نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۸، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۱، ص. ۳۷۰-۳۶۱

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 8, No. 4, Winter 2013, p. 361-370

بهینه یابی شرایط شفاف سازی آب کیوی با استفاده از آنزیم پکتیناز، بنتونیت و پلی وینیل پلی پرولیدون

الهام علی پور[۱]- سیدعلی مرتضوی[۲]- آرش کوچکی[۳]

تاریخ دریافت:۱۳۸۹/۵/۱۷
تاریخ پذیرش:۱۳۹۰/۷/۲۵

چکیده

دراین پژوهش از روش سطح پاسخ به منظور تعیین مقادیر بهینه آنزیم پکتیناز، بنتونیت و پلی وینیل پلی پرولیدون جهت شفاف سازی و پایداری آب کیوی استفاده گردید. نتایج نشان داد که جهت شفاف سازی آب کیوی مقدار بهینه آنزیم پکتیناز ۵/۸۳g/kg، بنتونیت ۳۰۶/۰۵g/Ton و پلی وینیل پلی پرولیدون ۷۰ g/100 lit می باشد. با افزودن این مواد، میزان کدورت کاهش و شفافیت افزایش یافت. در نهایت از مقدار مواد فنولی نیز کاسته شد. افزایش غلظت بنتونیت و پلی وینیل پلی پرولیدون باعث کاهش میزان ویسکوزیته آب کیوی گردید. افزایش غلظت آنزیم از ۲-۵g/kg نیز باعث کاهش چشمگیر در ویسکوزیته آب کیوی شد. ضریب تبیین (R^2) برای ویسکوزیته ،کدورت، شفافیت ومیزان کل ترکیبات فنولی بیش از ۰/۹۰ بود که حاکی از مناسب بودن مدل مورد استفاده جهت برازش داده می باشد. ویسکوزیته، کدورت وشفافیت به غلظت آنزیم و بنتونیت بودند وابسته بودند. اثر پلی وینیل پلی پرولیدون بر مقدار کل ترکیبات فنولی نیز معنی دار بود.

واژه های کلیدی: آب کیوی، شفاف سازی، آنزیم پکتیناز، بنتونیت، پلی وینیل پلی پرولیدون، روش سطح پاسخ

مقدمه

کیوی[1] با نام علمی *Actinidia deliciosa* از جمله میوه هایی است که از لحاظ تغذیه ای وخواص درمانی دارای ارزش بالایی است. این میوه حاوی ویتامین C است و به عنوان یک منبع آنتی اکسیدانی قوی مطرح می باشد. پالپ کیوی حاوی mg GAE/100g ۳۰۲/۸±۱۱ ترکیبات فنولی بر حسب گالیک اسید است (Zhao و همکاران، ۲۰۰۶).

به منظور ممانعت از تشکیل کدورت در طول نگهداری و بهبود طعم و مزه آب میوه، فرایند شفاف سازی ضروری می‌باشد. در روش شیمیایی از ترکیبات مختلف مانند آنزیم ها (پکتیناز، آمیلاز، آراباناز و ...) و کمک شفاف کننده‌هایی همچون ژلاتین، بنتونیت، سیلیکاسل، پلی وینیل پلی پرولیدون و ... بهره گرفته می شود. نحوه عملکرد کمک شفاف کننده ها ایجاد لخته و به دنبال آن تشکیل رسوب می‌باشد (Siebert و همکاران، ۱۹۹۸؛ Cassano و همکاران، ۲۰۰۴؛ Cassano و همکاران، ۲۰۰۶؛ Cassano و همکاران، ۲۰۰۷).

عوامل اصلی کدورت در آب کیوی پکتین، پروتئین و پلی فنل ها هستند. به دلیل سطوح بالای پکتین در آب کیوی از آنزیم پکتیناز در مرحله اول شفاف سازی بهره گرفته می شود. تاثیر آنزیم پکتیناز بر لایه پکتینی است که هسته پروتئینی ذرات پکتینی پروتئین دار را در خود جای داده است (Pinelo و همکاران، ۲۰۰۹). در مراحل بعد از آنزیم زنی از کمک شفاف کننده ها به منظور دستیابی به شفافیت بیشتر بهره گرفته می شود (Mohamadi و همکاران، ۲۰۰۸).

با وجود تحقیقات گسترده بر روی اثر شفاف کننده ها در آب میوه‌های مختلف تا کنون تحقیق جامعی در مورد اثر ترکیبی عوامل شفاف کننده آب کیوی انجام نشده است. بنابراین هدف از پژوهش حاضر تعیین مقادیر مناسب آنزیم پکتیناز و کمک شفاف کننده های بنتونیت و پلی وینیل پلی پرولیدون (PVPP) به منظور دستیابی به آب کیوی پایدار می باشد. نکته حائز اهمیت در این مورد بکارگیری آنزیم و کمک شفاف کننده ها به گونه ای است که شفافیت مناسب حاصل گردد و این ترکیبات خود عامل ایجاد کدورت نشوند. برای این منظور از طرح مرکب مرکزی جهت تعیین مقدار نهایی این سه ماده به طور

1- Kiwifruit

همزمان بهره گرفته شد.

مواد و روش ها

استخراج آب کیوی

میوه کیوی از شهرستان تنکابن استان مازندران خریداری و به منظور حذف بخشی از پرزهای موجود بر روی پوست به خوبی با آب شستشه شد. پس از خرد کردن کیوی ها، میوه آب‌گیری گردید (آبمیوه گیری مدل GSB2031 – GEEPAS، آلمان). در این مرحله دانه های سیاه کیوی و بخشی از پالپ میوه حذف شدند و باقی مانده پالپ با استفاده از پارچه توری و توسط پمپ خلا (مدل PV35Chicago، ژاپن) از آب میوه جدا گردید. به منظور شفاف سازی آب کیوی از آنزیم پکتیناز (با منشا *Aspergillus aculeatus* و درجه فعالیت استاندارد ۲۶۰۰۰PG/ml، شرکت Novo Nordisk، دانمارک)، بنتونیت (شرکت Merck) و پلی وینیل پلی پرولیدون PVPP (شرکت سیگما، سوئیس) استفاده شد.

