش مشاهده شده در مقدار ترکیبات فلاونوئیدی در طی زمان جوانه‌زنی به سبب خنثی کردن رادیکال‌های آزاد تولید شده در طی جوانه‌زنی است. با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق مناسبترین زمان از لحاظ تولید گاما آمینو بوتریک اسید و ترکیبات دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی در گندم جوانه‌زده زمان h ۲٤ و غلظت mg kg^{-1} ۱۵۰ گلوتامات سدیم است و می‌توان با استفاده از این روش جهت تولید دانه گندم جوانه‌زده، ارزش تغذیه‌ای دانه گندم و آرد حاصل از آن را افزایش و به‌عنوان مکمل تغذیه‌ای و سلامت بخش در تولید فرآورده‌های آردی مانند نان، کیک و... جهت کاهش فشار خون و کنترل دیابت از آن استفاده کرد.

٥- منابع

[1] Cho, D.H., and Lim, S.T. (2016). Review: Germinated brown rice and its bio-functional compounds. Food Chemistry, 196, 259 –271.
[2] Ding, J., Hou, G.G., Nemzer, B.V., Xiong, S., Dubat, A., Feng, H. (2018). Effects of controlled germination on selected physicochemical and functional properties of

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-15]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.17.2]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.83]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.17.2]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.83]

NaCl stress. Journal of plant physiology, 231, pp.192-201.

[12] Gómez-Favela, M.A., Gutiérrez-Dorado, R., Cuevas-Rodríguez, E.O., Canizalez-Román, V.A., del Rosario León-Sicairos, C., Milán-Carrillo, J. and Reyes-Moreno, C. (2017). Improvement of chia seeds with antioxidant activity, GABA, essential amino acids, and dietary fiber by controlled germination bioprocess. Plant foods for human nutrition, *72*(4), pp.345-352.

[13] Khwanchai, P., Chinprahast, N., Pichyangkura, R. and Chaiwanichsiri, S. (2014). Gamma-aminobutyric acid and glutamic acid contents, and the GAD activity in germinated brown rice (*Oryza sativa L.*): Effect of rice cultivars. Food Science and Biotechnology, *23*(2), pp.373-379.

[14] Inatomi, K. and Slaughter, J.C., 1971. The role of glutamate decarboxylase and γ-aminobutyric acid in germinating barley. Journal of Experimental Botany, 22(3), pp.561-571.

[15] Renault, H., Roussel, V., El Amrani, A., Arzel, M., Renault, D., Bouchereau, A., andDeleu, C. (2010). The Arabidopsis pop2-1 mutant reveals the involvement of GABAtransaminase in salt stress tolerance. BMC Plant Biology, 10(1), 20.

[16] Chen, Z., Wang, P., Weng, Y., Ma, Y., Gu, Z. and Yang, R. (2017). Comparison of phenolic profiles, antioxidant capacity and relevant enzyme activity of different Chinese wheat varieties during germination. Food Bioscience, 20,159-167.

[17] Mandal, S. M., Chakraborty, D., andDey, S. (2010). Phenolic acids act as signaling molecules in plant-microbe symbioses. Plant signaling and behavior, 5(4), 359-368.

[18] Fait, A., Fromm, H., Walter, D., Galili, G. and Fernie, A.R., (2008). Highway or byway: the metabolic role of the GABA shunt in plants. Trends in plant science, 13(1), 14-19

[19] Jin, W. J., Kim, M. J., Kim, K. S. (2013). Utilization of barley or wheat bran to bioconvert glutamate to *γ* -aminobutyric acid. Journal of Food Science, 78, 1376-1382.

[20] Guo, Y., Chen, H., Song, Y., andGu, Z. (2011). Effects of soaking and aeration treatment on c-aminobutyric acid accumulation in germinated soybean (*Glycine max L.*). European Food Research and Technology, 232, 787–795.

whole-wheat flour and enhanced γ-aminobutyric acid accumulation by ultrasonication. Food Chemistry, 243, 214-221.

[3] Platel, K., Eipeson, S.W., and Srinivasan, K. (2010). Bioaccessible mineral content of malted finger millet (*Eleusinecoracana*), wheat (*Triticumaestivum*), and barley (*Hordeumvulgare*). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 58(13), 8100 –8103.\

[4] Hung, P. Van., Hatcher, D.W., and Barker, W. (2011). Phenolic acid composition of sprouted wheats by ultra-performance liquid chromatography (UPLC) and their antioxidant activities. Food Chemistry, 126(4), 1896 –1901.