آنالیز نمونه

مقدار پروتئین توسط روش ماکروکجلدال، درصد ماده خشک با استفاده از آون دما ثابت (Memmert، آلمان)، درصد خاکستر (کوره الکتریکی مدل F47، ایران)، اسیدیته (بر حسب اسید سیتریک) با روش تیتریمتری، pH (دستگاه pH متر مدل METROHM 704، سوئیس)، مواد جامد محلول (رفراکتومتر دیجیتال ATAGO مدل RXR-5000 CX، ژاپن)، مقدار کل ترکیبات فنولی توسط معرف فولین – سیوکالتو (بر حسب اسید گالیک)، مقدار آهن (اسپکتروفوتومتر جذب اتمی مدل PHILIPS x PU9100، انگلستان) با استاندارد آمونیوم سولفات آهن سه، ویتامین C (روش استاندارد و دستگاه HPLC مدل HP1050، ساخت امریکا)، مقدار پکتین توسط روش وزنی بر حسب پکتات کلسیم اندازه گیری شد (استاندارد ملی ایران ، ۲۶۸۵؛ Bushwag و همکاران، ۱۹۸۸؛ ، Chimi و همکاران، ۱۹۹۱؛ Hayouni و همکاران، ۲۰۰۷).

اندازه گیری ویسکوزیته

ویسکوزیته آب میوه یکی از خصوصیات مهم در تعیین مقدار بهینه آنزیم پکتیناز می باشد. کاهش ویسکوزیته تا ۴۰ درصد مقدار اولیه نشان دهنده بهینه بودن مقدار آن است. برای تعیین ویسکوزیته آب کیوی از دستگاه ویسکومتر دورانی بروکفیلد (مدل RBT spindle 21، امریکا) در دمای ۲۵°C استفاده گردید.

اندازه گیری کدورت

میزان کدورت آب کیوی با استفاده از کدورت سنج مدل Hach-Ratio/XR43900 ساخت آلمان تعیین شد.

تعیین میزان شفافیت

یکی از تغییراتی که هنگام شفاف سازی در آب میوه بوجود می‌آید افزایش میزان عبور نور و کاهش جذب نور است. به منظور اندازه گیری میزان شفافیت از اسپکتروفتومتر (UV-VIS مدل PU8730 PHILIPS، انگلستان) استفاده شد.

اندازه گیری مقدار کل ترکیبات فنولی

مقدار ک ل ترکیبات فنولی با استفاده از روش معرف فولین سیوکالتو[1] بر حسب گالیک اسید اندازه گیری شد. در این روش ترکیبات فنولی با معرف فولین–سیوکالتو واکنش می دهند. برای این منظور غلظتی مشخص از آب کیوی بر حسب PPM که در محدوده منحنی استاندارد قرار می گیرد تهیه شد. یک میلی لیتر از محلول ساخته شده را به یک بالن ۲۵ میلی لیتری که حاوی ۹ سی سی آب مقطر است اضافه کرده و ۱ میلی لیتر از محلول فولین – سیوکالتو ۲ mol/l به مخلوط اضافه شد. سپس به مدت ۵ دقیقه به شدت تکان داده شد و پس از ۵ دقیقه ۱۰ میلی لیتر از کربنات سدیم ۷ درصد اضافه نموده و به مدت ۹۰ دقیقه (با حذف نور از محیط) در دمای ۲۳ درجه سانتی گراد در انکوباتور قرار دادیم. سپس جذب در ۷۵۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید (Singleton و همکاران، ۱۹۹۹).

طرح آماری جهت به‌ینه سازی استخراج

در این آزمایش از روش سطح پاسخ جهت بررسی اثر متغیرهای مستقل (آنزیم، بنتونیت و پلی وینیل پلی پرولیدون) بر ویسکوزیته (mPas)، کدورت (NTU)، شفافیت و مقدار ترکیبات فنولی (mgGAE/100ml) استفاده گردید. برای این منظور طرح مرکب مرکزی صاف با متغیرهای مستقل مقدار آنزیم (۸-۲ g/kg)، مقدار بنتونیت (۳۵۰-۲۰۰ g/Ton) و PVPP (۱۱۰-۷۰ g/100Lit) به کار گرفته شد. نرم افزار Design-Expert نسخه 6.0.4 (مینیاپولیس، امریکا) جهت برازش مدل بر داده ها و تعیین نقطه بهینه مورد استفاده قرار گرفت. توابع پاسخ (y) ویسکوزیته، کدورت، میزان شفافیت و مقدار کل ترکیبات فنولی بودند. مدل چند جمله ای درجه دوم جهت برازش بر داده مورد استفاده قرار گرفت.

$$y= b_0+b_1x_1+b_2x_2+b_3x_3+b_{11}x_1^2+b_{22}x_2^2+b_{33}x_3^2+b_{12}x_1x_2+b_{13}x_1x_3+b_{23}x_2x_3+\varepsilon$$

1- Folin-ciocalteu

ضرائب چند جمله ای b_0 (عدد ثابت)، b_1، b_2 و b_3 (اثرات خطی)، b_{11}، b_{22} و b_{33} (اثرات کوادراتیک) و b_{12}، b_{23} و b_{13} (اثرات متقابل) هستند. معنی داری ضرائب مدل با استفاده از آنالیز واریانس برای هر پاسخ تعیین گردید.

نتایج وبحث

بررسی ترکیبات آب کیوی

آب کیوی حاوی ۰/۶۳±۴۸ درصد پروتئین، ۰/۲۸±۱۶/۶۹ درصد ماده خشک، ۰/۰۳±۰/۲۴۵ درصد خاکستر، ۰/۰۳±۰/۳۲ گرم پکتین در ۱۰۰ گرم آب میوه و ۰/۰۳±۰/۲۱ میلی گرم آهن درصد میلی لیتر آب میوه بود. میزان ویتامین C برای آب کیوی بدون افزودنی ۲/۸۹±۵۸/۸ mg/100ml و برای نمونه نهایی ۰/۹۴±۲۶/۳ mg/100ml اندازه گیری شد. مقدار کل ترکیبات فنولی در پالپ کیوی ۱۲/۱۲ ±۲۹۳/۵ (mgGAE/100ml) و برای آب کیوی فیلتر شده ۳۰/۴۶±۲۸۲/۳ (mgGAE/100ml) بود. Zhao و همکاران (۲۰۰۶) مقدار کل ترکیبات فنولی برای پالپ کیوی را ۱۱±۳۰۲/۸ mgGAE/100g گزارش کرد که این مقدار مشابه آب کیوی مورد بررسی در این آزمایش می باشد. pH و اسیدیته آب کیوی به ترتیب ۰/۲۸ ±۳/۴۸ و ۱/۱ درصد و بریکس آن ۰/۳ ± ۱۴/۵می باشد.

برازش مدل

با توجه به نتایج به دست آمده افزودن ضرائب به مدل تا رسیدن به مدل درجه دوم به طور معنی دار باعث بهبود مدل گردید. به این ترتیب مدل درجه دوم بهترین مدل جهت ارزیابی اثر فاکتورها بر روند تغییرات متغیرهای پاسخ (ویسکوزیته، کدورت، شفافیت و مقدار کل ترکیبات فنولی) بود. مدل مناسب جهت برازش بر داده های مورد بررسی باید ضریب تبیین (R^2) حداقل ۰/۸ داشته باشد. R^2 برای ویسکوزیته، کدورت، شفافیت و مقدار کل ترکیبات فنولی ۰/۹۹ بود (جدول ۱). R^2 بالا نشان دهنده این است که تغییرات در مدل محاسبه گردیده و داده ها به خوبی با مدل برازش داده شده اند. R^2 بالا همیشه به معنی مناسب بودن مدل رگرسیونی نمی باشد. بنابراین، بهتر است جهت تعیین کفایت مدل از R^2 تصحیح شده استفاده شود که مقدار آن باید بیش از ۹۰ درصد باشد. این مقدار برای تمامی متغیرهای آزمایش ۰/۹۹ بود. آزمون ضعف برازش برای تمامی پاسخ‌ها بی معنی بود که نشان می دهد که پاسخ ها به خوبی توسط مدل پیش بینی شده اند.

اثر متغیرها بر ویسکوزیته آب کیوی

در تمامی غلظت های بنتونیت ، افزایش غلظت آنزیم از ۲-۵ g/kg باعث کاهش چشمگیر در ویسکوزیته آب کیوی شد (شکل-۱ الف). این امر به دلیل تخریب پکتین توسط آنزیم پکتیناز و در نتیجه کاهش ظرفیت نگهدارندگی آب در آب میوه بود (Rai و همکاران، ۲۰۰۴). با افزایش غلظت آنزیم از ۸-۵ g/kg، ویسکوزیته آب کیوی افزایش یافت که احتمالا اشباع شدن محیط از آنزیم عامل این افزایش می‌باشد. Rai و همکاران (۲۰۰۴) نیز اشباع شدن محیط از آنزیم در شرایطی که بیش از حد مورد نیاز استفاده شده باشد را عامل افزایش ویسکوزیته آب میوه موزامبی معرفی نمودند.

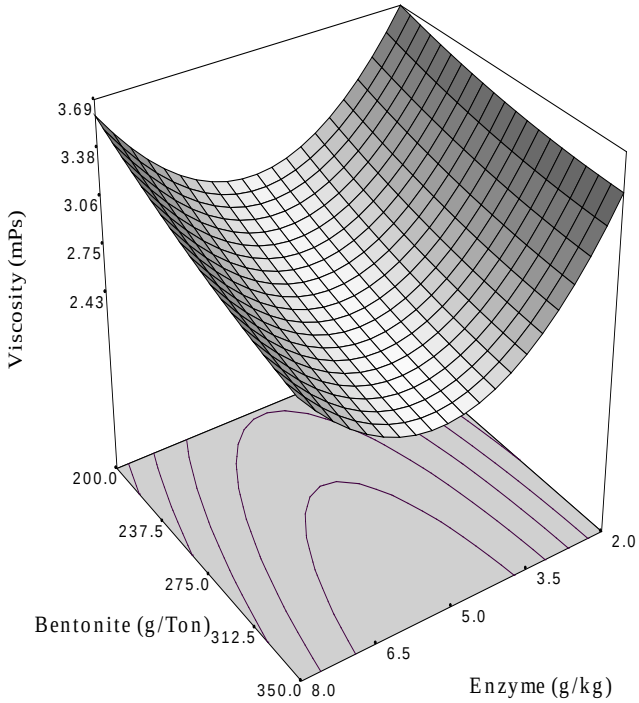
افزایش غلظت بنتونیت باعث کاهش میزان ویسکوزیته آب کیوی گردید (شکل ۱ الف). این کاهش در غلظت های بالاتر آنزیم (۸ g/kg) چشمگیرتر بود. دلیل کاهش میزان ویسکوزیته آب میوه در اثر افزایش غلظت بنتونیت را می‌توان به اثری که این ماده بر کاهش میزان پروتئین می گذارد نسبت داد. این کاهش در میزان پروتئین باعث کاهش در قوام آب میوه و در نتیجه ویسکوزیته اندازه گیری شده گردید.

افزایش غلظت PVPP نیز موجب کاهش چشمگیر در میزان ویسکوزیته آب کیوی شد (شکل ۱ ب). این امر احتمالا به دلیل کاهش مواد فنلی آب کیوی بود که با توجه به رابطه مستقیم بین غلظت مواد و ویسکوزیته می توان این مسئله را توجیه نمود.