[5] Youn, Y.S., Park, J.K., Jang, H.D., and Rhee, Y.W. (2011). Sequential hydration with anaerobic and heat treatment increases GABA (gamma-aminobutyric acid) content in wheat. Food Chemistry, 129(4), 1631–1635.

[6] Syu, K.Y., Lin, C.L., Huang, H.C., and Lin, J.K. (2008). Determination of theanine, GABA, and other amino acids in green, oolong, black, and pu-erh teas with dabsylation and high-performance liquid chromatography. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56(17), 7637–7643.

[7] Yang, H., Gao, J., Yang, A., Chen, H. (2015). The ultrasound-treated soybean seeds improve edibility and nutritional quality of soybean sprouts. Food Research International, 77, 704-710.

[8] Nagaoka, H. (2005). Treatment of germinated wheat to increase levels of GABA and IP6 catalyzed by endogenous enzymes. Biotechnology Progress, 21(2), 405 –410.

[9] Baranzelli, J., Kringel, D., Colussi, R., Dias, A.R.G. (2018).Changes in enzymatic activity, technological quality and gamma-aminobutyric acid (GABA) content of wheat flour as affected by germination. Food Science and Tenchnology, 90, 483-490.

[10] Liu, R., He, X., Shi, J., Nirasawa, S., Tatsumi, E., Li, L. and Liu, H. (2013). The effect of electrolyzed water on decontamination, germination and γ-aminobutyric acid accumulation of brown rice. Food control, 33(1), pp.1-5.

[11] Ma, Y., Wang, P., Chen, Z., Gu, Z. and Yang, R. (2018). GABA enhances physio-biochemical metabolism and antioxidant capacity of germinated hulless barley under

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Effect of sodium glutamate pretreatment on physicochemical properties and bioactive compounds in germinated wheat

PashaeiBahram R.[1], Javadi A.[2*], Bodbodak S.[3], Arajkhodaei M.[4]

1. Ph.D. Student of Department of Food Science and Technology, Mamagan Branch, Islamic Azad University, Mamagan, Iran.
2. Professor ofDepartment of Food Hygiene, Tabriz Medical Science, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
3. Assistant Professor of Department of Food Science and Technology, Ahar Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
4. Assistant Professor of Department of Persian Medicine, School of Traditional Medicine, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran.

ABSTRACT

The aim of the study was to investigate the effect of sodium glutamate pretreatment, as a substrate, on the production of gamma aminobutyric acid during wheat germination. For this purpose, wheat grains (Alvandvariety) were treated with different amounts of sodium glutamate (0, 50, 100, and 150 mg kg^{-1}) during 72 h germination. Physical properties (such as germinated seed weight, number of germinated seeds and germination length) and bioactive compounds contents (such as gamma aminobutyric acid, total flavonoids, total phenols and free radical scavenging activity of DPPH) were measured at 24, 48 and 72 h time intervals. The results showed that germinated seed weight and number of germinated seeds increased with increase of sodium glutamate concentration and germination time. Also, the total flavonoids contents decreased in all samples during germination time and the increase of glutamic acid did not have a significant effect on its amount. The highest levels of total phenol, gamma aminobutyric acid and antioxidant capacity were observed in the sample treated with150 mg kg^{-1} on the first day of germination equal to 4589 µg GAE g^{-1}, 303 mg 100 g-1 and 57%, respectively. In all treatments, the amount of these compounds did not change significantly during germination time ($p > 0.05$). Finally, it was concluded that the 24 hours germination time and the 150 mg kg^{-1} glutamate was the most appropriate treatment to increase the biosynthesis of gamma-aminobutyric acid and anatioxidant activity in germinated wheat grains.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2022/ 04/ 16
Accepted 2022/ 05/ 25

Keywords:

Sodium glutamate,
Gama-Aminobutyric acid,
Germinated wheat,
Germination.

DOI: 10.22034/FSCT.19.128.83
DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.17.2

*Corresponding Author E-Mail:
Javadi@iaut.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-15]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.17.2]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.128.83]