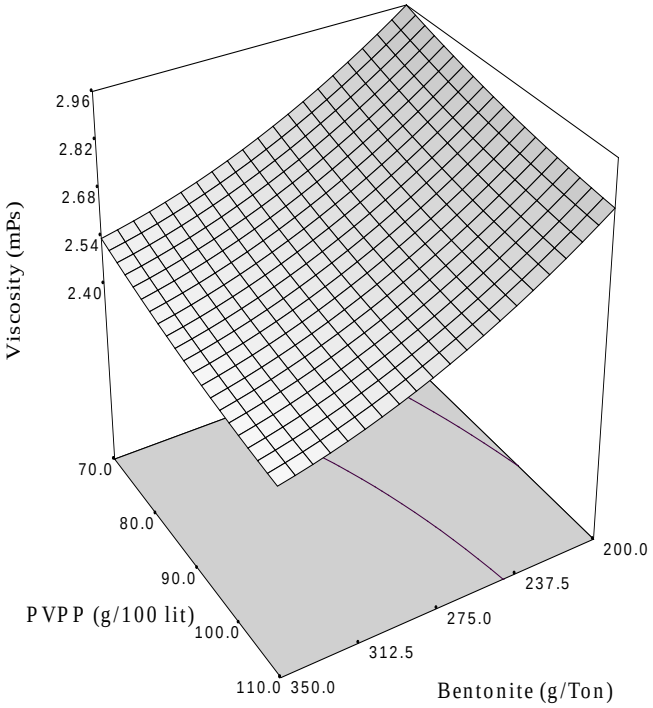
اثر متغیرها برکدورت آب کیوی

شکل۲ الف اثر آنزیم پکتیناز و بنتویت بر کدورت آب کیوی را نشان می دهد. درغلظت پایین آنزیم (۲ g/kg)، افزایش مقدار بنتونیت باعث کاهش جزئی در مقدار کدورت آب میوه شد. این مسئله احتمالا به مناسب نبودن غلظت آنزیم پکتیناز (با توجه به نقش اصلی آن در کاهش کدورت آب کیوی) جهت ایجاد شفافیت مطلوب در آب کیوی مرتبط است. در حداکثرغلظت آنزیم (۸ g/kg)، افزایش مقدار بنتونیت اثر چندانی بر میزان کدورت آب کیوی نداشت . این امر به دلیل مسدود شدن مکان های فعال بنتونیت (در جذب سطحی پروتئین ها نقش دارند)، به دلیل وجود مقدار زیاد آنزیم درمحیط می باشد (Siebert و همکاران، ۱۹۹۷).

افزایش مقدار آنزیم در محدوده ۵-۲ g/kg، درتمامی غلظت‌های بنتونیت باعث کاهش چشمگیر در کدورت آب کیوی شد (شکل ۲ الف). این کاهش به دلیل اثری است که آنزیم بر پکتین موجود در آب میوه گذاشته و باعث تخریب پکتین و کاهش کدورت آب میوه می‌شود (Cassano و همکاران، ۲۰۰۶؛ Cassano و همکاران، ۲۰۰۷؛ Cassano و همکاران، ۲۰۰۷؛ Cassano و همکاران، ۲۰۰۸). در مقادیر بالاتر بنتونیت (۵ g/kg)، این روند کاهشی شدیدتر بود که این امر نشان دهنده اثر متقابلی است که این دو ترکیب بر روی همدیگر گذاشته اند.



الف



ب

شکل۱- نمودار سطح پاسخ برای اثر (الف) مقدار بنتونیت و آنزیم پکتیناز (PVPP =۹۰ g/100lit) و ب) مقدار بنتونیت و PVPP (آنزیم پکتیناز ۵ g/kg) بر ویسکوزیته آب کیوی

جدول ۱ – نتایج آنالز واریانس (ANOVA) متغیرهای خطی، درجه دوم و اثرات متقابل هر پاسخ و ضرایب پیشگویی مدل برازش یافته درجه دوم بر داده های پاسخ

Source	DF	ویسکوزیته (mPas)			کدورت(NTU)			جذب			ترکیبات فنولی(mgGAE/100ml)		
		ضرایب	مجموع مربعات	اندیس p	ضرایب	مجموع مربعات	اندیس p	ضرایب	مجموع مربعات	اندیس p	ضرایب	مجموع مربعات	اندیس p
Model	۹	۶/۶۸	۴/۰۹	<۰/۰۰۰۱	۸۸/۳	۷۰۳/۹۲	<۰/۰۰۰۱	۳/۰۳	۱/۹۳	<۰/۰۰۰۱	۶۳۹/۳۲	۴۴۲۷۲/۸۳	<۰/۰۰۰۱
Linear													
b_1	۱	−۰/۷	۰/۱۹	<۰/۰۰۰۱	-۱۵/۳۰	۲۶۱/۱۲	<۰/۰۰۰۱	-۰/۶۹	۰/۶۳	<۰/۰۰۰۱		۰/۱۷	۰/۹۶۹۱
b_2	۱	−۶/۴۶	۰/۴۵	<۰/۰۰۰۱	-۰/۰۴۰	۱۰/۵۹	۰/۰۰۰۲		۱/۴۴۴	۰/۹۶۵۰	-۰/۸۲	۶۷۶۰/۴۲	<۰/۰۰۰۱
b_3	۱	−۰/۰۱۲	۰/۰۴۶	۰/۰۰۱۴	-۰/۶۸۰	۳۲/۵۸	<۰/۰۰۰۱		۷/۷۰۹	۰/۳۲۲۸	-۴/۷۷	۳۷۲۰۸/۴۱	<۰/۰۰۰۱
Quadratic													
b_{11}	۱	۰/۰۸	۱/۶۴	<۰/۰۰۰۱	۰/۸۶۹	۱۶۸/۴۰	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۵۴	۰/۶۷	<۰/۰۰۰۱		۹/۰۷	۰/۳۸۱۶
b_{22}	۱		۸/۸۹۲	۰/۰۸۵۳		۰/۰۱۳	۰/۸۳۸۵		۳/۳۹۴	۰/۵۰۵۸		۹/۰۶	۰/۳۸۱۹
b_{33}	۱		۱/۰۳۱	۰/۵۳۰۳	۲/۱۲۶	۱/۹۹	۰/۰۲۸۴		۳/۲۷۳	۰/۵۱۳۳		۹/۱۱	۰/۳۸۰۵
Interaction													
b_{12}	۱	−۳/۸	۰/۰۵۹	۰/۰۰۰۶	۵/۴۴	۱۲/۰۰	<۰/۰۰۰۱	۹/۸۲	۳/۹۰۷	۰/۰۴۱۲		۵/۰۰۰	۰/۹۹۹۸
b_{13}	۱		۰/۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۰/۰۳	۴۱/۴۰	<۰/۰۰۰۱	۴/۰۲۵	۴/۶۶۶	۰/۰۲۸۴		۵/۰۰۰	۰/۹۹۸۳
b_{23}	۱		۰/۰۰۰	۱/۰۰۰۰		۰/۰۸۰	۰/۶۱۹۰		۲/۰۶۷	۰/۱۱۹۳	۳/۳	۱۹۶/۰۴	۰/۰۰۱۷
Residual	۱۰		۰/۰۲۴			۳/۰۴			۷/۱۲۶			۱۰۸/۲۵	
Lack-of-fit	۵		۰/۰۱۶	۰/۴۶۵۵		۲/۴۹	۰/۰۶۱۲		۴/۷۹۱	۰/۲۲۴۶		۹۰/۲۰	۰/۰۵۱۰
Pure error	۵		۸/۶۸۳									۱۸/۰۵	
Total	۱۹		۴/۱۲			۷۰۶/۹۶			۱/۹۳			۴۴۳۸۲/۰۸	
R^2		۰/۹۹۴۱			۰/۹۹۵۷			۰/۹۹۵۳			۰/۹۹۷۶		
Adj- R^2		۰/۹۸۸۷			۰/۹۹۱۸			۰/۹۹۳۰			۰/۹۹۵۴		
CV		۱/۶۳			۶/۸۵			۵/۲۲			۲/۶۵		

در تمامی غلظت های بنتونیت ، افزایش غلظت آنزیم از g/kg ۸-۵، باعث افزایش جزئی در کدورت آب کیوی شد. این امر می تواند به دلیل بالا رفتن مقدارآنزیم به مقادیری بیش ازحد مورد نیاز جهت تاثیر بر پکتین موجود درآب کیوی باشد (Cassano و همکاران، ۲۰۰۶؛ Pinelo و همکاران، ۲۰۰۹).

Pinelo و همکاران (۲۰۰۹) تاثیر منفی مقادیر بیش از حد کمک شفاف کننده هایی مانند آنزیم پکتیناز، بنتونیت، ژلاتین و سیلیکاسل را برشفافیت آب گیلاس خاطر نشان نمودند. بنا به نظر این محققان، نحوه اثر آنزیم پکتیناز بر پکتین موجود در اکثر آب میوه ها به مقدار پکتین موجود در محیط بستگی دارد. این نکته در مورد سایر شفاف کننده ها مانند ژلاتین و بنتونیت که از طریق اثر بر پروتئین موجود در آب میوه باعث شفاف سازی آن ها می‌شوند، به میزان پروتئین موجود در آب میوه وابسته می باشد.

Lee و همکاران (۲۰۰۶) و Sin و همکاران (۲۰۰۶) در پژوهش‌های خود تاثیر آنزیم پکتیناز بر میزان کدورت آب موز و آب ساپودیلا را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیقات نیز نشان داد که میزان شفافیت آب میوه ها به شدت به غلظت آنزیم بستگی داشت و افزایش بیش از حد مقدار آنزیم پکتیناز نه تنها باعث کاهش کدورت نشد بلکه موجب کاهش شفافیت آب میوه ها گردید که این نکته درمورد آب کیوی نیز صادق بود.

با افزایش غلظت PVPP ، کدورت آب کیوی به صورت خطی کاهش یافت به طوری که در مقادیر حداکثر PVPP ، کدورت در حداقل مقدار خود بود (شکل ۲ ب). این امر به دلیل حذف مواد فنلی و پروتئینی توسط PVPP می باشد (Siebert و همکاران، ۱۹۹۷؛ Siebert و همکاران، ۱۹۹۸). نتایج Siebert و همکاران (۱۹۹۷) نیز نشان داد که با افزایش مقدار PVPP رنگ آب سیب کاهش یافت.

بررسی اثر متغیرها بر شفافیت آب کیوی

در تمامی غلظت های بنتونیت افزایش آنزیم از g/kg ۵-۲، باعث کاهش جذب و افزایش شفافیت گردید (شکل ۳ الف). این امر نشان می دهد که آنزیم پکتیناز در این محدوده باعث تخریب پکتین شده است. مشابه نتایج حاصل در این آزمایش، Cassano و همکاران (۲۰۰۴، ۲۰۰۷) نیز در پژوهش های خود به نقش بیشتر آنزیم پکتیناز بر کاهش پکتین و به دنبال آن افزایش شفافیت، اشاره نمودند. با افزایش غلظت آنزیم به محدوده g/kg ۸-۵، میزان جذب اندکی افزایش یافت که این امر به دلیل بالا رفتن آنزیم از حد مورد نیاز به منظور تاثیر بر پکتین موجود بود. Pinelo و همکاران (۲۰۰۹) تاثیر آنزیم پکتیناز و کمک شفاف کننده هایی مانند بنتونیت، ژلاتین و سیلیکاسل بر آب گیلاس را مورد بررسی قرار دادند. این کمک شفاف کننده ها بیشترین اثر را بر حذف عوامل کدورت و کاهش جذب در این آب میوه داشتند.

بیشترین مقدار جذب در مقادیر حداقل بنتونیت وPVPP گزارش شد (شکل ۳ ب). با افزایش غلظت بنتونیت و PVPP کاهش در میزان جذب و افزایش شفافیت را شاهد بودیم. این نکته به تاثیر این دو ماده بر کاهش پروتئین و مواد فنولی اشاره دارد (Siebert و همکاران، ۱۹۹۷؛ Siebert و همکاران، ۱۹۹۸).

بررسی اثر متغیرها بر مقدار کل ترکیبات فنولی آب کیوی

افزایش مقدار بنتونیت، باعث کاهش چشمگیر در مقدار مواد فنولی در تمامی غلظت های آنزیم شد به طوریکه در حداکثر غلظت بنتونیت کمترین میزان ترکیبات فنولی در آب کیوی مشاهده گردید (شکل ۴ الف). پژوهش اکشی (۱۹۹۹) بر روی شفاف سازی تعدادی از آبمیوه های حاوی مواد فنولی حاکی از تاثیر بنتونیت بر کاهش مواد فنولی بود. این نکته مشابه نتایج به دست آمده برای آب کیوی در این پژوهش می باشد. این مسئله احتمالا به دلیل بالا بودن مکان های فعال جذب سطحی مواد فنولی در بنتونیت بوده است.

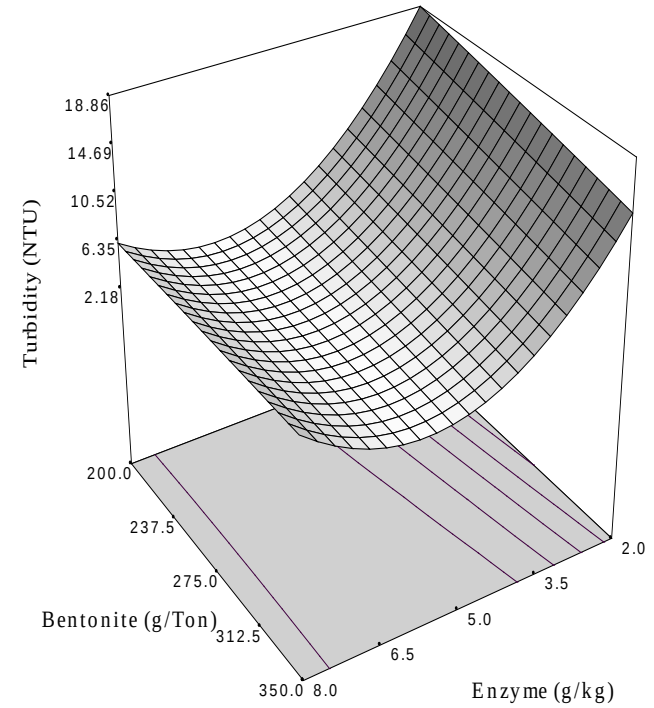
در تمامی غلظت های بنتونیت افزایش مقدار آنزیم تاثیری بر مواد فنولی نداشت که این مسئله بانظر Cassano و همکاران (۲۰۰۶) در رابطه باعدم تاثیر آنزیم پکتیناز بر مواد فنولی آب کیوی مطابقت دارد.

همانطورکه در شکل۴ ب مشاهده می شود، درشرایطی که غلظت آنزیم g/kg ۵ بود ، با افزایش غلظت PVPP و بنتونیت، کاهش تدریجی در مقدار مواد فنولی مشاهده شد. حداکثر این کاهش مربوط به زمانی بود که مقدار PVPP و بنتونیت در حداکثر مقدار خود قرار داشتند. با توجه به نظر Siebert و همکاران (۱۹۹۸) تاثیر PVPP بر کاهش مواد فنولی به دلیل ایجاد پیوند هیدروژنی بیشتر می باشد. این نکته احتمالا در مورد آب کیوی نیز صادق است.

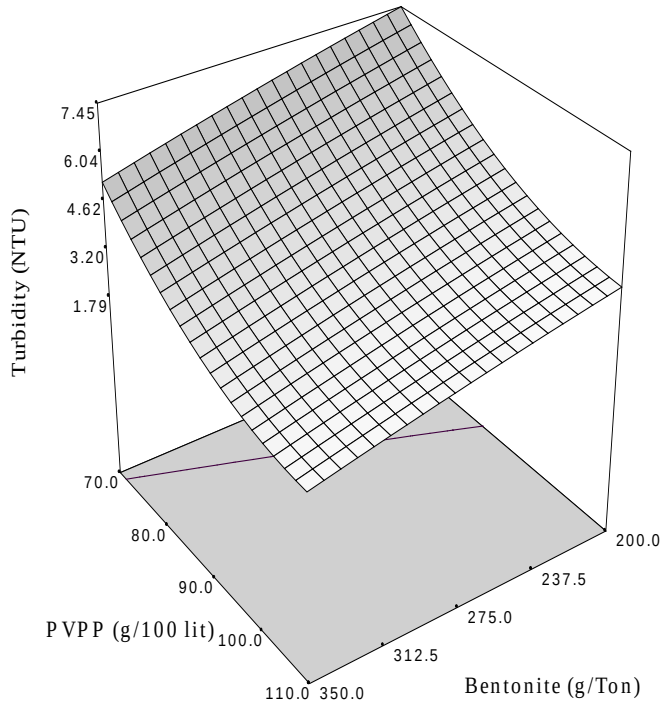
باتوجه به تحقیقات صورت گرفته توسط Siebert و همکاران (۱۹۹۷، ۱۹۹۸)، Pinelo و همکاران (۲۰۰۹) و Cassano و همکاران (۲۰۰۶) حذف تمامی مواد فنولی از آب میوه ها، به دلیل نقش آن ها به عنوان آنتی اکسیدان های طبیعی و به دلیل اهمیت آن ها به عنوان عوامل ایجاد طعم و رنگ، صحیح نیست. بنابراین در آب کیوی نیز این نکته جهت تعیین مقدار بهینه PVPP و بنتونیت لحاظ گردید.

بهینه یابی

شرایط بهینه شفاف سازی آب کیوی با استفاده از آنزیم، بنتونیت و PVPP بر ویسکوزیته، کدورت، شفافیت و ترکیبات فنولی از طریق بهینه یابی عددی نرم افزار تعیین شد. بهترین شرایط برای شفاف سازی آب کیوی استفاده از ۵/۸۳g/kg آنزیم پکتیناز، ۳۰۶/۰۵ g/Ton بنتونیت و ۷۰g/100lit پلی ویینل پلی پرولیدون می باشد. در شرایط بهینه ویسکوزیته، کدورت، شفافیت و ترکیبات فنولی به ترتیب ۲/۶۲mPas، ۴/۶۱NTU، ۹۱ درصد و ۱۷۱/۸۷mgGAE/100mL بود.

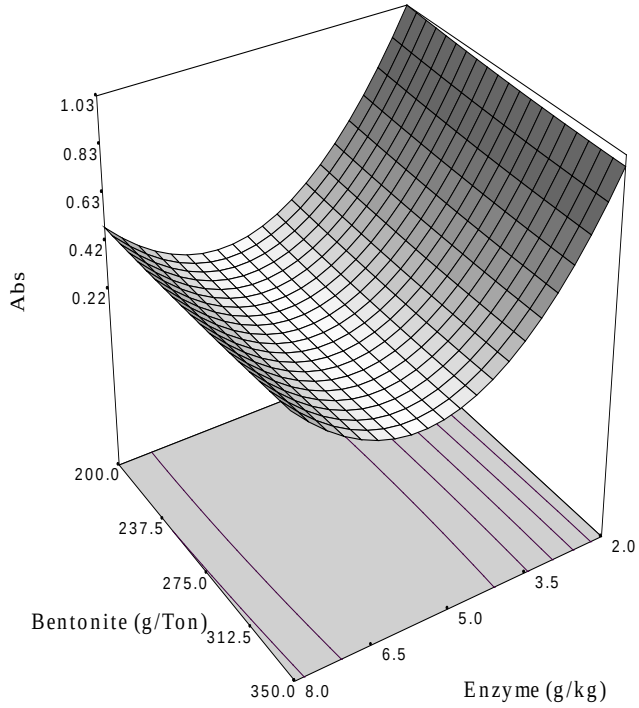


الف

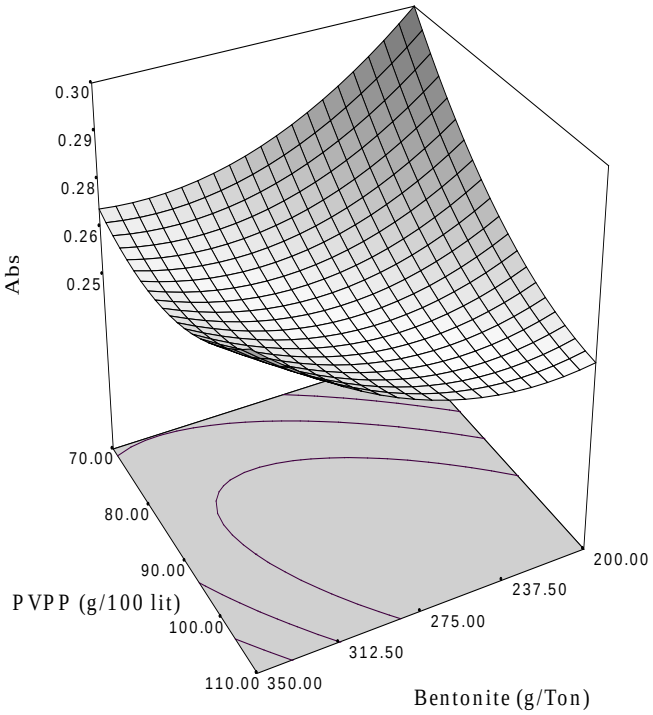


ب

شکل۲- نمودار سطح پاسخ برای اثر (الف) مقدار بنتونیت و آنزیم پکتیناز (PVPP =۹۰ g/100lit) و ب) مقدار بنتونیت و PVPP (آنزیم پکتیناز ۵ g/kg) بر میزان کدورت آب کیوی

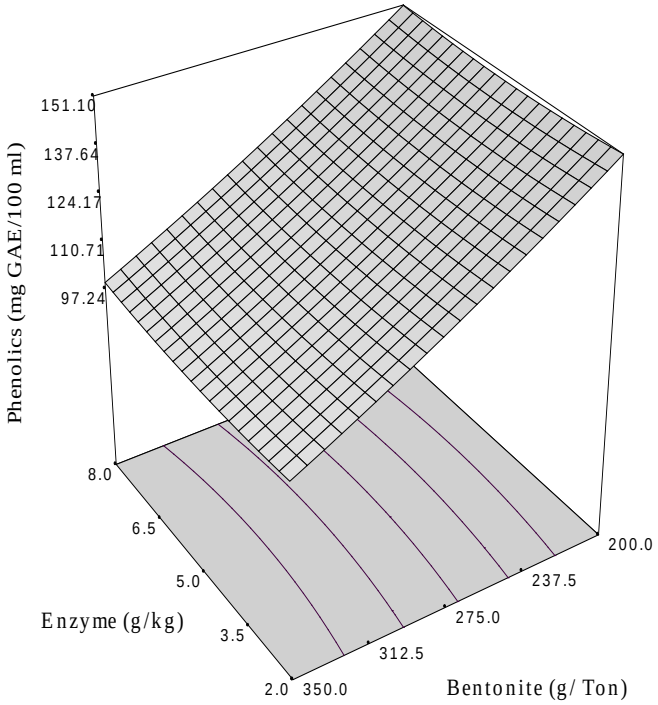


الف

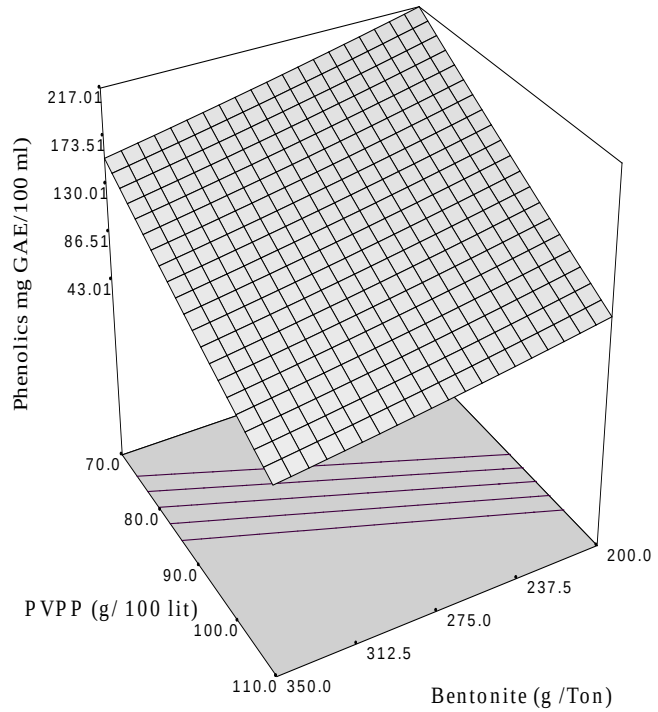


ب

شکل۳- نمودار سطح پاسخ برای اثر (الف) مقدار بنتونیت و آنزیم پکتیناز (PVPP =۹۰ g/100lit) و ب) مقدار بنتونیت و PVPP (آنزیم پکتیناز ۵ g/kg) بر میزان شفافیت آب کیوی



الف



ب

شکل٤- نمودار سطح پاسخ برای اثر (الف) مقدار بنتونیت و آنزیم پکتیناز (PVPP =۹۰ g/100lit) و ب) مقدار بنتونیت و PVPP (آنزیم پکتیناز ۵ g/kg) بر میزان ترکیبات فنولی آب کیوی

نتیجه گیری

با استفاده از روش سطح پاسخ ، بهترین مقادیرآنزیم پکتیناز، بنتونیت و پلی وینیل پلی پرولیدون تعیین گردید. رعایت نمودن مقادیر بهینه آنزیم و کمک شفاف کننده ها سبب ایجاد محصولی با شفافیت پایدار شد. پایدار سازی توسط PVPP سبب حذف مواد فنولی که جزء عوامل کدورت ثانویه در طی ذخیره سازی به حساب می آیند گردید. به دلیل نقش پلی فنول ها بعنوان آنتی اکسیدان های طبیعی و به عنوان عوامل ایجاد کننده طعم و رنگ کاهش آن ها تا یک حد معین که شفافیت مطلوب نیز حاصل گردد توصیه می شود. در این پژوهش سعی گردید که تا حد امکان از تغییر رنگ آب کیوی و حذف مقادیر بالای کلروفیل و ویتامین C که در حرارت های بالا رخ می‌دهد با توجه به حساس بودن این محصول با ارزش ممانعت گردد.

منابع

استاندارد ملی ایران شماره ۲۶۸۵. روش های آزمون آب میوه ها، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

Bushwag, R.J., Kig, J.M., Perkins, B., & Krishnan,1988, High-Performance Liquid Chromatographic Determination of Ascorbic Acid in Fruits. Journal of Liquid chromatography & Related Technologies, 16, 415-3423.

Cassano, A., Jiao, B., & Drioli, E., 2004, Production Of Concentrated Kiwi fruit Juice By Integrated membrane Process. Journal Of Food Research International, 37,139-148.

Cassano, A., Tasselli, F., Conidi, C., & Drioli, E., 2009, Ultrafiltration Of Clementine Madarin juice By Hollow Fiber Membranes, Journal Of Desalination, 241, 302-308.

Cassano, A., Donato, L., & Drioli, E., 2007, Ultrafiltration Of Kiwi Fruit Juice: Operating Parameters, Juice Quality & Membrane Fouling. Journal of Food Engineering, 79, 613-621.

Cassano, A., Figoli, A., Tagarelli, G., & Sidona, E., 2006, Integrated Membrane Process for the Production Of Highly Nutritional Kiwifruit Juice. Journal of Desalination, 1-3, 1-30

Cassano, A., & Drioli, E., 2007, Concentration Of Clarified Kiwi fruit Juice By Osmotic Distillation. Journal of Food Engineering, 79, 1397-1404.

Cassano, A., Donato, L., Conidi, C., & Drioli, E., 2008, Recovery Of Bioactive Compounds In Kiwifruit Juice By Ultrafiltration. Journal Of Innovative Food Science & Emerging Technologies, 4, 556-562.

Chimi, H., Cillard, J., & Cillard, P., 1991, The peroxyl & hydroxyl radical scavenging activity if some natural phenolic antioxidants. Journal of American Oil Chemist Society, 68, 307.

Hayouni, E.L., Abedrabba, M., Bouix, Mad., & Hamdi, M., 2007, The Effects Of Solvents & Extraction Method Of The Phenolic Contents & biological activities in Vitro Of Tunisian Quercus Cocciferal & Juniperus Phoeiceal fruit Extracts. Food Chemistry, 105, 1126-1134.

Lee, W.C., Yusof, S., Hamid, N.S.A., & Baharin, B.S, 2006, Optimizing conditions for hot water extraction of banana juice using response surface methodology (RSM). Journal of Food Engineering, 75, 473-479.

Lee, W.C., Yusof, S., Hamid, N.S.A., & Baharin, B.S., 2006, Optimizing Condition For Enzymatic Clarification Of Banana Juice Using Response Surface methodology (RSM). Journal of Food Engineering, 73, 55-63.

Mohamadi, A., Rafiee, S., Emam Djomeh, Z., & Keyhani, A. R., 2008, Kinetic models for colour changes in kiwi fruit Slices During Hot Air Drying. Journal of Agricultural Sciences, 4, 376-383.

Pinelo, M., Zeuner, B., & Anne, S., 2009, Juice clarification by protease & pectinase treatments indicates new roles of pectin & protein in cherry juice turbidity. Journal of Food & Byproducts processing, 88, 259–265.

Rai, P., Majumdar Dasgupta, G. C., & De, S., 2004, Optimizing pectinase usage in pretreatment of mosambi juice for clarification by response surface methodology. Journal of Food Engineering, 64, 397-403.

Singleton, V.L., Orthofer, R., & Lamula –Rouentos, R.M., 1999, Analysis of total Phenols & Other oxidation substrates & antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Methods in enzymology, 299, 52-178.

Sin, H.N., Yusof, S., SheikhAbdul Hamid, N., & Abd.Rahman, R., 2006, Optimization of enzymatic clarification of sapodilla juice using response surface methodology. Journal of Food engineering, 73, 13-319.

Siebert, K.J., & Lynn, P.Y., 1998, Comparison of polyphend interactions with Polyvinyl- Polypyrrolidone & Haze –Active protein. Journal of the American Society of Brewing Chemists, 56, 24.

Siebert, K.J., & Lynn, P.Y, 1997, Haze –Active protein & Polyphenols in Apple juice Assessed by Turbidimetry. Journal of Food Science, 62, 79-84.

Zhao, Y., Strik, B., 2006, Investigation of postharvest quality & storability of hardy kiwifruit. Conie landis fis for the degree of master of science.